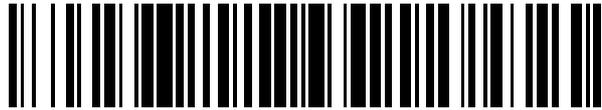


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 956**

51 Int. Cl.:

B29B 17/04 (2006.01)

C08J 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2011 E 11702386 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2525953**

54 Título: **Procedimiento para el acondicionamiento y detoxificación de un material**

30 Prioridad:

12.02.2010 AT 2112010
22.01.2010 AT 882010

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HACKL, MANFRED;
FEICHTINGER, KLAUS;
WENDELIN, GERHARD;
WEIGERSTORFER, GEORG y
DONALDSON, JAMES**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 448 956 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 según el concepto general de las reivindicaciones 1 y 2, así como a un dispositivo para realizar dicho procedimiento.

5 Sobre todo en el reciclaje de plásticos, es un requisito importante que los productos obtenidos del material reciclado sean de buena calidad y se parezcan lo máximo posible a los productos nuevos de materiales no reciclados. El material reacondicionado o reciclado o bien los productos hechos a partir de él deben cumplir los requisitos y normas mecánicos pertinentes y, en particular, no presentar problemas de olores molestos, tintes o incluso sustancias tóxicas migratorias, etc. Sobre todo los envases de plástico destinados al uso en la alimentación deben cumplir estrictas especificaciones legales alimentarias.

10 Por lo tanto, si se toman dichos materiales de los flujos de reciclaje, es necesario limpiarlos y reacondicionarlos debidamente. Además de diversos procesos de purificación y lavado, que limpian principalmente la superficie, a menudo hay que realizar otros lavados adicionales, sobre todo porque la mayoría de polímeros no son materiales "estancos" y se pueden producir migraciones al interior del material. Sin embargo, estas migraciones no puede eliminarse únicamente con procesos de lavado superficiales o exteriores.

15 Deben considerarse sustancias interferentes por regla general todas aquellas que emergen del material a tratar o se desprenden del material introducido o que eventualmente incluso se introducen junto con el material y pueden tener posteriormente un efecto negativo en el procesamiento o en la calidad del producto. Estas sustancias interferentes pueden adherirse externamente a las superficies del material a tratar, como es el caso sobre todo en el agua de lavar, revestimientos de superficies y demás, y una vez allí se volatilizan, se subliman o se desprenden de la superficie, etc. No obstante, estas sustancias interferentes pueden estar también presentes en la matriz del material o en su interior y, entonces, durante el procesamiento, se difunden hacia fuera y allí se volatilizan, se subliman, etc. Esto debe tenerse en cuenta sobre todo en los aditivos orgánicos, por ejemplo en plastificantes, pero también puede haber agua, monómeros, gases o ceras en la matriz. Por lo tanto, también puede tratarse en el caso de las sustancias interferentes a eliminar de sustancias sólidas que se subliman o de polvo.

20 Del estado de la técnica se conocen instalaciones y procedimientos en diversas configuraciones para reciclar y, simultáneamente, descontaminar o eliminar sustancias interferentes.

25 Por ejemplo, en EP 123 771 se describe una instalación básica para el reciclaje de polímeros. Sin embargo, por lo general estos dispositivos no son capaces de eliminar completamente todas las sustancias interferentes, lo que tiene un efecto perjudicial en el procesamiento o acondicionamiento.

30 De AT 504 854 se conoce, por ejemplo, el método de someter a gases los materiales a reacondicionar, a fin de secar estos y eliminar ciertas sustancias interferentes. Esta instalación ya funciona de forma satisfactoria.

35 Pero siempre es ventajoso mejorar aún más tanto la eficacia como el rendimiento económico de dichos procedimientos.

40 En DE 102005013701 se describe otro procedimiento, en el que un material introducido en un reactor SSP se somete a un agente de lavado gaseoso y a la vez se aplica un vacío.

45 En AT 506403 A4 se describen un procedimiento y un dispositivo para la descontaminación, en el que el material se somete a un agente de lavado gaseoso inerte.

50 Por lo tanto, el cometido de la presente invención es crear un procedimiento económico para el acondicionamiento de materiales con impurezas, con el que las sustancias interferentes no deseadas se puedan eliminar del material de forma eficiente, rápida y a ser posible completamente.

55 Este cometido se resuelve con un agente de lavado líquido mediante las características distintivas de la reivindicación 1 y, en el caso de un agente de lavado gaseoso, mediante las características distintivas de la reivindicación 2.

60 Conforme a la reivindicación 1, está previsto que la cantidad de agente de lavado introducida en el recipiente colector sea en el caso de un agente de lavado líquido $\leq 0,1$ litros por hora por kilogramo de material o caudal de paso de material por hora. No obstante, el vacío debe mantenerse al mismo tiempo siempre por debajo de los 100 mbar en el recipiente colector.

Conforme a la reivindicación 2, está previsto que la cantidad de agente de lavado introducida en el recipiente colector sea en el caso de un agente de lavado gaseoso $\leq 5 \text{ Nm}^3$, preferente y ventajosamente $\leq 0,1 \text{ Nm}^3$, (metros cúbicos normales V_n) por hora por kg de material o caudal de paso de material por hora. Al mismo tiempo, el vacío

- 5 debe mantenerse siempre por debajo de los 100 mbar. Adicionalmente, está previsto que el agente de lavado gaseoso entre en el recipiente colector o incida sobre el material a purificar a una velocidad de al menos 1 m/min. De este modo, se produce un desprendimiento hasta cierto punto forzado físicamente de las sustancias interferentes y las sustancias interferentes son arrastradas por el agente de lavado en circulación y captadas por la corriente de agente de lavado.
- 10 Las cantidades arriba indicadas de agente de lavado por hora se refieren al volumen del caudal del material a lavar o ya lavado o de la alimentación y la extracción al/del recipiente colector por hora, es decir, la cantidad de agente de lavado/h por cantidad de material/h.
- 15 Se ha comprobado en ensayos que de este modo se puede conseguir una detoxificación rápida y extremadamente eficaz de los materiales a reciclar o bien una eliminación casi completa de las sustancias interferentes de una forma más económica.
- 20 Todas las indicaciones en Nm^3 (metros cúbicos normales V_n) deben entenderse como valores según la DIN 1343, es decir, para gases secos con una humedad del aire del 0 %, siendo $T = 273,15 \text{ K}$ y $p = 1,01325 \text{ bar}$.
- 25 Como ya se ha descrito al principio, las sustancias interferentes se adhieren, por un lado, externamente a las superficies de los polímeros y, por otro lado, las sustancias interferentes también se concentran en poros, fisuras o grietas del material. Estas sustancias interferentes se pueden reducir por lo general sin problemas mediante un lavado a fondo.
- 30 No obstante, una parte no irrelevante de las sustancias interferentes se encuentra por lo general también contenida, captada o disuelta en el interior de la matriz del material. Sobre todo estas sustancias interferentes integradas en el matriz son especialmente difíciles de eliminar y, por lo general, para ello no basta con los procedimientos de lavado superficiales.
- 35 La eliminación de estas sustancias interferentes o impurezas es un proceso complejo y que aún no se entiende del todo. Su eliminación se produce básicamente en tres fases:
- 40 La primera fase es la difusión o migración de las sustancias interferentes desde interior de los materiales a la zona del borde exterior. Esta fase depende fuertemente de la temperatura aplicada. Sin embargo, la temperatura debe seleccionarse teniendo en cuenta el material, de tal modo que, sobre todo en el caso de los materiales polímeros, no se produzcan efectos negativos físicos o químicos y, en particular, no tenga lugar una fusión. También juega un cierto papel la presión ambiente, generándose un gradiente de la difusión y un aumento de la migración cuando la presión ambiente es reducida.
- 45 La segunda fase es el desprendimiento de las sustancias interferentes de la superficie del material. El desprendimiento se facilita mediante un agente de lavado y depende, entre otros, de la presión ambiente, o bien se favorece mediante la aplicación de vacío. Únicamente se puede conseguir un desprendimiento efectivo con un vacío inferior a 100 mbar.
- 50 En una tercera fase, la de la extracción, las sustancias interferentes deben ser arrastradas y sacadas del recipiente colector por el agente de lavado.
- 55 Mediante la selección de una temperatura correspondientemente elevada según la invención, la aplicación prevista del correspondiente vacío y la introducción de un agente de lavado, se puede conseguir una buena eficacia de detoxificación. No obstante, hay que tener aquí en cuenta otros factores, en particular la rentabilidad y la duración del procedimiento.
- 60 Un razonamiento natural y lógico que suele plantearse por regla general es que debería conducirse la cantidad más elevada posible de agente de lavado por el material para supuestamente desprender y arrastrar grandes cantidades de sustancias interferentes. También se describen en el estado actual de la técnica dichos procedimientos en los que, por ejemplo para el secado, se conduce por el material una gran cantidad de gas de barrido. Sin embargo, en estos procedimientos generalmente no se aplica ningún vacío, sino que dichos procedimientos se llevan a cabo en recipientes abiertos bajo presión ambiente. No obstante, con la falta de presión se reducen tanto la difusión como el desprendimiento de las sustancias interferentes. Por lo tanto, una gran cantidad de agente de lavado no resulta útil por sí sola.
- En este contexto, hay que tener en cuenta que la introducción de un agente de lavado – sobre todo de una gran cantidad de agente de lavado – en un recipiente evacuado conlleva forzosamente que esto tenga consecuencias muy negativas en el vacío o lo reduzca. Cuanto más agente de lavado se introduzca, mayor será la presión o menor será el vacío y menor será la migración y la evaporación o desprendimiento de las sustancias interferentes. Si se quisiera mantener el correspondiente vacío, apenas se podría introducir ya suficiente agente de lavado sin reducir

con ello el vacío, con lo que, aunque se multiplicaría la existencia de sustancias interferentes en la superficie, estas no se podrían desprender y, por lo tanto, tampoco eliminarse.

5 Por otro lado, para volver a compensar esto, tampoco se puede, sin embargo, limitarse a incrementar a voluntad el vacío para conseguir con ello la mayor migración posible así como un elevado grado de desprendimiento de las sustancias interferentes, pues para ello se necesitaría en particular un mayor rendimiento de succión de la bomba de vacío, lo que por su parte implicaría unos costes básicos y de servicio más elevados. Pero ni siquiera con los mejores equipos de vacío se podría conseguir un vacío suficientemente bajo con grandes cantidades de agente de lavado.

10 Por lo tanto, no se puede aplicar una gran cantidad de agente de lavado, sin tener en cuenta al mismo tiempo el vacío, para conseguir supuestamente un desprendimiento elevado y un alto grado de extracción de las sustancias interferentes. Por el contrario, esto sería incluso contraproducente, ya que, como se ha descrito, o bien disminuiría con ello el vacío, lo que a su vez reduciría la eficacia de detoxificación debido a una peor difusión y a un menor desprendimiento, o bien el procedimiento ya no podría llevarse a cabo de ningún modo o al menos no de un modo económicamente justificable.

15 En consecuencia, hay que llegar a un equilibrio entre parámetros opuestos o bien armonizarlos entre sí. Con ello, entonces también se puede calcular el tiempo de permanencia necesario del material en el recipiente colector.

20 El efecto de purificación aumenta una media de entre el 5 y el 65 % frente a un tratamiento sin agente de lavado. Se ha comprobado que las sustancias interferentes con puntos de evaporación más elevados experimentan durante la purificación un mayor incremento que las sustancias interferentes que se pueden evaporar con facilidad o que de por sí son básicamente fáciles de purificar. Los productos obtenidos cumplen todas las normas necesarias y, por ejemplo, obtienen la certificación conforme al documento europeo ILSI o la FDA o la EFSA.

25 En los ensayos en los que se basa la invención, se comprobó sorprendentemente que, al contrario de lo que se creía hasta ahora, no son necesarias grandes cantidades de agente de lavado y que incluso cantidades muy reducidas de agente de lavado bastan para aumentar drásticamente la eficacia de la detoxificación. Con esto se facilita considerablemente el mantenimiento del vacío necesario de forma más económica, con un desprendimiento más eficaz de las sustancias interferentes de la superficie. De este modo, el procedimiento es más económico y se reduce el tiempo del proceso o bien puede acortarse el tiempo de permanencia en el reactor.

30 En las reivindicaciones dependientes se describen otras configuraciones ventajosas del procedimiento según la invención:

35 Por ejemplo, resulta ventajoso para una difusión o migración eficaces de las sustancias interferentes del interior de los materiales a la superficie, así como para un buen desprendimiento, que esté previsto que el vacío se mantenga permanentemente por debajo de los 50 mbar, en particular entre 10 y 20 mbar, preferentemente por debajo de 2 mbar.

40 Conforme a una configuración ventajosa del procedimiento, es posible aplicar como agente de lavado una sustancia gaseosa, en particular aire, dióxido de carbono, vapor de agua, un gas inerte como por ejemplo el nitrógeno, etc. Los agentes de lavado gaseosos se pueden utilizar también en particular para un secado adicional de los materiales en el recipiente colector. En principio, son especialmente aptos todos los gases inertes, ya que apenas influyen o no influyen en absoluto en el polímero en el entorno caliente del interior del recipiente de pretratamiento.

45 Como alternativa, también se puede emplear ventajosamente como agente de lavado un líquido que se evapore directamente después de entrar en el recipiente colector, en particular agua. Sobre todo el agua hace que la efectividad para la detoxificación sea especialmente elevada y es más eficaz que el aire incluso en cantidades muy reducidas. Por lo general, los agentes de lavado líquidos son más fáciles de almacenar y de dosificar. En particular, cuando se evaporan al entrar en el recipiente colector se produce un cambio de estado, el cual contribuye a que el desprendimiento de las sustancias interferentes de las superficies de las partículas de polímero sea aún mejor. Por lo general se produce, al menos a corto plazo, una humectación de la superficie de las partículas de material con el agente de lavado líquido. Esto permite que el agente de lavado desprenda las sustancias interferentes que se encuentran en la superficie. Con la evaporación del agente de lavado que se produce poco después, las sustancias interferentes se desprenden de la superficie con una eficacia aún mayor.

50 En este contexto, es ventajoso que el agente de lavado sea polar o apolar. Esto permite lograr la disolución o mezcla más eficaz posible de las sustancias interferentes en el agente de lavado en función del carácter o de la polaridad de dichas sustancias.

60 Conforme a un modo de ejecución ventajoso del procedimiento, puede estar previsto que el agente de lavado se caliente y/o se seque antes de su entrada en el recipiente colector, por ejemplo mediante un dispositivo de

calentamiento o un dispositivo de secado de gas anteconectado. El precalentamiento se produce ventajosamente y ahorrando energía con el calor residual del sistema global.

5 En el caso de los agentes líquidos, la energía de evaporación se extrae ventajosamente del sistema. Para este fin, el disco de abajo del todo, que suele ser un disco refrigerado, puede estar equipado con boquillas y emplearse la energía de evaporación para enfriar el disco.

10 El tipo de agentes de lavado a introducir depende del tipo y cantidad de sustancias interferentes esperadas, de las propiedades del material a purificar y del tipo de tarea:

15 Si, por ejemplo, se trata de limpiar botellas de leche de poliuretano de alta densidad (HDPE) de productos de migración, entonces además de la temperatura del proceso correcta y del ajuste del vacío necesario resulta ventajosa la introducción de agua o de aire para intensificar la purificación. El agua se inyecta en pequeñas cantidades y se convierte bajo las condiciones del proceso en vapor o gas. La aplicación de agua en el caso del HDPE o de otras poliolefinas es relativamente poco problemática, ya que estos polímeros reaccionan de forma relativamente insensible al agua bajo las condiciones del proceso dadas, en particular a una temperatura más elevada.

20 Pero si la tarea consiste en limpiar copos de tereftalato de polietileno (PET) de productos de migración y se desea conservar o incluso mejorar las propiedades materiales del PET, entonces el agua es un agente muy desfavorable, precisamente porque el agua o el vapor de agua pueden producir a temperaturas más elevadas una degradación de las cadenas moleculares del PET. También el aire o el oxígeno pueden producir, por ejemplo, una decoloración oxidativa no deseada. Por este motivo, es preferible utilizar un gas inerte o un líquido que no afecte al polímero. Además, en caso de policondensación, que se puede producir bajo ciertas circunstancias, se genera etilenglicol o dietilenglicol. También estos productos son correspondientemente más fáciles de evacuar. Sin embargo, es requisito previo que el agente de lavado a introducir esté libre de humedad, por ejemplo nitrógeno seco.

30 Sin embargo, también hay tareas en las que es deseable influir de una forma específica en la viscosidad del PET y evacuar simultáneamente los productos de migración, por ejemplo en la reconducción de material de reciclaje a un proceso de polimerización. En este caso, sí es deseable una degradación de las cadenas moleculares y, por ejemplo, el agua da buenos resultados como agente de lavado, ya que, además de una evacuación acelerada de las sustancias de migración, también se encarga de que se produzca una degradación de las cadenas moleculares.

35 No obstante, la principal misión del agente de lavado es desprender los productos de migración de la superficie de las partículas de polímero, así como evacuar a continuación los productos de migración.

40 Conforme otra ejecución ventajosa del procedimiento, está previsto que el agente de lavado entre en el recipiente colector o incida sobre el material a purificar a una velocidad de al menos 1 m/min. Se ha comprobado que, sobre todo la segunda fase, es decir, el desprendimiento de las sustancias interferentes de la superficie de los materiales, también depende de la velocidad del agente que pasa por el material o de la velocidad en que el agente de lavado incide en la superficie. De este modo, el desprendimiento de las sustancias interferentes es, hasta cierto punto, forzado físicamente y las sustancias interferentes son arrastradas por el agente de lavado en circulación. Este efecto se produce a una velocidad límite del agente de lavado de al menos un metro por minuto, en la mayoría de los casos incluso a unos 0,8 o 0,9 m/min. Por lo tanto, si el agente de lavado incide sobre una partícula de polímero a purificar a dicha velocidad o a una velocidad de incidencia superior, se arrastran grandes cantidades de sustancias interferentes que, debido a la temperatura, ya han migrado a la superficie de los copos y son captadas por la corriente de agente de lavado.

50 Según otra ejecución ventajosa del procedimiento, está previsto que la cantidad de agente de lavado que entra en el recipiente colector esté en el caso de un agente de lavado gaseoso en una gama de 0,1 a 4,7 Nm³ (metros cúbicos normales V_n), preferentemente entre 1 y 3 Nm³, por hora por kilogramo de caudal de paso de material por hora y, en el caso de un agente de lavado líquido antes de la evaporación, en una gama de entre 0,0001 y 0,08 litros, preferentemente entre 0,003 y 0,05 litros, por hora por kilogramo de caudal de material por hora. Por lo general, la presión negativa oscila entre los 2 y 20 o 50 mbar. Dentro de estas gamas, el procedimiento se puede realizar de forma eficaz, económica y rápida.

60 Conforme a otra ejecución del procedimiento especialmente ventajosa, está previsto que la cantidad de agente de lavado que entra en el recipiente colector sea en el caso de un agente de lavado gaseoso $\leq 0,050$ Nm³, preferentemente esté en una gama de 0,001 a 0,047 Nm³ (metros cúbicos normales V_n), preferentemente entre 0,001 y 0,030 Nm³, por hora por kilogramo de caudal de paso de material por hora y, en el caso de un agente de lavado líquido, esté en una gama de entre 0,0001 y 0,08 litros antes de la evaporación, preferentemente entre 0,003 y 0,05 litros, por hora por kilogramo de caudal de material por hora. Por lo general, la presión negativa oscila entre los 2 y 20 o 50 mbar. Dentro de estas gamas, el procedimiento se puede realizar de forma eficaz, económica y rápida.

El procedimiento según la invención se realiza ventajosamente de forma continua, introduciéndose el material a detoxificar en el recipiente colector y extrayéndose nuevamente tras un cierto tiempo de permanencia de forma continua, por ejemplo a un tornillo sinfin de transporte, un extrusor o a otro recipiente de tratamiento, y el agente de lavado también fluye al interior o vuelve a extraerse de forma continua.

5 Es especialmente eficaz que el agente de lavado se introduzca por la zona de la base del recipiente colector, que en particular es cilíndrico.

10 Puesto que los copos circulan dentro del recipiente colector formando un torbellino de mezcla giratorio, los materiales a menudo pasan rozando por el orificio de adición del agente de lavado. Aquí es ventajoso que el orificio de adición sea relativamente pequeño. De este modo, el agente de lavado incide sobre los materiales en este punto localizado y las sustancias interferentes se desprenden y son captadas por la corriente de gas. A continuación, la partícula sigue moviéndose y la siguiente partícula cae en el ámbito de influencia de la corriente de agente de lavado. De esta forma, una gran cantidad de partículas pasa durante un cierto periodo de tiempo por aquel punto o por aquella zona de adición resaltada en el/la que la velocidad o flujo local del agente de lavado es superior a 1 m/min. El hecho de que la velocidad se pueda reducir en otras zonas situadas más alejadas de la boquilla de adición es secundario, puesto que el desprendimiento ya se ha producido de todos modos.

15 20 Una variante preferente, sobre todo para alcanzar la velocidad mínima del agente de lavado con seguridad, está caracterizada por que el agente de lavado se introduce a través de al menos una, dado el caso la única, boquilla, por ejemplo una boquilla de aguja, preferentemente de un diámetro de entre 1 y 3 mm. La superficie abierta de la boquilla es ventajosamente menor o igual a 70 mm².

25 A menudo se colocan chapas deflectoras delante de los orificios de adición para evitar que se obturen. En el caso presente, no es necesario ni ventajoso, ya que esto afectaría negativamente a la aplicación directa e inmediata del agente de lavado sobre las partículas. Por lo tanto, los orificios de entrada del agente de lavado al recipiente colector deben estar descubiertos en la medida de lo posible y exentos de cubiertas que desvíen la corriente de lavado o disminuyan su velocidad.

30 Sobre todo en el tratamiento de los materiales polímeros, es ventajoso que los copos se mantengan fragmentados y con capacidad de corrimiento, pues solo así se puede garantizar una gran superficie total en el material. Por este motivo, es ventajoso prever que, durante el acondicionamiento del material polímero, el tratamiento se realice a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea y por debajo de la gama de fusión, preferentemente a una temperatura en la que el material está en un estado ablandado, preferentemente dentro de la gama del punto de ablandamiento de VICAT (conforme a DIN 306, A, 10N, 50 k/h). Los copos así ablandados y pegajosos se mantienen, gracias al constante movimiento y mezcla, fragmentados y con libre capacidad de corrimiento o bien se evita que se aglutinen y formen una masa compacta con una superficie reducida.

35 40 Conforme a una ejecución ventajosa del procedimiento, es posible anteconectar o conectar a continuación del recipiente colector al menos otro recipiente colector o recipiente de pretratamiento y que el material pase por todos los recipientes colectores consecutivamente. El procedimiento según la invención se realiza preferentemente en cada uno de los recipientes colectores, si bien el modo de ejecución del procedimiento también puede variar. Mediante la correspondiente selección de los parámetros en función del material y de las sustancias interferentes esperadas, puede estar previsto para alcanzar una mejor eficacia de detoxificación que en los recipientes se utilicen distintos tipos y/o distintas cantidades de agentes de lavado. Por ejemplo, para una eliminación completa de varias sustancias interferentes al mismo tiempo es ventajoso usar en los recipientes colectores agentes de lavado de distinta polaridad, por ejemplo un agente de lavado polar en el recipiente de pretratamiento y un agente apolar en el recipiente de tratamiento principal o viceversa. En WO 03/103915, por ejemplo, se describe un dispositivo ventajoso para ello.

45 50 En este contexto, es especialmente ventajoso que esté previsto un recipiente de pretratamiento y un recipiente de tratamiento principal conectado a él, realizándose el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores [sic] en cada uno de los dos recipientes. Se consigue una detoxificación especialmente eficaz cuando la temperatura es mayor en el recipiente de tratamiento principal que en el recipiente de pretratamiento y/o la presión es inferior en el recipiente de tratamiento principal que en el recipiente de pretratamiento.

55 60 Además, está previsto según la invención o bien se resuelve el cometido mediante un dispositivo especial en el que está previsto que el medio de alimentación de gas esté configurado de tal modo que el agente de lavado se pueda introducir en el recipiente colector a una velocidad de al menos 1 m/min y que el recipiente colector y la bomba de vacío estén constituidos o su construcción diseñada de tal modo que en el recipiente colector se pueda mantener permanentemente un vacío por debajo de 100 mbar. Con un dispositivo de este tipo, el procedimiento según la invención puede llevarse a cabo de forma rápida y sencilla.

El dispositivo según la invención se basa fundamentalmente en un dispositivo convencional, tales como los que pueden adquirirse de la empresa Erema, por ejemplo con el nombre de Vacurema® Basic, Advanced o Prime. Se puede aplicar, por ejemplo, un dispositivo como el descrito en la EP 2 117 796.

5 En el procedimiento según la invención, el agente de lavado, que es capaz de desprender, captar y arrastrar las sustancias interferentes, se introduce en el recipiente colector desde abajo, es decir, por una zona situada por debajo del nivel del material que se encuentra en el compresor de corte en funcionamiento o por debajo del nivel de material del torbellino de mezcla que se genera. El agente de lavado enriquecido, dado el caso saturado y entonces gaseoso se extrae del compresor de corte por una zona situada por encima del nivel del material que se encuentra dentro del compresor de corte en funcionamiento o bien por encima del nivel de material del torbellino de mezcla. Se forma con ello un flujo forzado y el agente de lavado pasa por al menos una parte del material.

10 Los medios de alimentación del agente de lavado pueden estar constituidos a modo de medios de alimentación pasivos, por ejemplo meras aberturas, a través de los cuales solo se aspira el gas pasivamente al interior del compresor de corte, por ejemplo mediante presión negativa en el compresor de corte. Pero los medios de alimentación también pueden ser medios de alimentación activos, por ejemplo boquillas o similares, a través de los cuales se insufla, inyecta o bombea el gas activamente al interior del compresor de corte con sobrepresión, por ejemplo con bombas, sopladores, etc.

15 Los medios de alimentación pueden estar dispuestos, en particular en forma de una o de varias boquillas, por un lado en la zona de la base del compresor de corte, por debajo de la herramienta de mezcla de más abajo situada en la base, y allí preferentemente dentro del tercio del radio más interior de la zona de la base. Cuando los medios de alimentación están constituidos en la zona de la base, con la insuflación del agente de lavado desde abajo se produce también una cierta descompactación del depósito de sedimentación, con lo que se garantiza un tratamiento y detoxificación aún mejores del material.

20 Los medios de alimentación pueden estar constituidos a modo de orificios singulares sueltos o en forma de un orificio tipo ranura anular que discurra casi de forma continua alrededor del paso del árbol motor de la herramienta de mezcla a través de la zona de la base.

25 Como alternativa o complemento de los orificios de la zona de la base, los medios de alimentación también pueden estar dispuestos en la pared lateral del compresor de corte, si bien hay que tener en cuenta que los medios de alimentación queden siempre por debajo del nivel del material. Es ventajoso posicionar los medios de alimentación en la zona del tercio inferior de la altura total del compresor de corte, en particular por debajo de las herramientas de mezcla inferiores o de más abajo, cercanas a la base.

30 En los dispositivos con varias herramientas de mezcla superpuestas, es ventajoso para la realización del procedimiento que los medios de alimentación estén dispuestos entre las herramientas de mezcla de más arriba y las de más abajo o bien que desemboquen en el espacio formado entre dos discos o herramientas de mezcla respectivamente. De este modo, el agente de lavado pasa bien por el material y este flujo tiene una acción combinada ventajosa con la mezcla efectuada por las herramientas de mezcla.

35 Ventajosamente, los medios de alimentación no desembocan en la zona de los cantos de los discos portantes o de las herramientas de mezcla, sino, en particular respectivamente, en el recipiente colector en la zona entre dos discos portantes o herramientas de mezcla respectivamente, o bien están dispuestos ahí, estando colocados los medios de alimentación en particular de forma centrada entre respectivamente dos discos portantes o herramientas de mezcla.

40 En este contexto, es especialmente ventajoso que haya perforaciones en el disco portante superior, ya que de este modo se pueden extraer de forma efectiva las sustancias interferentes de la zona situada entre las herramientas de mezcla.

45 Cuando los medios de alimentación están dispuestos en aquella zona de la pared lateral del recipiente en la que las partículas de material en rotación ejercen la mayor presión sobre la pared lateral, los medios de alimentación tienen que contrarrestar esta presión e introducir el agente de lavado con presión en el interior del recipiente a modo de medios de alimentación activos.

50 Los medios de alimentación de gas también pueden estar constituidos en la pared lateral a modo de orificios sueltos singulares. Pero también pueden estar constituidos en forma de un paso anular que se extienda a lo largo del perímetro.

55 Como alternativa o complemento de las posibilidades de disposición descritas hasta ahora, los medios de alimentación también pueden estar dispuestos en al menos una de las herramientas de mezcla o en el disco portante. En este caso, es ventajosa una disposición en la herramienta de mezcla inferior, la más cercana a la zona de la base, o en el disco portante inferior. Cuando los medios de alimentación se disponen en las herramientas de

mezcla o en los discos portantes, es ventajoso constituir los medios de alimentación en el lado vuelto hacia la zona de la base.

5 También resulta ventajoso disponer los medios de alimentación cerca del eje del disco portante o de las herramientas de mezcla y, ventajosamente, cerca de los bordes de las herramientas que se mueven por inercia al girar el disco portante o bien cerca de la perforación. Esto permite garantizar una eliminación eficaz de las sustancias interferentes.

10 Asimismo es posible, aunque algo más complicado, que el paso de los agentes de lavado por el material se efectúe según el principio de flujo transversal, es decir, de pared lateral a pared lateral. No obstante, esto resulta ventajoso cuando se pretende evitar una posible recondensación. En principio, también es posible realizar la alimentación de los agentes de lavado desde arriba.

15 Para regular la alimentación o evacuación, los medios de alimentación se pueden cerrar o controlar ventajosamente al menos en parte. Un elemento de ajuste o una válvula regulan aquí ventajosamente la cantidad de agentes de lavado. El elemento de ajuste se puede regular mediante la medición del vacío. Esto es ventajoso en la medida en que se puede seguir manteniendo el vacío para posibilitar un gradiente de la difusión suficiente.

20 Se ha comprobado en ensayos que con la introducción según la invención de agentes de lavado en un recipiente colector estanco al vacío se puede aumentar el efecto de limpieza o reducir el tiempo del proceso. Aquí es esencial que los agentes realmente tengan que pasar en flujo por el material y al mismo tiempo se mantenga aún el vacío en su mayor parte.

25 La invención se describe a continuación sobre la base de ejemplos especialmente ventajosos, pero no restrictivos.

Los dibujos muestran dispositivos especialmente preferentes, en los que también se han llevado a cabo los siguientes ejemplos de ejecución del procedimiento:

- 30 La fig. 1 muestra un dispositivo de una etapa
 La fig. 2 muestra un dispositivo de dos etapas con un recipiente de pretratamiento
 La fig. 3 muestra un dispositivo de dos etapas con dos recipientes de pretratamiento

35 La fig. 1 muestra un dispositivo de una etapa, cuya construcción se basa en una instalación Vacurema® Basic, con la diferencia de que aquí está constituido un orificio de adición 2 para el agente de lavado. El dispositivo consta de un recipiente colector o reactor de vacío o compresor de corte 1 evacuable mediante una bomba de vacío, que está acoplado a un extrusor de un solo tornillo sinfín 4 por su zona de abajo del todo. Los copos con impurezas a reciclar van a parar a través de una esclusa de vacío 6 al recipiente colector 1 desde arriba, allí se calientan, reblandecen pero no funden, mueven constantemente, mezclan y Trituran mediante herramientas de mezcla y de agitación 3 accionadas con un movimiento giratorio en un eje vertical. Simultáneamente, se introduce un gas de barrido desde abajo a través de un orificio de adición 2 que se encuentra en la base, se aplica a través del material o torbellino de mezcla y se vuela a extraer por arriba a través del orificio de aspiración 7. Por lo tanto, el procedimiento según la invención se realiza en el recipiente colector 1, con lo que se produce una descontaminación, al mismo tiempo que el secado, cristalización y aumento de la viscosidad intrínseca. Tras el correspondiente tiempo de permanencia, el material se introduce mediante alimentación forzada en la zona de entrada del extrusor 4, manteniendo el vacío, y allí se funde y después de filtra y se sigue procesando.

50 La fig. 2 muestra una instalación cuya construcción se basa en una instalación Vacurema® Advance. Aquí están previstos dos recipientes colectores 1, 1' – configurados respectivamente como el recipiente de la fig. 1 – o bien el recipiente de tratamiento principal 1 evacuable lleva anteconectado un recipiente de pretratamiento 1' evacuable en el que se introduce primero el material de partida a limpiar y a reciclar y se trata conforme al procedimiento según la invención. Pasado el correspondiente tiempo de permanencia, el material se hace pasar del recipiente de pretratamiento 1' al recipiente de tratamiento principal 1 a través de un tornillo sinfín de descarga 5 no compresor bajo vacío y allí se somete nuevamente al tratamiento según la invención – en particular, bajo condiciones modificadas pero aún conformes a la invención - y se lleva a término de forma análoga a la fig. 1.

55 La fig. 3 muestra una instalación cuya construcción se basa en una instalación Vacurema® Prime. Aquí están previstos tres recipientes colectores 1, 1', configurados respectivamente como el recipiente de la fig. 1, en concreto un recipiente de tratamiento principal 1 evacuable y dos recipientes de pretratamiento 1' anteconectados al recipiente de tratamiento principal 1. Los dos recipientes de pretratamiento 1' están conectados en paralelo entre sí o bien uno junto al otro o bien funcionan respectivamente de forma alterna y en servicio discontinuo y alimentan el recipiente de tratamiento principal 1 conectado a continuación por turnos y, con ello, de forma continua. Los tres recipientes 1, 1' están configurados, o bien están equipados respectivamente con un orificio de adición 2 para el agente de lavado, de tal modo que en cada uno de los recipientes 1, 1' se puede llevar a cabo el procedimiento según la invención, dado el caso con distintos parámetros.

Como alternativa, puede estar previsto que en los recipientes de pretratamiento 1' conforme a las figs. 2 y 3 no se introduzca o no se pueda introducir ningún gas de barrido o bien que estos funcionen de la forma convencional. Sin embargo, en el recipiente de tratamiento principal 1 se produce en cualquier caso la introducción del gas de barrido conforme al procedimiento según la invención.

5

Los siguientes ejemplos del procedimiento se realizaron con los dispositivos aquí descritos.

Ejemplo 1:

10 Purificación de botellas de leche de HDPE en un proceso de una etapa – Vacurema® Basic

En el procesamiento de copos de HDPE de botellas de leche, que se sometieron a un prelavado en una instalación de lavado convencional, se consiguieron los siguientes efectos con una instalación Vacurema® Basic adaptada (fig. 1):

15

Si, por ejemplo, se tiene un punto de trabajo de $T_{\text{polímero}} = 115 \text{ °C}$, una presión p en el recipiente = 10 mbar, un tiempo de permanencia = 60 min y una eficacia de limpieza de aproximadamente el 92,3 % con ciertos productos químicos marcadores como, por ejemplo, el tolueno o cloroformo, la eficacia de limpieza se incrementa al 98,2 % cuando se introduce un agente de lavado, en concreto 0,003 litros de agua por hora por kg de material y hora (el caudal de material estaba aproximadamente entre los 300 y 350 kg PE/h), que se evapora en el recipiente. Al hacerlo, el vacío se reduce a aprox. entre 20 y 50 mbar, pero sigue siendo suficiente.

20

Ejemplo 2:

25 Purificación de botellas de HDPE en un proceso de dos etapas – Vacurema® Advanced

Las botellas de leche de HDPE, prelavadas previamente en una instalación de lavado convencional, se procesan en un sistema Vacurema® Advanced® adaptado (fig. 2) y se liberan de las sustancias tóxicas difundidas en su interior. El dispositivo consta de un recipiente de pretratamiento 1' y de un recipiente de tratamiento principal 1 conectado a continuación. Ambos recipientes 1, 1' funcionan bajo vacío y pueden someterse a un gas de barrido.

30

Los copos de HDPE prelavados y molidos se introducen de forma continua en el recipiente de pretratamiento 1' en estado frío, seco y en pequeñas porciones a través de una esclusa 6 (caudal de material de 1000 kg/h). Los copos se calientan mecánicamente bajo agitación constante y bajo vacío. La temperatura se mantiene por debajo o próxima a la temperatura de Vicat para evitar que los copos se peguen o aglomeren. Los copos se comportan en el recipiente de pretratamiento 1' como un fluido y circulan bajo constante agitación por el recipiente, siendo el tiempo de permanencia medio de unos 50 minutos y alcanzándose una temperatura en la zona inferior del recipiente de aprox. entre 90 y 115 °C. Al mismo tiempo, se mantiene un vacío de aprox. entre 1 y 30 mbar. En condiciones óptimas, en particular con una humedad residual mínima, etc., el vacío puede incluso caer por debajo de 1 mbar.

35

40

El objetivo en este recipiente antepuesto 1' es eliminar las sustancias tóxicas difundidas en los copos al menos en las zonas cercanas a la superficie de dichos copos.

45

Para este fin, por la zona inferior del recipiente se inyecta a través de una boquilla de aguja 2 una cantidad de aproximadamente entre 0,01 y 0,03 l de agua por hora por kg de material por hora con una velocidad de flujo de aproximadamente 2 m/min, se evapora inmediatamente y circula según el principio de contracorriente por el material en movimiento. El punto de aspiración se encuentra en la tapa del recipiente. Con la evaporación del agua en el recipiente se produce un fuerte incremento del volumen. El vacío disminuye a aproximadamente entre 10 y 30 mbar.

50

El material pasa entonces al recipiente de tratamiento principal 1 a través de esclusas u órganos de transporte 5. Allí se produce otro tratamiento bajo otras condiciones.

En concreto, las condiciones existentes en ambos recipientes son las siguientes:

55 Recipiente de pretratamiento:

$$T_{\text{mat}} = 101 \text{ °C}$$

$$p = 29 \text{ mbar}$$

Agente de lavado: agua en una cantidad de 0,02 l/h por caudal de material en kg/h

Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

60

Recipiente de tratamiento principal (reactor):

$$T_{\text{mat}} = 123 \text{ °C}$$

$$p = 3 \text{ mbar}$$

Agente de lavado: aire en una cantidad de 0,0033 Nm³/h por caudal de material en kg/h, lo que corresponde en un caudal de material de 1000 kg PE/h a una cantidad de 3,36 Nm³/h de aire de barrido/h o bien 1650 m³/h con las condiciones arriba mencionadas
 Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

5 El efecto de limpieza con ciertos productos químicos marcadores, como por ejemplo el tolueno o el clorobenceno, aumenta mediante el procedimiento según la invención, en el caso del tolueno del 94,6% (sin agente de lavado) al 99,8%, y en el caso del clorobenceno, del 93,7% al 99,8%.

10 Ejemplo 3:

Comparativa aire-agua

15 Aquí se sustituyó en el recipiente de tratamiento principal 1 según el ejemplo 2 el aire por agua como agente de lavado, con lo que las condiciones dentro del recipiente de tratamiento principal 1 cambiaron de la siguiente manera:

Recipiente tratamiento principal (reactor):

$T_{mat} = 124 \text{ °C}$

$p = 5 \text{ mbar}$

20 Agente de lavado: agua en una cantidad de 0,0032 l/h por caudal de material en kg/h, lo que corresponde a aprox. 1,800 m³ de vapor de agua/h por caudal de material en kg/h con las condiciones arriba mencionadas
 Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

25 Los productos químicos tolueno y clorobenceno ya no pudieron detectarse en el material puesto que quedaron por debajo del límite de detección.

Ejemplo 4:

Purificación de botellas de polipropileno

30 Las botellas de PP se trataron en forma análoga al ejemplo 2 bajo las siguientes condiciones:

Recipiente de pretratamiento:

$T_{mat} = 122 \text{ °C}$

$p = 35 \text{ mbar}$

35 Agente de lavado: agua en una cantidad de 0,028 l/h por caudal de material en kg/h, lo que corresponde a aprox. 2,640 m³ de vapor de agua/h por caudal de material en kg/h con las condiciones arriba mencionadas
 Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

Recipiente de tratamiento principal (reactor):

$T_{mat} = 135 \text{ °C}$

$p = 3 \text{ mbar}$

40 Agente de lavado: agua en una cantidad de 0,0012 l/h por caudal de material en kg/h, lo que corresponde a aprox. 1,900 m³ de vapor de agua/h por caudal de material en kg/h con las condiciones arriba mencionadas (= 1900 m³ de vapor de agua/h por 1000 kg PP/h)

45 Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

50 Se analizó el contenido de limoneno antes y después de la fase de lavado. Según el recuento con un sistema de detección de espacios vacíos, los valores de partida en los copos de PP con impurezas estaban en una gama de aprox. entre 32544 y 46800 unidades. Sin la aplicación de agentes de lavado, el recuento fue de aproximadamente entre 5200 y 8900 unidades. Con el uso según la invención de agentes de lavado, los valores en el material tratado retrocedieron a entre 1250 y 1500 unidades.

Ejemplo 5:

55 Purificación de botellas de leche de HDPE

60 El procedimiento se realizó según el ejemplo 2, si bien con un tiempo de permanencia de 60 minutos tanto en el recipiente de pretratamiento como en el recipiente de tratamiento principal. Se utilizaron copos de HDPE impurificados con limonenos. En un ensayo de larga duración, se extrajeron de forma continua 3000 muestras a fin de observar la evolución de la descontaminación.

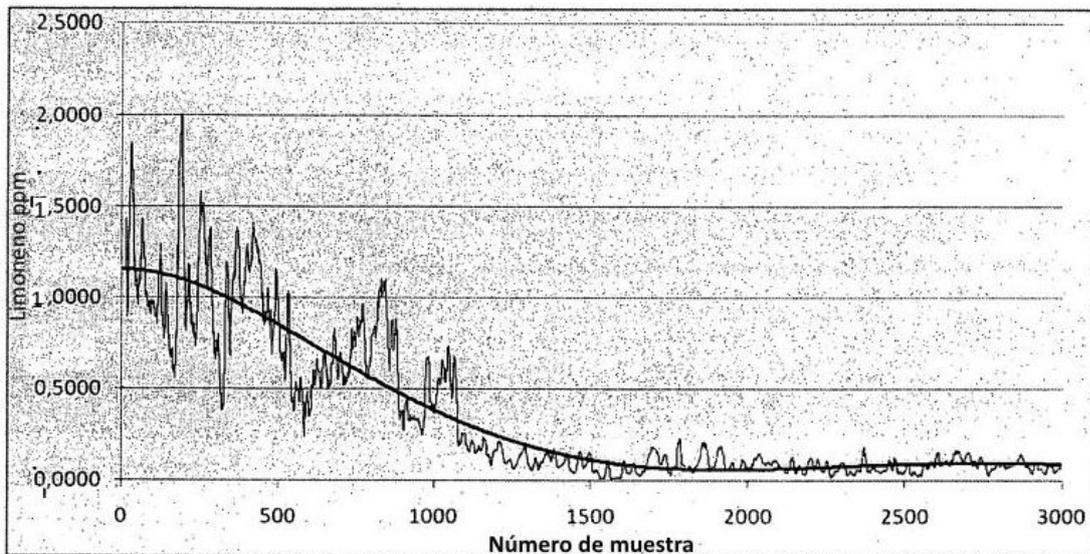
En primer lugar (hasta la muestra 200) se trataron los copos sin agente de lavado, únicamente bajo vacío, con lo que el contenido medio de limonenos retrocedió a aproximadamente 1,2 ppm y se estabilizó ahí.

A continuación, con parámetros por lo demás iguales, se añadieron agentes de lavado, en concreto con una aplicación combinada de agua en el recipiente de pretratamiento 1' y de aire en el recipiente de tratamiento principal 2 [sic]. A partir de la muestra 200, se introdujeron los agentes de lavado en ambos recipientes, en concreto bajo las siguientes condiciones:

- 5 Recipiente de pretratamiento:
 - $T_{mat} = 104\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $p = 22\text{ mbar}$
 - Agente de lavado: agua en una cantidad de 0,045 l/h por caudal de material en kg/h, lo que corresponde en un caudal de material de aprox. 1000 kg PE/h a una cantidad de gas de barrido (vapor de agua) de aprox. 43 m³/min con las condiciones arriba mencionadas
 - Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min
- 10
- 15 Recipiente de tratamiento principal (reactor):
 - $T_{mat} = 121\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $p = 5\text{ mbar}$
 - Agente de lavado: aire en una cantidad de 2,3 m³/h por caudal de material en kg/h con las condiciones arriba mencionadas, lo que corresponde en un caudal de paso de 1000 kg PE/h a una cantidad de 2300 m³ de aire de barrido/h con las condiciones arriba mencionadas (aprox. 7,86 Nm³/h)
 - 20
 - Velocidad de flujo: aprox. 2 m/min

El contenido medio de limoneno se redujo con ello a aprox. 0,25 ppm y se estabilizó ahí. En el siguiente gráfico puede verse la evolución del ensayo:

25



REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el acondicionamiento y detoxificación de un material, en particular termoplástico, o para la eliminación de sustancias interferentes o impurezas de dicho material, calentándose, mezclándose y, dado el caso, triturándose dicho material al menos en un recipiente colector (1) bajo vacío, e introduciéndose en el recipiente colector (1) un agente de lavado por debajo del nivel de material, pasando dicho agente al menos por una parte del material y extrayéndose el agente de lavado enriquecido o bien saturado de sustancias interferentes nuevamente del recipiente colector (1), **caracterizado por que** la cantidad de agente de lavado introducida en el recipiente colector (1) es en el caso de un agente de lavado líquido inferior a 0,1 litros por hora por kilogramo de material o caudal de paso de material por hora, manteniéndose al mismo tiempo el vacío permanentemente por debajo de los 100 mbar en el recipiente colector (1).
- 2.- Procedimiento para el acondicionamiento y detoxificación de un material, en particular termoplástico, o para la eliminación de sustancias interferentes o impurezas de dicho material, calentándose, mezclándose y, dado el caso, triturándose dicho material al menos en un recipiente colector (1) bajo vacío, e introduciéndose en el recipiente colector (1) un agente de lavado por debajo del nivel de material, pasando dicho agente al menos por una parte del material y extrayéndose el agente de lavado enriquecido o bien saturado de sustancias interferentes nuevamente del recipiente colector (1), **caracterizado por que** la cantidad de agente de lavado introducida en el recipiente colector (1) es en el caso de un agente de lavado gaseoso inferior a 5 Nm^3 , en particular inferior a $0,1 \text{ Nm}^3$, (metros cúbicos normales V_n) por hora por kilogramo de material o caudal de paso de material por hora, manteniéndose al mismo tiempo el vacío permanentemente por debajo de los 100 mbar en el recipiente colector (1), estando previsto que el agente de lavado gaseoso entre en el recipiente colector o incida sobre el material a purificar a una velocidad de al menos 1 m/min.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el vacío se mantiene permanentemente por debajo de los 50 mbar, en particular entre 10 y 20 mbar, preferentemente por debajo de 2 mbar.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 3, **caracterizado por que** como agente de lavado se utiliza una sustancia gaseosa, en particular aire, dióxido de carbono, vapor de agua, un gas inerte como por ejemplo el nitrógeno, etc.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** como agente de lavado se utiliza un líquido que se evapora inmediatamente después de entrar en el recipiente colector (1), en particular agua.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 5, **caracterizado por que** el agente de lavado es polar o apolar.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 6, **caracterizado por que** el agente de lavado se calienta y/o seca antes de su introducción en el recipiente colector (1), en particular a la temperatura del interior del recipiente colector (1).
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 7, **caracterizado por que** el agente de lavado se introduce o entra en el recipiente colector (1) o incide sobre el material a purificar a una velocidad de al menos 1 m/min.
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 8, **caracterizado por que** la cantidad de agente de lavado que entra en el recipiente colector (1) es en el caso de un agente de lavado gaseoso inferior a $0,050 \text{ Nm}^3$, en particular está en una gama de $0,001$ a $0,047 \text{ Nm}^3$ (metros cúbicos normales V_n), preferentemente entre $0,001$ y $0,030 \text{ Nm}^3$, por hora por kilogramo de material o caudal de paso de material por hora y, en el caso de un agente de lavado líquido, está en una gama de entre $0,0001$ y $0,08$ litros antes de la evaporación, preferentemente entre $0,003$ y $0,05$ litros, por hora por kilogramo de material o de caudal de material por hora.
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 9, **caracterizado por que** el caudal de paso o bien la adición y extracción del material y del agente de lavado al/del recipiente colector (1) se producen respectivamente de forma continua.
- 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 10, **caracterizado por que** el agente de lavado se introduce por la zona de la base del recipiente colector (1), que es en particular cilíndrico.

- 5
- 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 11, **caracterizado por que** el agente de lavado se introduce a través de al menos una, dado el caso la única, boquilla, por ejemplo una boquilla de aguja, preferentemente de un diámetro de entre 1 y 10 mm, en particular con una superficie abierta $\leq 70 \text{ mm}^2$.
- 10
- 13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 12, **caracterizado por que** durante el acondicionamiento de un material polímero, en particular termoplástico, el tratamiento se realiza a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea y por debajo de la gama de fusión, preferentemente a una temperatura en la que el material está en un estado ablandado, preferentemente dentro de la gama del punto de ablandamiento de VICAT (conforme a DIN 306, A, 10N, 50 k/h).
- 15
- 14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones de la 1 a la 13, **caracterizado por que** el recipiente colector (1) lleva anteconectado y/o conectado a continuación al menos otro recipiente colector (1') y por que el material pasa por todos los recipientes colectores (1, 1',...) consecutivamente, realizándose el procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores en cada uno de los recipientes colectores (1, 1',...), en particular con agentes de lavado distintos entre sí y con distintas cantidades de agente de lavado.
- 20
- 15.- Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado por que** está previsto un único recipiente de pretratamiento o dos recipientes de pretratamiento conectados en paralelo y un recipiente de tratamiento principal conectado a él/ellos, realizándose el procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores en el recipiente de tratamiento principal y preferentemente también en cada uno de los recipientes de pretratamiento, siendo en particular la temperatura en el recipiente de tratamiento principal mayor que en el recipiente de pretratamiento y/o siendo la presión en el recipiente de tratamiento principal menor que en el recipiente de pretratamiento.
- 25
- 16.- Dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con al menos un recipiente colector o compresor de corte (1), en particular básicamente en forma de embudo o de cilindro, que presenta en particular una superficie de base (3) y una pared lateral (2) y que es evacuable mediante una bomba de vacío, en el que está dispuesta al menos una herramienta de mezcla (12, 21), en particular que gira en torno a un eje vertical (8), la cual mueve o pone en rotación, mezcla, calienta y, dado el caso, tritura el material o actúa sobre el material a acondicionar introducido en el interior del recipiente colector (1), preferentemente fragmentado o en forma de partículas, en particular un material plástico en forma de partículas de polímero no fundidas, estando constituido o conectado en/al recipiente colector (1), por debajo del nivel del material que se encuentra en el recipiente colector (1) en funcionamiento o por debajo del nivel de material de un torbellino de mezcla que se forma en servicio, al menos un medio de alimentación de agente de lavado, preferentemente en forma de una boquilla, para la entrada de un agente de lavado al interior del recipiente colector (1), **caracterizado por que** el medio de alimentación de agente de lavado está configurado de tal modo que el agente de lavado se puede introducir en el recipiente colector (1) a una velocidad de al menos 1 m/min y por que el recipiente colector (1) y la bomba de vacío están constituidos o su construcción está diseñada de tal modo que en el recipiente colector (1) se puede mantener permanentemente un vacío inferior a 100 mbar.
- 30
- 35
- 40