



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 314 894**

⑤1 Int. Cl.:
C08J 11/00 (2006.01)
C08J 11/06 (2006.01)
C08L 67/02 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **06723433 .6**
⑨6 Fecha de presentación : **15.03.2006**
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1861455**
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **05.12.2007**

⑤4 Título: **Método y dispositivo para la descontaminación de copos de plástico.**

③0 Prioridad: **24.03.2005 DE 10 2005 013 701**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

⑦3 Titular/es: **KRONES AG.**
Böhmerwaldstrasse 5
93073 Neutraubling, DE

⑦2 Inventor/es: **Friedlaender, Thomas;**
Rieckmann, Thomas y
Marx, Frank

⑦4 Agente: **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

Método y dispositivo para la descontaminación de copos de plástico.

5 La invención se refiere a un método para el procesamiento de plásticos contaminados triturados hasta copos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere adicionalmente a un dispositivo para la realización del método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 28 y a una unidad de reactor para la realización de un tratamiento de SSP de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 41.

10 Los objetos de uso corriente de plástico como, por ejemplo, botellas para bebidas de PET, objetos domésticos como cuencos o similares o partes de cubiertas de aparatos electrónicos cada vez son más populares. La generalización mundial de plásticos en los más diversos ámbitos ha alcanzado una medida tan elevada, que, mientras tanto, las materias primas son cada vez más escasas y, por tanto, más caras. Por lo tanto, el reciclado de plásticos no solamente es importante por motivos medioambientales, sino que también es cada vez más interesante desde el punto de vista
15 económico.

Con precios crecientes de las materias primas, particularmente también son interesantes métodos de reciclaje que posibilitan mantener o aumentar la calidad del material original con respecto a su capacidad de tratamiento después del reciclado.

20 En un principio se partía de que el material de PET recogido (R-PET), debido a la pérdida de calidad después del reciclado y diferentes contaminaciones, ya no se podía suministrar al mismo uso (por ejemplo, botellas de bebidas). Desde hace poco tiempo se sabe que esto es posible. Existen métodos que reciclan los plásticos hasta un nivel cualitativamente elevado para poder suministrar los mismos al mismo uso (por ejemplo, ámbito alimentario).

25 Según un método de acuerdo con el documento De 199 53 659 A1 se trituran las botellas de PET después del consumo (R-PET) y en primer lugar se lavan de forma habitual y se secan de forma superficial. A continuación, los copos llegan hasta un cristizador, en el que se calientan por una corriente de gas caliente a 180°C y se cristalizan. Después, los copos alcanzan un reactor de pozo, en el que, durante al menos 2 horas en contracorriente con una corriente de gas de N₂ (temperatura aproximada 220°C), se vuelven a condensar de forma continua. A continuación, los copos se vuelven a enfriar en este proceso que se desarrolla de manera continua. Una desventaja de este método consiste en que el calentamiento de los copos de PET en los respectivos reactores se produce por tanto en el cristizador o en el reactor de pozo, por lo que se tiene que utilizar relativamente mucha energía para el calentamiento. Además, la transmisión de calor se realiza por gas (inerte), lo que conduce a un sistema de procesamiento más complicado
30 para el agente de transmisión de calor. Una desventaja adicional del método es que la condensación posterior de los copos se realiza de manera continua. El valor de IV deseado no se puede ajustar de forma precisa con un desarrollo de proceso continuo, ya que solamente se puede realizar un determinado aumento debido a los parámetros del proceso (por ejemplo, temperatura y tiempo). El hecho de que el valor de IV real de los copos que se tienen que tratar puede ser diferente, por ejemplo, algunos copos tienen una viscosidad intrínseca (IV) de 0,70 dl/g, otros tienen un valor de
35 0,76 dl/g, no se tiene en cuenta durante el este proceso, de tal forma que todos los copos sin tener en cuenta su valor de IV original aumentan del mismo modo (mismo tiempo, mismas condiciones de proceso) en cuanto a su viscosidad intrínseca.

40 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar un método y un dispositivo para el reciclado de plásticos, cuyo consumo energético esté disminuido en gran medida y en el que el valor de IV de los plásticos se pueda ajustar de forma dirigida.

De acuerdo con la invención, el objetivo con respecto al método se resuelve de acuerdo con las características de la reivindicación 1 y con respecto al dispositivo, de acuerdo con las características de la reivindicación 28 y 41.

50 La invención se basa en el conocimiento de que los contaminantes no están distribuidos de forma uniforme sobre el R-PET y adicionalmente están presentes preferentemente sobre la superficie o zonas próximas a la superficie. Por tanto, es suficiente una descontaminación y/o un tratamiento de SSP para limpiar R-PET de forma adecuada para alimentos y usar el mismo nuevamente como envase para alimentos, por ejemplo, para botellas para bebidas. Además, la invención se basa en el descubrimiento sorprendente de que R-PET, a diferencia de PET nuevo (virgin) en estado
55 caliente no se adhiere, por lo que se consigue por primera vez un procesamiento sin alteraciones en cuanto a la técnica del proceso (por ejemplo, calentamiento del R-PET en un equipo calefactor). Esto se basa en que los copos de R-PET se contraen de forma sorprendente durante el calentamiento y, por tanto, su grosor o su longitud característica aumenta. Al mismo tiempo se produce una superficie estructurada que disminuye la superficie de contacto de los copos entre sí.

60 Con respecto a la capacidad de realización del método, el tamaño de los copos básicamente no desempeña ningún papel. Con un tamaño de partícula creciente solamente se modifica el tiempo de permanencia en los reactores. Cuando mayor sea el tamaño de partícula promedio, mayor será también el tiempo de permanencia en el reactor. Por este motivo también se puede concebir que los objetos de plástico no se trituren antes de su tratamiento o solamente ligeramente.
65 De este modo, por copos se tienen que entender todos los objetos que ya no se correspondan a su conformación de uso original en cuanto a forma y tamaño. Por norma, sin embargo, los copos tienen un tamaño de partícula promedio de algunos milímetros hasta algunos centímetros.

ES 2 314 894 T3

La preparación de los copos antes del procesamiento, es decir, la limpieza y la trituración, se produce la mayoría de las veces en centros de recogida de mayor tamaño, sin embargo, también se puede concebir que la trituración y la limpieza (general) de los copos se produzca solamente de forma local antes del procesamiento.

5 Por procesamiento se entiende en este documento no solamente la limpieza o descontaminación superficial de los copos, sino también la mejora o el restablecimiento de las propiedades físicas y químicas de los copos, para garantizar particularmente para el envasado de, por ejemplo, alimentos líquidos en contacto directo con el plástico, una utilización de gran calidad renovada (como, por ejemplo, soplado por distensión de botellas de bebidas).

10 Ya que el método se puede realizar tanto a escala industrial como en instalaciones pequeñas, se entienden por reactores cubas grandes, recipientes o similares así como recipientes de menor tamaño, que se pueden cerrar considerablemente con respecto al entorno.

15 El calentamiento de los copos que se tienen que tratar hasta la temperatura del proceso se realiza de acuerdo con la invención esencialmente en una unidad de tratamiento, que se sitúa en el exterior del reactor. Este calentamiento puede ser un calentamiento continuo y un calentamiento discontinuo de los copos. En el propio reactor, los copos apenas se calientan o ya no se calientan, sino que ya solamente se mantienen en la temperatura de proceso o se compensan pérdidas de calor. Por tanto, en este caso se trata de una realización de proceso esencialmente adiabática.

20 Por SSP se entiende el proceso de la prolongación de cadenas de moléculas de los plásticos en fase sólida (solid state polycondensation). El proceso de SSP es un proceso convencional que conoce cualquier especialista en el ámbito de la técnica de plásticos PET. Con tratamiento de SSP también se puede querer decir en este documento una prolongación de cadena molecular negativa, es decir, despolimerización o un tratamiento en el que las cadenas moleculares como promedio permanecen esencialmente iguales. Indiferentemente de si las cadenas moleculares se acortan, se prolongan o permanecen iguales, durante el proceso de SSP también se produce, debido a las condiciones del proceso
25 (entre otras cosas, temperatura, tiempo), una descontaminación adicional de los copos.

Es particularmente ventajosa una realización del proceso en la que tanto la descontaminación como el tratamiento de SSP se producen en respectivamente un reactor propio. Por tanto, los dos reactores se pueden ajustar independientemente entre sí simultáneamente con respecto a sus condiciones de reacción (presión, temperatura, tipo de gas).
30

Preferiblemente, en ambos reactores existen condiciones adiabáticas. Se puede concebir que las pérdidas de calor reducidas de los copos en los reactores se compensen por una calefacción del reactor. Es posible cualquier tipo de calentamiento (por ejemplo, agua, vapor, eléctrica, aceite portador de calor como aceite térmico).
35

De acuerdo con una realización particularmente preferida, el material que se tiene que procesar no se pone en movimiento en los reactores, ni mecánicamente, ni neumáticamente ni de cualquier otro modo. De este modo, los copos, durante el proceso de la descontaminación o del tratamiento de SSP, no se pueden cargar estáticamente debido a rozamiento entre sí o interacción con las paredes del reactor o no se forman productos de abrasión, que dificultarían el desarrollo posterior del proceso, lo complicarían o incluso lo harían completamente imposible.
40

Para la extracción de los contaminantes, los copos se rodean por gas caliente durante la etapa de la descontaminación. El gas caliente es preferiblemente aire para garantizar una realización de proceso lo más sencilla posible. En el reactor de descontaminación existe una temperatura entre 20 y 200°C, sin embargo, preferiblemente entre 100°C y 180°C, mejor entre 150°C y 170°C. La capacidad de funcionamiento del proceso está garantizada en todas las temperaturas indicadas, solamente se modifica el tiempo de permanencia en el reactor. Cuanto mayor sea la temperatura en el reactor de descontaminación, menor será el tiempo de permanencia. El punto de trabajo óptimo del reactor de descontaminación con respecto a la temperatura se sitúa, por tanto, entre 150°C y 170°C, ya que en este caso por un lado la temperatura es relativamente elevada y, por tanto, el tiempo de permanencia en el reactor es relativamente corto, por otro lado, como gas para la extracción de los contaminantes se puede usar aire. A temperaturas por encima de aproximadamente 180°C ya no se puede usar aire como gas caliente debido a diferentes reacciones, que se producen entonces con el material. En este caso se tendría que recurrir a, por ejemplo, nitrógeno. El proceso de la descontaminación también se puede realizar por debajo de una temperatura de 20°C, sin embargo, entonces el tiempo de permanencia en el reactor es muy elevado. El gas tiene una temperatura que se corresponde esencialmente a la del proceso de descontaminación. De este modo se pueden compensar pérdidas de calor de los copos.
50
55

Con respecto al calentamiento de los copos hasta la temperatura del proceso existe la posibilidad del calentamiento discontinuo y del continuo. Preferiblemente, el calentamiento se realiza de forma continua lo más próximo posible al reactor de descontaminación. Cuanto más próximo esté el módulo calefactor al reactor de descontaminación, menor será la formación de productos de abrasión durante el transporte. Cuanto mejor sea la transmisión de calor desde el módulo calefactor a los copos, con mayor ahorro de energía se podrá realizar el proceso de calentamiento. Para el calentamiento continuo de los copos antes de la descontaminación se usa preferiblemente un tornillo sin fin calefactor o un transportador helicoidal vibratorio. También se pueden concebir otros módulos calefactores, sin embargo, el tornillo sin fin calefactor y el transportador helicoidal vibratorio ofrecen la ventaja de una buena transmisión de calor a los copos. Preferiblemente se usa como agente portador de calor en el tornillo sin fin calefactor aceite térmico, donde, por ejemplo, también se puede realizar un calentamiento con vapor, con agua caliente o eléctricamente.
60
65

ES 2 314 894 T3

- En una realización preferida, el proceso de SSP se realiza en condiciones de presión negativa. También es posible dejar que el proceso se realice en condiciones de presión atmosférica o de sobrepresión, sin embargo, el vacío ofrece la ventaja de que la transferencia de material de compuestos volátiles de los copos a la fase gaseosa se mejora y de este modo, los contaminantes se pueden extraer mejor y las condiciones para la prolongación de cadenas moleculares son más ventajosas. El vacío que se usa para el proceso de SSP debe presentar de forma óptima una presión de gas de como máximo 10000 Pascales, preferiblemente entre 1000 y 10 Pascales. Si el proceso de SSP se realiza en condiciones atmosféricas o en condiciones de sobrepresión, se tiene que garantizar un flujo suficiente alrededor de las partículas para mejorar la transferencia de material o para poder extraer mejor los contaminantes.
- En una realización preferida, en el reactor de SSP existen para el ajuste del valor de IV temperaturas mayores que en el reactor de descontaminación. La temperatura comprende preferiblemente al menos el valor de la temperatura en el reactor de descontaminación y como máximo el valor de temperatura de fusión de los copos que se tienen que tratar. Preferiblemente, la temperatura se sitúa entre 150°C y 250°C, particularmente preferiblemente entre 170°C y 210°C.
- El aumento de la temperatura del proceso de la del reactor de descontaminación hasta la del reactor de SSP se realiza preferiblemente en un transmisor de calor separado, que se sitúa entre ambos reactores. Preferiblemente se trata a su vez de un intercambiador de calor o un equipo calefactor, que usa como agente de transmisión de calor aceite térmico. El transmisor de calor es, de acuerdo con un perfeccionamiento particularmente ventajoso, un tornillo sin fin calefactor o un transportador helicoidal vibratorio. También se puede concebir el uso de un transportador de aire caliente, un túnel de infrarrojos o similares.
- Se obtienen ventajas particulares durante la realización del proceso de SSP porque se realiza en atmósfera de gas inerte. Con el uso de nitrógeno o dióxido de carbono como gas protector se puede realizar particularmente bien el proceso. La utilización de una corriente de gas que extrae del reactor productos de descomposición, contaminantes, partículas pequeñas o similares ofrece ventajas adicionales. Preferiblemente, el gas es el gas atmosférico en el que se produce el proceso de SSP. La corriente de gas también en este caso es preferiblemente solamente tan intensa que los copos no se mueven. Por la corriente de gas se tiene que garantizar solamente la extracción de los productos de descomposición.
- Para optimizar el proceso con respecto al ajuste del valor de IV de los copos, el valor actual de la viscosidad intrínseca se determina al menos una vez durante el proceso de procesamiento. Sin embargo, se prefiere particularmente el método en el que el valor de IV se mide al menos dos veces, donde los resultados de las mediciones determinan el desarrollo posterior del proceso como, por ejemplo, el tiempo de permanencia o la evolución de la temperatura.
- Se prefiere particularmente un método en el que el valor de IV se determina en el espacio y/o tiempo antes de la entrada del material que se tiene que procesar en el reactor de SSP. Mediante este valor se puede determinar con temperatura fija el tiempo de permanencia en el reactor de SSP. Después de la mitad del tiempo de permanencia calculado se vuelve a realizar una medición del valor de IV y mediante este resultado se controla o, en un caso dado, se corrige el tiempo de permanencia restante. La medición del valor de IV de los copos se puede realizar tanto en el reactor como en el exterior del mismo, donde la toma de muestras se realiza mediante un dispositivo de extracción de muestras de copos.
- Sin embargo, también se puede concebir un método en el que se realiza una medición del valor de IV y, mediante sus resultados, se fija la temperatura del proceso de SSP con un tiempo de permanencia fijo. Después de la mitad del tiempo de permanencia fijo se puede volver a realizar una medición del valor de IV, donde mediante el resultado se controla o se corrige la temperatura para el resto del tiempo de ejecución del proceso. También en esta variante del método, la medición del valor de IV se puede realizar de manera análoga a la anterior realización tanto en el interior como en el exterior.
- Si la medición de la viscosidad intrínseca antes del tratamiento de SSP ya produce el resultado deseado, el proceso se ajusta de tal forma que el valor de IV ya no se modifica. Esto se puede realizar, por ejemplo, ajustando el contenido de humedad de los copos de manera correspondiente, por lo que el acortamiento de cadena molecular por hidrólisis y la prolongación de cadena molecular por policondensación se compensan como promedio. De este modo, el valor de la viscosidad intrínseca permanece igual en la suma.
- Si la medición de la viscosidad intrínseca antes del tratamiento de SSP produce un valor de IV demasiado elevado, se realiza un tratamiento de SSP “negativo”, es decir, una despolimerización dirigida, ajustando correspondientemente el contenido de humedad de los copos, de tal forma que el acortamiento de cadena molecular por hidrólisis prevalece con respecto a la prolongación de cadena molecular por policondensación. De este modo se produce un valor de IV menor.
- Si el ajuste del valor de IV en el reactor de SSP ha finalizado, se puede realizar un enfriamiento de los copos hasta una temperatura entre 50°C y 100°C o en una realización preferida, inferior a 70°C. El enfriamiento se realiza preferiblemente en un tornillo sin fin de enfriamiento, un transportador helicoidal vibratorio o un reactor de lecho fluidizado, donde también se pueden proporcionar otros dispositivos de enfriamiento. Si el enfriamiento se produce por una corriente de gas caliente, se usa preferiblemente aire del entorno, por lo que se garantiza un proceso de enfriamiento sencillo. Con el enfriamiento por aire del entorno se tiene que tener en cuenta que todo el proceso de enfriamiento no dure demasiado tiempo y que particularmente el enfriamiento en el intervalo de temperaturas desde

la temperatura de reacción hasta 150°C se produzca muy rápidamente, preferiblemente en un tiempo entre uno y tres minutos. Si no es posible un enfriamiento a esta velocidad, se tiene que usar con un refrigerante gaseoso un gas protector, preferiblemente nitrógeno o dióxido de carbono. El uso de otro refrigerante como, por ejemplo, un líquido refrigerante también es posible.

El dispositivo para la realización del método comprende al menos dos reactores, de los cuales al menos uno es un reactor de descontaminación y uno un reactor de SSP para el ajuste del valor de IV. En los reactores se puede procesar cualquier tipo de copos de plástico, preferiblemente se trata de copos de PET.

Delante del reactor de descontaminación hay un dispositivo para el calentamiento de los copos, siendo el mismo preferiblemente un tornillo sin fin calefactor o un transportador helicoidal vibratorio. El objetivo del dispositivo calefactor es calentar los copos hasta la temperatura de proceso antes de que entren en el reactor de tratamiento. La transmisión de calor en un intercambiador de calor o en el dispositivo calefactor se puede configurar mucho más eficaz que la transmisión de calor durante el calentamiento de los copos en el propio reactor.

De acuerdo con un perfeccionamiento particularmente preferido, el reactor de descontaminación presenta una forma cónica que se ensancha en dirección de la gravedad. Esta configuración de reactor tiene la ventaja de que se evita que los copos calentados, que tienden a la formación de puentes, hagan esto. Adicionalmente es posible que el reactor comprenda un equipo calefactor, que no caliente los copos, sin embargo, que, a pesar de esto, los mantenga a la temperatura y de este modo compense pérdidas de calor.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención se proporcionan al menos dos reactores de descontaminación que comprenden preferiblemente un equipo de flujo de gas para poder extraer los contaminantes del reactor. También se puede proporcionar un equipo de flujo de gas para ambos recipientes. Por la disposición de dos reactores se pueden tratar, por ejemplo, diferentes copos en diferentes reactores. Esto puede ser necesario, por ejemplo, cuando se tienen que procesar tanto “copos de cuerpo” más delgados o copos de pared como “copos de cuello” más gruesos de botellas de bebidas. Debido a la diferente longitud característica de los copos, los mismos se ponen después en dos reactores diferentes con parámetros de proceso diferentes. Entre el reactor de descontaminación y el reactor de SSP se proporciona un dispositivo calefactor adicional.

Durante el funcionamiento del reactor de descontaminación, la altura de carga y el tiempo de permanencia de los copos preferiblemente es aproximadamente constante. Además, el funcionamiento del reactor es preferiblemente de manera continua, de tal forma que siempre se suministra el mismo número de copos como el que se extrae después de la descontaminación.

También el reactor de SSP comprende preferiblemente un equipo de flujo de gas, que puede extraer contaminantes. Ya que la temperatura en el reactor de SSP se sitúa preferiblemente entre 170°C y 210°C, el equipo de flujo de gas es una alimentación de gas inerte, preferiblemente con nitrógeno o dióxido de carbono, ya que sino existe el riesgo de que componentes de aire provoquen a estas temperaturas elevadas un proceso de oxidación que puede conducir, entre otras cosas, a una coloración amarilla indeseada del producto.

En una realización preferida, el reactor de SSP comprende una bomba para la generación del vacío y una bomba para la extracción de los contaminantes. De acuerdo con un perfeccionamiento particularmente preferido solamente se proporciona una bomba que realiza tanto la generación del vacío como la extracción de los contaminantes en la corriente de gas.

Detrás del reactor de SSP hay una unidad de refrigeración que disminuye la temperatura de los copos desde la del proceso de SSP hasta una temperatura por debajo del punto de transición vítrea.

De acuerdo con una realización particularmente preferida de la invención se dispone para el tratamiento de SSP de al menos dos reactores, preferiblemente de 3 a 7 reactores individuales para generar un proceso prácticamente continuo. Por la disposición de varios reactores es posible realizar el proceso que trabaja de forma discontinua (por zonas) del ajuste del valor de IV por diferentes reactores de tal forma que el equipo refrigerador detrás de la unidad del reactor de SSP se alimenta de forma continua con copos calientes desde los reactores individuales de la unidad de reactor.

La unidad de reactor de SSP comprende preferiblemente un distribuidor de copos que realiza el suministro de forma sucesiva de los reactores individuales diferentes. Los reactores individuales de la unidad de reactor de SSP se disponen preferiblemente en una estructura esencialmente circular para tener una construcción lo más compacta posible.

A pesar del hecho de que el proceso de SSP se desarrolla de forma discontinua, por esta disposición de reactor de varias piezas se puede generar un proceso prácticamente continuo. De este modo, las ventajas de un proceso global que se desarrolla de forma continua (por ejemplo, equipos calefactores y de refrigeración se pueden accionar de manera continua) se pueden asociar a las ventajas del proceso de SSP que se desarrolla de forma discontinua (por ejemplo, el valor de IV se puede ajustar de forma más precisa debido al tratamiento discontinuo).

ES 2 314 894 T3

De acuerdo con una realización adicional hay al menos dos reactores de descontaminación y al menos dos reactores de SSP.

Los tiempos de tratamiento en el reactor de descontaminación y en el reactor de SSP dependen del valor de IV inicial y de la longitud característica o del tamaño de partícula de los copos. Se sitúan en el intervalo de 20 min a 5 horas, preferiblemente de 45 min a 2 horas, particularmente preferiblemente, sin embargo, de 1 a 1,5 horas.

Una realización del dispositivo o del método se explica con más detalle mediante los dibujos. Se muestra:

En la Figura 1, una representación esquemática de un diagrama del flujo del método,

En la Figura 2, una representación esquemática de la vista en alzado sobre una unidad de reactor de SSP.

En la Figura 1 se muestra un equipo de dosificación de copos 1, por el que los copos se transportan de un modo predeterminado al tornillo sin fin calefactor de descontaminación 2. Con la adición al equipo de dosificación de copos 1, los copos están lavados y su humedad residual comprende menos del 3%. Al comienzo del transporte de los copos a través del tornillo sin fin calefactor de descontaminación 2 presentan la temperatura ambiente T1. (Sin embargo, también es posible que los copos de los procesos anteriores todavía posean un calor residual). Durante el transporte a través del tornillo sin fin calefactor de descontaminación 2 accionado con aceite térmico, la temperatura aumenta desde la temperatura ambiente T1 hasta la temperatura de proceso T2, donde la temperatura de proceso comprende en este caso 150°C. Los copos cristalizan hasta que se puedan transportar sin problemas y no se adhieran.

Después del calentamiento de los copos hasta la temperatura de proceso, los mismos se ponen en el reactor de descontaminación 3, que presenta una forma cónica, que se ensancha en dirección de la gravedad. En este lugar comienza inmediatamente la descontaminación de los copos. Si se ha alcanzado la altura de carga en el reactor de descontaminación 3, los copos se transfieren con el mismo rendimiento por el equipo de dosificación de copos 4 al tornillo sin fin calefactor de SSP 5, como pasan del tornillo sin fin calefactor de descontaminación 2 al reactor de descontaminación 3. De este modo, el estado de carga en este modo de funcionamiento continuo siempre se mantiene en un nivel óptimo. El proceso se ajusta de tal modo que no es posible quedar por debajo del tiempo de permanencia mínimo de los copos en el reactor de descontaminación 3.

En el reactor de descontaminación 3 existe una temperatura T3 de 150°C. La cristalización o descontaminación de los copos se realiza dependiendo de los dos factores tiempo y temperatura. Una característica auxiliar de este proceso es el suministro de aire, por el que se extraen los contaminantes expulsados de los copos. El aire se precalienta hasta la temperatura de proceso T3 y se introduce por el suministro de aire 11 en el reactor de descontaminación 3, fluye a través de los copos situados en el reactor de descontaminación 3 y se extrae por la salida de aire 12. La velocidad de flujo del aire no debe quedar por debajo de un valor mínimo y se ajusta de tal modo que los copos no se arremolinan. La corriente de aire sirve solamente para extraer de forma más sencilla y rápida los contaminantes expulsados de los copos. El aire presenta esencialmente una temperatura en el ámbito de la temperatura del proceso. Por lo tanto, en el reactor de descontaminación 3 no se produce ningún calentamiento de los copos, sino solamente una estabilización de temperatura hasta la temperatura del proceso.

Ya que la transferencia de los copos desde el reactor de descontaminación 3 al equipo de dosificación de copos 4 y al tornillo sin fin calefactor de SSP 5 se aísla de forma óptima y de este modo no se produce ninguna pérdida de calor o una en lo posible reducida, los copos presentan al comienzo del tornillo sin fin calefactor de SSP 5, que transporta los copos al reactor de SSP 6, una temperatura T4 de 150°C. En el tornillo sin fin calefactor 5 de SSP, que se acciona con aceite térmico, se realiza un calentamiento de los copos de 150°C (T4) a 190°C (T5).

Para poder realizar un control óptimo del proceso con respecto al valor de IV de los copos, la medición de la viscosidad intrínseca de los copos se realiza de forma automática en un dispositivo de medición de IV 14, que se sitúa en el reactor de SSP, después o durante del proceso de carga. Mediante este valor de medición se determina el tiempo de permanencia de los copos en el reactor de SSP 6.

Para simplificar una retirada adicional de contaminantes y el aumento de la viscosidad interna, en el reactor de SSP 6, que presenta una forma esencialmente cilíndrica, se aplica un vacío con una presión de gas de 100 Pascales mediante una bomba de vacío 9. Para la mejor retirada de los contaminantes se suministra por un suministro de gas inerte 15 nitrógeno o dióxido de carbono, que rodea los copos de tal forma que no se arremolinan. El gas inerte enriquecido con los contaminantes se succiona por la bomba de vacío 9. En el reactor de SSP 6 existe una temperatura T6 de 190°C.

Después de la mitad del tiempo de permanencia calculado de forma original de los copos en el reactor de SSP 6, por el dispositivo de medición de IV 14 se analiza de nuevo una muestra de los copos con respecto al valor de la viscosidad intrínseca. Debido a la evolución del valor de IV de los copos se puede controlar o corregir el tiempo de permanencia restante en el reactor de SSP 6. Debido a la doble medición del valor de IV durante el tratamiento de SSP se puede conseguir un resultado óptimo del proceso con respecto a la viscosidad intrínseca.

Después del tratamiento en el reactor de SSP 6, los copos se ponen en un equipo de dosificación de copos 6, desde el cual se pueden suministrar dosificados al reactor de refrigeración 8. En el equipo de dosificación de copos 7, los copos presentan una temperatura T7 de aproximadamente 190°C, es decir, la temperatura del proceso de SSP. El

ES 2 314 894 T3

enfriamiento de los copos en el reactor de enfriamiento 8 se realiza mediante aire del entorno hasta una temperatura T8 de aproximadamente 70°C. El enfriamiento se tiene que realizar tan rápidamente que, a pesar de la humedad que está contenida en el aire del entorno, no se produzca hidrólisis de los copos.

La Figura 2 muestra una realización particular del reactor de SSP 6. Se disponen cinco reactores individuales de SSP esencialmente cilíndricos 61, 62, 63, 64 y 65 en una estructura circular hasta formar un reactor de SSP global 6. Después del calentamiento de los copos de T4 a T5 (de 150°C a 190°C) en el tornillo sin fin calefactor de SSP 5 se distribuyen de forma controlada por un embudo distribuidor 16 y canales de distribución 13 a los reactores individuales.

Los copos se conducen, por ejemplo, por el embudo distribuidor 16 por un canal de distribución 13 al reactor individual de SSP 61 hasta que el mismo haya alcanzado la altura de carga del proceso. Mientras que en el reactor individual de SSP 61 comienza el proceso de SSP con la medición del valor de IV por el dispositivo de medición de IV 14, los copos transportados adicionalmente de manera continua por el tornillo sin fin calefactor de SSP se conducen por el embudo distribuidor 16 y el canal de distribución 13 al reactor individual de SSP 62 hasta que el mismo haya alcanzado la altura de carga de producción. Mientras que ahora comienza el proceso de SSP en el reactor individual de SSP 62 con la medición del valor de IV de los copos, el reactor individual de SSP 63 se carga con copos calentados. De este modo, los reactores individuales de SSP 61 a 65 se cargan de forma sucesiva con copos.

Hasta que el reactor individual de SSP 65 se haya llenado de copos, el proceso de SSP en el reactor individual de SSP 61 ha finalizado y los copos se retiran por transporte por el equipo de dosificación de copos 7 en dirección al reactor de refrigeración 8. Por este motivo, el reactor individual de SSP 61 se puede volver a llenar después de que se haya llenado el reactor individual de SSP 65. De este modo, el proceso de SSP, que se realiza preferiblemente de manera discontinua, se puede realizar como proceso prácticamente continuo con suministro continuo de copos desde el tornillo sin fin calefactor de SSP 5 y con una salida continua de copos desde el equipo de dosificación de copos 7 al reactor de refrigeración 8.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el procesamiento de plásticos contaminados triturados hasta copos, en el que el procesamiento comprende al menos las etapas de una descontaminación y una "solid state polycondensation" (tratamiento de SSP), **caracterizado** porque las dos etapas de la descontaminación y del tratamiento de SSP se producen en al menos un reactor, donde se realiza un calentamiento hasta la temperatura de proceso esencialmente en el exterior del al menos un reactor.
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la descontaminación se realiza en al menos un reactor de descontaminación (3) y el tratamiento de SSP, en al menos un reactor de SSP (6).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 y/o 2, **caracterizado** porque en el al menos un reactor (3, 6) no se produce entrada de energía mecánica en el material que se tiene que procesar.
- 15 4. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el material que se tiene que procesar se rodea por gas caliente en el reactor de descontaminación (3).
- 20 5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque el material que se tiene que procesar se rodea por aire.
6. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la descontaminación de los copos en el reactor de descontaminación (3) se produce de manera continua.
- 25 7. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque en el reactor de descontaminación (3) existe una temperatura entre 20°C y 200°C.
8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el calentamiento del material que se tiene que procesar hasta la temperatura del proceso antes del reactor de descontaminación (3) se produce de manera continua.
- 30 9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque el calentamiento se realiza en un tornillo sin fin calefactor o en un transportador helicoidal vibratorio.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque como agente para la transmisión del calor al material que se tiene que procesar se usa aceite térmico.
- 35 11. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el tratamiento de SSP se realiza de forma discontinua en el reactor de SSP (6).
- 40 12. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 2 a 11, **caracterizado** porque en el reactor de SSP (6) existen condiciones de presión negativa.
13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque en el reactor de SSP (6) existe un vacío con una presión de gas de cómo máximo 10000 Pa.
- 45 14. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la temperatura de proceso en el reactor de SSP (6) es mayor que la del reactor de descontaminación (3).
15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque la temperatura de proceso se sitúa preferiblemente entre 150°C y 250°C.
- 50 16. Método de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque el aumento de temperatura del material que se tiene que procesar se realiza de manera continua antes de la entrada en el reactor de SSP (6).
17. Método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado** porque el aumento de temperatura se realiza en un tornillo sin fin calefactor (5) o en un transportador helicoidal vibratorio.
- 55 18. Método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado** porque como agente para la transmisión de calor al material que se tiene que preparar se usa aceite térmico.
- 60 19. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizado** porque el proceso de SSP se realiza en atmósfera de gas protector.
20. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizado** porque se conduce una corriente de gas a través del material que se tiene que procesar, que extrae productos de descomposición, contaminantes así como partículas pequeñas del reactor de SSP (6).
- 65

ES 2 314 894 T3

21. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el valor de IV del material que se tiene que procesar se determina al menos una vez antes del o durante el proceso de procesamiento.

22. Método de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado** porque el resultado de la medición del valor de IV determina al menos partes del desarrollo del proceso.

23. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 2 a 22, **caracterizado** porque se realiza una medición al valor de IV antes de la entrada del material que se tiene que preparar en el reactor de SSP (6) y mediante su resultado se determina un tiempo de permanencia del material en el reactor.

24. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 22 a 23, **caracterizado** porque se realiza una medición adicional del valor de IV después de esencialmente la mitad del tiempo de permanencia determinado del material que se tiene que procesar en el reactor de SSP (6) y mediante su resultado se controla y, en un caso dado, se corrige el tiempo de permanencia determinado anteriormente en el reactor de SSP (6).

25. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes 1 a 22, **caracterizado** porque el material que se tiene que procesar, después del tiempo de permanencia en el reactor de SSP (6), se enfría hasta una temperatura por debajo del punto de transición vítrea, preferiblemente hasta una temperatura entre 50°C y 100°C.

26. Método de acuerdo con la reivindicación 25, **caracterizado** porque el enfriamiento se realiza en un tornillo sin fin de enfriamiento (8), un transportador helicoidal vibratorio (8) o en un reactor de lecho fluidizado (8).

27. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 25 a 26, **caracterizado** porque el enfriamiento se produce por aire del entorno.

28. Dispositivo para la realización del método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende al menos un reactor de descontaminación (3) y al menos un reactor de SSP (6) para la preparación de copos de plástico, **caracterizado** porque delante del al menos un reactor de descontaminación (3) hay un dispositivo (2, 5) para el calentamiento (2) de copos de plástico hasta la temperatura de proceso.

29. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 28, **caracterizado** porque el dispositivo para el calentamiento de los copos hasta la temperatura de proceso está formado por un tornillo sin fin calefactor (2) o un transportador helicoidal vibratorio (2).

30. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 29, **caracterizado** porque el al menos un reactor de descontaminación (3) presenta una forma cónica, que se ensancha en dirección de la gravedad.

31. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 30, **caracterizado** porque se proporcionan dos reactores de descontaminación (3).

32. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 31, **caracterizado** porque el al menos un reactor de descontaminación (3) comprende un equipo de paso de gas (11, 12), que retira los contaminantes del reactor (3).

33. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 32, **caracterizado** porque delante del al menos un reactor de SSP (6) hay un dispositivo para el calentamiento adicional (5) de copos hasta una temperatura superior a la temperatura de proceso en el reactor de descontaminación (3, 3').

34. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 33, **caracterizado** porque el dispositivo para el calentamiento está formado por un tornillo sin fin calefactor (5) o un transportador helicoidal vibratorio (5).

35. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 33, **caracterizado** porque el al menos un reactor de SSP (6) está configurado como reactor de vacío.

36. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizado** porque el al menos un reactor de SSP (6) comprende un equipo de flujo de gas (15), que retira los contaminantes del reactor de SSP (6).

37. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 36, **caracterizado** porque el equipo de paso de gas (15) está formado por un equipo de paso de gas inerte (15).

38. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 37, **caracterizado** porque el reactor de SSP (6) posee un equipo de retirada (14) para la retirada de muestras de copos para la determinación del valor de IV.

39. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 38, **caracterizado** porque al reactor de SSP (6) se asigna al menos una bomba (9), que genera el vacío y retira los contaminantes.

40. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 28 a 39, **caracterizado** porque detrás del reactor de SSP (6) hay una unidad de refrigeración (8).

ES 2 314 894 T3

41. Reactor de SSP (6) para la realización del tratamiento de SSP de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el reactor de SSP (6) está compuesto por al menos 2 reactores individuales (61, 62, 63, 64, 65), preferiblemente por de tres a siete reactores individuales.

5 42. Reactor de SSP (6) de acuerdo con la reivindicación 41, **caracterizado** porque los reactores individuales están formados por reactores para el accionamiento de forma discontinua del tratamiento de SSP.

10 43. Reactor de SSP (6) de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 41 y 42, **caracterizado** porque los reactores individuales de SSP (61 a 65) están unidos por un embudo distribuidor (16) y un canal de distribución (13) con la unidad colocada delante y se alimentan por la misma.

44. Reactor de SSP (6) de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 41 y 43, **caracterizado** porque los reactores individuales de SSP (61 a 65) tienen esencialmente forma de cilindro.

15 45. Reactor de SSP (6) de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 41 a 44, **caracterizado** porque los reactores individuales de SSP (61 a 65) se disponen en una estructura esencialmente circular.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

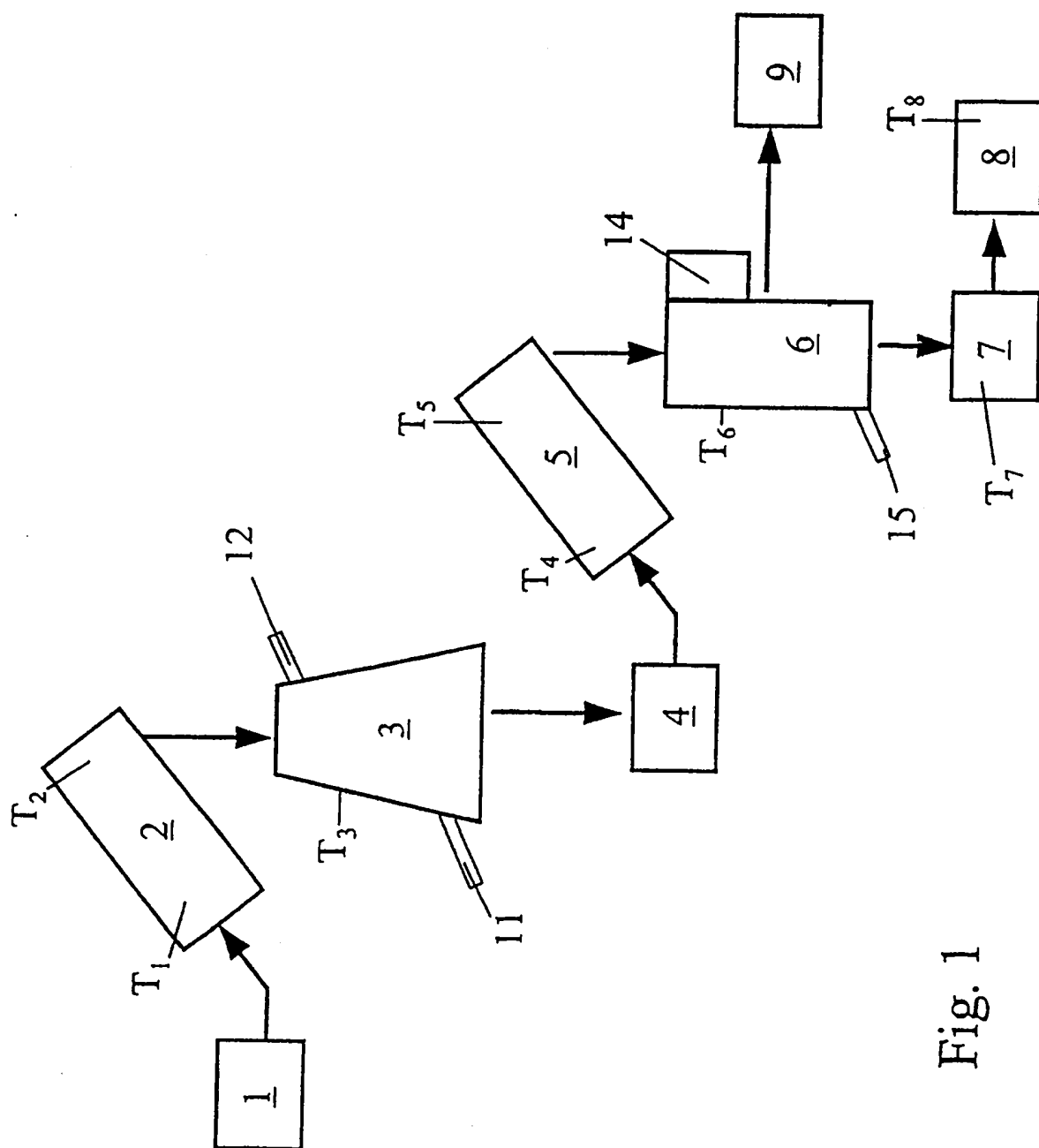


Fig. 1

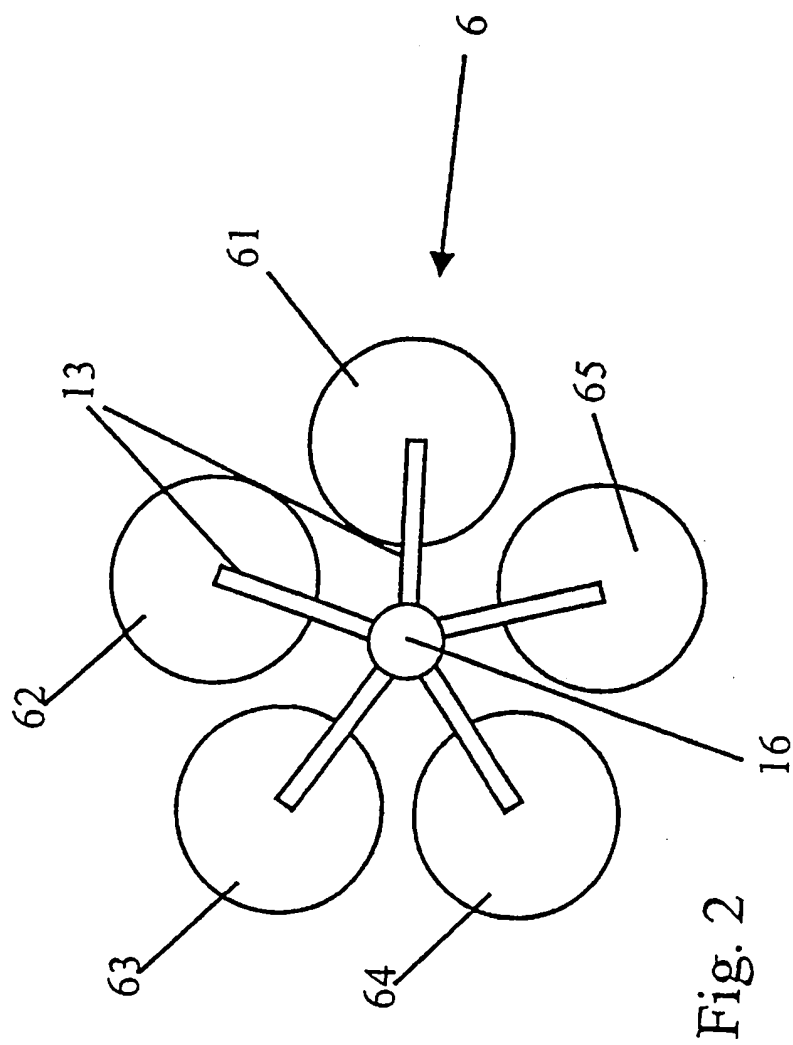


Fig. 2