(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 426 997**

(51) Int. CI.:

B29B 9/06 (2006.01)
B29C 44/34 (2006.01)
B29C 67/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2006 E 06733211 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 1857242**

(54) Título: **Procedimiento para la producción de granulado de plástico de estireno expansible**

(30) Prioridad:

21.02.2005 RU 2005105495

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2013

(73) Titular/es:

SULZER CHEMTECH AG (100.0%)
SULZER-ALLEE 48
8404 WINTERTHUR, CH

(72) Inventor/es:

GINZBURG, LEONID ISAAKOVICH;
TARKOVA, EUGENIA MICHAILOVA;
ROGOV, MAXIM NIKOLAEVICH;
RAHIMOV, HALYL HALAFOVICH;
ISHMIJAROV, MARAT HAFISOVICH;
MJACHIN, SERGEI IVANOVICH;
PROKOPENKO, ALEXEJ VLADIMIROVICH;
KRASHENINNIKOV, ALEXANDR ALEXEEVICH y
MJASITSHEVA, IRINA VLADIMIROVNA

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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 producción de granulado de plástico de estireno expansible

La invención se refiere al campo de la química de los polímeros, en particular al campo de la producción de poliestireno expansible (EPS), tal como por ejemplo de polímeros de estireno que incluyen un agente expansivo (TM). El EPS puede formar espuma con el calentamiento. A este respecto se genera un material poroso denominado poliestireno espumado (SPS). El SPS encuentra una amplia aplicación en distintos sectores industriales. Por ejemplo se usan placas de SPS en el sector de la construcción como aislamiento térmico y acústico. Así mismo a partir de SPS se producen envases para distintos fines de uso, tales como por ejemplo emalajes completos y perfiles de moldeo para el transporte de aparatos. El SPS puede usarse también como revestimiento de carriles y un uso similar.

Para cualquier aplicación es necesario SPS con propiedades fisico-mecánicas determinadas. Para las propiedades fisico-mecánicas es decisiva la densidad aparente del producto de espuma. De este modo las placas que se usan como revestimiento de carriles y de tranvía, presentarán una densidad aparente de al menos 35 kg/m^3, mejor de al menos 45 kg/m^3. Las placas que se usan en el sector de la construcción presentan una densidad aparente de 25-35 kg/m^3. Los envases de SPS son habitualmente muy ligeros, con una densidad aparente de 12-20 kg/m^3. Por lo tanto, para el usuario es decisiva la densidad aparente de los productos de poliestireno espumado que se producen a partir del poliestireno expansible.

Se conoce producir SPS mediante un procedimiento de prensa de extrusión. A este respecto se funde el poliestireno en una máquina de inyección. El TM y otros aditivos se extruyen en el flujo fundido y el producto de espuma. Un procedimiento de prensa de extrusión de SPS se conoce a partir del documento EP 0445847 A2. A este respecto se funde poliestireno en una zona de fusión de una máquina de inyección. Se usa un TM del grupo de hidrocarburos modificados con distinta composición, que comprende hidrocarburos saturados con longitud de cadena de C_2 - C_3, gas de ácido carbónico o una mezcla de los mismos. La masa fundida polimérica se mezcla con el TM en la zona de fusión. En una zona de refrigeración tiene lugar un enfriamiento de la mezcla y a continuación mediante extrusión la producción de un producto espumado. La calidad de la superficie del producto espumado se controla en el caso de este procedimiento manteniendo una diferencia de presión entre la entrada en la zona de mezclado y el orificio de boquilla de la máquina de inyección dentro de un intervalo determinado.

Para la producción de SPS por medio de procedimientos de prensa de extrusión son adecuados sólo determinados poliestirenos con un peso molecular que se encuentra dentro de un estrecho intervalo con un pequeño índice de fluidez (MFI) del material fundido (MFI g/10 minutos). De esta manera, estrechas propiedades, debidas a los requisitos del procedimiento de prensa de extrusión para la espumación, del poliestireno que puede usarse limitan la oferta de los productos de espuma que pueden producirse y aumentan sus costes de producción. En particular, prácticamente no es posible producir productos de espuma ligeros con una densidad aparente de menos de 30 kg/m^3 mediante procedimientos de prensa de extrusión. Una limitación adicional en el procedimiento de prensa de extrusión consiste en la limitada variabilidad de producto. De este modo pueden producirse por ejemplo sólo productos en forma de láminas, hojas, placas, perfiles y similares con un grosor de como máximo 50 cm.

Si se van a producir productos de espuma ligeros de otra forma, se necesita un EPS, que se ha producido mediante polimerización en grano de estireno con la adición de perlas de un polímero y TM en la fase de polimerización. Tales procedimientos conocidos como procedimientos de suspensión para la generación de EPS se conocen por ejemplo por los documentos JP 491141, US 5.240.967, RU 2087486 C1, FR 2725995 A1, US 5.616.413, DE 19548311 A1, DE 19642658 A1, FR 2820427 A1. De esta manera pueden producirse polímeros con peso molecular relativamente menor inferior a 200000 y con un índice de fluidez (MFI) del material fundido de 3 y superior. A partir del poliestireno en suspensión expansible pueden producirse productos de espuma de distinta forma con una densidad aparente de 25 kg/m^3 y menos.

Sin embargo, la producción de placas o de productos con alta densidad a partir de poliestireno en suspensión expansible es desproporcionadamente costosa. Esto es tanto con respecto al uso de materiales de poliestireno expansible, como con respecto al consumo energético para su procesamiento. Esta desproporción se intensifica porque es prácticamente imposible, en el caso de la producción de productos a partir de poliestireno en suspensión expansible, alcanzar la calidad de SPS producido mediante extrusión.

Además el procedimiento en suspensión provoca grandes cantidades de aguas residuales a depurar. Las perlas del EPS producido mediante un procedimiento en suspensión presentan una amplia distribución granulométrica o una gran variación de sus diámetros. Para la producción de productos de espuma se usan sin embargo sólo perlas de EPS con una estructura granulométrica determinada o con diámetros determinados. Esto requiere una criba adicional de perlas con diámetros o tamaños de grano de más de 1,5 mm [véase por ejemplo, Chem.- Ing.Techn., 1996, v68, NR.10, p. 1200] así como la purificación de las perlas que pueden denominarse granos finales de residuos en forma de polvo. Esto es difícil por la presencia del TM.

En un procedimiento conocido por el documento US 5000801 para la producción de perlas o granos a partir de EPS

con distribución granulométrica estrecha se mezclan perlas de EPS producidas mediante un procedimiento en suspensión con un agente de nucleación en una amasadora. Las perlas contienen un porcentaje en peso del 5,9 - 7,5 % de TM. El agente de nucleación es una mezcla de ácido cítrico y sosa en una relación de 0,25 a 0,4 g por kilogramo de EPS. Esta mezcla se transporta a una máquina de inyección. El polímero se funde. Se extruyen hebras de polímero a una temperatura de 115-125 ºC y una presión de 12402-13780 kPa (1800-2000 libras/pulgada^2) en condiciones que previenen una espumación. Estas condiciones comprenden un baño de agua con una temperatura del agua de aproximadamente 22 ºC (15-30 ºC), en el que se arrastran los hilos extruidos con una velocidad 1,8 veces mayor que la velocidad de extrusión. Los hilos extendidos de poliestireno que contiene TM se cortan al tamaño de grano deseado.

Una desventaja esencial de este procedimiento consiste en que para ello se usa poliestireno con un peso molecular (M_w) de menos de 200000, más precisamente de 90000-150000, y con un índice de fluidez (MFI) del material fundido de 4,5-5,0. Una desventaja adicional es que el polímero de partida no debe contener ningún aditivo, tal como por ejemplo agentes antiestáticos, lubricantes, que prevengan el apelmazamiento de gotas, etc. Eso limita la aplicación del procedimiento.

En el caso de un procedimiento conocido por el documento EP 0668139 A1 para la producción de granulado de plástico de estireno expansible de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, se requiere un flujo de material de poliestireno y TM en una zona de mezclado. El TM se dispersa en la masa fundida polimérica con mezclado de cizallamiento intensivo en un primer aparato mezclador estático. La mezcla así formada se mantiene con mezclado de cizallamiento intensivo en una segunda mezcladora estática. Esta mezcla se enfría durante el mezclado en una tercera mezcladora estática hasta una temperatura intermedia con enfriamiento posterior de la mezcla hasta una temperatura necesaria para la granulación. Se expulsan a presión hebras de polímero con enfriamiento brusco a través de una boquilla y se cortan en granulado. De acuerdo con este procedimiento, el material fundido se transporta a la mezcladora estática a partir de polímero puede transportarse tanto desde la máquina de inyección, como desde una instalación que produce el poliestireno mediante polimerización en masa. El mantenimiento de la mezcla requiere en el mezclado de cizallamiento la difusión del TM en la masa fundida polimérica. En la etapa de enfriamiento se enfría el material fundido aproximadamente hasta una temperatura de 120 ºC. A este respecto la presión cae aproximadamente hasta 10 MPa. En la boquilla la presión cae hasta 1 MPa. Las hebras de polímero se expulsan a presión a un baño de agua, cuya temperatura se mantiene a aproximadamente 10 ºC. Se genera el granulado a partir de EPS, que tiene una distribución uniforme de TM y un tamaño uniforme.

La desventaja de este procedimiento conocido consiste en que sólo es adecuado para polímeros de una clase, es decir, sólo prevé polímeros con un peso molecular que se encuentra dentro de un estrecho intervalo para el procesamiento adicional para dar un EPS.

Un objetivo de la invención es procesar un poliestireno expansible con un peso molecular variable o seleccionable o que se encuentra en un amplio intervalo a partir de una amplia paleta de clases de poliestireno para dar un granulado. Un objetivo de la invención es también la producción de poliestireno con aplicabilidad más amplia.

El objetivo se resuelve de acuerdo con la invención mediante un procedimiento para la producción de granulado de plástico de estireno expansible, de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, el flujo de material fundido puede alimentarse desde un desgasificador de una instalación que trabaja preferentemente de manera continua para la producción de polímero mediante polimerización en masa. El polímero pude fundirse también en una o varias máquinas de inyección independientes, pudiendo transportarse este material fundido al mezclado en las mezcladoras estáticas.

Como polímeros puede usarse poliestireno con un peso molecular M_w de 90000 a aproximadamente 400000. Así mismo puede usarse un poliestireno a prueba de golpes modificado con caucho con un M_w de la matriz de poliestireno de 150000 a 300000. En el caso del procedimiento de acuerdo con la invención, el contenido en caucho, por ejemplo de polibutadieno, tal como por ejemplo polímeros de bloque de estireno-butadieno, en el polímero puede ascender a del 5 al 8 % del peso.

De acuerdo con la invención pueden usarse como TM hidrocarburos saturados con una longitud de cadena de C_4 - C_6. Tales hidrocarburos saturados son por ejemplo butano, isobutano, pentano, isopentano o hexano. Preferentemente se usan pentano e isopentano o mezclas de los mismos TM.

En la zona de mezclado pueden introducirse para la confección distintos aditivos por lotes o de manera continua. Tales aditivos pueden ser por ejemplo estabilizadores que influyen en una degradación por calor y/o exposición a la luz, agentes de protección contra incendios en forma de los aditivos que inhiben la combustibilidad o inflamabilidad, plastificantes o lubricantes, aditivos de formación de estructuras, denominados nucleadores, o colorantes.

Como estabilizadores que influyen en la degradación por calor y/o exposición a la luz pueden usarse aquéllos que cooperan con poliestireno. Tales estabilizadores adecuados son por ejemplo éter de pentaeritritol β-(3,5-ditretbutil-4-hidroxifenil) del ácido propiónico (Irganox 1010 de la empresa suiza Ciba Speciality Chem.), 2,4-bis-(4-octiltio)-6-(4-

hidroxi-3,5-ditretbutilanilin)-1,3,5-triazina (Irganox 565 de la empresa Ciba Speciality Chem.), una mezcla de tris-(2,4-ditretbutilfenil)fosfito y de propionato de octadecil-3-(3',5"-ditretbutil-4'-hidroxifenil) en la relación de 4:1 (Irganox B-900 de la empresa Ciba Speciality Chem.) o sustancias comparables.

Como agentes de protección contra incendios que inhiben la combustibilidad o inflamabilidad pueden introducirse en la zona de mezclado hidrocarburos halogenados, tales como por ejemplo tetrabromobisfenol A (BE51 de la empresa americana Great Lakes), hexabromociclododecano (SD75 y SD75R de la misma empresa) o sustancias comparables.

Como plastificantes o lubricantes puede utilizarse cera de distinto tipo.

Como aditivos de formación de estructuras o nucleadores pueden introducirse por ejemplo talco, óxido de aluminio, hidróxido de magnesio, hidrozerol, una mezcla de hidrogenocarbonato de sodio y ácido cítrico y similares.

Pueden introducirse colorantes, preferentemente en forma de colorantes liposolubles y/o colorantes de ftalocianina, en forma de concentrados.

Los aditivos o sustancias añadidas se introducen en la zona de mezclado y se distribuyen con mezclado de cizallamiento intensivo simultáneamente en el polímero fundido o masa fundida polimérica junto con el TM.

las boquillas, a través de las que se expulsan a presión las hebras de polímero a partir del material fundido, presentan preferentemente aberturas con un diámetro de 0,7 a 2,0 mm. El diámetro de las aberturas de las boquillas se ajusta preferentemente de tal manera que el granulado del EPS presenta una forma casi esférica con un diámetro necesario para un fin de aplicación determinado.

El enfriamiento brusco de las hebras de polímero tiene lugar preferentemente por que las hebras de polímero se expulsan a presión en un baño de agua.

Ejemplos de realización de la invención

A continuación se describe el procedimiento por medio de ejemplos de realización. El procedimiento no se limita sin embargo a estos ejemplos de realización.

Ejemplo 1

Material fundido de un poliestireno universal, que presenta una relación MFI/M_w de $0{,}8 \cdot 10^{-5}$ (MFI=3,0 g/10 minutos, M_w=375000), se transporta con una temperatura de 210 ºC y una velocidad Gp=1330 kg/hora en una cascada de mezcladoras dispuestas una tras otra por etapas. Simultáneamente se transporta en la misma cascada un flujo de agente expansivo con una velocidad G_{BA}=70 kilos/hora así como el 0, 1 % de porcentaje en peso de talco. En el caso del TM se trata de pentano. La relación Gp / G_{BA} asciende a 19,0, el flujo de agente expansivo G_{BAmax} posible como máximo para la cascada asciende a G_{BAmax}=98 kilos/hora.

La temperatura durante el mezclado de cizallamiento intensivo en la primera mezcladora estática asciende a

$$\left[200+56\cdot\left(1-\frac{G_{BAmoment.}}{G_{BA\,max}}\right)\right]°C$$

En la segunda y tercera mezcladoras se mantienen las siguientes temperaturas:

$$\left[175+70\cdot\left(1-\frac{G_{BAmoment.}}{G_{BA\,max}}\right)\right]°C$$

en la segunda y

$$\left[150+70\cdot\left(1-\frac{G_{BAmoment.}}{G_{BA\,max}}\right)\right]°C$$

en la tercera mezcladora estática.

Entonces se transporta la mezcla a una segunda etapa de enfriamiento, donde se enfría hasta una temperatura de 120 ºC.

Las hebras de polímero se expulsan a presión a través de una boquilla con aberturas con un diámetro de 0,7-0,9 mm en un baño de agua con una temperatura del agua de 10 ± 1 ºC y se granulan. Para el baño de agua es adecuada por ejemplo agua de pozo.

El granulado acabado con un diámetro de 0,7-0,9 mm y con contenido en pentano del 5,0 % de porcentaje en peso se conduce hasta la espumación previa.

En la elección de las condiciones de la espumación previa es decisivo qué intervalo de la densidad aparente de producto de espuma debe producirse.

Después de la espumación previa se deja reposar el granulado en condiciones normales durante 24 horas.

Mediante un procedimiento denominado también termosinterización se producen productos de muestra a partir de poliestireno espumado con un tamaño de (50±2) x (50±2) x (40±2) cm mediante conformado en caliente. Los resultados de la densidad aparente determinada en estas piezas de muestra están resumidos en la tabla más adelante.

Ejemplo 2

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 1, usándose sin embargo poliestireno con una relación MFI/M_w = $1{,}93 \cdot 10^{-5}$ (FZS =5,6 g/10 minutos, M_w =290000). En el material fundido se introdujo además de un porcentaje en peso del 1,0 % de pentano adicionalmente un porcentaje en peso del 0,1 % de hexabromociclododecano, un porcentaje en peso del 0,05 % de un termoestabilizador Irganox B-900, un porcentaje en peso del 0,05 % de un colorante y un porcentaje en peso del 0,1 % de talco. La relación Gp/G_{BA} asciende a 17,2. En el caso del colorante se trata de pigmentos de ftalocianina de color verde claro.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están resumidos en la tabla más adelante.

Ejemplo 3

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 2, seleccionándose sin embargo una relación MFI/M_w = $2{,}96 \cdot 10^{-5}$ (MFI=7,4 g/10 minutos, M_w =250000). Además la relación Gp/G_{BA} ascendía a 14,4. El porcentaje en peso del pentano en el EPS acabado ascendía al 6,5 %.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están expuestos más adelante en la tabla

Ejemplo 4

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 2, usándose como agente expansivo una mezcla de pentano y isopentano en la relación 7:3. Además se usó poliestireno con una relación MFI/M_w = $4{,}49 \cdot 10^{-5}$ (MFI=9,2 g/ 10 minutos, M_w = 205000). La relación Gp/G_{BA} = 13,4 se mantuvo. Las hebras de polímero se expulsaron a presión a través de una boquilla con aberturas con un diámetro de 0,9-1,4 mm. El producto así producido contiene un porcentaje en peso del 6,9 % de agente expansivo. Con el procesamiento se permite una doble espumación previa.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están resumidos en la tabla más adelante.

Ejemplo 5

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 2, usándose un poliestireno universal con una relación MFI/M_W = $6{,}82 \cdot 10^{-5}$ (MFI=12,0 g/10 minutos, M_w =176000). La relación Gp/G_{BA} = 15,1 se mantuvo. Las hebras de polímero se expulsaron a presión a través de una boquilla con aberturas con un diámetro de 0,9-1,4 mm. El producto contiene un porcentaje en peso del 6,2 % de agente expansivo.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están resumidos en la tabla más adelante.

Ejemplo 6

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 4, usándose poliestireno con MFI/M_w = 12,0·10^{-5} (MFI=18,0 g/10 minutos, M_w =150000) y una relación G_p /G_{BA} = 13,3 se mantuvo. El producto contiene un porcentaje en peso del 7,0 % de agente expansivo.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están expuestos más adelante en la tabla.

Ejemplo 7

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 4, usándose poliestireno con MFI /M_w = 8,75·10^{-5} (MFI=14,0 g/10 minutos, M_w = 160000). Una relación Gp /G_{BA} = 14,4 se mantuvo. El producto contiene un porcentaje en peso del 6,5 % de agente expansivo.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están resumidos en la tabla más adelante.

Ejemplo 8

El ensayo se realizó tal como en el ejemplo 2, usándose un poliestireno a prueba de golpes, que contiene un porcentaje en peso del 6,5 % de caucho de butadieno. M_w de la matriz de poliestireno es 260000. MFI del polímero asciende a 5,8 g/10 minutos. La relación MFI/M_w es FZS/M_w = 2,23 · 10^{-5}. La relación Gp /G_{BA}= 14,4 se mantiene. El producto contiene un porcentaje en peso del 6,5 % de agente expansivo.

Las temperaturas en las mezcladoras estáticas y los resultados de los ensayos están resumidos en la tabla más adelante.

Condiciones durante la producción así como propiedades de los productos acabados

N.º	MF/M_w·10^{-5}	G_p/G_{BA}	Temperatura ºC, en las mezcladoras estáticas			Contenido en TM en el producto acabado, % (en peso)	Tamaño de grano	Densidad aparente del producto kg/m^3
			En la primera	En la segunda	En la tercera			
1.	0,80	19,0	216	195	175	5,0	0,7-0,9	30-55
2.	1,93	17,2	212	190	165	5,5	0,7-0,9	25-45
3.	2,96	14,4	204,5	181	156	6,5	1,4-2,0	15-35
4.	4,49	13,4	201	176	151	6,9	0,9-1,4	12-25
5.	6,82	15,1	206	183	158	6,2	0,9-1,4	25-35
6.	12,0	13,3	200	175	150	7,0	1,4-2,0	15-25
7.	8,75	14,4	204,5	181	156	6,5	0,9-1,4	16-35
8.	2,23	14,4	204,5	181	156	6,5	0,7-0,9	25-40

Tal como puede verse en la tabla, mediante el procedimiento de acuerdo con la invención puede procesarse poliestireno con un peso molecular y un índice de fluidez (MFI) a partir de un amplio intervalo para dar un producto expansible. De este modo puede procesarse también poliestireno a prueba de golpes. Además el procedimiento de acuerdo con la invención permite una producción de productos que en función de las condiciones durante la espumación previa y durante el conformado en caliente del poliestireno espumado presenta un amplio intervalo de la densidad aparente.

La invención puede usarse en la industria química, en particular en la producción de plásticos de poliestireno. La invención puede utilizarse también para la producción de poliestireno espumado para fines de aislamiento térmico y de construcción, así como para la producción de medios de embalaje de distintos fines de uso.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de granulado de plástico de estireno expansible mediante alimentación de polímero fundido en un flujo de material fundido y alimentación de agente expansivo en un flujo de agente expansivo en una zona de mezclado, dispersión del agente expansivo en el polímero fundido con mezclado de cizallamiento intensivo en una primera mezcladora estática, mantenimiento de la mezcla formada con mezclado de cizallamiento intensivo en una segunda mezcladora estática, enfriamiento de la mezcla con mezclado en una tercera mezcladora estática hasta una temperatura intermedia con posterior enfriamiento de la mezcla hasta una temperatura necesaria para la granulación, así como expulsión a presión de hebras de polímero con enfriamiento brusco y granulación relacionada con ello,
caracterizado por que
se mantiene una relación en peso entre el flujo de material fundido Gp y el flujo de agente expansivo G_{BA} en un intervalo de 13 a 19 y la temperatura en la primera mezcladora estática asciende a de 200 a 216 ºC, en la segunda mezcladora estática asciende a de 175 a 195 ºC, y en la tercera mezcladora estática asciende a de 150 a 175 ºC, manteniéndose una relación del índice de fluidez MFI del polímero fundido con respecto a su peso molecular medio M_w en un intervalo de (0,8 a 12,0) x 10^{-5}.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por que
como polímero de estireno se utiliza un homopoliestireno.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por que
como polímero de estireno se usa un poliestireno a prueba de golpes.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por que
como agente expansivo se utilizan pentano y/o isopentano y/o mezclas de los mismos.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
para la confección del granulado de plástico de estireno expansible en la zona de mezclado se introducen aditivos por lotes o de manera continua.

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5,
caracterizado por que
en el caso de los aditivos se trata de estabilizadores y/o agentes de protección contra incendios que influyen en una degradación por calor y/o exposición a la luz en forma de los aditivos que inhiben la combustibilidad o inflamabilidad y/o plastificantes o lubricantes y/o aditivos de formación de estructuras y/o colorantes.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
las hebras de polímero se expulsan a presión a través de boquillas a partir del material fundido, que presentan aberturas, cuyo diámetro está ajustado de tal manera que el granulado presenta una forma al menos aproximadamente esférica con un diámetro necesario para un fin de aplicación determinado.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7,
caracterizado por que
las boquillas presentan aberturas con un diámetro de 0,7 a 2,0 mm.

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
el enfriamiento brusco de las hebras de polímero tiene lugar por que las hebras de polímero se expulsan a presión en un baño de agua.

10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
el enfriamiento de la mezcla de la tercera mezcladora estática tiene lugar hasta una temperatura necesaria para la granulación en una segunda etapa de enfriamiento, en la que se transporta la mezcla a partir de la tercera mezcladora estática.

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10,
caracterizado por que
la temperatura necesaria para la granulación asciende a de 110 ºC - 130 ºC.