



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 880**

51 Int. Cl.:

B29C 47/76 (2006.01)

B29C 47/42 (2006.01)

B29C 47/50 (2006.01)

B29D 7/00 (2006.01)

B29B 13/06 (2006.01)

B29K 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03029531 .5**

86 Fecha de presentación : **21.12.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1454734**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2004**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de PET.**

30 Prioridad: **25.07.2003 DE 103 34 363**
09.02.2003 DE 103 05 293

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Entex Rust & Mitschke GmbH**
Heinrichstr. 67
44805 Bochum, DE
MKF Folien GmbH Minderjahn & Kiefer

72 Inventor/es: **Rust, Harald y**
Abak, Ilmi

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 272 880 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

Procedimiento para el tratamiento de PET.

La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de PET.

La importancia universal del PET (tereftalato de polietileno) se ha hecho merecedora ya de diferentes artículos. Se hace referencia por ejemplo al artículo de Schwarz, Wiederverarbeitung von PET durch reaktive Extrusion (Re-tratamiento de PET mediante extrusión reactiva)

http://www.petnology.com/deutsch/zine/material/beitrage/schwarz_ikv/schwarz_ikv.html.

En él se encuentran además otras referencias documentales.

Se hace hincapié además sobre la importancia para el envasado, en particular para bebidas.

En función de esta importancia existe una necesidad de PET. Hay que contar además con una cantidad de residuos correspondiente.

En cuanto a la economía de los residuos, en el caso del PET se presenta una situación ventajosa. El PET es desechado en gran medida puro en cuanto a clasificación.

Hay disponibles diferentes procedimientos para el reciclado de PET.

Un procedimiento es un reciclado como materia prima.

Otro procedimiento es un reciclado como material específico. El reciclado como material específico comprende trituración, depuración y secado del material viejo con subsiguiente re-granulación. La depuración es problemática. Si no se consigue una depuración al 100%, las posibilidades de utilización del material viejo quedan limitadas.

Tanto para el material nuevo como para el material viejo se plantea el problema de que el PET es un policondensado. Los monómeros son ligados mediante desprendimiento de agua, obteniéndose polímeros. Este proceso es reversible. Debido a la acción de agua, sobre todo a altas temperaturas, el PET se puede descomponer en sus componentes.

El PET absorbe hasta un 0,5% en peso de agua en caso de almacenamiento al aire ambiente. El agua pone en peligro la calidad del producto. Por tanto, usualmente se prevé un secado del PET antes de su tratamiento.

Pero también es conocido cargar PET sin secado previo en una extrusora de tornillo sin fin doble y extraer el agua en forma de una desgasificación desde la masa en fusión de PET. Para ello se pueden prever también dos zonas de desgasificación.

El procedimiento conocido es sin embargo muy complicado, por lo que es extraordinariamente difícil obtener una calidad de PET utilizable comercialmente. Por ello, el procedimiento no se ha podido imponer hasta ahora.

El documento EP-A-0336520 describe la preparación de PET empleando una extrusora de tornillo sin fin doble. El PET sin fundir es sometido para ello a depresión, por lo que tiene lugar un secado del PET y se extrae el vapor generado. La extrusora de tornillo sin fin doble posee dos tornillos sin fin que se extienden paralelos en un alojamiento y que engranan herméticamente.

Las extrusoras de tornillo sin fin doble tienen un patrón de transformación totalmente determinado, una mecánica determinada, un comportamiento de flujo pasante determinado, y generan una elevada presión en el más breve tiempo.

Está prevista una gran longitud de la extrusora para la desgasificación. Esto se deduce de los ejemplos de realización, con una longitud 25D y 42D respectivamente. Esta es una medida de longitud que es igual a 25 veces el diámetro D de los tornillos sin fin y respectivamente igual a 42 veces el diámetro D de los tornillos sin fin.

El documento WO-A-0032377 describe una extrusora con una pluralidad de tornillos sin fin dobles, que están dispuestos sobre un perímetro circular. El principio de los tornillos sin fin dobles no varía debido a la multiplicación de tornillos sin fin dobles.

Los problemas de calidad debidos a las dificultades de desgasificación con la extrusora de tornillo sin fin doble se resuelven mediante el procedimiento según la reivindicación 1.

Según la invención se alcanza una desgasificación óptima porque

- a) la desgasificación tiene lugar con plastificado del material empleado por debajo del punto de vidriado del PET, preferentemente al menos 10 grados centígrados por debajo del punto de vidriado del PET, aún más preferentemente al menos 15 grados centígrados por debajo del punto de vidriado del PET, y

ES 2 272 880 T3

b) en atmósfera seca.

El material empleado tiene preferentemente forma de granulado. El material empleado se presenta también en forma de copos, filetes, placas, filamentos y aglomerados. Esto incluye todas las demás formas del material empleado, inclusive mezclas de diferentes formas. Las mezclas de formas se pueden presentar tanto en el caso de PET nuevo (de nueva fabricación) como de PET reciclado, si el PET reciclado se emplea con una adición de PET nuevo o a la inversa.

El plastificado según la invención tiene lugar sin fusión de PET.

Mediante el plastificado tiene lugar un intercambio de material en la superficie de los granulados. Con ello, la humedad que llega a la superficie se puede evaporar. La evaporación se aumenta mediante calentamiento del granulado.

Todo calentamiento aumenta ya la evaporación durante el plastificado. Así, el calentamiento se puede efectuar hasta por lo menos 50 grados centígrados.

Para el plastificado se emplea una extrusora de cilindros planetarios, o al menos una sección de la extrusora de cilindros planetarios. Se habla de secciones de la extrusora de cilindros planetarios si una extrusora está compuesta por varias secciones de diferente forma constructiva.

Una extrusora de cilindros planetarios posee un husillo central, un alojamiento dentado interiormente y diferentes husillos planetarios entre el dentado interior del alojamiento y el husillo central. Los husillos planetarios engranan tanto con el husillo central como con el alojamiento de la extrusora dentado interiormente. Los husillos planetarios giran por tanto alrededor del husillo central. Para ocasionar el plastificado sin fusión según la invención, la sección de la extrusora de cilindros planetarios se ajusta de modo que la transformación del material se limita al plastificado sin fusión.

Para ajustar el plastificado, en la extrusora de cilindros planetarios se pueden variar:

a) la holgura entre las partes de cilindros planetarios en movimiento,

b) el número de husillos planetarios,

c) el dentado de las partes de cilindros planetarios.

Respecto a a)

Con la holgura entre las partes de cilindros planetarios en movimiento se determina la magnitud de la transformación, a la que es sometido el granulado cuando llega entre los dientes de las partes de cilindros planetarios. Cuanto menor es la holgura, tanto más intensa es la transformación. Cuando mayor es la holgura, tanto menor es la transformación.

Respecto a b)

La particularidad de las extrusoras de cilindros planetarios y respectivamente de las secciones de las extrusoras de cilindros planetarios respecto a extrusoras y secciones de las extrusoras de otras formas constructivas consiste, además de en una capacidad de transformación extrema, en un recinto hueco entre los husillos planetarios que giran alrededor del husillo central. El granulado puede fluir entrando en este recinto hueco.

Mediante la variación del número de husillos planetarios se influye sobre el recinto hueco. Cuanto menor es el número de husillos planetarios, tanto mayor resulta el recinto hueco.

Respecto a c)

El dentado puede tener diferentes propiedades.

Según la invención se propone un dentado en forma de erizo.

El dentado en forma de erizo es conocido en sí mismo según el documento DE-A-4308098.

El dentado en forma de erizo se ha desarrollado para una mejor dispersión, no como ayuda para la desgasificación.

El dentado en forma de erizo se deriva preferentemente del dentado normal.

El dentado normal de los husillos planetarios se caracteriza por una parte por una sección transversal, como la que presentan los dientes que engranan entre sí de las ruedas dentadas de un engranaje. Por otra parte, los dientes no se extienden rectos sino en forma de husillo, o bien como los hilos de rosca de una rosca de tornillo a lo largo de su periferia.

ES 2 272 880 T3

Los hilos de rosca son tallados, por ejemplo torneados o fresados, también en esta forma en el material inicial de los husillos planetarios.

En las roscas se distingue entre roscas a izquierdas y roscas a derechas. Existen también roscas de varios hilos.

La misma diferenciación tiene lugar en los husillos de las extrusoras.

Se obtiene un dentado en forma de erizo, si por ejemplo en un dentado a derechas se mecaniza una ranura que se extiende a izquierdas de modo similar a un hilo de rosca. Los hilos de rosca de los husillos planetarios son interrumpidos por la ranura. La ranura puede poseer una pendiente igual o distinta (menor o mayor) que el dentado de los husillos. La pendiente de la ranura se desvía preferentemente como máximo un 50% respecto a la pendiente del dentado.

El dentado en forma de erizo se puede limitar a partes de cilindros planetarios individuales. El dentado en forma de erizo puede estar previsto también en varias o en todas las partes de cilindros planetarios.

El dentado en forma de erizo puede formar total o parcialmente el dentado de las partes de cilindros planetarios.

En caso de dentado en forma de erizo parcial de las partes de cilindros planetarios, puede ser deseable disponer la parte dentada normal de las partes de cilindros planetarios en el extremo posterior de la extrusora en la dirección de impulsión de la misma (en el extremo del lado de extracción de las partes de cilindros planetarios), para generar allí una presión de impulsión, que garantiza la transferencia del granulado a la zona siguiente de la extrusora, que ocasiona la fusión del granulado.

Selectivamente se pueden también alternar husillos de cilindros planetarios con dentado en forma de erizo con husillos de cilindros planetarios con dentado normal, y a la inversa.

Selectivamente pueden estar dispuestos también husillos de cilindros planetarios con dentado normal individuales entre husillos de cilindros planetarios con dentado en forma de erizo, y a la inversa.

Si el dentado en forma de erizo está previsto en varias partes de cilindros planetarios correspondientes, el dentado en forma de erizo puede estar dispuesto de modo que las interrupciones del dentado en una parte de cilindro planetario estén alineadas con las interrupciones en la parte de cilindro planetario correspondiente o estén desfasadas en relación con estas interrupciones. El desfase puede tener una magnitud que sea igual a una fracción del hueco entre dientes entre dos dientes o a un múltiplo del hueco entre dientes entre dos dientes, pudiendo un múltiplo ser también un número menor que 2.

Mediante la interrupción de los dientes se generan aberturas, en las que puede fluir el granulado.

El volumen del recinto hueco descrito en b) y el dentado en forma de erizo descrito en c) reducen la generación de presión debida a las partes de cilindros planetarios, por lo que el granulado puede permanecer en la extrusora o bien en la sección de la extrusora para una duración de desgasificación necesaria.

La sección de cilindros planetarios posee preferentemente una longitud de 1200 mm como máximo para un diámetro de hasta 100 mm en el dentado del alojamiento de la extrusora de cilindros planetarios, aún más preferentemente de 1000 mm como máximo. Para otros diámetros del dentado del alojamiento de la extrusora de cilindros planetarios se obtienen longitudes máximas mayores o menores en correspondencia.

Durante el plastificado se libera en la extrusora o bien en la sección de la extrusora energía en cantidad importante, que se hace apreciable como calor en el granulado. Si el granulado entra ya con una temperatura importante en la extrusora de cilindros planetarios o bien en la sección de la extrusora de cilindros planetarios, puede ser necesario evacuar el calor producido mediante refrigeración. Si el granulado no tiene todavía una temperatura suficiente al entrar en la extrusora de cilindros planetarios o bien en la sección de la extrusora de cilindros planetarios, no resulta necesaria la citada refrigeración. En su caso se aporta incluso calor.

Para la refrigeración y/o calefacción son suficientes dispositivos de puesta a temperatura convencionales en las extrusoras de cilindros planetarios. Es convencional realizar el alojamiento de doble envolvente y conducir el medio de puesta a temperatura a través del recinto intermedio. Es también convencional dotar al husillo central de canales, a través de los cuales se conduce asimismo el medio de puesta a temperatura. El medio de puesta a temperatura convencional es agua o aceite, con el que se calienta o refrigera.

Para proporcionar al granulado una temperatura inicial lo más favorable posible para el proceso de desgasificación, el granulado se calienta en la admisión de la extrusora y/o en un dispositivo de calefacción conectado aguas arriba, antes de ser alimentado al proceso de evaporación y al proceso de desgasificación según la invención.

La evaporación y desgasificación según la invención tienen lugar preferentemente en una extrusora con una sección de la extrusora de cilindros planetarios y un tornillo sin fin de admisión (parte de llenado) conectado aguas arriba, que está calentado para el precalentamiento del PET, por lo que la puesta a temperatura en la sección de la extrusora de

ES 2 272 880 T3

cilindros planetarios se puede limitar a la refrigeración. El tornillo sin fin de admisión es preferentemente un tornillo sin fin simple.

Encima del tornillo sin fin de admisión puede estar dispuesta de manera convencional una dosificación con una tolva, en su caso también con un tornillo sin fin dosificador. Es favorable que la dosificación esté también calentada, para prolongar el tramo de precalentamiento.

El vapor que se produce durante la desgasificación en la sección de la extrusora de cilindros planetarios se puede extraer allí. Se pueden utilizar para ello dispositivos de desgasificación conocidos en las secciones de las extrusoras de cilindros planetarios.

Preferentemente tiene lugar sin embargo una extracción de gas mediante el tornillo sin fin de admisión. Se aplica para ello una depresión (aspiración) en la zona de admisión, y mediante una dosificación determinada del granulado se garantiza que el vapor se pueda disipar a lo largo del tornillo sin fin de admisión.

Se sub-alimenta además el tornillo sin fin de admisión. La dosificación se configura de modo que el granulado admitido se encuentre altamente suelto en los hilos del tornillo sin fin de admisión. Preferentemente, la sección transversal del tornillo sin fin de admisión se llena sólo parcialmente en toda su longitud. Para ello se prevé también, selectivamente, una configuración de la sección transversal correspondientemente grande en los hilos del tornillo sin fin. El dimensionado de los hilos del tornillo sin fin se puede determinar para ello por una parte con unos pocos ensayos, y por otra parte también por cálculo. Son determinantes para el cálculo el caudal de material previsto y el material.

Las magnitudes correctas de plastificación y de depresión se pueden controlar fácilmente observando la masa en fusión que sale de la extrusora. Si la calidad empeora, se producen en la masa en fusión saliente burbujas o turbiedades, mientras que el PET sin colorear es claramente transparente si la desgasificación es correcta. Las burbujas y turbiedades se pueden evitar por lo general mediante refuerzo de la plastificación y/o mediante refuerzo de la depresión para la desgasificación.

La aplicación de la depresión se efectúa en una admisión encapsulada y en su caso en una dosificación encapsulada.

El encapsulado se puede efectuar empleando una o más esclusas, que son atravesadas por el granulado. Cada esclusa consiste selectivamente en un recipiente y dos dispositivos de cierre, que están dispuestos delante y detrás del recipiente en la dirección de flujo a través del recipiente. En funcionamiento de una esclusa, al menos uno de los dispositivos de cierre está siempre cerrado. En el funcionamiento de la esclusa hay que distinguir entre el llenado del recipiente, la generación de la depresión en el recipiente, y el vaciado del recipiente. Durante el llenado del recipiente, la salida del recipiente está cerrada. Preferentemente, durante la aspiración de gas para generar la depresión, la salida del recipiente y la entrada del recipiente están cerradas. Durante el vaciado del recipiente, la entrada del recipiente permanece cerrada, mientras que la salida del recipiente está abierta.

Con una sola esclusa de este tipo se obtiene una dosificación discontinua, porque la dosificación del tornillo sin fin se interrumpe para el llenado del recipiente.

Con dos esclusas de este tipo se puede efectuar una dosificación continua.

Para ello, las esclusas pueden estar conectadas en paralelo, por lo que durante el vaciado de una esclusa se puede conmutar a la otra esclusa.

Pero las esclusas pueden estar también conectadas en serie. En el caso de conexión en serie, el granulado atraviesa en primer lugar el recipiente en la primera esclusa y a continuación el recipiente en la segunda esclusa. Por tanto, en el camino de impulsión del granulado hay un recipiente que está más próximo a la extrusora y un recipiente que presenta una mayor distancia y que está dispuesto delante del primer recipiente en la dirección de impulsión. Según este diseño, el recipiente en la segunda esclusa es rellenado siempre de nuevo desde el recipiente de la primera esclusa antes de que haya tenido lugar un vaciado. La apertura del primer recipiente para su rellenado se efectúa cuando el segundo recipiente ha sido llevado a la misma presión que el primer recipiente.

Los recipientes de ambas esclusas poseen preferentemente un control con al menos un interruptor de mínima, que hace contacto al alcanzarse un llenado mínimo, y un interruptor de máxima, que hace contacto al alcanzarse un llenado máximo. El contacto al alcanzarse el nivel mínimo sirve para el rellenado. El contacto al alcanzarse el nivel máximo sirve durante el rellenado para finalizar el proceso de llenado.

El rellenado se simplifica ventajosamente, si por el lado de extracción están previstos en las esclusas dispositivos de extracción particulares, como por ejemplo ruedas de celdas. Las ruedas de celdas forman por su parte una esclusa y al mismo tiempo una dosificación.

Es también favorable una calefacción de las esclusas. Esto facilita el secado y permite una desgasificación previa.

ES 2 272 880 T3

Entran en consideración también esclusas, que están formadas por un tornillo sin fin. Estos tornillos sin fin se denominación a continuación tornillos sin fin de esclusa.

5 El tornillo sin fin de esclusa puede ser una extrusora lateral. Este tornillo sin fin de esclusa puede ser también un tornillo sin fin de llenado especial o tornillo sin fin de empaquetadura. Según la invención, el tornillo sin fin de esclusa es alimentado con granulado de tal modo, que el granulado despliega un efecto de estanqueidad suficiente, para ocasionar la depresión explicada anteriormente con un coste económico. Con una longitud suficiente del tornillo sin fin, las fugas a considerar en el tornillo sin fin de esclusa son despreciables. Según la invención, unas fugas son despreciables si su comparación en relación con la aspiración del vapor evaporado desde el puesto de desgasificación requiere hasta un 10% de la potencia de bombeo para la aspiración. Incluso una duplicación de la potencia de bombeo para compensar unas fugas en el tornillo sin fin de esclusa puede ser económicamente aceptable.

15 Con un tornillo sin fin de esclusa es posible asimismo una admisión de material continua en la extrusora descrita anteriormente.

20 Selectivamente, los tornillos sin fin forman también sólo una extracción en el recipiente de una esclusa. Con el tornillo sin fin se puede ocasionar ventajosamente, a través de la extracción de material, un aflojamiento del llenado del recipiente.

25 Mientras que un tornillo sin fin de esclusa ocasiona, mediante una alimentación correspondiente, al menos una plena obturación de la admisión de la extrusora, una sub-alimentación tiene como consecuencia un paso de gases. La sub-alimentación se utiliza según la invención en el tornillo sin fin de admisión de la extrusora. El objetivo es aquí una aspiración de la parte de la extrusora de cilindros planetarios a lo largo del tornillo sin fin de admisión o bien a través de los hilos de rosca del mismo. Se puede prescindir por tanto de una aspiración separada en la sección de la extrusora de cilindros planetarios.

30 Selectivamente, la aspiración tiene lugar adicional o alternativamente a través de una conducción conectada directamente a la sección de cilindros planetarios. La conducción puede conducir a una bomba separada. La conducción puede conducir también a una bomba común. Esta bomba común aspira entonces tanto de la admisión encapsulada de la extrusora y en su caso de la dosificación, como también de la sección de la extrusora de cilindros planetarios prevista para la desgasificación. Además, correderas en las conducciones pueden garantizar que la potencia de aspiración se distribuya de la manera deseada entre las diferentes zonas a aspirar.

35 Selectivamente están previstas además otras bombas. Por ejemplo, en la admisión de material puede estar prevista una conexión de conducción, y delante de las esclusas en la dirección de impulsión una conexión de conducción, cuyas conducciones conducen a bombas separadas.

40 Es favorable que en la conducción de aspiración esté dispuesto un condensador, delante de las bombas en la dirección de aspiración.

Se pueden obtener también resultados favorables si la esclusa más próxima a la extrusora está provista de una extracción por tornillo sin fin y el material es cargado en el tubo bajante a través de un tubo bajante.

45 Preferentemente, también en el tubo bajante está prevista una aspiración de gases para una desgasificación adicional o para mantener la depresión anterior.

Es favorable también una calefacción del tubo bajante para prolongar el tramo de calefacción para el precalentamiento y en su caso para la desgasificación previa del material.

50 Detrás de la desgasificación según la invención en la dirección de la extrusora están previstas una o varias secciones de la extrusora, que ocasionan una fusión del granulado desgasificado. Está previsto un husillo común para las diferentes secciones de la extrusora. El husillo común está formado por una barra/tubo, que se extiende desde el accionamiento de la extrusora hasta el final de la extrusora. Sobre la barra/tubo están enchufados suplementos, que forman en un lugar deseado el tornillo sin fin de admisión y en otro lugar deseado el husillo central de la sección de la extrusora de cilindros planetarios y en otro lugar deseado el tornillo sin fin para la fusión del granulado. Los diferentes suplementos están apretados sobre la barra/tubo.

60 Según las propiedades del PET tiene lugar por tanto un aumento de temperatura en el PET. Para esta fusión se puede emplear una sección de la extrusora con un tornillo sin fin simple convencional.

La masa en fusión de PET que sale de la extrusora se puede alimentar para diferentes usos, por ejemplo para su uso para una película o para recipientes tales como botellas.

65 Hay disponibles diferentes procedimientos para la fabricación de botellas a partir de masa en fusión extruída, que no son objeto de la invención. Por ejemplo, la masa en fusión puede ser prensada en un molde o inyectada para la fabricación de botellas. Los procedimientos conocidos para la fabricación de botellas conducen a una necesidad intermitente de masa en fusión de PET. Puede ser conveniente por tanto trabajar continuamente en la extrusora sobre un depósito de masa en fusión, que prensa la masa en fusión con los intervalos necesarios en un molde.

ES 2 272 880 T3

Tampoco la fabricación de películas es objeto de la invención. Para la fabricación de películas de PET se emplean por lo general calandras o trenes de laminación alisadores. El PET debe ser conducido con temperatura suficiente entre los cilindros de la calandra. Para ello son conocidos diferentes procedimientos. Se puede trabajar por ejemplo con una tobera de ranura ancha. La extrusora puede proporcionar la generación de presión necesaria para la tobera de ranura ancha. La presión se puede aumentar también con una bomba para masa en fusión conectada de modo intermedio.

En los dibujos se representan diferentes ejemplos de realización de la invención.

Fig. 1 muestra una extrusora con los siguientes componentes/secciones: accionamiento 1, admisión 2, sección de cilindros planetarios 3, tornillo sin fin de extracción 4, bomba para masa en fusión 5, tobera de ranura ancha 6. En la admisión 2 desemboca una dosificación con dos esclusas conectadas en serie. A las dos esclusas pertenecen dos recipientes 8 y 9 y una corredera 10 conectada entre ellos. Desde el recipiente 8, una conducción de dosificación conduce a la admisión 2.

El recipiente 9 es llenado de manera no representada con granulado de PET y cerrado. A continuación, por medio de la bomba 11 se aplica una depresión al recipiente 9. Se aspira con ello plenamente el aire incluido. Tiene lugar al mismo tiempo un calentamiento para secar el granulado de PET.

Desde el recipiente 9, el granulado de PET calentado es cargado, estando la corredera 10 abierta, en el recipiente 8. En el recipiente 8 el granulado de PET es calentado adicionalmente y secado adicionalmente. A continuación se cierra la corredera 10 y el granulado de PET es precalentado adicionalmente y dosificado para entrar en la admisión 2. En la conducción desde el recipiente 8 a la admisión 2 existe además una depresión, que se genera por medio de una bomba 12.

El granulado de PET llega a la admisión 2 y es impulsado desde allí, en forma de granel suelto, en la dirección de extrusión. La dirección de extrusión se muestra en los dibujos de izquierda a derecha.

En la admisión 2 tiene lugar un calentamiento adicional.

Para el calentamiento del granulado de PET está previsto un circuito de calefacción-refrigeración 15.

Mediante el secado y mediante la depresión en la zona de la dosificación y de la admisión se elimina la humedad superficial adherida al granulado de PET.

El granulado de PET llega a la siguiente sección de la extrusora, a saber la sección de la extrusora 3 de cilindros planetarios. En la sección de la extrusora 3 de cilindros planetarios el granulado de PET es plastificado de manera múltiple entre los husillos de los cilindros planetarios que giran, el husillo central y el alojamiento dentado interiormente de la extrusora, por lo que se forman cada vez nuevas superficies, desde las que se evapora la humedad incluida. Para ello la temperatura se mantiene sustancialmente constante. Esto requiere una refrigeración, porque durante la plastificación la energía de transformación aportada se transforma en calor. La refrigeración se efectúa por medio de un circuito de calefacción-refrigeración 16.

En la sección de la extrusora de cilindros planetarios representada se utilizan según Fig. 3 husillos de cilindros planetarios convencionales 21. En el ejemplo de realización están previstos cinco husillos de cilindros planetarios, pudiéndose emplear más husillos o menos husillos en otros ejemplos de realización.

Estos husillos de cilindros planetarios 21 forman tornillos sin fin de varios hilos, que se extienden a lo largo de toda la longitud de los husillos con inclinación constante.

Los hilos de los tornillos sin fin se representan en los dibujos mediante trazos que se extienden oblicuamente respecto al eje longitudinal de los tornillos sin fin.

En el ejemplo de realización, los hilos de los tornillos sin fin se extienden a derechas, en el sentido de giro de las agujas del reloj, en vista en alzado lateral por la derecha. Los tornillos sin fin poseen exteriormente un dentado. El dentado simétrico correspondiente se encuentra en el husillo central de la sección de la extrusora de cilindros planetarios y en el alojamiento dentado interiormente que lo rodea, por lo que los husillos de cilindros planetarios 21 pueden engranar tanto con el dentado del alojamiento como con el husillo central.

Fig. 4 muestra husillos de cilindros planetarios 22 de otro ejemplo de realización, que poseen por una parte los mismos hilos de los tornillos sin fin que los tornillos sin fin/husillos según Fig. 3. Por otra parte, los husillos presentan asimismo ranuras que se extienden a izquierdas, que cortan a los hilos de los tornillos sin fin que se extienden a derechas. Las ranuras que se extienden a izquierdas se representan en Fig. 4 con trazos, que cruzan en ángulo recto a los hilos de los tornillos sin fin conocidos según Fig. 3. Esto se representa con trazos que se cruzan. Las almas entre los hilos de los tornillos sin fin, que forman en corte transversal los dientes del dentado, están interrumpidas por las ranuras que se cruzan. Los dientes que quedan entre dos interrupciones forman un diente en forma de púa/en forma de botón. Los muchos botones/púas que se forman unas junto a otras recuerdan al caparazón de púas de un erizo. De ahí viene la denominación de dentado en forma de erizo. Las interrupciones se denominan a continuación huecos entre dientes.

ES 2 272 880 T3

Fig. 2 muestra otros husillos planetarios 23 con una parte 25 que está configurada similar al dentado según Fig. 3, y con una parte 24, que está configurada similar al dentado según Fig. 4.

La humedad evaporada es extraída a través del tornillo sin fin de admisión, porque la situación a granel o situación de movimiento del granulado de PET en los hilos del tornillo sin fin es suficiente suelta o bien los hilos del tornillo sin fin sólo son llenados parcialmente por el granulado de PET incluso al final del tornillo sin fin de admisión.

El vapor producido llega, pasando por el tornillo sin fin de admisión, principalmente a la conducción que conduce a la bomba 12. En la conducción, el vapor es condensado en el condensador 13 y extraído.

El granulado de PET es transferido sustancialmente con temperatura constante desde la sección de la extrusora 3 de cilindros planetarios al tornillo sin fin de extracción 4. En el ejemplo de realización, el tornillo sin fin de extracción no tiene la función de generación de presión, contrariamente a los tornillos sin fin de extracción convencionales. Para esto está prevista la bomba para masa en fusión 5 conectada aguas abajo en la dirección de extrusión.

El tornillo sin fin de extracción 4 tiene la función de fundir el granulado de PET.

Se aumenta para ello la temperatura del granulado de PET. El calentamiento se efectúa por medio de un circuito de calefacción-refrigeración 17 y debido al trabajo de transformación del tornillo sin fin de extracción. Además, el tornillo sin fin de extracción está configurado, en cuanto a sus hilos del tornillo sin fin y a la sección transversal del tornillo sin fin, de modo que se genera una presión, que junto con el trabajo de transformación adicional ocasiona una plastificación del granulado de PET a la temperatura alcanzada.

La extrusora en conjunto está atravesada por una barra/tubo pasante 30. Sobre el tubo 30 están enchufados y apretados diferentes suplementos, de modo que en la zona de admisión 2 se configura un tornillo sin fin simple, en la zona 3 se configura un husillo central y en la zona 4 se configura nuevamente un tornillo sin fin simple. El tubo 30 está puesto a temperatura. Para la puesta a temperatura sirve un circuito de calefacción y refrigeración 31.

Con la bomba para masa en fusión 5 se aumenta la presión de la masa en fusión que sale del tornillo sin fin de extracción 4 hasta el punto de que la masa en fusión se distribuye uniformemente en la tobera de ranura estrecha 6 y sale de la tobera de ranura estrecha como capa delgada 20. La capa delgada es tomada inmediatamente por los cilindros refrigerados 7 de la calandra y enfriada intensamente y llevada a una medida de espesor deseada, con lo que se obtiene una película de PET deseada.

Para la refrigeración de los cilindros 7 de la calandra está previsto un circuito de refrigeración 18.

Fig. 5 muestra la alimentación de material de otro ejemplo de realización.

Está prevista aquí una alimentación 37 para granulado de PET:

La alimentación 37 conduce a un recipiente de carga 31 en forma de tolva.

El recipiente de carga 31 está dispuesto encima de un recipiente de esclusa 32.

El recipiente 32 de esclusa está dispuesto encima de otro recipiente 33 de esclusa.

Desde el recipiente 33 de esclusa, un tornillo sin fin de extracción 36 conduce a un tubo bajante 37.

Desde el tubo bajante 37, el granulado de PET llega a una extrusora.

Entre los dos recipientes 31 y 32 está prevista una esclusa/corredera 34, y entre los recipientes 32 y 33 una esclusa/corredera 35.

Todos los recipientes 31, 32, 33 y el tubo bajante 37 son calentados.

Todos los recipientes 31, 32, 33 y el tubo bajante 37 son evacuados. Para ello están previstas conducciones de aspiración 42, 41, 40, 46 y bombas 43 y 44.

En las conducciones de aspiración 42, 41, 40, 46 y 45 están previstas correderas 38, 39, 40 y 47.

Mediante el precalentamiento y la evacuación a través de las conducciones de aspiración tiene lugar una desgaseificación previa del material.

El funcionamiento de las esclusas se controla mediante interruptores, a saber, un interruptor de mínima 48 y un interruptor de máxima 49. El interruptor de mínima 48 hace contacto para rellenar el recipiente 33 cuando el llenado del recipiente ha alcanzado un llenado mínimo para la carga de material en la extrusora. Se cierra a continuación la esclusa/corredera 34 y se abre la esclusa/corredera 35, por lo que el contenido de material del recipiente 32 puede fluir

ES 2 272 880 T3

al recipiente 33. El volumen del recipiente 33 está diseñado mayor que el volumen del recipiente 32, por lo que no puede producirse sobrellenado del recipiente 33.

5 Tras el vaciado del recipiente 32 se cierra la esclusa/corredera 35 y se abre la esclusa/corredera 34, por lo que el granulado de PET puede fluir de nuevo desde el recipiente de carga 31 al recipiente 32. El proceso de llenado finaliza mediante el cierre de la esclusa/corredera 34, cuando se ha alcanzado un grado de llenado suficiente y el interruptor de máxima 49 hace contacto.

10 Los recipientes 32 y 33 son evacuados a través de las conducciones de aspiración por medio de diferentes bombas 43 y 44, cuando la esclusa/corredera 34 está cerrada. Con la apertura de la esclusa/corredera 34 se interrumpe, mediante maniobra de las correderas 38 y 39, el proceso de evacuación.

15 Las correderas 38, 39, 40 y 47 se utilizan también para interrumpir el proceso de evacuación, si hay que realizar una limpieza de los recipientes a través de trampillas no representadas.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento de PET higroscópico en forma de granulado, en copos, en filetes, en placas, en filamentos y aglomerados, con secado previo, en el cual el PET es plastificado a una temperatura por debajo de su punto de vidrio en un recinto, de modo que en el granulado se forman cada vez nuevas superficies, sin llegarse a una fusión, y con desgasificación simultánea, teniendo lugar la plastificación en una extrusora de cilindros planetarios o en una sección de la extrusora de cilindros planetarios, que consiste en un husillo central giratorio, y en husillos planetarios que engranan con el husillo central y que giran alrededor del husillo central, que engranan al mismo tiempo con un alojamiento dentado interiormente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se emplean tornillos sin fin con dentado en forma de erizo y/o partes de cilindros planetarios con un dentado en forma de erizo.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque se combinan partes de cilindros planetarios con dentado normal con partes de cilindros planetarios con dentado en forma de erizo.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque el dentado en forma de erizo se genera de modo que el tornillo sin fin provisto de dentado a izquierdas o a derechas o las partes de cilindros planetarios provistas de dentado a izquierdas o a derechas están dotadas total o parcialmente con ranuras de sentidos distintos, que cruzan el dentado.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque se emplean tornillos sin fin o partes de cilindros planetarios, en los que la pendiente de las ranuras se desvía como máximo en un 50% respecto a la pendiente del dentado, y/o
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque se emplean partes de cilindros planetarios, en las que los huecos entre dientes ocasionados por las ranuras de dos partes de cilindros planetarios correspondientes están alineados entre sí o dispuestos desfasados mutuamente, siendo el desfase igual a una fracción o a un múltiplo del hueco entre dientes.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la desgasificación durante la plastificación se efectúa mediante aplicación de una depresión al recinto de desgasificación, de modo que
 - a) se emplea una conducción separada, que conduce al recinto de plastificación,
 - b) la desgasificación se efectúa a través de la alimentación de material, que conduce al recinto de plastificación.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque, en caso de emplearse una extrusora para la plastificación, un tornillo sin fin de admisión está conectado aguas arriba de esta extrusora, delante de la sección en la que se efectúa la plastificación del PET, y porque se sub-alimenta el tornillo sin fin de admisión.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque se aplica una depresión a la admisión de material de la extrusora.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la admisión de material se efectúa a través de una o varias esclusas.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** por el empleo de esclusas dispuestas en paralelo o dispuestas en serie en la admisión de material.
12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** por un precalentamiento del PET en las esclusas y/o porque se aplica una depresión en diferentes lugares.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado** por bombas de vacío separadas para cada conducción de depresión o por bombas de vacío comunes o separadas para diferentes conducciones de depresión.
14. Procedimiento según las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** por una desgasificación previa en las esclusas.
15. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado** por el empleo de correderas y/o condensadores en las conducciones de depresión.
16. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado** por el empleo de correderas entre las esclusas.
17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizado** porque la carga de material en la extrusora se efectúa a través de un tornillo sin fin y de un pozo bajante.

ES 2 272 880 T3

18. Procedimiento según la reivindicación 17, **caracterizado** por una calefacción y/o una evacuación del pozo bajante.

5 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 18, **caracterizado** porque se emplean recipientes de esclusas con un interruptor de mínima y un interruptor de máxima, que hacen contacto al alcanzarse un grado de llenado mínimo y al alcanzarse un grado de llenado máximo respectivamente.

10 20. Procedimiento según la reivindicación 19, **caracterizado** por el empleo de un interruptor de mínima en el recipiente de la esclusa desde el cual se efectúa la carga de material en la extrusora, y de un interruptor de máxima en el recipiente de la esclusa que está dispuesto encima del otro recipiente de la esclusa, siendo el volumen de llenado de este recipiente de la esclusa menor que el volumen de llenado del otro recipiente de la esclusa.

15 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 20 **caracterizado** por el empleo de recipientes de esclusas con aberturas de limpieza.

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** por el empleo de una sección de la extrusora de cilindros planetarios con una longitud de 1200 mm como máximo, preferentemente de una longitud de 1000 mm, para un diámetro del dentado de 100 mm en el dentado del alojamiento.

20 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizado** porque la fusión del PET secado mediante plastificación y desgasificación se efectúa en una sección de la extrusora de tornillo sinfín simple.

25 24. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado** porque, para la fusión de PET para la fabricación de películas, detrás de la sección de la extrusora prevista para la fusión se emplea una bomba para masa en fusión y a continuación una tobera de ranura ancha.

30

35

40

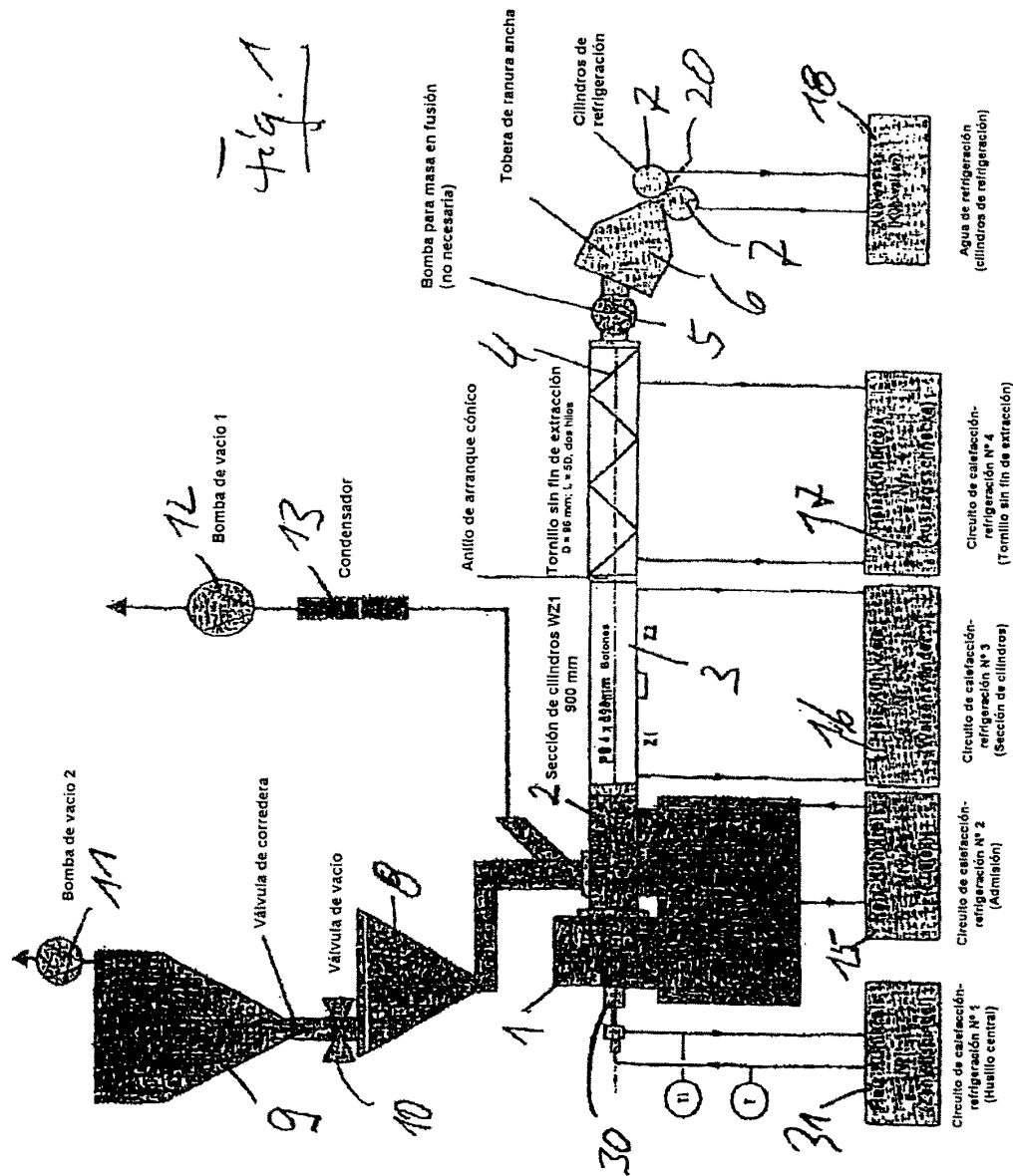
45

50

55

60

65



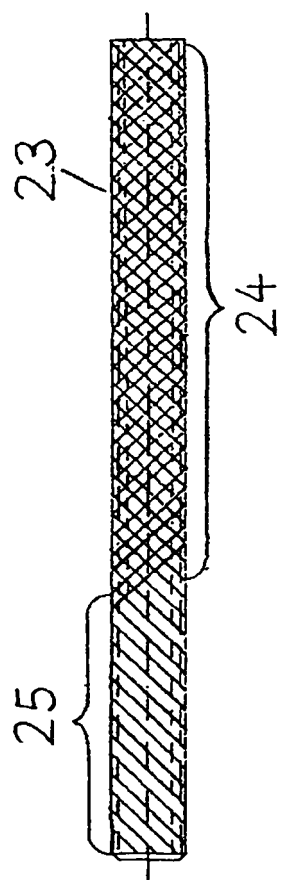


Fig. 2

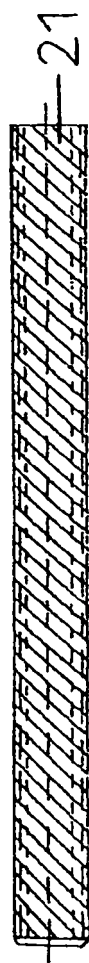


Fig. 3



Fig. 4

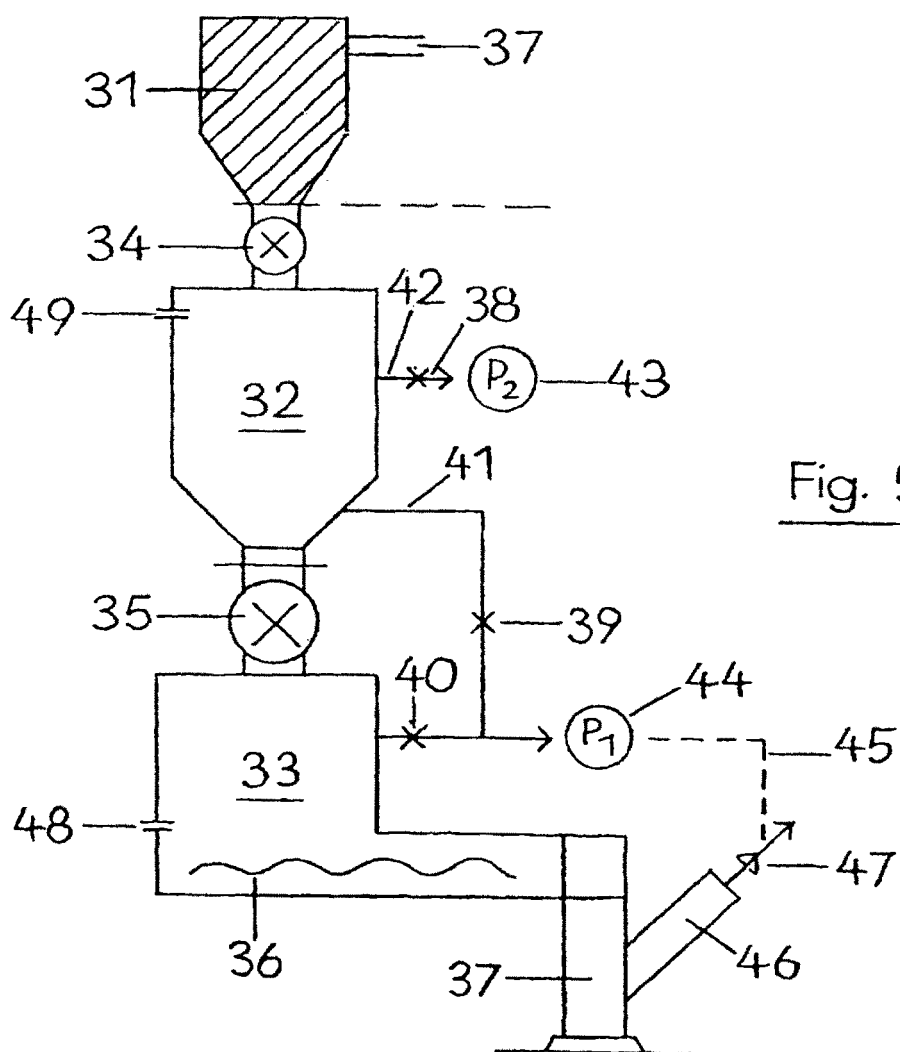


Fig. 5