

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 520**

51 Int. Cl.:

<b>C08J 9/22</b>	(2006.01)
<b>C08J 9/04</b>	(2006.01)
<b>B29C 44/34</b>	(2006.01)
<b>C08J 9/232</b>	(2006.01)
<b>C08J 9/16</b>	(2006.01)
<b>C08J 9/20</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2014 PCT/EP2014/076333**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15082509**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2014 E 14806261 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018 EP 3077451**

54 Título: **Pre-espumación de partículas de poli(met)acrilimida para la subsiguiente espumación en molde en herramientas cerradas**

30 Prioridad:

**06.12.2013 DE 102013225132**

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

**13.04.2018**

73 Titular/es:

**EVONIK RÖHM GMBH (100.0%)  
Kirschenallee  
64293 Darmstadt , DE**

72 Inventor/es:

**BERNHARD, KAY;  
LIEBL, INA;  
HOLLEYN, DENIS y  
SEIPEL, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 663 520 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

Pre-espumación de partículas de poli(met)acrilimida para la subsiguiente espumación en molde en herramientas cerradas

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de partículas de poli(met)acrilimida (P(M)I) pre-espumadas, en particular de partículas de polimetacrilimida (PMI), que pueden continuar siendo elaboradas para formar piezas moldeadas espumadas o materiales compuestos. El procedimiento se distingue en este caso porque un granulado polimérico es calentado primeramente en un dispositivo mediante irradiación IR de una longitud de onda adecuada para ello y, con ello, es pre-espumado. Este granulado puede continuar siendo elaborado en etapas de procedimiento siguientes, p. ej., en un útil de prensado, bajo formación de espuma para formar una pieza 10 moldeada o una pieza de trabajo de material compuesto con núcleo de espuma.

Durante la formación de espuma de partículas poliméricas, en particular, de partículas de P(M)I en moldes/herramientas cerrados se produce, entre otros, en virtud de la influencia de la fuerza de la gravedad, una distribución no uniforme de las distintas partículas en el molde y, con ello, una distribución no homogénea de la 15 densidad. Conforme a la invención, esto se contrarresta debido a que las partículas antes del llenado del molde son pre-espumadas a una densidad aparente tal que posibilite un grado de carga muy elevado del molde de la pieza componente. Es decir, el molde está suelto antes de la formación de espuma propiamente dicha, pero está completamente lleno y, a continuación, se espuman las cavidades entre las partículas mediante espumación posterior bajo la acción de la temperatura. De acuerdo con la invención, es posible garantizar una distribución 20 homogénea de la densidad en la pieza componente y, con ello, alcanzar propiedades homogéneas del producto final.

Estado de la técnica

En el documento DE 27 26 260 se describe la producción de espumas de poli(met)acrilimida (espumas P(M)I) que presentan extraordinarias propiedades mecánicas, también a temperaturas elevadas. La producción de las espumas 25 tiene lugar en un procedimiento de colada, es decir, los monómeros y los aditivos necesarios se mezclan y se polimerizan en una cámara. El producto de polimerización se espuma en una segunda etapa mediante calentamiento. Estos procedimientos son muy complejos y apenas se pueden automatizar.

El documento DE 3 630 930 describe otro procedimiento para la formación de espuma de las placas de copolímeros arriba mencionadas a base de ácido metacrílico y metacrilonitrilo. En este caso, las placas poliméricas se espuman 30 con ayuda de un campo de microondas, con lo cual a éste se le designa en lo que sigue como procedimiento de microondas. En este caso, se ha de observar que la placa a espumar o al menos su superficie debe ser calentada previamente hasta o por encima del punto de reblandecimiento del material. Dado que bajo estas condiciones se inicia de por sí también la espumación del material que se reblandece mediante el calentamiento externo, el proceso de formación de espuma no puede ser controlado sólo mediante la influencia de un campo de microondas, sino que 35 ha de ser controlado conjuntamente desde el exterior por un calentamiento concomitante. Por lo tanto, al procedimiento de aire caliente monoetapa normal se ha de conectar al mismo un campo de microondas, con el fin de acelerar la formación de espuma. El procedimiento de microondas se ha manifestado, sin embargo, demasiado complicado y, por lo tanto, no es relevante en la práctica y no encuentra hasta hoy en día aplicación alguna. Además de ello, se requiere radiación muy rica en energía de baja longitud de onda con el fin de garantizar una profundidad de penetración suficiente en la placa. A pesar de ello, este procedimiento es extremadamente ineficaz y el tiempo de irradiación sin un calentamiento adicional ascendería, también en el caso de placas muy delgadas, al menos a 30 40 min.

Espumas de PMI mecánicamente estables, que están reticuladas con metacrilato de alilo, se encuentran en el documento EP 356 714. Como formador de radicales se utiliza, por ejemplo, azo-bis-isobutironitrilo, a la mezcla a 45 polimerizar se la añaden 0,1% en peso a 10% en peso de partículas eléctricamente conductoras. También estas espumas muy sólidas muestran un alargamiento de rotura sólo muy bajo. Lo mismo es aplicable para las espumas de PMI divulgadas en el documento JP 2006 045532, reticuladas iónicamente con sales de metales. Sin embargo, también estas espumas se preparan a partir de placas poliméricas y después de la espumación se cortan o sierran a la forma de manera compleja.

50 Junto a espumas de PMI se conocen con propiedades similares también espumas a base de ácido metacrílico y acrilonitrilo (espumas PI). Éstas se describen, por ejemplo, en el documento CN 100420702C. Sin embargo, estas espumas se preparan también mediante placas.

Junto a estos procedimientos, que parten de una placa polimérica no espumada, se conocen también los denominados procedimientos de formación de espuma en molde, partiendo de un granulado. Sin embargo, frente a

los procedimientos descritos, éstos tienen básicamente varios inconvenientes. Así, solamente se consigue una estructura de poros irregular que se distingue entre el interior de las partículas originales y las superficies límites entre las partículas originales. Además, la densidad de la espuma es adicionalmente no homogénea en virtud de la distribución irregular de las partículas durante la formación de espuma - como ya se ha descrito -. Además, de estos productos espumados a partir de granulado se puede observar una peor cohesión en las superficies límites que se forman entre las partículas originales durante la formación de espuma y, con ello, propiedades mecánicas peores con respecto a materiales espumados a partir de una placa semiacabada.

En el documento WO 2013/056947 se describe un procedimiento en molde, en el que al menos se resolvió este último problema debido a que las partículas son revestidas, antes de la carga en la herramienta de formación de espuma conformadora, con un adhesivo, p. ej., con una poliamida o un polimetacrilato. Con ello, se consigue una adherencia de la superficie límite de los granos muy buena. La distribución irregular de los poros en el producto final no se evita, sin embargo, mediante este método.

#### Misión

Ante los antecedentes del estado de la técnica comentado, era misión de la presente invención, por lo tanto, proporcionar un nuevo procedimiento mediante el cual se puedan proporcionar de manera sencilla y con una velocidad de paso elevada partículas de P(M)I para la formación de espuma en molde. En este caso, este procedimiento debe poder ser realizado de manera rápida y con poca energía.

En particular, era misión de la presente invención proporcionar un material de P(M)I para la formación de espuma en molde que conduzca en el producto final a una distribución uniforme de la densidad.

Además, el procedimiento debe poder llevarse a cabo de manera rápida y continua para el tratamiento previo de las partículas para la formación de espuma en molde.

Otras misiones, no comentadas explícitamente en este punto, pueden deducirse del estado de la técnica, de la descripción, las reivindicaciones o de los ejemplos de realización.

#### Solución

En lo que sigue, por la formulación poli(met)acrilimida se entienden polimetacrilimidadas, poli(acril)imidadas o mezclas de las mismas. Lo correspondiente es aplicable para los correspondientes monómeros tales como (met)acrilimida o bien ácido (met)acrílico. Así, por ejemplo, por la expresión ácido (met)acrílico se entienden tanto ácido metacrílico como ácido acrílico, así como mezclas a base de estos dos.

Los problemas se resuelven mediante un nuevo procedimiento para la producción de partículas de poli(met)acrilimida (P(M)I) pre-espumadas, utilizables para una formación de espuma en molde o bien de materiales compuestos con un núcleo de espuma a base de una espuma dura o bien de piezas moldeadas a base de una espuma de P(M)I que se prepararon con estas partículas de P(M)I. Este procedimiento se distingue porque partículas de P(M)I no espumadas se pre-espuman con radiación infrarroja, la cual, en al menos un 80%, presenta una longitud de onda entre 1,4 y 10,0  $\mu\text{m}$ .

Para ello, se utiliza preferiblemente un radiador IR, cuya emisión en al menos un 5% se encuentra en un intervalo IR de medio a largo con un intervalo de longitudes de onda entre 5,0 y 9,0  $\mu\text{m}$ . En este caso, son muy particularmente preferidos dos intervalos de longitudes de onda separados entre sí, en los que el radiador IR emite en al menos un 5%. El primero de estos dos intervalos oscila entre 5,3 y 6,5  $\mu\text{m}$ . El segundo intervalo de longitudes de onda preferido oscila entre 7,8 y 8,9  $\mu\text{m}$ . Es sorprendente que la radiación IR, con una longitud de onda en uno de estos dos intervalos, se pueda aplicar de manera particularmente efectiva para la formación previa de espuma.

Para la realización de una irradiación de este tipo se utilizan de manera particularmente preferida radiadores IR que presentan una temperatura según Wien entre 780 K y 1800 K, en particular entre 800 y 1200 K. La clasificación de la radiación IR tiene lugar conforme a la norma DIN 5031.

De manera particularmente sorprendente se encontró que radiación IR con las longitudes de onda indicadas, en particular con las longitudes de onda preferidas, es adecuada, en general, para la pre-espumación de partículas de P(M)I. Para P(M)I en forma de palca, tal como se conoce del estado de la técnica, se utilizan fuentes de radiación tales como, por ejemplo, radiadores de 2000 K. Estos radiadores IR tienen un máximo de emisión en aprox. 1,2  $\mu\text{m}$ . Con ello, se emite una radiación de elevada energía que garantiza una profundidad de penetración correspondiente en el material. En un intervalo de longitudes de onda por encima de 5,0  $\mu\text{m}$ , estos radiadores no emiten, sin embargo, casi nada. De manera sorprendente, se encontró que en el procedimiento de acuerdo con la invención, precisamente este intervalo de emisiones es particularmente adecuado para la pre-espumación de partículas de P(M)I.

En una forma de realización preferida, el procedimiento de acuerdo con la invención se realiza de manera que las partículas de P(M)I no pre-espumadas se aplican sobre un dispositivo de transporte tal como, por ejemplo, una cinta transportadora, y son transportadas a través de una estación de caldeo con correspondientes fuentes de radiación IR que emiten, en particular, en el intervalo de longitudes de onda deseado. Con el fin de conseguir resultados particularmente buenos, el dispositivo de transporte debería ser cargado en este caso de modo que las partículas de P(M)I se depositen en una sola capa sobre éste y todas ellas sean directamente irradiadas por las fuentes de radiación IR. Esta pre-espumación puede finalizar ya preferiblemente después de 5 min, de manera particularmente preferida después de 3 min. El tiempo de pre-espumación resulta en este caso para la forma de realización descrita a partir del tamaño de las partículas, del tipo y de la concentración del agente propulsor, de la longitud de onda, de la distancia a las fuentes de radiación y de la intensidad de radiación. A partir del tiempo de pre-espumación resulta de nuevo la velocidad de transporte a ajustar de las partículas.

La intensidad y duración de la radiación dependen en este caso de diferentes factores y pueden ser optimizados por parte del experto en la materia con unos pocos ensayos. Así, estos parámetros de caldeo dependen de la temperatura de reblandecimiento del material espumado utilizado, de la temperatura de ebullición o bien descomposición del agente propulsor utilizado, del tamaño de los poros o bien de la densidad del material, del grosor del material y de la distancia de las fuentes de radiación con respecto al núcleo de espuma. La intensidad de radiación debe aumentarse, por norma general, en el caso de materiales más sólidos, a una mayor densidad del material, a un mayor grosor del material y a una mayor distancia con las fuentes de radiación. Además, la intensidad de radiación puede variarse en función del grado de conformación a alcanzar. Por norma general, la intensidad de radiación se ajusta para ello de modo que en el centro de la partícula de P(M)I se alcance una temperatura entre 170 y 250 °C.

En una forma de realización particular de la presente invención, dicha estación de caldeo está integrada en una instalación de producción multi-etapa. En este caso, son de interés, en particular, dos variantes. En la primera variante, las partículas de P(M)I pre-espumadas son conducidas después de la estación de caldeo directamente a un útil de conformación. Para útiles de conformación de este tipo existen varias variantes. Así, se puede tratar de una conformación del material de espuma puro mediante una formación de espuma en molde. Un proceso de seguimiento de este tipo puede consultarse, por ejemplo, en el documento EP 2 598 304. En este caso, es también posible añadir la espuma no sólo a un molde, sino proveer a éste al mismo tiempo de materiales de cubrición tales como, por ejemplo, materiales compuestos. Por consiguiente, es posible de una manera sencilla preparar materiales compuestos del núcleo de espuma conformados de manera compleja a partir de las partículas de P(M)I pre-espumadas de acuerdo con la invención.

Con respecto a partículas no pre-espumadas, pueden producirse en este caso piezas moldeadas o materiales compuestos del núcleo de espuma con una estructura de poros claramente más homogénea y sin puntos defectuosos. Por consiguiente, mediante la integración del procedimiento de acuerdo con la invención, en un procedimiento global para la producción de materiales de espuma conformados de manera compleja o materiales compuestos del núcleo de espuma, es posible producir a éstos rápidamente, en cortos tiempos de cadencia y con una calidad particularmente buena. Además, en el caso de la formación de espuma en molde, la carga del molde con partículas pre-espumadas es más sencilla que cuando éstas no están pre-espumadas y, con ello, son notoriamente más pequeñas. Por naturaleza, esta ventaja surte menos efecto en el caso de piezas moldeadas de paredes muy delgadas, de modo que en uno de estos casos no pueden pasar a emplearse partículas pre-espumadas. Así, a grandes rasgos, es posible cargar moldes con partículas pre-espumadas y aquellas zonas que terminan en zonas del molde de pared muy delgada con partículas no pre-espumadas.

Además, el presente procedimiento tiene con respecto al estado de la técnica la gran ventaja de que la pre-espumación tiene lugar ciertamente de forma rápida, pero al mismo tiempo ésta es tan cuidadosa que no se daña la superficie de las partículas de P(M)I.

En la segunda variante, asimismo preferida, el procedimiento de acuerdo con la invención está integrado en un proceso global, de modo que las partículas de P(M)I pre-espumadas son transportadas primeramente a un recipiente de reserva. A partir de este recipiente de reserva se carga a continuación al menos un útil de conformación. Esta variante se propone, en particular, en el caso de procedimientos globales en los que una estación de caldeo está combinada con varios útiles de conformación. De este modo, la estación de caldeo puede ser hecha funcionar de manera continua, mientras que los útiles de conformación trabajan de por sí de forma discontinua con tiempos de cadencia fijos.

Preferiblemente, la estación de caldeo presenta varias fuentes de luz IR, de modo que la superficie de los granos del granulado es calentada de manera uniforme. Sorprendentemente, se encontró que mediante el calentamiento cuidadoso del material puede tener lugar una pre-espumación rápida y eficiente, sin que al mismo tiempo se produzca un deterioro del material. En particular, el deterioro de la superficie de la espuma dura que se observa, p. ej., durante el calentamiento en un horno, se elimina en el caso de una realización adecuada del presente procedimiento. La radiación del intervalo espectral IR utilizada atraviesa la fase gaseosa de las celdas de espuma

libre de absorción y determina un calentamiento directo de la matriz de la pared de las celdas. En este caso, se encontró de manera particularmente sorprendente que mediante un calentamiento de este tipo con radiación IR se pueda alcanzar una distribución particularmente uniforme del calor también en partículas grandes.

5 Adicionalmente, para mejorar la adherencia entre el material del núcleo de espuma y las capas de cubrición, la cual juega un papel en posteriores etapas del procedimiento para la producción de materiales compuestos, pueden utilizarse adhesivos. Estos adhesivos pueden, alternativamente a una aplicación en una etapa del procedimiento posterior, ser aplicados también ya antes de la pre-espumación de acuerdo con la invención sobre la superficie de las partículas de P(M)I. Como adhesivos se han manifestado adecuados, en particular, poliamidas o poli(met)acrilatos. Sin embargo, también se pueden utilizar compuestos de bajo peso molecular que son conocidos por el experto en la materia de la producción de materiales compuestos, en particular, en función del material de la matriz utilizado de la capa de cubrición.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención tiene, en particular, la gran ventaja de que puede ser llevado a cabo de manera muy rápida y, con ello, con tiempos de cadencia muy cortos, en combinación con procesos de seguimiento. Con ello, el procedimiento de acuerdo con la invención puede integrarse muy bien en una producción en serie.

Para el procedimiento de acuerdo con la invención global, los parámetros del procedimiento a elegir se orientan en función de la instalación empleada en cada caso individual y de su disposición, así como de los materiales empleados. Estos pueden determinarse fácilmente por el experto en la materia mediante unos pocos ensayos previos.

20 El material utilizado de acuerdo con la invención es P(M)I, en particular PMI. Espumas de P(M)I de este tipo se designan también como espumas duras y se distinguen por una resistencia mecánica particular. Las espumas de P(M)I se preparan normalmente en un procedimiento en dos etapas: a) preparación de un producto de polimerización colado y b) espumación de este producto de polimerización colado. Según el estado de la técnica, estas espumas son cortadas o bien segadas después a la forma deseada. Una alternativa, que técnicamente está todavía menos establecida, es la formación de espuma en molde expuesta la cual se puede emplear para el procedimiento de acuerdo con la invención.

Para el procedimiento de acuerdo con la invención se emplean preferiblemente partículas de P(M)I no pre-espumadas con un tamaño de partícula entre 0,5 y 5,0 mm, preferiblemente entre 1,0 y 4,0 mm.

30 Estas partículas de P(M)I no pre-espumadas pueden producirse en dos variantes del procedimiento diferentes, antes de que se empleen en el procedimiento de acuerdo con la invención. En una primera variante, las partículas de P(M)I se obtienen en forma de granulado mediante molienda a partir de un producto semiacabado de P(M)I. En el caso de este producto semiacabado de P(M)I se trata del producto de polimerización de la placa previamente descrito y no espumado, que se obtiene en forma de producto de polimerización colado.

35 Para la preparación del producto de polimerización colado se preparan primeramente mezclas monoméricas que contienen ácido (met)acrílico y (met)acrilonitrilo, preferiblemente en una relación molar entre 2:3 y 3:2, como componentes principales. Adicionalmente, pueden utilizarse otros comonomeros tales como, p. ej., ésteres del ácido acrílico o metacrílico, estireno, ácido maleico o ácido itacónico o bien sus anhídridos o vinilpirrolidona. En este caso, la proporción de los comonomeros no debería ascender, sin embargo, a más de 30% en peso. Pueden utilizarse también cantidades menores de monómeros reticulantes tales como, p. ej., acrilato de alilo. Sin embargo, las cantidades deberían ascender preferiblemente a lo sumo a 0,05% en peso hasta 2,0% en peso.

La mezcla para la copolimerización contiene, además, agentes propulsores que se descomponen o evaporan a temperaturas de aproximadamente 150 a 250°C y, con ello, forman una fase gaseosa. La polimerización tiene lugar por debajo de esta temperatura, de modo que el producto polimerizado colado contiene un agente propulsor latente. La polimerización tiene lugar convenientemente en forma de bloque entre dos placas de vidrio.

45 La preparación de productos semiacabados de PMI de este tipo es básicamente conocida por el experto en la materia y puede consultarse, por ejemplo, en los documentos EP 1 444 293, EP 1 678 244 o WO 2011/138060. Como productos semiacabados de PMI se deben mencionar, en particular, aquellos que son comercializados en forma espumada bajo los nombres de producto ROHACELL® por la razón social Evonik Industries AG. En relación con la preparación y el tratamiento, como análogos a las espumas de PMI se han de considerar productos semiacabados de acrilimida (productos semiacabados de PI). Sin embargo, por motivos toxicológicos, estos son claramente menos preferidos con respecto a otros materiales de espuma.

50 En una segunda variante del procedimiento de acuerdo con la invención, en el caso de las partículas de P(M)I se trata de productos de polimerización en suspensión que pueden ser incorporados en el procedimiento directamente como tales. La preparación de productos de polimerización en suspensión de este tipo puede consultarse, por

ejemplo, en el documento DE 18 17 156 o en la solicitud de patente europea con el número de expediente 13155413.1.

Preferiblemente, las partículas de P(M)I pre-espumadas presentan una densidad aparente de 40 a 400 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente entre 60 y 300 kg/m<sup>3</sup> y de manera particularmente preferida entre 80 y 220 kg/m<sup>3</sup>.

- 5 Además, las partículas de P(M)I pre-espumadas presentan un tamaño máximo entre 1,0 y 25 mm, de manera particularmente preferida entre 2,0 y 20 mm.

Las partículas de P(M)I pre-espumadas, producidas de acuerdo con la invención, pueden continuar elaborándose tal como se describe para formar piezas moldeadas de espuma o bien materiales compuestos del núcleo de espuma. Estas piezas moldeadas de espuma o bien materiales compuestos del núcleo de espuma pueden encontrar aplicación, en particular, en la producción en serie, p. ej., para la construcción de carrocerías o para revestimientos internos en la industria del automóvil, piezas de interiores en la construcción de vehículos a carril o de barcos, en la industria aeronaval y espacial, en la construcción de máquinas, en la fabricación de aparatos deportivos, en la construcción de muebles o en la construcción de instalaciones eólicas.

10

### Ejemplos de realización

- 15 Como granulado de PMI se utilizó un material que es comercializado como espuma PMI bajo el nombre de producto ROHACELL RIMA por la razón social Evonik Industries. El granulado se preparó a partir de una placa polimérica pre-espumada, polimerizada, mediante molienda con un molino de corte RS3806 de la razón social Getecha. El granulado obtenido tenía en el punto mayor un diámetro máximo de 5 mm.

#### Ejemplo comparativo 1: Pre-espumación mediante horno de aire circulante

- 20 El material de molienda no pre-espumado procedente del molino tiene una densidad bruta de aprox. 1200 kg/m<sup>3</sup> y una densidad aparente de aprox. 600 a 700 kg/m<sup>3</sup>. Mediante la pre-espumación en un horno, se reducen estas dos densidades. Esto sucede mediante la variación del tiempo de permanencia así como de la temperatura. Para ello, el material de molienda se reparte de forma suelta sobre una bandeja metálica que está cubierta con una lámina de separación. Esto debería suceder de la manera más uniforme posible, y el grosor de la capa no debería rebasar el diámetro máximo del grano, con el fin de garantizar una espumación homogénea. Después de ello, la bandeja se introduce, p. ej., durante 45 min, en el horno previamente calentado a la temperatura de pre-espumación.

25

En el caso de una temperatura de pre-espumación de 175°C puede reducirse de esta forma la densidad aparente de aprox. 600-700 kg/m<sup>3</sup> en 30 minutos a aproximadamente 360-400 kg/m<sup>3</sup>.

#### Ejemplo 1: Pre-espumación mediante cámara IR

- 30 Se utilizaron radiadores de la razón social KRELUS Infrared AG con las siguientes propiedades:

En este caso, se trata de radiadores de películas de metal de onda media con un centro de gravedad de la longitud de onda a 2,5 μm (eficaz hasta 9,6 μm). 2,5 μm corresponden en este caso a una temperatura según Wien de 850°C. El soporte es una carcasa metálica, las láminas de metal sirven como material de resistencia y están onduladas con el fin de posibilitar una superficie de radiación mayor.

- 35 En la cámara IR están dispuestos por arriba y por abajo radiadores por toda la superficie (3\*3 módulos) con una potencia nominal de (3\*3\*2,5 kW) 22,5 kW de potencia global. Los radiadores son regulables sin escalonamiento y no se enfrían de forma activa. El radiador de superficie está construido como módulo con un tamaño del módulo individual de 123 x 248 mm, la altura del radiador asciende a 65 mm.

- 40 La cámara dotada de fuentes de radiación IR es hecha funcionar durante 1,5 h con un radiador de superficie conectado, de modo que se ajusta una temperatura de la superficie de aprox. 160°C o bien una temperatura del lado inferior de aprox. 135°C. Eso tiene lugar para una mejor capacidad de reproducción de los resultados en relación con una pre-espumación realizada de una forma continua.

- 45 Después, el material pre-espumado se distribuye sobre la base previamente atemperada tal como se describe arriba y se coloca en la cámara. Para el proceso de pre-espumación se activan los campos superior e inferior del radiador. Como fuentes de radiación, se utilizaron varios radiadores que emiten un máximo de longitud de onda ente 1,4 y 3,0 μm. Después de transcurrido el tiempo de espumación de 10 min, se desconectan los radiadores y se retira del horno la base con material de molienda.

Ejemplo de parámetros de pre-espumación: en el caso de una temperatura de pre-espumación de aprox. 190°C puede reducirse de este modo la densidad aparente de aprox. 600-700 kg/m<sup>3</sup> en 2 minutos a aproximadamente 130

kg/m<sup>3</sup>. Las partículas empleadas tenían en el punto más grueso respectivo un diámetro entre 1 y 5 mm. Las partículas pre-espumadas presentaban en el punto más grueso un diámetro entre 2 y 20 mm.

5 Tal como se puede observar a partir de la comparación entre el Ejemplo comparativo 1 y el Ejemplo 1, pueden alcanzarse densidades aparentes claramente menores, es decir, grados de pre-espumación claramente mayores en un tiempo claramente menor con el método de acuerdo con la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la producción de partículas de poli(met)acrilimida (P(M)I) pre-espumadas, utilizables para una formación de espuma en molde, caracterizado por que partículas de P(M)I no espumadas se pre-espuman con radiación infrarroja, la cual, en al menos un 80%, presenta una longitud de onda entre 1,4 y 10,0  $\mu\text{m}$ .
- 5 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el radiador IR utilizado emite en al menos un 5% en un intervalo de longitudes de onda entre 5,0 y 9,0  $\mu\text{m}$ .
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el radiador IR utilizado emite en al menos un 5% en un intervalo de longitudes de onda entre 5,3 y 6,5  $\mu\text{m}$  o entre 7,8 y 8,9  $\mu\text{m}$ .
- 10 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el radiador IR presenta una temperatura según Wien entre 780 K y 1800 K.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el radiador IR presenta una temperatura según Wien entre 800 y 1200 K.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las partículas de P(M)I no pre-espumadas presentan un tamaño de partícula entre 0,5 y 5,0 mm.
- 15 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la pre-espumación se lleva a cabo en el espacio de a lo sumo 5 min.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que las partículas de P(M)I no pre-espumadas son transportadas en una capa sobre una cinta transportadora a través de una estación de caldeo que presenta fuentes de radiación IR.
- 20 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que las partículas de P(M)I pre-espumadas son transportadas después de la estación de caldeo directamente a un útil de conformación o a un recipiente de reserva, del cual se carga al menos un útil de conformación.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que las partículas de P(M)I no pre-espumadas se obtienen en forma de granulado mediante molienda a partir de un producto semiacabado de P(M)I.
- 25 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que en el caso de las partículas de P(M)I se trata de un producto de polimerización en suspensión.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que las partículas de P(M)I pre-espumadas presentan un tamaño máximo entre 1,0 y 25 mm.
- 30 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las partículas de P(M)I pre-espumadas presentan una densidad aparente de 60 a 300  $\text{kg/m}^3$ .