



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 071**

51 Int. Cl.:

C08J 9/00 (2006.01)

C08J 9/14 (2006.01)

C08J 9/232 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04803716 .2**

96 Fecha de presentación : **10.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1694753**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.08.2006**

54 Título: **Procedimiento para la obtención de mezclas de polímeros de estireno expandibles.**

30 Prioridad: **12.12.2003 DE 103 58 801**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2010

73 Titular/es: **BASF SE**
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es: **Hahn, Klaus;**
Ehrmann, Gerd;
Ruch, Joachim;
Allmendinger, Markus;
Schmied, Bernhard;
Holoch, Jan;
Mühlbach, Klaus y
Riethues, Michael

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Procedimiento para la obtención de mezclas de polímeros de estireno expandibles.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la obtención de granulados de polímeros termoplásticos expandibles que comprende los pasos

a) obtención de una mezcla de

10 un 50 a un 90% en peso de poliestireno B), seleccionado a partir de poliestireno polimerizado a través de radicales, transparente (GPPS), o poliestireno polimerizado por vía aniónica (A-PS), y

15 un 10 a un 50% en peso de copolímero de estireno A), seleccionado a partir de copolímero en bloques de estireno-butadieno, copolímero de estireno- α -metilestireno, polímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), estireno-acrilonitrilo (SAN), acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), acrilato de metilo-butadieno-estireno (MBS), metacrilato de metilo-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS),

b) mezclado de un agente propulsor orgánico en la fusión de polímero por medio de mezclador estático o dinámico a una temperatura de al menos 150°C,

20 c) enfriamiento de la fusión de polímero que contiene agente propulsor a una temperatura de al menos 120°C,

d) descarga a través de una placa de toberas con orificios cuyo diámetro en la salida de tobera asciende como máximo a 1,5 mm, y

25 e) granulado de la fusión que contiene agente propulsor directamente tras la placa de toberas bajo agua a una presión en el intervalo de 1 a 20 bar.

30 Desde hace tiempo son conocidos procedimientos para la obtención de polímeros de estireno expandibles, como poliestireno expandible (EPS) mediante polimerización en suspensión. Estos procedimientos tienen el inconveniente de producir y tener que eliminar grandes cantidades de agua residual. Los polímeros se deben secar para eliminar agua interna. Además, la polimerización en suspensión conduce generalmente a distribuciones de tamaño de perla demasiado anchas, que se deben tamizar en diversas fracciones de perlas de manera costosa.

35 Además se pueden obtener polímeros de estireno expandidos y expandibles por medio de procedimientos de extrusión. A tal efecto, el agente propulsor se introduce en la fusión de polímeros, por ejemplo, a través de una extrusora, se transporta a través de una placa de toberas y se granula para dar partículas o barras (US 3 817 669, GB 1 062 307, EP-B 0 126 459, US 5 000 891).

40 La EP-A 668 139 describe un procedimiento para la obtención económica de granulado de poliestireno expandible (EPS), obteniéndose la fusión que contiene agente propulsor por medio de elementos mezcladores estáticos en una etapa de dispersión, retención y enfriamiento, granulándose a continuación. Debido al enfriamiento de la fusión a pocos grados por encima de la temperatura de solidificación, es necesaria la descarga de cantidades de calor elevadas.

Para evitar sensiblemente el espumado tras la extrusión se propusieron diferentes procedimientos para el granulado, como granulado sumergido (EP-A 305 862), nebulizado (WO 03/053651) o pulverizado (US 6 093 750).

50 La WO 98/51735 describe polímeros de estireno expandibles que contienen partículas de grafito con conductividad térmica reducida, que son obtenibles mediante polimerización en suspensión o mediante extrusión en una extrusora de doble husillo. Debido a las fuerzas de cizallamiento elevadas en una extrusora de doble husillo se observa generalmente un descenso significativo del peso molecular del polímero empleado y/o descomposición parcial de aditivos añadidos, como agentes ignífugos.

55 Para la consecución de propiedades aislantes óptimas y buenas superficies de los cuerpos de espuma es de significado decisivo el índice celular y la estructura de espuma que se ajusta mediante espumado de los polímeros de estireno expandibles (EPS). Los granulados de EPS obtenidos mediante extrusión no se pueden espumar frecuentemente para dar materiales celulares con estructura de espuma óptima.

60 Se describen polímeros de estireno expandibles, modificados con caucho, para espumas de poliestireno elásticas, a modo de ejemplo, en la WO 94/25516, la EP-A 682 077, la DE-A 97 10 442 y la EP-A 0 872 513.

65 La tarea de la presente invención era poner a disposición un procedimiento para la obtención de granulados de polímeros expandibles termoplásticos, que son espumables previamente también en instalaciones de elaboración de EPS existentes para dar partículas de espuma predominantemente de células cerradas, y se pueden soldar para dar cuerpos moldeados de espuma en partículas con una densidad en el intervalo de 10 a 100 g/l.

ES 2 342 071 T3

Por consiguiente se encontró el procedimiento descrito anteriormente. Mediante soldadura de partículas de espuma espumadas previamente a partir de granulados de polímeros expandibles, termoplásticos, que se obtienen conforme al procedimiento según la invención, son obtenibles cuerpos moldeados de espuma en partículas con una densidad en el intervalo de 8 a 100 g/l, preferentemente en el intervalo de 15 a 50 g/l.

Las piezas moldeadas de espuma en partículas presentan un espumado elevado, presentando alvéolos cerrados generalmente más de un 60%, preferentemente más de un 70%, de modo especialmente preferente más de un 80% de las células de partículas de espuma aisladas.

El granulado polímero termoplástico contiene de modo especialmente preferente

un 50 a un 90% en peso de poliestireno B), y

un 10 a un 50% en peso de copolímero de estireno A).

Como copolímeros de estireno A) se emplean copolímeros en bloques de estireno-butadieno, copolímero de estireno- α -metilestireno, polímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), estireno-acrilonitrilo (SAN) acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), acrilato de metilo, butadieno-estireno (MBS), polímeros de metacrilato de metilo-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS).

Como poliestireno B) se emplea poliestireno polimerizado a través de radicales transparente (GPPS), o poliestireno polimerizado por vía aniónica (A-PS).

La composición de los granulados de polímeros se puede seleccionar correspondientemente a las propiedades deseadas del cuerpo moldeado de espuma en partículas. Copolímeros en bloques de estireno-butadieno como componente de copolímero de estireno A) son apropiados en especial para mejorar la elasticidad y el poder de retorno del cuerpo moldeado de espuma en partículas. Con copolímeros de estireno que contienen acrilonitrilo, como SAN y ABS, se puede mejorar la resistencia al aceite, así como la resistencia a disolventes, en especial frente a disolventes aromáticos, y la estabilidad termodimensional.

Se ha mostrado que polímeros de estireno con pesos moleculares M_w por debajo de 160 000 conducen a abrasión de polímeros en el granulado. El polímero de estireno expandible presenta preferentemente un peso molecular en el intervalo de 190 000 a 400 000 g/mol, de modo especialmente preferente en el intervalo de 220 000 a 300 000 g/mol. Debido al descenso de peso molecular debido a cizallamiento y/o acción de la temperatura, el peso molecular del poliestireno expandible se sitúa por regla general aproximadamente 10 000 g/mol por debajo del peso molecular del poliestireno empleado.

Para obtener partículas de granulado lo más reducidas posible, el ensanchamiento de barra tras la salida de tobera será lo menor posible. Se ha mostrado que se puede influir sobre el ensanchamiento de barra, entre otras cosas, mediante la distribución de peso molecular del polímero de estireno. Por lo tanto, el polímero de estireno expandible presentará preferentemente una distribución de peso molecular con una heterogeneidad M_w/M_n de un máximo de 3,5, de modo especialmente preferente en el intervalo de 1,5 a 2,8, y de modo muy especialmente preferente en el intervalo de 1,8 a 2,6.

Como compatibilizadores son apropiados, por ejemplo, copolímeros de estireno modificados con anhídrido de ácido maleico, polímeros que contienen grupos epóxido u organosilanos.

A la fusión de polímeros de estireno se pueden añadir también reciclados polímeros de los polímeros termoplásticos citados, en especial polímeros de estireno y polímero de estireno expandible (EPS) en cantidades que no reduzcan significativamente sus propiedades, por regla general en cantidades de un máximo de un 50% en peso, en especial en cantidades de un 1 a un 20% en peso.

La fusión de polímeros de estireno que contienen agentes propulsores contiene generalmente uno o varios agentes propulsores en distribución homogénea, en una fracción de un total de un 2 a un 10% en peso, preferentemente un 3 a un 7% en peso, referido a la fusión de polímeros de estireno que contiene agentes propulsores. Como agentes propulsores son apropiados los agentes propulsores físicos empleados habitualmente en EPS, como hidrocarburos alifáticos con 2 a 7 átomos de carbono, alcoholes, cetonas, éteres o hidrocarburos halogenados. Preferentemente se emplea iso-butano, n-butano, iso-pentano, n-pentano.

Para la mejora de la espumabilidad se pueden introducir gotitas de agua interna finamente distribuidas en la matriz de polímero de estireno. Esto se puede efectuar, a modo de ejemplo, mediante la adición de agua en la matriz de polímero de estireno fundida. La adición de agua se puede efectuar localmente antes, simultáneamente o tras la dosificación de agente propulsor. Se puede conseguir una distribución homogénea de agua por medio de mezcladores dinámicos o estáticos.

Por regla general es suficiente un 0 a un 2, preferentemente un 0,05 a un 1,5% en peso de agua, referido al polímero de estireno.

ES 2 342 071 T3

Polímeros de estireno expandibles (EPS) con al menos un 90% de agua interna en forma de gotitas de agua interna con un diámetro en el intervalo de 0,5 a 15 μm forman espumas con suficiente índice celular y estructura de espuma homogénea en el espumado.

5 La cantidad añadida de agente propulsor y agua se selecciona de modo que los polímeros de estireno expandibles (EPS) presentan un poder de expansión α , definido como densidad aparente antes del espumado/densidad aparente tras el espumado, de un máximo de 125, preferentemente 25 a 100.

10 Los granulados de polímeros de estireno expandibles (EPS) presentan generalmente una densidad aparente de un máximo de 700 g/l, preferentemente en el intervalo de 590 a 660 g/l. En el caso de empleo de cargas, en dependencia del tipo y cantidad de carga se pueden presentar densidades aparentes en el intervalo de 590 a 1200 g/l.

15 Por lo demás, a la fusión de polímeros de estireno se pueden añadir aditivos, agentes de germinación, cargas, plastificantes, agentes ignífugos, colorantes solubles e insolubles inorgánicos y/u orgánicos, y pigmentos, por ejemplo filtros IR, como hollín, grafito o polvo de aluminio, de manera conjunta o por separado espacialmente. Por regla general, los colorantes y pigmentos se añaden en cantidades en el intervalo de un 0,01 a un 30, preferentemente en el intervalo de un 1 a un 5% en peso. Para la distribución homogénea y microdispersa de pigmentos en el polímero de estireno, en especial en el caso de pigmentos polares, puede ser conveniente emplear un agente auxiliar de dispersión, por ejemplo organosilanos, polímeros que contienen grupos epoxi, o polímeros de estireno injertados con anhídrido de ácido maleico. Plastificantes preferentes son aceites minerales, polímeros de estireno de bajo peso molecular, ftalatos, 20 que se pueden emplear en cantidades de un 0,05 a un 10% en peso, referido al polímero de estireno.

25 Para la obtención según la invención de polímeros de estireno expandibles, el agente propulsor se introduce en la fusión de polímeros. El procedimiento comprende las etapas a) generación de fusión, b) mezclado c) enfriamiento d) transporte y e) granulado. Cada una de estas etapas se puede realizar mediante las instalaciones o combinaciones de instalaciones conocidas en la elaboración de materiales sintéticos. Para el mezclado son apropiados mezcladores estáticos o dinámicos, a modo de ejemplo extrusoras. La fusión de polímeros se puede extraer directamente de un reactor de polimerización, o generar directamente en la extrusora de mezclado o una extrusora de fusión separada mediante fusión de granulados de polímero. El enfriamiento de la fusión se puede efectuar en los agregados de mezclado o 30 en refrigeradores separados. Para el granulado entran en consideración, a modo de ejemplo, el granulado sumergido, granulado con cuchillas giratorias, y enfriamiento mediante nebulizado de líquidos de temperado, o granulado por pulverizado. Disposiciones de aparatos apropiadas para la puesta en práctica del procedimiento son, por ejemplo:

35 a) reactor de polimerización - mezclador estático/refrigerador - granulador

b) reactor de polimerización - extrusora - granulador

c) extrusora - mezclador estático - granulador

40 d) extrusora - granulador.

Además, la disposición puede presentar extrusoras laterales para la introducción de aditivos, por ejemplo de sustancias sólidas, o aditivos sensibles térmicamente.

45 La fusión de polímeros de estireno que contiene agentes propulsores se transporta por regla general con una temperatura en el intervalo de 140 a 300°C, preferentemente en el intervalo de 160 a 240°C a través de la placa de toberas. No es necesaria una refrigeración hasta el intervalo de temperatura de transición vítrea.

50 La placa de toberas se calienta al menos a la temperatura de fusión de poliestireno que contiene agentes propulsores. La temperatura de la placa de toberas se sitúa preferentemente en el intervalo de 20 a 100°C por encima de la temperatura de la fusión de poliestireno que contiene agentes propulsores. De este modo se impiden depósitos de polímero en las toberas y se garantiza un granulado sin averías.

55 Para obtener tamaños de granulado comerciales, el diámetro (D) de los orificios de tobera en la salida de tobera se situará en el intervalo de 0,2 a 1,5 mm, preferentemente en el intervalo de 0,3 a 1,2 mm, de modo especialmente preferente en el intervalo de 0,3 a 0,8 mm. De este modo, también tras ensanchamiento de barra se pueden ajustar tamaños de granulado por debajo de 2 mm, en especial en el intervalo de 0,4 a 1,4 mm.

60 También se puede influir sobre el ensanchamiento de barra a través de la distribución de peso molecular mediante la geometría de tobera. La placa de toberas presenta preferentemente orificios con una proporción UD de al menos 2, correspondiendo la longitud (L) a la zona de toberas cuyo diámetro corresponde a lo sumo al diámetro (D) en la salida de toberas. La proporción L/D se sitúa preferentemente en el intervalo de 3 - 20.

65 En general, el diámetro (E) de las perforaciones en la entrada de toberas de la placa de toberas presentará al menos el doble de tamaño que el diámetro (D) en la salida de toberas.

Una forma de ejecución de la placa de toberas presenta perforaciones con entrada cónica y un ángulo de entrada α menor que 180°, preferentemente en el intervalo 30 a 120°. En otra forma de ejecución, la placa de toberas posee

ES 2 342 071 T3

perforaciones con salida cónica y un ángulo de salida β menor que 90° , preferentemente en el intervalo de 15 a 45° . Para generar distribuciones de tamaños de granulado selectivas de los polímeros de estireno, la placa de toberas se puede dotar de perforaciones de diferente diámetro de salida (D). Las diferentes formas de realización de geometría de toberas se pueden combinar también entre sí.

Un procedimiento especialmente preferente para la obtención de polímeros de estireno expandibles comprende los pasos

- a) polimerización de monómero de estireno, y en caso dado monómeros copolimerizables, para dar copolímeros de estireno A) o poliestireno B),
- b) desgasificado de la fusión de polímeros de estireno obtenida,
- c) mezclado con copolímeros de estireno A) o polímeros termoplásticos C),
- d) mezclado de agente propulsor, y en caso dado aditivos, en la fusión de polímeros de estireno por medio de mezcladores estáticos o dinámicos a una temperatura de al menos 150°C , preferentemente 180 - 260°C ,
- e) enfriamiento de la fusión de polímeros de estireno que contiene agentes propulsores a una temperatura que asciende al menos a 120°C , preferentemente 150 - 200°C ,
- f) descarga a través de una placa de toberas con perforaciones cuyo diámetro en la salida de toberas asciende a lo sumo a $1,5$ mm, y
- g) granulado de la fusión que contiene agentes propulsores.

En el paso g), el granulado se puede efectuar directamente tras la placa de toberas bajo agua a una presión en el intervalo de 1 a 25 bar, preferentemente 5 a 15 bar.

Debido a la polimerización en la etapa a) y al desgasificado en la etapa b), para el impregnado de agente propulsor en la etapa c) se dispone directamente de una fusión de polímeros, y no es necesaria una fusión de polímeros de estireno. Esto no sólo es rentable, sino que también conduce a polímeros de estireno expandibles (EPS) con contenidos en monómeros de estireno reducidos, ya que se evita la acción de cizallamiento mecánica en la zona de fusión de una extrusora, que conduce generalmente a una redispersión de monómeros. Para mantener reducido el contenido en monómeros de estireno, en especial por debajo de 500 ppm con contenidos en monómeros de estireno, además es conveniente mantener lo más reducida posible la alimentación de energía mecánica y térmica en todas las siguientes etapas de procedimiento. Por lo tanto, de modo especialmente preferente se mantienen velocidades de cizallamiento por debajo de $50/\text{sec}$, preferentemente 5 a $30/\text{sec}$, y temperaturas por debajo de 260°C , así como tiempos de residencia cortos en el intervalo de 1 a 20 , preferentemente 2 a 10 minutos, en las etapas c) a e). De modo especialmente preferente se emplean exclusivamente mezcladores estáticos y refrigeradores estáticos en el procedimiento total. La fusión de polímero se puede transportar y descargar a través de bombas de presión, por ejemplo bombas de rueda dentada.

Otra posibilidad para la reducción del contenido en monómeros de estireno y/o disolvente residual, como etilbenceno, consiste en prever un desgasificado elevado por medio de agentes de arrastre, a modo de ejemplo agua, nitrógeno o dióxido de carbono, o llevar a cabo la etapa de polimerización a) por vía aniónica. La polimerización aniónica de estireno conduce no sólo a polímeros de estireno con fracción de monómeros de estireno reducida, sino simultáneamente a fracciones de oligómeros de estireno reducidas.

Para la mejora de la elaborabilidad, los granulados de polímeros de estireno expandibles acabados se pueden revestir con ésteres de glicerina, antiestáticos o agentes antiadherentes.

Los granulados de polímeros termoplásticos expandibles se pueden espumar previamente en un primer paso por medio de aire caliente o vapor de agua para dar partículas de espuma con una densidad en el intervalo de 8 a 100 g/l, y soldar en un segundo paso en un molde cerrado.

Ejemplos

Substancias de empleo

- | | |
|------|---|
| PS | poliestireno transparente (GPPS) con un índice de viscosidad VZ de 75 ml/g ($M_w = 185.000$ g/mol, heterogeneidad $M_w/M_n = 2,6$) de BASF Aktiengesellschaft |
| SAN1 | copolímero de estireno-acrilonitrilo (Luran® VLL 1970 de BASF Aktiengesellschaft) |
| SAN2 | copolímero de estireno-acrilonitrilo (Luran® VLS de BASF Aktiengesellschaft) |

ES 2 342 071 T3

ABS1	copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno (Terluran GP 22 de BASF Aktiengesellschaft)
ABS2	copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno (Terluran HI 10 de BASF Aktiengesellschaft)
5 PP	polipropileno (Novolen® HP 501 H)
SB1	copolímero en bloques de estireno-butadieno en forma de estrella (Styrolux® 3G55 de BASF Aktiengesellschaft)
10 SB2	copolímero en bloques de estireno-butadieno (Styrolux® 2G66 de BASF Aktiengesellschaft)
SB3	copolímero en bloques de estireno-butadieno (Styrolux® 684 D de BASF Aktiengesellschaft)

15 Para los ejemplos se empleó una mezcla en fusión constituida por poliestireno transparente y por polímeros, como se indican en la siguiente tabla, a la que se añadió adicionalmente un 6% en peso de n-pentano, referido a la mezcla en fusión. La mezcla en fusión que contiene agentes propulsores se enfrió de inicialmente 260 a 200°C, y se transportó con un rendimiento de 60 kg/h a través de una placa de toberas con 32 perforaciones (diámetro de tobera 0,75 mm).
 20 Con ayuda de un granulado sumergido presionizado se obtuvieron granulados compactos con distribución de tamaños limitada. El contenido en pentano en el granulado se midió directamente tras la extrusión, y tras almacenaje de 14 días en bolsa de polietileno cerrada.

25 Estos granulados se espumaron previamente en vapor de agua circulante para dar perlas de espuma, se almacenaron provisionalmente 12 horas, y se soldaron en moldes herméticos a gases con vapor de agua para dar cuerpos de espuma.

TABLA 1

Ejemplo	Composición de la mezcla en fusión [% en peso]	Contenido en pentano [% en peso]	Contenido en pentano 14d [% en peso]
1	PS/SB1 80/20	5,0	4,6
2	PS/SB1 60/40	4,8	4,1
3	PS/SB2 80/20	5,0	4,2
4	PS/SB2 60/40	4,9	3,9
5	PS/SB3 80/20	5,0	4,8
6	PS/SB3 60/40	4,9	4,4
7	PS/SAN1 90/10	5,2	5,1
8	PS/SAN1 80/20	5,2	5,0
9*	PS/PP 90/10	5,0	4,5
10*	PS/PP 80/20	5,1	4,4
* Los ejemplos 9-13 no corresponden a la invención			

ES 2 342 071 T3

TABLA 2

Ejemplo	Polímero	Tiempo de espumado [min]	Densidad de espuma [g/l]
11*	SAN 2	12	88
12*	ABS 1	8	55
13*	ABS 2	8	52
* Los ejemplos 9-13 no corresponden a la invención			

TABLA 3

Comportamiento de espumado de los granulados de polímeros expandibles de los ejemplos 1,3,7-10 (densidad aparente [g/l])

Tiempo de espumado [sec]	B 1	B 3	B 7	B 8	B 9	B 10
2			21,7	21,7		
4	23,8		14,7	15,2	19,2	50,0
6	22,7	45	16,7	16,7	17,2	45,5
8	21,7	40	19,2	19,2	16,7	50,0
10	22,7	36			19,2	
12		45			21,7	
10						
* Los ejemplos 9-13 no corresponden a la invención						

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la obtención de granulados de polímeros termoplásticos expandibles que comprende los pasos

a) obtención de una mezcla de

10 un 50 a un 90% en peso de poliestireno B), seleccionado a partir de poliestireno polimerizado a través de radicales, transparente (GPPS), o poliestireno polimerizado por vía aniónica (A-PS), y

15 un 10 a un 50% en peso de copolímero de estireno A), seleccionado a partir de copolímero en bloques de estireno-butadieno, copolímero de estireno- α -metilestireno, polímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), estireno-acrilonitrilo (SAN), acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA), acrilato de metilo-butadieno-estireno (MBS), metacrilato de metilo-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS),

b) mezclado de un agente propulsor orgánico en la fusión de polímero por medio de mezclador estático o dinámico a una temperatura de al menos 150°C,

20 c) enfriamiento de la fusión de polímero que contiene agente propulsor a una temperatura de al menos 120°C,

d) descarga a través de una placa de toberas con orificios cuyo diámetro en la salida de tobera asciende como máximo a 1,5 mm, y

25 e) granulado de la fusión que contiene agente propulsor directamente tras la placa de toberas bajo agua a una presión en el intervalo de 1 a 20 bar.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los granulados de polímeros expandibles, termoplásticos, contienen un 3 a un 7% en peso de un agente propulsor orgánico.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque la fusión de polímeros que contiene agentes propulsores se transporta a través de la placa de toberas con una temperatura en el intervalo de 160 a 240°C.

35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la placa de toberas se sitúa en una temperatura en el intervalo de 20 a 100°C por encima de la temperatura de la fusión de polímeros que contiene agentes propulsores.

40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el diámetro de los orificios de la placa de toberas en la salida de tobera se sitúa en el intervalo de 0,3 a 0,8 mm.

45

50

55

60

65