

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 728**

51 Int. Cl.:

B29C 47/64 (2006.01)

B29C 47/68 (2006.01)

B29B 17/04 (2006.01)

B29B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2010** **E 10716455 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014** **EP 2419255**

54 Título: **Procedimiento para el reciclado de plásticos**

30 Prioridad:

17.04.2009 AT 5992009

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

05.03.2015

73 Titular/es:

**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H. (100.0%)
Freindorf Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden , AT**

72 Inventor/es:

**FEICHTINGER, KLAUS;
HACKL, MANFRED y
WENDELIN, GERHARD**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 530 728 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

La invención se refiere a un procedimiento para el reciclaje de plásticos según la reivindicación 1, así como a una disposición para ello según la reivindicación 7.

5 Del estado de la técnica se conocen desde hace ya tiempo secuencias similares de procedimientos. Por ejemplo, se conoce el tratamiento de material plástico a reciclar empezando en un compresor de corte a temperatura más elevada y, si procede, con aplicación de vacío, a continuación su fusión en un extrusor y el filtrado de la masa fundida y su desgasificación y, finalmente, por ejemplo, la granulación de la misma. Se conocen dispositivos para la realización de dichos procedimientos por ejemplo de EP 123 771
10 B, de EP 390 873 B o de AT 396 900 B.

En WO 2008/061269 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo, en los que se describen los pasos procedimentales de procesamiento del material bruto, la fundición del material tratado, el filtrado de la masa fundida para liberarla de impurezas, la homogeneización de la masa fundida filtrada, la desgasificación de la masa fundida homogeneizada así como la descarga y/o el procesamiento
15 subsiguiente de la masa fundida.

Además, existen numerosos procedimientos y dispositivos para optimizar las distintas fases, por ejemplo la desgasificación de la masa fundida. Por ejemplo, puede estar prevista la constitución de una zona sin presión antes de los orificios de desgasificación para garantizar una desgasificación fiable del material plástico. También existen algunos dispositivos en los que se intenta mantener lo más corto
20 posible el trayecto de migración de las burbujas de gas encerradas en el plástico, a fin de permitir que las burbujas de gas salgan de la masa fundida antes de que esta rebase el último orificio de desgasificación. En particular, se trata de dispositivos que convierten el material plástico en una especie de tubo.

También existen numerosas formas de ejecución de diversos filtros de masa fundida para eliminar
25 partículas extrañas sólidas y/o restos de polímero no fundido.

Todo esto sirve, sobre todo, para aumentar la calidad del producto final.

El cometido de la presente invención es crear un procedimiento mejorado para reciclar plásticos, que dé como resultado un producto final de una calidad más elevada, pudiéndose aplicar el procedimiento al mismo tiempo con mayor productividad.

30 También es un objetivo de la invención crear un dispositivo para la realización de este procedimiento o bien para reciclar plásticos, el cual aporta asimismo estas ventajas.

Este cometido [se resuelve] con el procedimiento arriba descrito para el reciclaje de plásticos que abarca los siguientes pasos de procesamiento:

a) tratamiento del material de partida, triturándose si es necesario el material y llevándose a una
35 forma pseudofluida y, manteniendo su estado fragmentado y capacidad de corrimiento, calentándose y

mezclándose permanentemente y, si procede, desgasificándose, ablandándose, secándose, aumentando su viscosidad y/o cristalizándose,

b) fusión del material tratado, al menos hasta el punto en que sea posible el filtrado,

c) filtrado de la masa fundida para liberarla de las impurezas,

5 d) homogeneización de la masa fundida filtrada,

e) desgasificación de la masa fundida homogeneizada, así como

f) descarga y/o procesamiento subsiguiente de la masa fundida, por ejemplo mediante la granulación, procesamiento de películas sopladas, etc.,

10 realizándose estos pasos del proceso consecutivamente en el orden indicado y resolviéndose en particular porque la temperatura del material o de la masa fundida durante – pero al menos al final de – la homogeneización y antes de comenzar la desgasificación es como mínimo igual de elevada, preferentemente más elevada, que las temperaturas en todos los demás pasos de tratamiento.

Con el control de la temperatura según la invención se fomenta la homogeneización, en particular
15 porque la temperatura es durante la homogeneización al menos igual de elevada o más elevada que en el resto del procedimiento. Con esto se consigue preparar la masa fundida de la mejor manera posible para la inminente desgasificación. En los ensayos se ha comprobado que la calidad del producto final es sorprendentemente más elevada cuando la homogeneización se realiza a estas temperaturas más elevadas.

20 Además, con la realización del procedimiento siguiendo exactamente este orden en los pasos de procesamiento se consigue una alta calidad del producto y al mismo tiempo una realización del procedimiento eficaz. En particular, también resulta ventajoso en este contexto realizar el paso de homogeneización ya una vez efectuado el filtrado pero antes de la desgasificación de la masa fundida, ya que de este modo la homogeneización no se ve perjudicada por posibles impurezas gruesas o
25 sustancias extrañas sólidas o bien aglomeraciones de plástico no fundidas y, al mismo tiempo, se puede efectuar la subsiguiente desgasificación de forma eficaz y eficiente, permitiendo eliminar casi completamente las burbujas de gas de la masa fundida. De este modo, se consigue obtener un material final de mayor calidad, que se puede someter a diversos procesamientos subsiguientes.

En la práctica, se pueden formar aglomeraciones perturbadoras, por ejemplo debido a impurezas, por
30 materiales de relleno o, en el caso de los copolímeros, debido a otros polímeros. En general, estas aglomeraciones influyen negativamente en la calidad final del plástico de diversas formas, en particular en las propiedades mecánicas y de aspecto del producto final. Por ejemplo, las impurezas como las fibras de papel, aglomeraciones de tintas, restos de adhesivos de etiquetas, etc., que aún se encuentran en la matriz tras el filtrado, afectan negativamente a la resistencia a la tracción del polímero o producen
35 defectos de aspecto. Por este motivo, las sustancias perturbadoras que permanecen en la masa fundida

a pesar del filtrado deberían distribuirse ventajosamente lo más fina y uniformemente posible. Esto es aplicable por igual a impurezas, polímeros y materiales de relleno. Cuanto más fina y uniformemente están distribuidas estas sustancias perturbadoras en la matriz, menores son sus efectos negativos en el producto final. Esta distribución se efectúa mediante la homogeneización que se realiza tras el filtrado.

- 5 Además, con la homogeneización se consigue una trituración adicional de las partículas. Esta reducción del tamaño de las partículas perturbadoras produce asimismo un aumento de la calidad del producto final, por ejemplo mejores valores mecánicos en piezas moldeadas por inyección, menos efectos negativos en el aspecto de películas o, concretamente, permite conseguir una mejor resistencia al impacto en una matriz de PET con la distribución fina de poliolefinas.
- 10 Los posibles restos de gas también conllevarían deficiencias en el procesamiento realizado a continuación, por ejemplo formación de burbujas, rotura de películas, etc. Por lo tanto, en el procedimiento según la invención, el filtro de masa fundida separa las sustancias ligeramente gaseosas de la masa fundida, el resto se distribuye y tritura en el tramo de homogeneización y, debido al esfuerzo de cizallamiento que se produce, se provoca la descomposición de las impurezas sensibles a la
- 15 temperatura. Este gas se elimina en la subsiguiente desgasificación de la masa fundida. Por un lado, los materiales sensibles a la temperatura se someten a una carga térmica a través del tramo de homogeneización y se fuerza su desgasificación. Por otro lado, las partículas que permanecen se distribuyen tan finamente en la matriz de polímero que se protegen mejor mediante las cargas térmicas adicionales a causa del polímero circundante y tienden a producir menos gas. En los siguientes pasos de
- 20 procesamiento, p. ej. en una torre de película soplada, se produce entonces una película sin gas o burbujas y sin aglomeraciones. De este modo, mediante el filtrado se eliminan ampliamente las sustancias perturbadoras y las impurezas de mayor volumen. Las sustancias perturbadoras de menor volumen, que atraviesan el filtro y permanecen en la masa fundida, se distribuyen fina y uniformemente mediante la homogeneización.
- 25 Gracias a eso, su efecto perturbador es menor en el producto final y/o se eliminan casi completamente en la posterior desgasificación. Si la masa fundida, como ocurre a veces en el estado de la técnica, se homogeneiza ya antes del filtrado, las impurezas también se trituran con ello y pueden atravesar la superficie del filtro o bien no son captadas por este. Pero esto constituye una desventaja y debería evitarse.
- 30 Sin embargo, tras el filtrado, las sustancias perturbadoras aún contenidas deben triturarse y distribuirse lo máximo posible mediante la homogeneización: gracias a su mejor relación superficie-volumen, las partículas finas entonces liberan más gas y pueden eliminarse más eficaz y completamente mediante la desgasificación. Esto se potencia adicionalmente con una distribución uniforme en la matriz, ya que con ello se aumenta aún más la superficie. Además, gracias a la distribución uniforme mejora la
- 35 homogeneidad del material y, con ello, sus propiedades mecánicas y de aspecto.

Por lo tanto, es esencial que estén previstos todos y cada uno de los pasos de procesamiento arriba indicados y que se mantenga el orden o secuencia exactos de la cadena del proceso.

Mediante las características de las reivindicaciones dependientes, se describen otras configuraciones ventajosas del procedimiento:

- 5 Conforme a una realización preferente del procedimiento, es ventajoso que los pasos de procesamiento arriba mencionados se sucedan en el tiempo y en el espacio inmediata y directamente sin pasos intermedios. Aunque es perfectamente posible intercalar también pasos intermedios entre los pasos de procesamiento arriba mencionados, por ejemplo un almacenaje temporal del material o de la masa fundida o su transporte mediante tornillos sinfín no compresores o similares o la inserción de otros
- 10 pasos de procesamiento adicionales, se ha comprobado que una secuencia inmediata y directa de los pasos de procesamiento arriba mencionados es ventajosa en particular en cuanto a la productividad y la eficacia del procedimiento. También se aumenta por lo general la calidad del producto final cuando se renuncia a los pasos intermedios y el material se procesa rápidamente en una cadena de tratamiento ininterrumpida y continua. Este tipo de realización del procedimiento es, por lo tanto, preferente desde
- 15 el punto de vista cualitativo y económico.

- Otra realización ventajosa del procedimiento se caracteriza por que, durante la homogeneización, la masa fundida se corta y mezcla o bien se somete a una tensión de cizallamiento y a una tensión de alargamiento más intensos y se acelera fuertemente. El proceso de homogeneización es un proceso relativamente complejo. Aquí es ventajoso que el material se someta tanto a un cizallamiento como a
- 20 una mezcla, con lo que se produce al mismo tiempo un aumento de la temperatura de la masa fundida así como una mezcla de las partículas cizalladas con las partículas menos cizalladas. De este modo, se consigue una masa fundida uniforme, con unas sustancias perturbadoras finamente distribuidas y muy pequeñas, las cuales se pueden desgasificar a continuación de forma óptima y eficaz.

- En este contexto, es especialmente ventajoso que esté previsto que la temperatura del material o de la
- 25 masa fundida durante la descarga o bien la temperatura durante el tratamiento subsiguiente sea inferior, o como máximo igual, a la temperatura existente durante o al final de la homogeneización. Se ha comprobado sorprendentemente que la calidad del producto final aumenta cuando la temperatura de la masa fundida vuelve a reducirse tras la homogeneización o cuando la desgasificación y en particular la descarga y un posible tratamiento subsiguiente se efectúan a temperaturas comparativamente más
- 30 bajas.

Para mejorar ventajosamente el rendimiento de desgasificación, puede estar previsto que durante la homogeneización o inmediatamente antes o después de la homogeneización, si bien después del filtrado y antes de la desgasificación, se introduzcan en la masa fundida agentes citógenos, como por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, para mejorar el rendimiento de desgasificación.

También es ventajoso para la calidad del producto final y la eficacia del procedimiento que esté previsto que la masa fundida se enfríe tras la desgasificación y durante o tras la descarga o el procesamiento subsiguiente, en particular en hasta un 20 %, preferentemente en entre un 5 y 10 %.

Una disposición según la invención para el reciclaje de plásticos para la realización del procedimiento de arriba comprende lo siguiente:

- 5
- a) al menos una unidad de tratamiento, en particular un compresor de corte o recipiente en sí ya conocido con herramientas de mezcla y de trituración giratorias, en el que el material, si es necesario, se tritura y se lleva a una forma pseudofluida y, manteniendo su estado fragmentado y capacidad de corrimiento, se calienta y mezcla permanentemente y, si procede, se desgasifica, se ablanda, se seca, se
 - 10 aumenta su viscosidad y/o se cristaliza,
 - b) al menos una unidad de fusión para fundir el material tratado al menos hasta el punto en que el filtrado es posible, en particular un extrusor,
 - c) al menos una unidad de filtrado para filtrar la masa fundida,
 - d) al menos una unidad de homogeneización para homogeneizar la masa fundida filtrada,
 - 15 e) al menos una unidad de desgasificación para desgasificar la masa fundida homogeneizada, así como
 - f) al menos una unidad de descarga para descargar y/o al menos una unidad de procesamiento subsiguiente para procesar la masa fundida,

20 estando las unidades mencionadas conectadas consecutivamente según el orden indicado y acopladas sucesivamente procedimentalmente, y pasando el material plástico o la masa fundida por estas unidades en este orden.

Mediante la conexión procedimental de estas unidades entre sí se preestablece un recorrido definido del material o de la masa fundida a través del dispositivo según la invención o una cadena de

25 procesamiento. De este modo y con esta disposición, se consigue aumentar la productividad y la calidad del material, como se ha descrito antes.

Según la invención, está prevista una unidad de mando para la regulación independiente de las respectivas temperaturas del material o de la masa fundida en las distintas unidades.

Una regulación independiente de las temperaturas en cada una de las unidades y en cada uno de los

30 pasos de tratamiento es ventajosa a la hora de ajustar la calidad del producto.

Se ha comprobado sorprendentemente en ensayos que es ventajoso que el mando regule las temperaturas de tal modo que la temperatura del material o de la masa fundida sea durante, o al menos al final de, la homogenización en la unidad de homogenización y antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación al menos igual de elevada, preferentemente más elevada, que en todos

35 los demás pasos de tratamiento en las demás unidades; en particular es ventajoso que la temperatura

del material o de la masa fundida durante la descarga en la unidad de descarga o la temperatura durante el procesamiento subsiguiente en la unidad de procesamiento subsiguiente sea inferior, o como máximo igual, a la temperatura durante o al final de la homogenización en la unidad de homogenización. La calidad de un producto final de este tipo mejora desde varios puntos de vista.

- 5 Aunque existe la posibilidad de intercalar otras unidades en configuraciones ventajosas de la disposición, también es posible según un perfeccionamiento ventajoso de la disposición que las unidades se conecten unas tras otras espacialmente inmediata y directamente y se acoplen procedimentalmente en sucesión sin otras unidades intercaladas. De este modo, los trayectos del material o de la masa fundida son cortos y el dispositivo puede reducirse a las unidades imprescindibles.
- 10 Esto reduce los costes directos y acelera también la realización del proceso y los tiempos de paso, manteniéndose la calidad del producto al menos igual y, a menudo, superior.

En una configuración ventajosa de la disposición según la invención está previsto que la unidad de homogenización, en particular un tornillo sinfín, esté configurada de tal modo que la masa fundida se cizalle y mezcle en su interior o bien se someta a una tensión de cizallamiento y a un esfuerzo de

15 alargamiento intensivos y se acelere fuertemente. De este modo, es posible disponer las zonas de cizallamiento y las zonas de mezcla de tal modo que las condiciones de flujo permitan alcanzar una buena homogeneización en el tornillo sinfín.

Una disposición ventajosa se caracteriza por que cada una de las unidades de procesamiento (2) a (5), preferentemente (2) a (6), en particular (2) a (7), están dispuestas una tras otra axialmente o bien que

20 están situadas en un eje longitudinal común. De este modo, se puede obtener una disposición que ahorra espacio, en la que el material o la masa fundida realiza un recorrido claro y preestablecido.

Para mejorar el rendimiento de desgasificación, puede estar prevista la instalación de una unidad para añadir agentes citógenos a la masa fundida, como por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, introduciendo la unidad los agentes citógenos durante la homogenización o justo antes o después de la

25 homogeneización, si bien tras el filtrado y antes de la desgasificación.

También es ventajoso que, en particular en la unidad de descarga, esté previsto un dispositivo de refrigeración para la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación, por ejemplo un cilindro o un tornillo sinfín, que sea apto para enfriar la masa fundida tras la desgasificación y durante o antes de la

30 descarga o del procesamiento subsiguiente, en particular en hasta un 20 %, preferentemente en entre un 5 y un 10 %.

El procedimiento conforme a la invención así como el dispositivo según la invención se describen a continuación a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos e imágenes adjuntos.

La fig. 1 muestra un esquema de la disposición conforme a la invención.

- 35 La fig. 2 muestra una configuración concreta de una disposición según la invención.

Las figs. 3a y 3b muestran los resultados de ensayos comparativos con películas estampadas.

Las figs. 4 y 5 muestran los resultados de ensayos comparativos con películas provistas de etiquetas adhesivas.

5 En la fig. 1 está representado esquemáticamente un dispositivo o bien una disposición para el reciclaje de plásticos. La disposición abarca, de izquierda a derecha, una unidad de tratamiento 1, que por lo general se trata de un compresor de corte o recipiente de tratamiento en sí ya conocido, en cuyo interior unas herramientas de mezcla y de trituración giratorias procesan y, si procede, trituran el material plástico ahí contenido. El material se mantiene constantemente en una forma pseudofluida o
10 en flujo libre y, gracias a los mecanismos de mezcla y de trituración, permanece siempre en estado fragmentado y con capacidad de corrimiento a pesar de la temperatura más elevada. En la unidad de tratamiento 1, el material aún no se funde sino que, en el mejor de los casos, se calienta a una temperatura levemente por debajo del punto de fusión, en particular a una temperatura dentro de la gama del punto de ablandamiento de Vicat del respectivo material. Dependiendo del polímero a
15 procesar, el polímero se desgasifica, se ablanda, se seca, se cristaliza y/o se aumenta su viscosidad ya en esta temprana fase del proceso. Si procede, también puede aplicarse vacío al recipiente de tratamiento 1. Del estado de la técnica se conocen suficientemente diversas configuraciones de unidades de tratamiento 1 de esta índole. Se hace aquí referencia a las publicaciones EP 123 771, EP 390 873, AT 396 900, AT 407 235, AT 407 970, etc. únicamente a modo de ejemplo.

20 A la zona inferior de la unidad de tratamiento 1 está conectada una unidad de fusión 2, en particular un extrusor compresor. La unidad de fusión 2 sirve para fundir el material procesado, en concreto al menos hasta el punto en que es posible filtrar el material. En la disposición conforme a la fig. 1, la unidad de fusión 2 está conectada inmediata y directamente a la unidad de tratamiento 1, conociéndose del estado de la técnica diversas posibilidades de conexión, por ejemplo radial o tangencialmente. Esto
25 tiene la ventaja de que las herramientas de mezcla y de agitación de la unidad de tratamiento 1 alimentan o llevan en cierta medida el material plástico ablandado a la zona de entrada de la unidad de fusión 2.

Como alternativa, el material también se puede transportar a la unidad de fusión 2 a través de una unidad intermedia, por ejemplo a través de un dispositivo de transmisión no compresor, por ejemplo un
30 tornillo sinfín de alimentación, en particular un tornillo sinfín con un profundidad de paso de rosca invariable que conecte la unidad de tratamiento 1 con la unidad de fusión 2 de forma hasta cierto punto indirecta o mediata, pero que a pesar de ello garantice un flujo de material continuo a la unidad de fusión 2.

Conectada con la unidad de fusión 2, está dispuesta una unidad de filtrado 3 para filtrar la masa fundida.
35 Dicho tipo de filtros de masa fundida también se conoce del estado de la técnica en diversas formas de

ejecución. De este modo, se eliminan por ejemplo partículas extrañas sólidas, polímeros extraños y/o aglomeraciones de polímero no fundidas.

A continuación, la masa fundida va a parar a una unidad de homogeneización 4. Por lo general, se trata de un cuerpo giratorio, por ejemplo un tornillo sinfín, cuyo diseño presenta una cierta sucesión de zonas de cizallamiento y de zonas de mezcla. La mezcla íntima para homogeneizar el polímero se consigue mediante condiciones complejas de flujo en el interior del cuerpo giratorio o bien del tornillo sinfín o bien de los correspondientes segmentos del tornillo sinfín. Además de flujos axiales en dirección de transporte, se producen también flujos radiales y flujos axiales contrarios a la dirección de transporte: los denominados flujos de pérdida. En las zonas de cizallamiento se produce una elevación de la temperatura de la masa fundida, mezclándose en las zonas de mezcla las partículas cizalladas con las partículas menos cizalladas y provocándose con ello una cierta compensación de la temperatura. De este modo, las partículas perturbadoras se trituran y distribuyen, y la masa fundida se homogeneiza eficazmente y se prepara para la desgasificación.

Acoplada directamente a ella, está prevista una unidad de desgasificación 5 para eliminar las posibles burbujas de gas e inclusiones gaseosas de la masa fundida homogeneizada. Del estado de la técnica también se conocen diversos dispositivos para extraer eficazmente el gas de la masa fundida. Por ejemplo, el tornillo sinfín puede ser muy largo, puede estar prevista una zona sin presión o el material plástico puede desgasificarse a través de una película fina o un tubo flexible.

A la derecha del todo del esquema de la fig. 1, está prevista una unidad de descarga 6 así como una unidad de procesamiento subsiguiente 7. La unidad de descarga 6 sirve para el transportar la masa fundida desgasificada a la unidad de procesamiento subsiguiente 7. En esta última se trata de, por ejemplo, una unidad de granulación, una instalación de película soplada o una instalación de moldeo por inyección, que confieren nuevamente a la masa fundida a una forma sólida, por ejemplo un granulado o una película.

En el ejemplo de ejecución mostrado en la fig. 1, las unidades 1 a 7 están conectadas consecutivamente y el material plástico o la masa fundida pasa por las unidades 1 a 7 en el orden preestablecido de forma continua de izquierda a derecha. Además, en la disposición conforme a la fig. 1, las distintas unidades están acopladas entre sí inmediata y directamente y el material va a parar desde cada unidad directa e inmediatamente y sin pasos intermedios a la siguiente unidad. Aunque existe la posibilidad de incluir otras unidades, en particular posibles almacenes intermedios, tornillos sinfín de transmisión o similares, estas no están previstas en la fig. 1. Con ello, el dispositivo conforme a la fig. 1 es relativamente corto y compacto.

Las unidades 2 a 7, es decir, de la unidad de fusión 2 a la unidad de procesamiento subsiguiente 7, están situadas en un eje longitudinal común o bien están dispuestas unas tras otras axialmente. Esto hace que todo el dispositivo sea muy estrecho y se ahorre mucho espacio.

Además, está previsto un mando que puede regular las temperaturas de cada una de las unidades independientemente. Esto permite ajustar cualquier perfil de temperatura en la cadena de procesamiento.

5 Ventajosamente, la temperatura se regula de tal forma que la temperatura T4 en la unidad de homogenización 4 o bien la temperatura T4 del material o de la masa fundida durante la homogeneización, pero al menos al final de la homogenización, si bien en cualquier caso antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación 5, es igual o más elevada que en cada uno de los demás pasos de tratamiento o en cada una de las demás unidades de la disposición. Por lo tanto, la temperatura T2 en la unidad de fusión 2, la temperatura T3 en la unidad de filtrado 3, la temperatura 10 T5 en la unidad de desgasificación 5, la temperatura T6 en la unidad de descarga 6 y la temperatura T7 en la unidad de procesamiento subsiguiente 7 son respectivamente inferiores o como máximo igual de elevadas que la temperatura T4 en la unidad de homogenización 4.

Además, está prevista una unidad 8 para añadir agentes citógenos, a través de la cual se puede introducir, por ejemplo, dióxido de carbono, nitrógeno o agua en la masa fundida. De este modo se 15 mejora el rendimiento de desgasificación. La adición de estos agentes citógenos se realiza en particular en la unidad de homogenización 4 o justo antes o después de la homogenización, pero en cualquier caso tras el filtrado o también antes de la desgasificación.

En la unidad de descarga 6, también está dispuesto un dispositivo de refrigeración de la masa fundida 9 para enfriar la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación 5. Se trata en este caso de, por 20 ejemplo, un cilindro o tornillo sinfín. La temperatura de la masa fundida se reduce aquí en hasta un 20 %, preferentemente entre un 5 y un 10 %.

En la fig. 2, que amplía y se basa en las explicaciones de la figura 1, está representada detalladamente una forma de ejecución concreta de un dispositivo ventajoso para la realización del procedimiento según la invención.

25 Este dispositivo comprende, a modo de unidad de tratamiento 1, un recipiente en forma de tarro o un compresor de corte 1 en el que se introduce por arriba el material plástico a tratar. En la zona de la base 33 del recipiente 1, está alojada de forma conocida una herramienta 34 que gira en torno a un eje vertical situado en el centro del recipiente 1 y que un motor 36 pone en rotación a través de un árbol 35 que atraviesa la base 33. La herramienta 34 presenta al menos dos brazos 37 radiales, los cuales están 30 dotados de cantos de trabajo 38 para el material plástico, constituidos oportunamente en forma de cantos de corte. Estos cantos de trabajo 38 mezclan el material plástico introducido y, si procede, efectúan también una trituración del mismo.

El material plástico así procesado va a parar a una unidad de fusión 2, en concreto a una carcasa 10 de un primer segmento de tornillo sinfín 11. Este segmento de tornillo sinfín 11 sobresale hacia el interior 35 de un orificio 12 constituido en la carcasa 10. Cuando las herramientas 34 giran en torno al eje del árbol

35, el material plástico que circula dentro del recipiente 1 se eleva en forma de torbellino de mezcla a lo largo de las paredes del recipiente, tal y como dan a entender las flechas 13. La fuerza centrífuga ejercida sobre el material plástico en circulación favorece la entrada del material plástico a través del orificio 12 en la carcasa 10 del tornillo sinfín 11 conectada tangencialmente al recipiente 1. Como alternativa, la carcasa del tornillo sinfín 10 también puede estar conectada al recipiente 1 de forma aproximadamente radial. El diámetro del núcleo del primer segmento del tornillo sinfín 11 aumenta en dirección contraria al orificio 12, con lo que el material plástico introducido mediante el segmento de tornillo sinfín 11 se comprime y plastifica.

5 El material plastificado sale de la carcasa 10 del primer segmento de tornillo sinfín 11 a través de orificios 14 y se introduce en la unidad de filtrado 3 y confluye mediante canales de conexión 15 en al menos un filtro 16 que retiene las impurezas gruesas contenidas en la masa fundida de plástico.

10 Tras pasar por la unidad de filtrado 3, el material sintético plastificado va a parar a través de canales de conexión 15 y a través de orificios de admisión 17 a una unidad de homogenización 4 que se encuentra en el interior de otra carcasa 18. En la unidad de homogenización 4, está dispuesto un homogeneizador 40 orientado coaxialmente con el tornillo sinfín 11 en forma de un cuerpo giratorio cilíndrico, girando el homogeneizador 40 en la carcasa 18 y ejerciendo con ello un efecto de cizallamiento y mezcla sobre la película o tubo de polímero que circula en torno a él. Para aumentar el efecto mezclador y también el de cizallamiento, en la superficie exterior del homogeneizador 40 está dispuesto un número más elevado de protuberancias 41. Los posibles gases generados pueden disiparse ya en este segmento.

15 Además, en la carcasa 18 está alojado de forma giratoria un segundo segmento de tornillo sinfín 19 que está conectado coaxialmente con el homogeneizador 40. Este segundo segmento de tornillo sinfín 19 transporta el material sintético plastificado a una zona de desgasificación o a una unidad de desgasificación 5, rebasando los orificios de desgasificación 20 a través de los cuales se evacuan, recogen y, si procede, se descargan para otro uso, los gases que emanan del material plástico.

20 Tras dejar atrás estos orificios de desgasificación 20, el material plástico va a parar, a través de una unidad de descarga 6 en forma de tornillo sinfín de descarga con una capacidad de cizallamiento reducida, a una salida 21 a la que pueden estar conectadas herramientas o unidades de procesamiento subsiguiente 7, tales como dispositivos de granulación, etc.

25 Ventajosamente, ambos segmentos de tornillo sinfín 11, 19 están alojados en taladros 40 o 41 de las dos carcasas 10 o 18, estando dichos taladros dispuestos de forma relativamente coaxial entre sí y presentando respectivamente el mismo diámetro. La disposición coaxial de ambos segmentos de tornillo sinfín 11, 19 y del homogeneizador 40 permite juntar de un modo sencillo los dos segmentos de tornillo sinfín 11, 19 formando una única estructura con un núcleo común, y accionar ambos segmentos de tornillo sinfín 11, 19 desde un mismo lado, es decir, desde el lado izquierdo en la figura 2. El sentido de giro de ambos segmentos de tornillo sinfín 11, 19 se indica mediante una flecha 23.

30

35

Para favorecer la desgasificación del material plástico tratado en la carcasa 18, la unidad de desgasificación 5 presenta en la zona del orificio de admisión 17 y del orificio de desgasificación 20 una zona sin presión 27, formada por un diámetro de núcleo más reducido del segmento de tornillo sinfín 19. Tras el orificio de desgasificación 20, este diámetro de núcleo más reducido vuelve a su diámetro completo en la unidad de descarga 6, a fin de mantener el material plástico nuevamente bajo presión y, con ello, suficientemente plastificado.

También en el ejemplo de ejecución mostrado en la fig. 2, las unidades 1 a 7 están conectadas unas detrás de otras, y el material plástico o la masa fundida pasa por las unidades 1 a 7 de forma continua en el orden preestablecido. Además, las distintas unidades están acopladas entre sí especialmente de forma inmediata y directa y el material va a parar desde cada una de las unidades directa e inmediatamente y sin pasos intermedios a la siguiente unidad adyacente en el sentido de flujo. Las unidades 2 a 6, es decir, de la unidad de fusión 2 a la unidad de descarga 6, están situadas además en un eje de longitudinal común o bien sus tornillos sinfín están dispuestos uno tras otro axialmente, con lo que todo el dispositivo se vuelve muy estrecho y se ahorra espacio.

Son posibles distintas configuraciones de la disposición de los dispositivos sin desviarse del concepto central de la invención. Por ejemplo, es posible el uso de tornillos sinfín simples, dobles y también múltiples en las correspondientes unidades. Además, los distintos pasos del procedimiento pueden desarrollarse bajo condiciones atmosféricas o con la ayuda de vacío.

Cada una de las unidades admite numerosas configuraciones de diseño, que el experto puede extraer del estado de la técnica. Las temperaturas, los tiempos de permanencia y los demás parámetros dependen sobre todo del material a tratar o reciclar, y una persona experta puede adaptarlos. Sin embargo, únicamente pueden lograrse las ventajas según la invención en caso de que el experto emplee el procedimiento y/o el dispositivo de la presente invención.

Los siguientes ejemplos demuestran los ventajosos efectos técnicos del procedimiento o del dispositivo conforme a la invención:

Se trataron materiales plásticos con impurezas (por ejemplo, películas estampadas o provistas de etiquetas adhesivas) en ensayos comparativos paralelos, en concreto uno de ellos en una instalación conocida según estado de la técnica y sin homogenización conforme al procedimiento habitual y, en paralelo, otro en la instalación según la invención conforme al procedimiento según la invención con homogenización, manteniéndose idénticos en la medida de lo posible los parámetros de servicio directamente comparables, como por ejemplo las temperaturas, caudales, tiempos de permanencia, presiones, etc., en el compresor de corte o durante el procesamiento subsiguiente.

Ejemplo 1: Procesamiento de películas de plástico estampadas

35

Las fotografías de las figs. 3a y 3b muestran a modo de comparación los productos de partida y los productos finales obtenidos a partir de ellos. La respectiva zona izquierda de las figs. 3a y 3b muestra la película de partida a tratar en forma de una película de plástico estampada en color. A la derecha se ve respectivamente la película lista, fabricada al 100 % a partir del regenerado obtenido tras el

5

tratamiento. Puede verse que mediante el procedimiento conocido o bien en el dispositivo conocido no se efectúa una desgasificación completa del material y que en el producto final permanecen pequeñas burbujas de gas provocadas por la descomposición de las tintas. Gracias al procedimiento según la invención, se mejora aún más el resultado de la desgasificación, en particular mediante la homogenización previa a la

10

Ejemplos 2 y 3: Procesamiento de películas de polietileno de baja densidad (LDPE) con etiquetas de papel

15

Las fotografías de las figs. 4 y 5 muestran a su vez a modo de comparación en su respectivo lado izquierdo el resultado con el procedimiento convencional y a la derecha el resultado con el procedimiento según la invención. Los materiales de partida fueron respectivamente films transparentes de embalaje de LDPE contaminados con etiquetas de papel. La proporción de impurezas equivalía aproximadamente un 1% del peso total. Las fotografías 4 y 5 muestran tomas microscópicas de películas fabricadas al 100 % con el material reciclado obtenido tras el procesamiento. La finura de filtración es de 110 μm en la fig. 4 y de 125 μm en la fig. 5.

20

Puede apreciarse respectivamente en el lado derecho (procedimiento según la invención) que las impurezas, en particular partículas de papel, restos de adhesivo, pero también burbujas de gas, son menos numerosos, más pequeños y también están más finamente distribuidos que en la zona izquierda (estado actual de la técnica). Las propiedades mecánicas y de aspecto de estas películas son mejores gracias a ello.

25

En todos los casos, la proporción de impurezas en el producto final se reduce claramente y aumenta la calidad.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el reciclado de plásticos que comprende los siguientes pasos de procesamiento:
- 5 a) procesamiento del material de partida, triturándose si es necesario el material y llevándose a una forma pseudofluida y, manteniendo su estado fragmentado y capacidad de corrimiento, calentándose y mezclándose permanentemente y, si procede, desgasificándose, ablandándose, secándose, aumentándose su viscosidad y/o cristalizándose,
- b) fusión del material a procesar, al menos hasta el punto en que es posible el filtrado,
- 10 c) filtrado de la masa fundida para liberarla de las impurezas,
- d) homogeneización de la masa fundida filtrada,
- e) desgasificación de la masa fundida homogeneizada, así como
- f) descarga y/o procesamiento subsiguiente de la masa fundida, por ejemplo granulación, procesamiento de películas sopladas, etc.,
- 15 realizándose estos pasos del proceso consecutivamente en el orden indicado, caracterizado por que la temperatura (T4) del material o de la masa fundida durante - o al menos al final de - la homogeneización según el paso de procesamiento d) y antes de comenzar la desgasificación es igual o más elevada que las temperaturas de todos los demás pasos de procesamiento a) a f).
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los pasos de procesamiento a) a f) se suceden en el tiempo y en el espacio inmediata y directamente sin pasos intermedios.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, durante la homogeneización, la masa fundida se cizalla y mezcla o bien se somete a una tensión de cizallamiento y
- 25 a un esfuerzo de alargamiento intensivos y se acelera fuertemente.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la temperatura (T6) del material o de la masa fundida durante la descarga o bien la temperatura (T7) durante el procesamiento subsiguiente es inferior o como máximo igual de elevada que la temperatura (T4)
- 30 existente durante o al final de la homogeneización.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que durante la homogeneización o inmediatamente antes o después de la homogeneización, si bien después del filtrado y antes de la desgasificación, se introducen en la masa fundida agentes citógenos, como por ejemplo
- 35 dióxido de carbono, nitrógeno o agua, para mejorar el rendimiento de desgasificación.

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la masa fundida se enfría tras la desgasificación y durante o antes de la descarga o del procesamiento subsiguiente, en particular hasta en un 20 %, preferentemente entre un 5 y un 10 %.

5

7.- Disposición para el reciclaje de plásticos para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende lo siguiente:

- a) al menos una unidad de tratamiento (1), en particular un compresor de corte o recipiente en sí ya conocido con herramientas de mezcla y de trituración giratorias, en el que el material, si es necesario, se tritura y se lleva a una forma pseudofluida y, manteniendo su estado fragmentado y capacidad de corrimiento, se calienta y mezcla permanentemente y, si procede, se desgasifica, se ablanda, se seca, se aumenta su viscosidad y/o se cristaliza,
- b) al menos una unidad de fusión (2) para fundir el material tratado al menos hasta el punto en que el filtrado es posible, en particular un extrusor,
- c) al menos una unidad de filtrado (3) para filtrar la masa fundida,
- d) al menos una unidad de homogeneización (4) para homogeneizar la masa fundida filtrada
- e) al menos una unidad de desgasificación (5) para desgasificar la masa homogeneizada, así como
- f) al menos una unidad de descarga (6) para descargar y/o al menos una unidad de procesamiento subsiguiente (7) para procesar la masa fundida,
- estando las unidades mencionadas (1) a (6) o bien (7) conectadas consecutivamente según el orden indicado y acopladas sucesivamente o entre sí, y pasando el material plástico o la masa fundida por estas unidades (1) a (7) en este orden.

8.- Disposición según la reivindicación 7, caracterizada por que las unidades (1) a (6) o (7) están conectadas una tras otra inmediata y directamente y se acoplan procedimentalmente en sucesión sin otras unidades intercaladas.

9.- Disposición según la reivindicación 7 u 8, caracterizada por que el mando puede regular las temperaturas de tal modo que la temperatura (T4) del material o de la masa fundida es durante, o al menos al final de, la homogeneización en la unidad de homogeneización (4) y antes de comenzar la desgasificación en la unidad de desgasificación (5) al menos igual de elevada, preferentemente más elevada, que en todos los demás pasos de tratamiento en el resto de las unidades, en particular por que la temperatura (T6) del material o de la masa fundida durante la descarga en la unidad de descarga (6) o la temperatura (T7) durante el procesamiento subsiguiente en la unidad de procesamiento subsiguiente

(7) es inferior, o como máximo igual, a la temperatura (T4) existente durante o al final de la homogenización en la unidad de homogenización (4).

5 10.- Disposición según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizada por que la unidad de homogenización (4), en particular un tornillo sinfín, está configurada de tal modo que la masa fundida se cizalla y mezcla en su interior o bien se somete a una tensión de cizallamiento y a un esfuerzo de alargamiento intensivos y se acelera fuertemente.

10 11.- Disposición según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada por que las unidades (2) a (5), preferentemente (2) a (6), en particular (2) a (7), están dispuestas unas tras otras axialmente o bien están situadas en un eje longitudinal común.

15 12.- Disposición según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizada por que está prevista una unidad (8) para añadir agentes citógenos a la masa fundida, como por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o agua, introduciendo la unidad (8) los agentes citógenos durante la homogenización o justo antes o después de la homogeneización, si bien tras el filtrado y antes de la desgasificación.

20 13.- Disposición según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizada por que, en particular en la unidad de descarga (6), está previsto un dispositivo de refrigeración (9) para la masa fundida que sale de la unidad de desgasificación (5), por ejemplo un cilindro o un tornillo sinfín, que es apropiado para enfriar la masa fundida tras la desgasificación y durante o antes de la descarga o del procesamiento subsiguiente, en particular en hasta un 20 %, preferentemente en entre un 5 y 10 %.

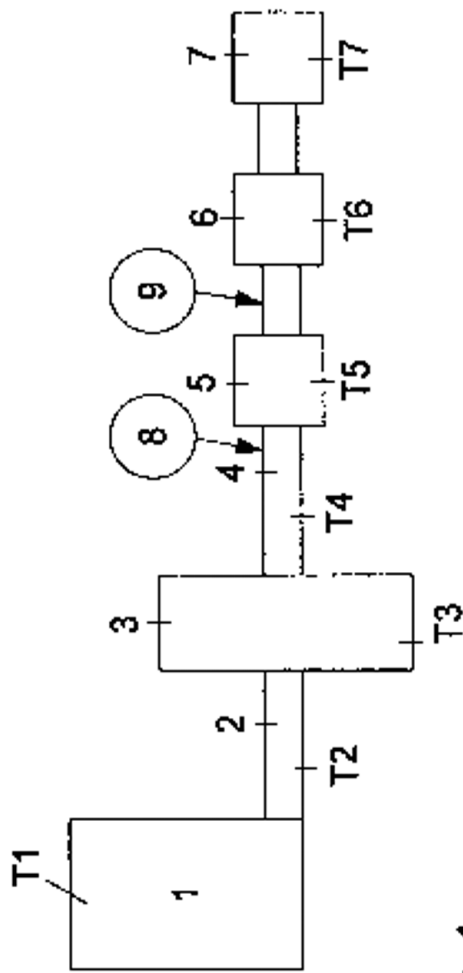


Fig. 1

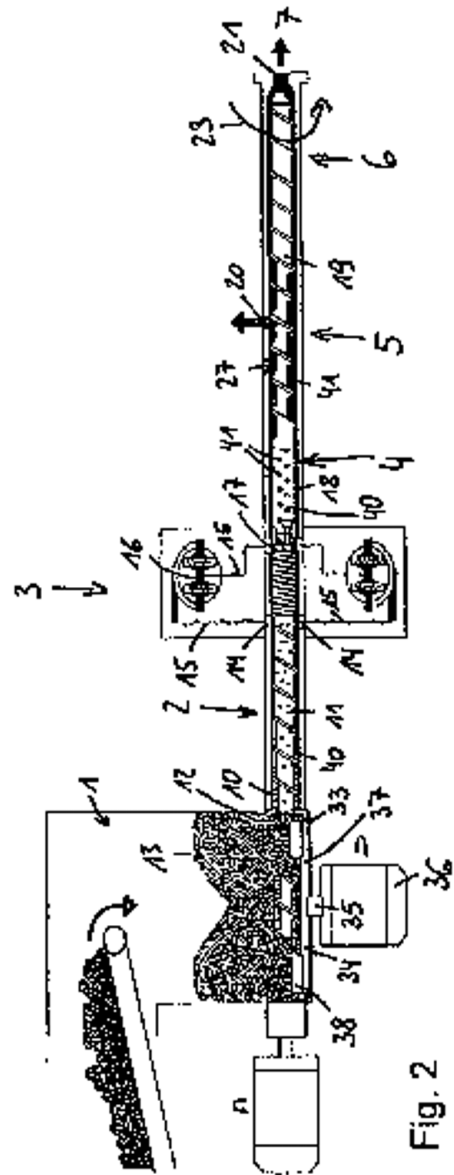


Fig. 2



Fig. 3a: Película estampada: resultado con un procedimiento según el estado de la técnica conocido hasta ahora



Fig. 3b: Película estampada: resultado con el procedimiento según la invención



Fig. 4: Película con etiqueta: comparación

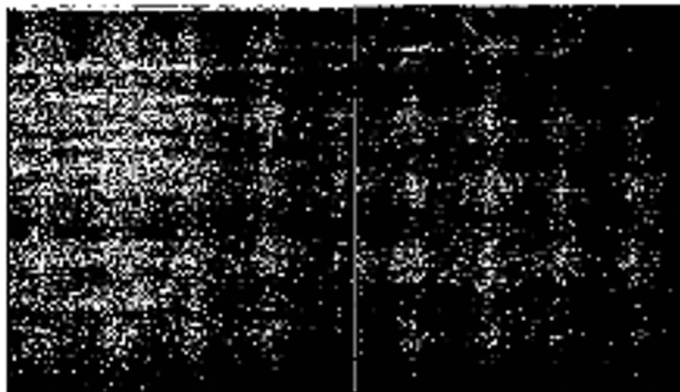


Fig. 5: Película con etiqueta: comparación