

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 105**

51 Int. Cl.:  
**B29B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07815182 .6**  
96 Fecha de presentación: **13.11.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2101974**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

54 Título: **Procedimiento para el pretratamiento y reacondicionamiento de material plástico**

30 Prioridad:  
**13.11.2006 AT 18802006**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.07.2012**

73 Titular/es:  
**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN  
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.  
FREINDORF UNTERFELDSTRASSE 3  
4052 ANSFELDEN, AT**

72 Inventor/es:  
**WENDELIN, Gerhard;  
HACKL, Manfred y  
FEICHTINGER, Klaus**

74 Agente/Representante:  
**Sanz-Bermell Martínez, Alejandro**

ES 2 385 105 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 pretratamiento, reacondicionamiento o reciclaje de material sintético termoplástico conforme al concepto general de la reivindicación 1.

- 5 El reacondicionamiento de residuos de plástico se ha convertido en la actualidad en un importante y creciente problema. Sin embargo, un reciclaje eficiente va acompañado de múltiples problemas que hay que tener en cuenta. Por ejemplo, los plásticos a tratar suelen ser residuos con las más diversas formas, configuración, espesor, etc. Además, los distintos plásticos presentan distintas propiedades químicas y físicas entre sí. Por otro lado, la mayoría de los plásticos a reciclar están contaminados con sustancias tóxicas y otros contaminantes que hay que limpiar para poder ponerlos nuevamente en circulación.
- 10 Existe un gran número de procedimientos distintos para recuperar y reciclar plásticos. Sin embargo, en estos procedimientos únicamente se tienen en cuenta ciertos aspectos individuales, de modo que, aunque los procedimientos conocidos del estado actual de la técnica sirven para ciertos fines específicos, fallan a la hora de aplicarlos en otros ámbitos y con otros requisitos y problemas.
- 15 Ciertos aspectos de los procedimientos, así como los dispositivos apropiados para realizar dichos procedimientos, están descritos por ejemplo en la WO 01/21372, en la AT 411 235 B, en la WO 00/74912 A, en la WO 02/100624 A o en la WO 89/07042, que provienen en su conjunto de la empresa solicitante.

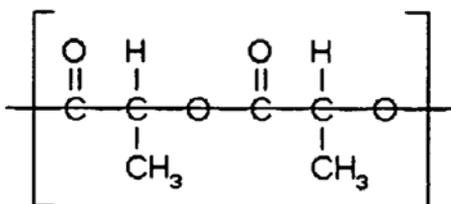
Por ejemplo, en el reciclaje de plásticos, en particular los higroscópicos, es importante que el material a reciclar esté lo más seco posible a fin de evitar una descomposición hidrolítica de las cadenas moleculares durante la plastificación o la fusión. Esto, entre otras cosas, debe tenerse en cuenta al llevar a cabo el procedimiento.

- 20 También hay que tener en cuenta los problemas tecnológicos del procedimiento como, por ejemplo, el pegado de algunos plásticos a temperaturas más elevadas.

- Además, la creciente reutilización de plásticos reciclados también ha llevado al uso de material reciclado en el campo de los envases de alimentos. No obstante, cuando existe contacto directo entre el plástico reciclado y el alimento, debe garantizarse que ninguna combinación no deseada del envase fabricado con plástico reciclado penetre en el alimento.
- 25 Para resolver este problema, se han desarrollado ya numerosos procedimientos para reciclar material plástico usado y, por tanto, sucio y a menudo con impurezas tóxicas en relación con alimentos, de tal modo que el material plástico reciclado obtenido se pueda volver a emplear en el campo de los envases de alimentos sin problemas.

- Para ello se conoce, en primer lugar, la aplicación de procedimientos químicos. Se ha propuesto someter los materiales plásticos de uso común a una pirólisis, en la que el plástico se disgrega con la exclusión de oxígeno atmosférico. Otro procedimiento químico de reciclaje se consigue con la hidrogenación de plásticos, a cuyo efecto se efectúa una transformación con hidrógeno a elevada presión y elevada temperatura. Estos procedimientos químicos tienen la ventaja de que el material plástico obtenido está ampliamente exento de partículas tóxicas, pero tienen en su contra para una aplicación rentable las consideraciones energéticas y lo costoso de la aplicación a instalaciones específicas.
- 30

- En cambio, los procedimientos físicos trabajan con temperaturas considerablemente más bajas, de modo que la estructura, y en particular la longitud de las cadenas moleculares del plástico reciclado, se conserva.
- 35



- Los sistemas convencionales de secado conocidos de las últimas tecnologías son, por ejemplo, los secadores de aires seco que con un chorro de aire de aprox. 1,85 m<sup>3</sup>/h y kg secan granulado. Con ello se seca, por ejemplo, PLA no cristalizado a 45 °C, durante aprox. 4 h, con un punto de rocío de -40°C, y PLA cristalizado a 90°C, durante unas 2 h, con un punto de rocío de -40°C.
- 40

Debido a las bajas temperaturas de secado, especialmente en el tratamiento de material no cristalizado, el tiempo de secado, no obstante, es relativamente largo, y se requiere un control extremadamente preciso de la temperatura. Esto es extremadamente difícil, cuando no imposible, para granulados y, sobre todo, para todas las demás formas como, p. ej., copos, films, napas, etc.

- 45 Por este motivo, se puede intentar alcanzar una cristalización del material plástico antes del secado. Una cristalización de ese tipo se puede lograr, por ejemplo, moviendo o bien cargando mecánicamente las partículas uniformemente a una

temperatura inferior a la de secado, en cualquier caso a una temperatura inferior a la de fusión o plastificación. El movimiento resulta ventajoso para evitar que las distintas partículas se peguen entre sí.

5 Puesto que, no obstante, los materiales previstos para el reciclaje están sucios en su mayoría y se someten a un lavado y acaso a una trituración previa con ensuciamiento simultáneo, en la mayoría de casos se produce previamente una trituración o molido, un lavado y un secado definidos. Un secado previo de ese tipo no debería superar al menos un contenido de agua de un valor inferior al 1,5 del peso % del material plástico a aplicar o a reciclar.

Si se realiza previamente un paso de cristalización antepuesto con un cristizador convencional, también resulta extremadamente difícil, y las conglutinaciones son muy frecuentes.

10 Además, para dificultar aún más la realización de un procedimiento para el tratamiento de plásticos, se da el hecho de que, para las más diversas aplicaciones, se utilizan plásticos completamente distintos, que se diferencian esencialmente unos de otros en cuanto a propiedades químicas y físicas. Por ejemplo, el PET tiene propiedades muy distintas al PE, o el PS tiene otras propiedades que el PP.

15 Por lo tanto, no es fácil trasladar o poner en práctica directamente los conocimientos obtenidos con el reprocesamiento de un material polímero a otro material. En consecuencia, cada polímero necesita su propia consideración y evaluación especiales y condiciones del procedimiento ajustadas específicamente para cada material. En la aplicación exacta del procedimiento influyen además también la forma y, sobre todo, el grosor del material a tratar.

20 Puesto que, por otro lado, también los parámetros de cristalización, de secado, de lavado y, p. ej., de aumento de viscosidad presentan una compleja interacción, la cual sólo es predecible con dificultad y no admite reglas de aplicación general, en cada caso concreto se necesita para cada polímero y cada forma y tipo de los residuos a reciclar una adaptación especial de los parámetros del procedimiento.

El cometido de la presente invención es, por lo tanto, crear un procedimiento con el que se puedan tratar materiales plásticos poliolefinicos en forma polietilenos de alta densidad (HDPE, polietilenos de baja intensidad (LDPE), polipropileno (PP) o mezclas de estos materiales plásticos de forma no dañina, eficaz y económica.

25 Además, mediante este procedimiento, se pretende hacer posible tratar de una forma suave dicho tipo de plásticos poliolefinicos o dicho tipo de plásticos con un elevado contenido de humedad.

Asimismo, es cometido de la invención crear un procedimiento con el que estos plásticos a reciclar, independientemente de su tipo, forma y composición, se pueda secar y, dado el caso, cristalizar simultáneamente en un mismo paso.

30 También es cometido de la invención prever un procedimiento con el que estos plásticos puedan someterse a un reciclaje rápido y, a ser posible, con ahorro energético, presentando los plásticos reciclados y recuperados o el granulado fabricado con la masa fundida resultante o los objetos fabricado con él, a ser posible un elevado grado de viscosidad y, en especial, una viscosidad que sea comparable con los valores de viscosidad del material a reciclar. El objetivo es elevar el valor de viscosidad del regranulado.

35 Además, es cometido de la invención prever un procedimiento con el que los plásticos muy sucios o contaminados o muy estampados de este tipo se puedan tratar sin influir negativamente en las propiedades mecánicas del plástico y/o en las propiedades de su masa fundida. Los plásticos reciclados y recuperados o bien la masa fundida de plástico obtenida o bien el granulado fabricado con la masa fundida deben ser aptos para los alimentos, es decir, cumplir las normas técnicas sobre alimentos y ser aptos para el uso con comestibles o estar certificados conforme al documento europeo ILSI o la FDA. Por tanto, mediante el procedimiento deben desprenderse en la mayor medida posible las sustancias nocivas, productos de migración o contaminantes contenidos en el material a reciclar.

40 Estos cometidos se resuelven mediante las características distintivas de la reivindicación 1. Aquí está previsto que el material plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) se caliente a una temperatura de entre 50°C y 130°C, preferentemente de entre 90°C y 122°C, el material plástico de polietileno de baja intensidad (LDPE) a una temperatura de entre 50°C y 110°C, preferentemente de entre 75°C y 105°C, y el material plástico de polipropileno (PP) a una temperatura de entre 50°C y 155 °C, preferentemente de entre 100°C y 150°C, y que el material plástico se mezcle a una velocidad periférica de la punta agitadora más exterior de la herramienta de mezcla o de trituración de entre 1 y 35 m/s, preferentemente entre 3 y 20 m/s, y permanezca en el reactor durante un tiempo de permanencia medio de entre 10 y 100 min, en particular de entre 20 y 70 min, y se trate bajo vacío s [sic] 150 mbar, preferentemente ≤ 50 mbar, en particular s [sic] 20 mbar, particularmente entre 0,1 y 2 mbar.

50 La cristalización, el secado, la purificación o descontaminación y dado el caso también el aumento de viscosidad se efectúan de forma ventajosa simultáneamente, en particular en un único paso conjunto del procedimiento. Por lo tanto, el tratamiento se lleva a cabo de forma rápida y, sin embargo, no dañina.

e este modo se puede, por ejemplo, secar tanto material polímero cristalizado como no cristalizado en cualquier forma pretriturada o suelta en cualquier proporción de mezcla en un paso conjunto y, si es necesario, cristalizarlo y, si se desea, conducirlo directamente a un extrusor en el que se fundirá el material.

5 Para el procedimiento conforme a la invención resulta ventajoso el movimiento suave pero constante del material polímero descrito en la reivindicación 1. Con ello se evita la formación de grumos o el pegado del material en la gama crítica de temperatura, hasta que una cristalización suficiente de la superficie de las partículas evita de por sí el aglutinado de las distintas partículas. Además, el movimiento permite una temperatura superior del proceso. En el recipiente de tratamiento, con el movimiento suave y constante, además de impedir el pegado, se garantiza simultáneamente que la temperatura sea o se mantenga suficientemente alta en el recipiente y que cada partícula se caliente o se mantenga a la temperatura correspondiente de forma no dañina. Al mismo tiempo, con el movimiento se favorece un desprendimiento de las moléculas migratorias de la superficie de las partículas. Para ello, se utilizan ventajosamente herramientas a distintos niveles en los procesos continuos o bien herramientas de mezcla en procesos discontinuos.

15 Se consigue un mejor secado del material plástico mediante, por ejemplo, un dispositivo auxiliar de vacío. Un procedimiento realizado de este modo requiere, gracias a la aplicación de vacío, también una aplicación de energía claramente inferior que los sistemas comparables.

El vacío acoplado favorece el proceso de difusión de las impurezas del material y se encarga también de una evacuación de las mismas.

20 Además, el vacío protege las partículas de polímero o copos calientes de los efectos oxidantes o de daños, con lo que también se puede conseguir una mayor viscosidad en comparación con otros sistemas de instalaciones. En principio, también sería posible la descontaminación con cualquier gas inerte. Sin embargo, esto conlleva costes claramente más elevados.

El secado se potencia mediante un cierto y ventajoso tiempo de permanencia mínimo del material a la temperatura ajustada y, dado el caso, con el vacío seleccionado.

25 No son necesarios un complicado y costoso presecado externo convencional ni una cristalización del material tratado, así como tampoco el uso de aditivos químicos y/o una condensación a estado sólido.

30 La mercancía de entrada a tratar suele ser sobre todo envases de la industria alimenticia como, p. ej., botellas de leche, tarrinas de yogur, etc. Estos envases se liberan en un primer paso de las impurezas comunes más gruesas en instalaciones previas colectoras, clasificadoras, trituradoras y de lavado. Sin embargo, permanecen las impurezas más pequeñas, que están difundidas por la capa exterior del envase.

A tal fin, los copos lavados y secados se someten al proceso de purificación conforme a la invención a una temperatura más elevada y, dado el caso, con aplicación de vacío, jugando también un papel en la descontaminación el tiempo de permanencia en el reactor bajo las condiciones del procedimiento ajustadas. Los parámetros del procedimiento se orientan por la inerticidad y las propiedades químicas y físicas del correspondiente polímero.

35 No es decisiva la forma en que la temperatura se lleva al material. Esto se puede realizar en un proceso previo o en el recipiente de tratamiento. Sin embargo, esto sucede preferentemente mediante las propias herramientas mezcladoras giratorias.

40 Puesto que los productos de migración se encuentran en la capa marginal de las partículas de polímero, las vías de difusión se acortan drásticamente en comparación con un proceso de extrusor con desgasificación consecutiva de la masa fundida.

En principio, el procedimiento según la invención puede realizarse en un proceso discontinuo o continuo. Preferentemente, solo es necesario asegurarse de que los parámetros técnicos del procedimiento, como la temperatura, el tiempo de permanencia y el vacío, se mantengan durante todo el tiempo. El proceso continuo ha demostrado ser especialmente ventajoso para garantizar un transcurso uniforme de la producción.

45 Además, también puede ser una ventaja que el material se lleve, en un proceso previo, a una temperatura próxima a la temperatura del proceso. Esto es especialmente aplicable a los polímeros de baja inerticidad y/o largo tiempo de difusión.

Con la retirada de la contaminación se evitan, además, también los olores molestos.

50 El tiempo de permanencia garantiza que se efectúe una limpieza mínima del material, y se orienta por distintos criterios, en particular la velocidad de difusión de los productos de migración en el correspondiente polímero y la temperatura de reblandecimiento o de fusión del polímero.

- El tiempo de permanencia puede ser muy largo en ciertos polímeros. Para no fundir el material con las temperaturas que imperan en el reactor, puede ser de utilidad someter las partículas directamente a un proceso de extrusión con desgasificación de la masa fundida. Esto es sobre todo aplicable al LDPE, HDPE y/o PP.
- 5 Es ventajoso que el extrusor esté directamente acoplado al recipiente, llegando preferentemente el vacío hasta la zona de fusión e introduciendo simultáneamente toda la energía almacenada posible en los copos dentro del extrusor o que el extrusor acoplado a continuación realice la fusión bajo vacío.
- Para evitar que se pierda energía en los pasos de transporte entre el recipiente de tratamiento y el extrusor, se pueden tomar medidas como, p. ej., dispositivos de transporte, aislamientos, vacío adicional en la zona de fusión, etc.
- 10 En la zona de fusión del extrusor y en la subsiguiente desgasificación de la masa fundida se eliminan los últimos componentes volátiles a mayor temperatura bajo vacío.
- Finalmente, la masa fundida se puede dirigir, en función de las necesidades, a un filtrado, una granulación o un paso subsiguiente de producción para fabricar un producto final o un producto semiacabado.
- 15 El procedimiento según la invención para el pretatamiento, reacondicionamiento o reciclaje de estos materiales plásticos poliolefínicos en todas sus configuraciones ventajosas se efectúa normalmente en un recipiente colector o reactor. El material plástico a tratar se introduce en este recipiente colector o reactor y se trata bajo mezcla o movimiento continuos y/o trituración a temperaturas más elevada.
- 20 Para mezclar y calentar el material plástico, en el reactor hay al menos una herramienta de trituración o de mezcla, dado el caso en varios niveles superpuestos, que gira alrededor de un eje vertical, con cantos de trabajo que Trituran y/o mezclan el material. Mediante estas herramientas de trituración o de mezcla, el material polímero se carga de energía mecánica, con lo que se produce un calentamiento y una mezcla y movimiento simultáneos del material polímero. El calentamiento se produce mediante la transformación de la energía mecánica aplicada.
- Dicho tipo de reactores se emplea también en la práctica y se conocen, por ejemplo, como "EREMA Kunststoff Recycling System PC" (sistema EREMA de reciclaje de plástico PC) o como "ein- oder zweistufige VACUREMA-Anlagen" (instalaciones VACUREMA de una o dos fases).
- 25 El reacondicionamiento se efectúa a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión y preferentemente por encima de la temperatura de transición vítrea del material plástico, al tiempo que el material polímero se mueve y mezcla uniforme y constantemente. Con ello, el material plástico se cristaliza, seca y purifica en un solo paso.
- 30 El material plástico está presente normalmente en forma de granulado al menos parcialmente cristalizado o no cristalizado o bien amorfo, como mercancía nueva o como regenerado. Pero también puede estar en forma de residuos más bien amorfos de films triturados, en especial de aplicaciones de embutición profunda, con un grosor de entre 100 µm y 2 mm en particular, en forma de finos residuos de films de instalaciones de estiraje con un grosor de entre 5 µm – 100 µm en particular y/o en forma de residuos de fibras o napas. Además, el material plástico puede estar en forma de residuos de botellas o residuos de fundición inyectada.
- 35 Los parámetros exactos del procedimiento, en particular la temperatura, se orientan por la forma y grosor del material y, naturalmente, por el tipo del propio polímero.
- Para material polímero fragmentado, sobre todo en forma de granulos, copos o similares, el procedimiento se realiza preferentemente en un reactor VACUREMA de una fase. Un reactor de este tipo presenta las características arriba enunciadas y puede someterse a vacío.
- 40 Para material polímero en forma de films, fibras o napas finas, el procedimiento se efectúa ventajosamente en un reactor EREMA PC de una fase. En este caso, basta a menudo con que el procedimiento se realice a presión ambiente, es decir, sin vacío. El reactor presenta también las características arriba enunciadas.
- 45 El procedimiento también se puede realizar en dos fases. Por ejemplo, en el secador de cristalización de un reactor VACUREMA de dos fases se puede introducir una mezcla de granulado o copos cristalizados y no cristalizados a modo de material a purificar. El secador de cristalización antepuesto está provisto de herramientas de trituración o de mezcla que giran alrededor de un eje vertical, que están dotadas de cantos de trabajo que Trituran y/o mezclan el material. Mediante estas herramientas de trituración o de mezcla, el material se carga con energía mecánica, con lo que se produce un precalentamiento del material y una mezcla y movimiento simultáneos del material. A continuación, el material precalentado, presecado y precristalizado se somete al tratamiento principal.
- 50 Para poder realizar el procedimiento conforme a la invención de forma ventajosa se puede emplear, por ejemplo, un dispositivo que presente un recipiente para el material plástico a procesar, en el que se introduce el material a través de un orificio de introducción y del que se extrae el material a través de al menos un tornillo sinfín conectado a la pared lateral del recipiente, estando dotada la zona del fondo del recipiente de al menos una herramienta que gira alrededor

- de un eje vertical con cantos de trabajo que trituran o bien mezclan el material, y estando situado el orificio de alimentación del tornillo sinfín al menos aproximadamente a la altura de la herramienta, y, preferentemente, estando provisto de al menos una tubería conectada al recipiente para crear el vacío o bien para introducir gas en el interior del recipiente. Un dispositivo de este tipo se ha puesto en práctica, por ejemplo, como reactor VACUREMA o como reactor ERÉMA PC.
- Una aplicación del procedimiento de este tipo es en general satisfactoria, también en el procesamiento de dichos tipos de plásticos que son sensibles al oxígeno atmosférico y/o a la humedad, ya que con la evacuación del recipiente o bien mediante la introducción de un gas protector en el interior del recipiente se puede proteger el material plástico de estas influencias perjudiciales.
- Sin embargo, se ha comprobado que, en algunos casos, el grado de homogeneización del material plástico evacuado mediante el tornillo sinfín no es suficiente, en particular en lo relativo al grado de secado deseado de estos materiales plásticos, los cuales deben estar completamente secos para evitar la degradación ya antes del plastificado.
- Los films de mayor espesor requieren un mayor esfuerzo de secado, que aumenta con el grosor, con lo que, para dicho tipo de material, se necesitan procesos de secado específicos, p. ej., con aire deshidrogenado, en secadores especiales. Estos secadores trabajan, además, en una gama de temperatura para la que únicamente está permitido el material cristalizado: el material amorfo se volvería pegajoso y, con ello, se aglutinaría.
- Esto significa que el proceso de secado debe ir precedido de un proceso de cristalización. Pero si el material a procesar se somete a la herramienta dentro del recipiente durante mucho tiempo, existe el peligro, especialmente en servicio continuo del dispositivo, de que las distintas partículas de plástico sean captadas muy pronto por el tornillo sinfín de descarga, pero otras partículas de plástico ya muy tarde. Las partículas de plástico captadas pronto pueden estar aún relativamente frías y, por tanto, no suficientemente pretratadas, con lo que se producen heterogeneidades en el material llevado por el tornillo sinfín a la herramienta conectada a continuación, p. ej., un cabezal extrusor.
- Para evitar esto y mejorar sustancialmente la homogeneidad del material descargado, el procedimiento conforme a la invención puede efectuarse en otro dispositivo, en el que en el orificio de introducción del recipiente principal está conectado el orificio de descarga de al menos otro recipiente más, el cual también está dotado de al menos una herramienta en la zona del fondo, la cual gira en torno a un eje vertical. Por lo tanto, están colocados en serie dos o más recipientes y el material plástico a procesar debe pasar por esta serie de recipientes por orden. En el primer recipiente se crea ya material pretriturado, precalentado, presecado y precompactado y, con ello, prehomogeneizado, el cual pasa al siguiente recipiente. Con ello se asegura que ningún material sin tratar, es decir, frío, no compactado, no triturado o heterogéneo, pase directamente al tornillo sinfín de descarga y, a través de este, al extrusor o similar conectado.
- En este caso, estas ventajas también se garantizan cuando en el segundo y/o el siguiente recipiente se produce el tratamiento de vacío o de gas protector en el material sintético termoplástico. La sección de rebose es en general reducida y la compensación de presión se estrangula fuertemente mediante el transporte de material. Además, el torbellino de mezcla formado en el recipiente antepuesto cubre el orificio de descarga de este recipiente y, por tanto, produce también, hasta cierto punto, un efecto de hermetización.
- Las proporciones son especialmente ventajosas cuando el orificio de descarga del recipiente adicional, es decir, del recipiente antepuesto, está al menos aproximadamente a la altura de la herramienta en este recipiente, es decir, en la zona del fondo del recipiente. La herramienta que gira en este recipiente efectúa un transporte, mediante fuerza centrífuga, al interior del orificio de descarga, de modo que la sección de rebose está siempre llena de material.
- Conforme a un perfeccionamiento ventajoso, el orificio de descarga está conectado con el orificio de introducción mediante un empalme de tubo, en el cual está situado un órgano de cierre. Con ello, se consigue una hermetización completa entre los dos recipientes, con lo que se evitan totalmente las pérdidas de vacío o de gas protector. En el caso más sencillo, este órgano de cierre puede ser, conforme a la invención, un pasador que se cierra en cuanto se produce el tratamiento de vacío o de gas en el recipiente acoplado a continuación. Con ello, sin embargo, ya no es posible un servicio completamente continuo. Pero si, conforme a una forma preferente de ejecución de la invención, el órgano de cierre es una esclusa, en particular una esclusa de rueda celular, se mantiene la hermeticidad mencionada entre los dos recipientes y, sin embargo, permite un servicio continuo. Las células de la esclusa también se pueden someter a gas o evacuación de la forma conocida.
- El vacío creado en el recipiente acoplado a continuación favorece la aspiración del material a procesar del recipiente antepuesto. En dichas instalaciones, los recipientes se pueden colocar, por lo tanto, a la misma altura por regla general. Pero si se quiere mejorar el llenado del recipiente acoplado a continuación mediante la influencia de la fuerza de gravedad, conforme a otro perfeccionamiento de la invención, la disposición puede ser de tal modo que el recipiente antepuesto en la dirección de flujo del material esté más alto que el siguiente recipiente. Este último puede, por lo tanto, cargarse también por la zona central o por la parte superior de su pared lateral y, dado el caso, también desde arriba a través de la tapa.

5 El procedimiento conforme a la invención puede, como se ha descrito, realizarse también en dos fases, ventajosamente en un dispositivo configurado convenientemente para este propósito. En esta aplicación del procedimiento, se efectúa un tratamiento de dos fases del material generado o alimentado, si bien en el transcurso del pretratamiento en el dispositivo de pretratamiento no se produce la plastificación del material, pero sí una cristalización y/o una cierta precompactación con secado simultáneo. La precompactación se lleva a cabo mediante carga mecánica o introducción de energía en el material a la temperatura correspondiente. Sobre todo, se produce el aumento o regulación de la temperatura mediante la carga mecánica sobre el material o mediante la transformación de la energía de rotación de al menos un elemento de mezcla y/o de trituración en energía térmica, debido a las pérdidas de fricción generadas.

10 En el transcurso del tratamiento principal en el dispositivo de tratamiento principal, el material se sigue secando, destoxificando y, si es necesario, cristalizando a una temperatura más elevada y se mantiene durante un cierto tiempo medio de permanencia bajo alto vacío. Por otro lado, se produce una carga mecánica o compactación del material y la introducción de energía mediante al menos un elemento de mezcla o de trituración que, a causa de su rotación, aporta al material la energía térmica correspondiente y calienta éste aún más.

15 El tratamiento principal, que se efectúa bajo vacío, reduce la humedad residual a un cierto valor medio predeterminado y produce también que las sustancias nocivas volátiles se desprendan del material.

La temperatura se mantiene durante el tratamiento principal por debajo de la temperatura de fusión del material. Sin embargo, debe aspirarse a que la temperatura sea lo más elevada posible.

20 Tras el tratamiento con el procedimiento de una fase o bien tras el tratamiento principal con el procedimiento de dos fases, se produce ventajosamente una plastificación del material descargado mediante un extrusor conectado preferentemente de forma indirecta al dispositivo de tratamiento principal. Debido a la conexión directa a prueba de vacío, el vacío puede actuar en el dispositivo de tratamiento principal en la zona de entrada del extrusor. El extrusor presenta a menudo una zona de plastificación, a la que se conecta una zona de compresión y de retención. A esta zona de retención se conecta normalmente una zona de desgasificación o de evacuación, en la que las sustancias volátiles se aspiran de la masa fundida con vacío, particularmente con alto vacío. Para ello se puede prever una desgasificación de una o varias fases; también se pueden disponer consecutivamente varias zonas de compresión y descompresión con diferentes vacíos. Con ello se puede hacer evaporar también los contaminantes persistentes o difícilmente evaporables.

25 Con la correspondiente selección de las temperaturas y tiempos de permanencia en el pretratamiento y en el tratamiento principal, se pueden regular el valor de viscosidad de la masa fundida sacada del extrusor y del granulado fabricado con la masa fundida. Mediante tiempos de permanencia correspondientemente largos y temperaturas correspondientemente elevadas en la aplicación de vacío, se ejerce una influencia positiva sobre la viscosidad o bien se produce una repolimerización.

En principio, no es necesario fundir las piezas de plástico recicladas, cristalizadas y secadas. También se pueden almacenar, enfriar o seguir procesando a través de dispositivos de transporte en sistemas de extrusión o en otros procesos de transformación, manteniendo su estado seco y cristalizado.

35 Puesto que es difícil conseguir el estado cristalizado con los sistemas conocidos en la actualidad, también se puede renunciar a mantener el estado seco, lo cual conduce, por lo general, a mermas en la calidad en caso de procesamiento directo sin un nuevo secado. Si el material se vuelve a secar, se produce una pérdida de la energía de secado ya invertida.

40 Los dispositivos descritos exacta y específicamente en los documentos EP 123 771, EP 0 390 873, AT 396 900, AT 407 235, AT 407 970, AT 411 682, AT 411 235, AT 413 965, AT 413 673 o AT 501 154 son aptos para el pretratamiento, reacondicionamiento y reciclaje de material plástico.

Dicho tipo de dispositivos también se utiliza en la práctica y se conocen, por ejemplo, como "EREMA Kunststoff Recycling System PC" o como "ein- oder zweistufige VACUREMA-Anlagen".

A continuación se [falta verbo] algunos ejemplos

45 Ejemplo 1:

Polietileno de alta densidad (HDPE) en forma de copos de envases triturados

- se calienta a una temperatura de entre 50° y 130 °C, preferentemente entre 90° y 122 °C,

- permanece durante un tiempo de permanencia medio de entre 10 y 100 min, en particular de entre 20 y 70 min, en el reactor,

50 - estando la velocidad periférica de la punta agitadora más exterior de la herramienta de trituración o de mezcla en una gama de 1 a 35 m/s, preferentemente de entre 3 y 20 m/s,

## ES 2 385 105 T3

- y aplicando, de ser necesario, un vacío  $\leq 150$  mbar, preferentemente  $\leq 50$  mbar, en particular  $\leq 20$  mbar, particularmente entre 0,1 y 2 mbar.

### Ejemplo 2:

Polietileno de baja densidad (LDPE) en forma de copos de envases triturados

- 5 - se calienta a una temperatura de entre  $50^{\circ}$  y  $110^{\circ}$  °C, preferentemente de entre  $75^{\circ}$  y  $105^{\circ}$  °C,
- permanece durante un tiempo de permanencia medio de entre 10 y 100 min, en particular de entre 20 y 70 min, en el reactor,
- estando la velocidad periférica de la punta agitadora más exterior de la herramienta de trituración o de mezcla en una gama de 2 a 35 m/s, preferentemente de entre 3 y 20 m/s,
- 10 - y aplicando, de ser necesario, un vacío  $\leq 150$  mbar, preferentemente  $\leq 50$  mbar, en particular  $\leq 20$  mbar, particularmente de entre 0,1 y 2 mbar.

### Ejemplo 3:

Polipropileno (PP) en forma de copos de envases triturados

- se calienta a una temperatura de entre  $50^{\circ}$  y  $155^{\circ}$  °C, preferentemente de entre  $100^{\circ}$  y  $150^{\circ}$  °C,
- 15 - permanece durante un tiempo de permanencia medio de entre 10 y 100 min, en particular de entre 20 y 70 min, en el reactor,
- estando la velocidad periférica de la punta agitadora más exterior de la herramienta de trituración o de mezcla en una gama de 2 a 35 m/s, preferentemente entre 3 y 20 m/s,
- y aplicando de ser necesario un vacío  $\leq 150$  mbar, preferentemente  $\leq 50$  mbar, en particular s [sic] 20 mbar,
- 20 particularmente de entre 0,1 y 2 mbar.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el pretratamiento y reacondicionamiento de material plástico poliolefínico a reciclar en forma de polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja intensidad (LDPE), polipropileno (PP), o mezclas de estos materiales plásticos, estando presente el material en forma de copos de envases triturados o de gránulos, calentándose y al mismo tiempo cristalizándose, secándose y/o purificándose el material plástico a procesar en al menos un recipiente colector o reactor bajo mezcla continua y, dado el caso, trituración, aplicándose para la mezcla y calentamiento del material plástico al menos una herramienta de trituración o de mezcla que gira en torno a un eje vertical, con cantos de trabajo que mezclan y/o Trituran el material, produciéndose el calentamiento en particular mediante la carga con energía mecánica,
- 5
- 10 caracterizado por que el material plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) se calienta a una temperatura de entre 50°C y 130°C, preferentemente entre 90°C y 122°C, el material plástico de polietileno de baja densidad (LDPE) se calienta a una temperatura de entre 50°C y 110°C, preferentemente entre 75°C y 105°C, y el material plástico de polipropileno (PP) se calienta a una temperatura de entre 50°C y 155 °C, preferentemente de entre 100°C y 150°C,
- 15 y por que el material plástico se mezcla a una velocidad periférica de la punta agitadora más exterior de la herramienta de mezcla o de trituración de entre 1 y 35 m/s, preferentemente de entre 3 y 20 m/s, y permanece en el reactor durante un tiempo de permanencia medio de entre 10 y 100 min, en particular de entre 20 y 70 min, y se trata bajo vacío  $\leq$  150 mbar, preferentemente  $\leq$  50 mbar, en particular  $\leq$  20 mbar, particularmente entre 0,1 y 2 mbar.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el material plástico se calienta a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la herramienta de mezcla o de trituración puede girar alrededor de un eje vertical y, dado el caso, está dispuesta en varios niveles superpuestos.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 3, caracterizado por que el procedimiento se lleva a cabo en una fase en un único reactor o por que el material plástico se calienta, seca, cristaliza y purifica en un solo paso de trabajo, en particular en un único reactor.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 4, caracterizado por que el procedimiento se realiza con o sin presecado y/o con o sin precrystalización del material plástico.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 3 y/o 5, caracterizado por que el procedimiento se efectúa en varias fases, en particular en dos fases, colocándose dos o más recipientes colectores o reactores en serie y/o paralelo y pasando el material a procesar por estos recipientes sucesivamente en orden.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que las condiciones del procedimiento conforme a las reivindicaciones de la 1 a la 5 se aplican en al menos un recipiente, en particular en el primero en ser alimentado o bien para el pretratamiento.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que el material plástico, en particular los polímeros detallados con baja inercia y/o largo tiempo de difusión, se lleva en un pretratamiento antepuesto a una cierta temperatura, en particular cercana a la temperatura del proceso del tratamiento principal.
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 6 a la 8, caracterizado por que el material plástico se somete en la primera fase a un pretratamiento, en particular bajo condiciones de vacío, mediante carga con energía mecánica y, con ello, se calienta y, a una temperatura más elevada, se seca y, dado el caso, se cristaliza simultáneamente, y por que, a continuación, en una segunda fase precedente a una eventual plastificación o fusión, se produce un tratamiento principal del material plástico, en el que el material plástico, en particular bajo condiciones de vacío, se vuelve a secar y se sigue cristalizando mediante la aplicación de energía mecánica en movimiento, efectuándose este tratamiento principal en particular a una temperatura más elevada en comparación con el pretratamiento.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 6 a la 9, caracterizado por que el material plástico se somete a una pretrituración y/o lavado y/o presecado antes del pretratamiento.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 6 a la 10, caracterizado por que la temperatura del tratamiento principal se mantiene por debajo de la temperatura de plastificación o de fusión del material plástico.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 6 a la 11, caracterizado por que el material plástico se somete al pretratamiento en corriente continua.

**13.** Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 12, caracterizado por que el procedimiento se realiza de forma continua o discontinua o bien como proceso por lotes.

**14.** Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 13, caracterizado por que el material plástico se plastifica o funde finalmente y, a continuación, dado el caso tras un filtrado, en particular bajo condiciones de vacío, se conduce a un extrusor o se procesa para convertirlo en granulado.

5