

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 384**

51 Int. Cl.:

B29B 9/16 (2006.01)
C08G 63/90 (2006.01)
C08G 63/183 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B01J 19/20 (2006.01)
B01J 8/12 (2006.01)
B29B 9/06 (2006.01)
B29B 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2008 E 08785689 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2180987**

54 Título: **Procedimiento para la producción de granulados de poliéster bajos en hidrólisis a partir de masas fundidas de poliéster de alta viscosidad así como dispositivo para la producción de los granulados de poliéster así como granulado de poliéster bajo en hidrólisis**

30 Prioridad:

24.08.2007 DE 102007040135

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.12.2013

73 Titular/es:

UHDE INVENTA-FISCHER GMBH (50.0%)
Holzhauser Strasse 157-159
13509 Berlin, DE y
BKG BRUCKMANN & KREYENBORG
GRANULIERTECHNIK GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

SCHULZ-VAN ENDERT, EIKE;
HANIMANN, KURT y
BRUCKMANN, THEODOR ANTON

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 433 384 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 la producción de granulados de poliéster bajos en hidrólisis a partir de masas fundidas de poliéster de alta viscosidad así como dispositivo para la producción de los granulados de poliéster así como granulados de poliéster bajo en hidrólisis

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción continua de granulados de poliéster bajos en hidrólisis a partir de masas fundidas de poliéster de alta viscosidad que se caracteriza porque el descenso del grado de policondensación partiendo de la masa fundida de poliéster para dar el granulado de poliéster asciende a menos del 2 %. La invención se refiere además a un granulado de poliéster que se produce con este procedimiento, así como a un dispositivo para la producción del granulado.

10 Para la producción de granulados de poliéster, en particular PET (poli(tereftalato de etileno)), se han desarrollado una serie de procedimientos que presionan por una boquilla el polímero fundido y entonces las "hebras" obtenidas se enfrían en un baño de agua de manera que solidifican, entonces se cortan mediante un dispositivo de corte para obtener virutas cilíndricas, después se enfrían adicionalmente hasta 50 °C a 60 °C, y a continuación se tratan para secado de la superficie en una secadora centrífuga u otro aparato de secado después de eliminar la cantidad de agua de transporte. Estas virutas se encuentran entonces preparadas para un dispositivo de tratamiento posterior para aumentar la viscosidad, que la mayoría de las veces consta de varias etapas, por ejemplo cristalizadores y uno o varios reactores y se trabaja bajo gas inerte a hasta 220 °C.

20 Otro proceso que se impone cada vez más también para PET es el corte de superficie de matriz o también llamado corte en caliente. Se diferencia en que la boquilla por la que se extruye el polímero se encuentra en contacto directo con la cámara de corte y de agua, transportando una corriente de agua circulante constantemente los "microgránulos" de forma redonda hasta ovalada generados por una sencilla corona de cuchillas que pasa frente a los agujeros de la boquilla, extrayéndose el calor de fusión y teniendo lugar un sobreenfriamiento de los "microgránulos". La mezcla de virutas/agua se separa y el agua de la superficie se elimina en una centrífuga agitadora, de modo que al final se obtiene granulado secado previamente que puede transportarse.

25 Este procedimiento se mejoró con respecto a un uso del calor interno del polímero para la cristalización del poliéster, interrumpiéndose el enfriamiento de la masa fundida por debajo del punto de fusión a temperaturas de 100 °C a 190 °C. En este intervalo comienza la cristalización, y mediante la conexión aguas abajo de un canal de cristalización horizontal se obtienen grados de cristalización > 38 %, que son suficientes para evitar una adhesión de las virutas (aglomeración) a temperaturas de procesamiento adicional más altas, por ejemplo, en una instalación de condensación posterior o secado. Por otro lado pueden atemperarse adicionalmente los "microgránulos" aún calientes adicionalmente a temperatura constante hasta el secado adicional y la desgasificación de productos secundarios de reacción molestos del poliéster en un recipiente de almacenamiento a lo largo de algunas horas con flujo ligero con un gas de arrastre, por ejemplo, aire o un gas inerte. Con ello puede generarse un producto de resina ya listo para ser vendido. El uso de este tipo de dispositivos se ha acreditado para la producción convencional adicional de PET.

35 Por el documento WO 03/042278 A1 se conoce además un procedimiento correspondiente para la producción de poliéster de alto peso molecular. Debido a la gran longitud de cadena, estos productos de PET son particularmente susceptibles a la descomposición hidrolítica en determinadas condiciones límites, tales como temperatura elevada con la presencia simultánea de agua o vapor de agua o también un largo periodo de almacenamiento con la influencia de humedad. Se mostró que en el caso de un contacto intensivo de la masa fundida con agua caliente con formación de vapor de agua ha de contarse con una intensa hidrólisis que reduce el grado de policondensación en el plazo de algunos minutos hasta el 20 %.

Por el documento DE 10 2009 010 706 A1 se conoce un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15.

45 Para una nueva tecnología, que a partir de una masa fundida de alta viscosidad, sin el uso de una condensación posterior costosa en energía y trabajo proporcione directamente un producto acabado, que sea comparable y cualitativamente mejor que los gránulos/microgránulos de poliéster generados de manera convencional, se aprecian desventajas que dificultan un uso industrial. En particular se observan las siguientes carencias:

- 50 1. hidrólisis rápida en atmósfera de vapor de agua ya en el secador previo,
2. control deficiente de la cristalización,
3. pérdidas elevadas de agua por evaporación,
4. capacidad de control del secado isotérmico posterior.

A partir de esto es objetivo de la presente invención indicar un procedimiento mejorado en el que se evite en la medida de lo posible una degradación hidrolítica del grado de policondensación de granulados de poliéster producidos directamente. Además, el granulado de poliéster presentará un bajo contenido de acetaldehído (contenido en AA).

Otro objetivo de la presente invención es indicar un granulado correspondiente y un dispositivo para la realización de un procedimiento de este tipo.

El objetivo con respecto al procedimiento se resuelve mediante las características distintivas de la reivindicación 1, con respecto al granulado mediante las características de la reivindicación 11 y en lo que se refiere al dispositivo, mediante las características de la reivindicación 15. Las reivindicaciones dependientes muestran perfeccionamientos ventajosos.

De acuerdo con la invención, de acuerdo a la reivindicación 1 se propone optimizar el procedimiento porque el corte en caliente se realiza a temperaturas de agua de 70 °C a 95 °C y una relación de baño de 8 a 12:1. A este respecto es esencial que el baño se conserve hasta la entrada en el secador previo y que el agua circulante se separe en el secador previo en el plazo de < 10 segundos. Se ha mostrado ahora que manteniendo estas condiciones de procedimiento pueden ser posible obtener un granulado microgránulos de poliéster cuyo grado de policondensación se encuentre a menos del 2 % por debajo del grado de policondensación de la masa fundida de alta viscosidad. Dado que con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden obtenerse granulados o microgránulos de poliéster con un alto grado de policondensación mencionado anteriormente, es posible utilizar los mismos directamente para aplicaciones en botellas y láminas sin dispositivos intercalados para aumentar la viscosidad, que suponen enfriamiento de los granulados/microgránulos, almacenamiento intermedio, recalentamiento y atemperado prolongado a temperatura elevada así como costosos circuitos de gas inerte y nuevo enfriamiento.

En el procedimiento de acuerdo con la invención se parte de una masa fundida de poliéster generada con una instalación de policondensación continua, preferentemente una masa fundida de PET, con un grado de policondensación de 132 a 165, preferentemente hasta 162. Este tipo de procedimientos para la producción de poliéster de alta viscosidad se conocen en sí en el estado de la técnica. Para esto véase el documento WO 03/042278 A1 ya citado.

Sorprendentemente, se ha mostrado ahora que con el procedimiento de acuerdo con la invención tiene lugar únicamente una degradación del grado de policondensación hasta valores de menos del 2 %, preferentemente hasta valores inferiores al 1,5 % con respecto al grado de policondensación de la masa fundida de alta viscosidad. En el procedimiento de acuerdo con la invención ha de indicarse particularmente que una separación previa habitual del agua, con el fin de aliviar el secador previo, el agua de transporte desde la línea de alimentación desde el dispositivo de corte hasta el secador previo, no dio como resultado la disminución esperada de la hidrólisis, es decir, el vapor de agua que se formaba actuaba de manera considerablemente más intensa sobre la superficie caliente de los microgránulos/granulados que una capa de agua refrigerante. A este respecto es importante, para obtener el efecto, que la relación de baño, es decir, la relación de agua con respecto a microgránulos/granulado se ajuste a una relación de baño de 8 a 12:1, y que la temperatura del agua durante el corte en caliente se encuentre en el intervalo de 80 °C a 90 °C. De esto resultaron pequeñas diferencias de efecto de hidrólisis que se deben establecer en el ámbito de dispersión de la analítica. El secado previo tiene una importancia definitiva en el procedimiento de acuerdo con la invención. Se ha mostrado que manteniendo las condiciones de la reivindicación 1 después del secado previo se obtiene un granulado de poliéster intermedio que presenta una humedad residual de < 200 ppm y > 100 ppm.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención se produce preferentemente PET (poli(tereftalato de etileno)).

Como criterios decisivos para una hidrólisis minimizada destacan las siguientes características técnicas:

1. ninguna eliminación de agua previa antes del secador,
2. evacuación rápida del agua de transporte en el secador en el plazo de < 10 segundos,
3. eliminación rápida del agua de superficie en el plazo de 30 s a 2 minutos,
4. baja evaporación del agua residual difundida a la estructura polimérica al progresar el secado y evacuación eficiente por medio de aire seco precalentado secado a contracorriente desde el silo de recolección conectado aguas abajo,
5. condensación de la mezcla de vapor de agua/aire en un condensador de rocío conectado aguas abajo cuya agua se toma de la circulación de agua de transporte, se enfría y tras la filtración se recircula al circuito principal,
6. control del aire de lavado en cuanto a la cantidad y al punto de rocío que debería estar entre -10 °C y -40 °C, en el secado principal para la eliminación adicional de agua y otros productos secundarios volátiles del poliéster.

La invención se refiere también al granulado producido de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente, preferentemente de PET. El granulado de acuerdo con la invención que se produce con el procedimiento descrito anteriormente se caracteriza en particular porque su grado de policondensación asciende a menos de 2 %, preferentemente a menos del 1,5 % con respecto al grado de policondensación de la resina de poliéster de alta viscosidad. Otra característica esencial que caracteriza al granulado de acuerdo con la invención, es el grado de cristalización inferior al 38 % (método de medición de densidades). Otras características son una proporción de componentes de bajo punto de ebullición (por ejemplo AA, MDO etc.) inferior a 1 ppm, preferentemente de 0,5 a 0,9 ppm, así como un excelente color, el cual en función de la especificación tiene un valor amarillo b* (CIELAB) de -1 a -3. El granulado de acuerdo con la invención se caracteriza además porque su porcentaje de agua es inferior a 100

ppm y porque el peso de grano de granulado es inferior a 25 g, preferentemente asciende a < 15 g. Es además sorprendente que el granulado producido presente un contenido muy bajo en acetaldehído (contenido de AA) de < 0,8 ppm. Una ventaja adicional del granulado de acuerdo con la invención es que su superficie específica es de > 1,4 m²/kg, preferentemente de 1,6 a 1,8 m²/kg. Por consiguiente, el granulado de acuerdo con la invención es excelentemente adecuado para todos las aplicaciones de la industria empaquetadora y debido a su baja cristalinidad ofrece ventajas adicionales en la producción de botellas, que en particular permite una baja temperatura de recalentamiento y mediante ello reduce la nueva formación de productos de descomposición de bajo punto de fusión del poliéster y aumenta la velocidad de la producción de preformas. Tampoco se encuentran "masas de alta viscosidad" en las preformas, las cuales en los procesos convencionales se pueden producir durante una condensación de fase sólida, ya que en el nuevo procedimiento no tiene lugar o solamente es marginal un aumento de la viscosidad debido al tratamiento a baja temperatura descrito.

La invención también se refiere además a un dispositivo para la producción de granulado de poliéster, preferentemente granulado de PET a partir de una masa fundida de poliéster de alta viscosidad con un grado de policondensación de 132 a 165. El dispositivo se caracteriza en particular porque el secador previo se configura como centrífuga agitadora. Tiene una importancia decisiva la configuración de la centrífuga agitadora en forma de un cono, en donde el bastidor de centrífuga se ensancha desde la base hacia arriba de forma cónica o escalonada. Además de la configuración del secador previo como centrífuga agitadora, en el dispositivo también es esencial que en el desarrollo adicional del proceso se use un dispositivo de secado/desgasificación de configuración específica. El dispositivo de secado/desgasificación de la invención se caracteriza particularmente porque se configura en forma de un recipiente cilíndrico vertical y porque el recipiente está subdividido en una zona de temperatura igual y una zona de enfriamiento.

La invención se describe en detalle a continuación mediante las figuras 1 y 2.

La figura 1 muestra a este respecto un esquema de flujo de del proceso en su totalidad, y

La figura 2 muestra el dispositivo de secado/desgasificación.

El proceso en su totalidad está representado en la figura 1. El desarrollo se refiere a la producción de PET.

Por medio de una bomba dosificadora 2 que puede producir una presión de > 8 MPa a 20 MPa la masa fundida de alta viscosidad se extruye a través de una placa de boquillas 3 calentada (granulación subacuática bajo al menos 0,1 MPa de sobrepresión con una temperatura de entrada de agua de al menos 70 °C, preferentemente 80-95 °C). Una corona de cuchillas de corte que se mueve estrechamente contra la misma corta la masa fundida desde cada agujero de la placa de boquillas, mediante lo cual se forman granos redondos u ovalados (microgránulos) que solidifican en la superficie solidifica de manera amorfa mediante un lavado intensivo con agua. La cámara de agua se encuentra bajo una leve sobrepresión, y la relación de baño asciende a entre 8 y 12:1. A través de una corta tubería la mezcla de microgránulos/agua llega tangencialmente al secador previo 5, que está configurado como centrífuga agitadora, teniendo lugar la separación del agua en la región inferior y saliendo los microgránulos en la región superior.

En este caso se ha mostrado que a diferencia del procedimiento convencional lo importante es llevar la relación de baño hacia "cero" en el plazo de algunos segundos de tiempo permanencia en el secador previo 5, es decir, eliminar el agua lo más completamente posible en el quinto inferior del mismo, para minimizar por una parte la evacuación térmica adicional de los microgránulos mediante el agua y por otra parte la película de agua de la superficie sobre los microgránulos de manera que mediante la evaporación del agua no se presente ni hidrólisis ni sobreenfriamiento de los microgránulos fuera del intervalo de trabajo de 120 °C a 180 °C. Simultáneamente se descubrió que la relación de microgránulos con respecto a agua evaporada en kg/kg se debe encontrar solamente dentro de límites estrechos de 100:1 a 20:1, para evitar los resultados desventajosos descritos.

La nueva configuración del secador se basa en estas premisas. En particular la zona de entrada del baño está configurada de manera que las hélices de agitación/transporte, que están configuradas en forma de un tornillo sin fin obtienen elementos de guía adicionales en forma de un agitador de paleta o de turbina.

Mediante esto la masa fluida del baño se mueve en la periferia del agitador y puede evacuarse allí sin problemas y de manera extremadamente rápida a través del bastidor perforado de la centrífuga que allí es cilíndrico, teniendo que tener en cuenta el tamaño y el número de agujeros. Para la separación del agua de la superficie se lleva a cabo además una reducción del grosor de capa, procediendo de manera que el soporte de la centrífuga que hasta ahora es cilíndrico se configure de forma cónica o cilíndrica escalonada hacia arriba, mediante lo cual las fuerzas centrífugas aumentan continuamente y el grosor de capa del agua sobre los microgránulos disminuye de manera correspondiente. El agitador centrífugo/transportador se adapta continuamente al aumento de diámetro, de manera que el grosor de capa (torta) disminuye al ir aumentando el diámetro. En este caso, para la separación máxima de agua también es de suma importancia la distancia de las paletas de agitación/transporte con respecto al bastidor del filtro. De este modo es posible evacuar fácilmente hacia fuera a través del cono filtrante tanto el agua como también el vapor que se forma. Una ventaja adicional del cono es el incremento de superficie filtrante cada vez más disponible, que facilita el paso de agua y vapor. En ensayos se ha mostrado que una relación de diámetro de

entrada (inferior) : diámetro de descarga (superior) de 0,75 a 0,6 genera el mejor efecto de separación de agua con minimización simultánea de la formación de vapor.

Asombrosamente también se descubrió que la primera cristalización a < 10 % ya tiene lugar en el secador previo 5 a temperaturas por encima del punto de transición vítrea (70-80 °C). Pruebas repetidas dieron como resultado que entonces no se podía identificar la aglomeración de otra manera habitual para PET. Debido a esto ya no se requiere la necesidad de una cristalización adicional, por ejemplo, en un canal oscilante. Es suficiente con un tamiz clasificador 6 aislado simple para separar los largos excesivos de longitud para efectuar el desarrollo adicional de la difusión y secado de los componentes de bajo punto de ebullición del PET.

Como elemento esencial adicional ha de mencionarse un condensador de inyección 9 que optimiza el balance de agua de la circulación de agua de rocío, de manera que se producen menos pérdidas por lavados y pérdidas de agua del agua que costosamente se preparó mediante osmosis inversa.

El condensador de inyección 9 se conecta aguas abajo al secador previo 5 para reducir a menos de 1/10 el vapor de agua que inevitablemente se produce en el secador. Por el balance de masa/energía resultó que, por ejemplo con un paso de microgránulos de 12.000 kg/h se generó una cantidad de vapor de 600 kg/h. A partir de ahí se pudieron entonces recuperar 530 kg/h. Dado que el condensador de inyección está dispuesto en el flujo lateral del circuito principal de agua de rocío fue posible con ello solucionar simultáneamente la regulación de temperatura de este último lo cual tiene una importancia primordial en el "corte de superficie de matriz"

Para evitar de manera fiable una hidrólisis aumentada se comprobó sorprendentemente que para un producto que cristaliza de manera uniforme y presecado que corresponde a los requisitos de calidad es necesario el lavado con aire seco precalentado (calentador 10) hasta 140 °C a 180 °C a través del recipiente colector 7 posterior y mediante la conducción de este flujo de aire en dirección contraria al flujo de microgránulos a través del tamiz clasificador 6 y el secador previo 5, cuya humedad se ajusta a aproximadamente + 10 °C de punto de rocío. Para ello, la cantidad de aire que afluye al recipiente colector 7 se regula a la entrada del aire en el secador 5 en función del punto de rocío de manera que a la salida se obtiene una humedad residual de los microgránulos de < 200 ppm, preferentemente > 100 ppm. La transferencia de las virutas calientes a un silo de permanencia se efectúa entonces por medio del mismo aire seco precalentado, prefiriéndose un transporte "de alta densidad" que transporta el granulado esférico de manera cuidadosa al interior del silo.

Sorprendentemente se ha mostrado que un secado adicional se contrapone en este momento a la desgasificación adicional de los microgránulos de productos de bajo punto de ebullición. Se descubrió que las pequeñas cantidades de agua presentes en la estructura de poliéster tienen un efecto de arrastre para los productos de bajo punto de ebullición acetaldehído, metildioxolano y otros productos de descomposición del PE, menores por una potencia, y por consiguiente es posible controlar la expulsión acelerada de estas sustancias con ayuda del porcentaje de agua residual. Se encontró una reducción temporal del procedimiento de desgasificación de aproximadamente el 30 % al 40 % con respecto a los procedimientos convencionales.

La parte de desgasificación del silo 8 se atraviesa por aire frío, presentando éste un punto de rocío regulado entre -10 °C y -40 °C. La cantidad de aire se ajusta a este respecto mediante un regulador 15 de manera que los productos secundarios gaseosos que se difunden a partir de los microgránulos son evacuados en las condiciones de temperatura mencionadas. La relación de la cantidad de microgránulos con respecto a la cantidad de aire se establece de manera óptima en 5 a 25. La alimentación de aire se lleva a cabo aproximadamente a temperatura ambiente, pero por debajo de la temperatura de evacuación de microgránulos permisible de 50 °C, estando dispuesta la distribución del aire debajo de un intercambiador de calor tubular de virutas/agua integrado en el silo para enfriar las virutas hasta temperatura de empaquetamiento. La entrada de aire en sí se realiza por medio de cono doble. El refrigerador de virutas se encarga de una mejora adicional de la distribución de la pequeña cantidad de aire que burbujea a contracorriente por la columna de microgránulos. Debido a la pequeña cantidad de aire que tiene una baja entalpía con relación a la masa de los microgránulos, en el silo 8 se ajusta un equilibrio de temperatura que no obstaculiza el proceso de atemperado. Ya algunos decímetros por encima del refrigerador de virutas la temperatura de la columna de virutas se encuentra en equilibrio con el perfil de temperatura previsto de la desgasificación.

De manera ventajosa el aire de lavado/transporte se genera por un sistema de secado de aire Konti. Como variante de ahorro de energía también es posible usar el aire de escape del silo para el lavado del recipiente colector y el secador previo así como para el aire de transporte y para la regeneración del sistema de secado por aire.

La figura 2 muestra en representación ampliada en sección la configuración del silo de permanencia/desgasificación 8. El silo de permanencia/desgasificación 8 está configurado a este respecto en forma de una carcasa cilíndrica vertical. El silo 8 está subdividido a este respecto en dos zonas, concretamente en una zona de igual temperatura 20 y en una zona de enfriamiento 21. El intercambiador de calor de la zona de enfriamiento está configurado a este respecto como haz de tubos 15 con procesamiento libre de superficies muertas en su parte superior. En el silo de permanencia/desgasificación 8 es esencial que la superficie libre de los tubos de intercambiador de calor se mida con 1:4 a 1:6 con relación a la superficie del recipiente y que la relación L/D del intercambiador de calor ascienda al menos a 1,2:1. La introducción del aire seco por debajo del haz de tubos del intercambiador de calor se lleva a cabo

5 a este respecto mediante un intersticio anular que se genera mediante un cono doble. En el lado superior del recipiente está prevista una salida de gas caliente 16. Para monitorizar el perfil de temperatura, el silo de permanencia/desgasificación 8 puede comprender al menos 3 puntos de medición a lo largo de toda la altura del cilindro, que pueden estar dispuestos preferentemente de manera centrada, cerca de la línea central del recipiente (no representada). Otra característica del silo de permanencia/desgasificación 8 es que la parte cilíndrica del recipiente está equipada con un aislamiento activo, por ejemplo, un calentamiento eléctrico, serpentines semitubulares o similares.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción directa de granulado de poliéster bajo en hidrólisis a partir de una masa fundida de poliéster de alta viscosidad con un grado de polimerización (GP) de 132 a 165, en el que la masa fundida se somete a un secado previo y secado/desgasificación después de un procedimiento de corte en caliente, en el que la fase de corte en el procedimiento de corte en caliente se lleva a cabo a temperaturas de agua de 70 a 95 °C y se mantiene una relación de baño que es la relación de agua con respecto a los microgránulos/granulado de 8 a 12:1, y el baño se conserva completamente hasta la entrada en el secado previo y el agua circulante se separa en el secador previo en el plazo de < 10 segundos, **caracterizado porque** el granulado se transporta desde el recipiente colector (7) hasta el secado en un dispositivo de secado/desgasificación (8) con una zona de atemperado (20) y una zona de enfriamiento (21) por medio de un transporte de aire caliente, llevándose a cabo un secado y enfriamiento combinado y realizándose el secado a lo largo de 6 a 12 horas a 150 a 180 °C, preferentemente a de 160 a 175 °C, y el enfriamiento a lo largo de 0,5 a 1,5 horas bajando hasta 50 °C.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** en el secador previo (5) se separa el 99 % del agua circulante, utilizándose como secador previo (5) una centrífuga agitadora cuyo bastidor de centrífuga está configurado desde la base hacia arriba de forma cónica o cilíndrica escalonada, y porque el agua circulante se elimina en el quinto inferior del secador previo (5).
3. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** durante el secado previo se trabaja en el intervalo de temperatura de 120 °C a 180 °C, regulándose preferentemente durante el secado previo en el secador previo (5) el punto de rocío a 8 a 12 °C por medio de una cantidad de aire de lavado conducida a contracorriente a partir de un volumen de recogida conectado aguas abajo.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** desde el corte en caliente hasta la entrada en el secado previo se mantiene un tiempo de permanencia en el agua de < 1 segundo.
5. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre el secado previo y el secado/desgasificación se realiza una clasificación con un tamiz clasificador, ascendiendo el tiempo de permanencia en el tamiz clasificador en particular como máximo a 30 segundos.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el granulado después de la clasificación antes del secado/desgasificación se lava en un recipiente colector (7) con aire atemperado, seco, manteniéndose en el recipiente colector (7) en particular un tiempo de permanencia máximo de 8 minutos, usándose la cantidad de aire atemperado/secado con el uso de aire de escape del silo de atemperado/enfriamiento (8) para la regulación de la humedad del secador previo (5).
7. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los vapores del secado previo se condensan en un condensador mixto cuyo medio de refrigeración se toma de una corriente parcial de la circulación de agua principal y su condensado mixto se usa para la regulación de la temperatura de la circulación de agua principal, presentando en particular la relación de mezcla de corriente parcial con respecto a corriente principal una relación de 1:4 a 1:6.
8. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la preparación del aire seco se lleva a cabo hasta puntos de rocío de -10 °C a -40 °C.
9. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** el aire introducido en el silo de atemperado/enfriamiento (8) con una temperatura máxima de 40 °C en la proporción de 1:5 a 1:10 experimenta una distribución casi laminar a través del refrigerador.
10. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se produce PET (poli(tereftalato de etileno)).
11. Granulado de poliéster bajo en hidrólisis producido de acuerdo con un procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, siendo su grado de policondensación como máximo un 2 % menor que el de la masa fundida de alta viscosidad, **caracterizado porque** su grado de cristalización es < 38 % medido con el método de medición de densidades y presentando un contenido en agua de < 100 ppm.
12. Granulado de poliéster bajo en hidrólisis de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el grado de policondensación es como máximo un 1,5 % menor que el de la masa fundida de alta viscosidad.
13. Granulado de poliéster bajo en hidrólisis de acuerdo con al menos una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** presenta un contenido en agua de < 50 ppm.

14. Granulado de poliéster bajo en hidrólisis de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado porque** es un PET (poli(tereftalato de etileno)).
- 5 15. Dispositivo para la producción directa de un granulado de poliéster bajo en hidrólisis a partir de una masa fundida de poliéster de alta viscosidad con un grado de polimerización (GP) de 132 a 165, que comprende un corte en caliente, un secador previo (5), un recipiente colector (7) así como un dispositivo de secado/desgasificación (8), estando configurado el secador previo (5) como centrífuga agitadora, ensanchándose el bastidor de centrífuga desde la base hacia arriba de forma cónica o cilíndrica escalonada, **caracterizado porque** el dispositivo de secado/desgasificación (8) está diseñado en forma de un recipiente cilíndrico en perpendicular con una zona de atemperado (20) y una zona de refrigeración (21).
- 10 16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la centrífuga agitadora presenta una entrada tangencial para el baño.
- 15 17. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** aguas abajo del secador previo (5) está conectado un dispositivo de clasificación (6), estando dispuesto entre el dispositivo de clasificación (6) y el dispositivo de secado/desgasificación (8) un recipiente colector (7) con una entrada de aire para el aire de escape a partir del dispositivo de secado/desgasificación (8) a contracorriente con respecto al granulado.
- 20 18. Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado porque** la zona de enfriamiento (10) presenta un intercambiador de calor cuyo haz de tubos está equipado en su lado superior con procesamiento de superficie totalmente libre, pudiendo lavarse preferentemente el intercambiador de calor a contracorriente con respecto al granulado mediante aire acondicionado.

FIG.1

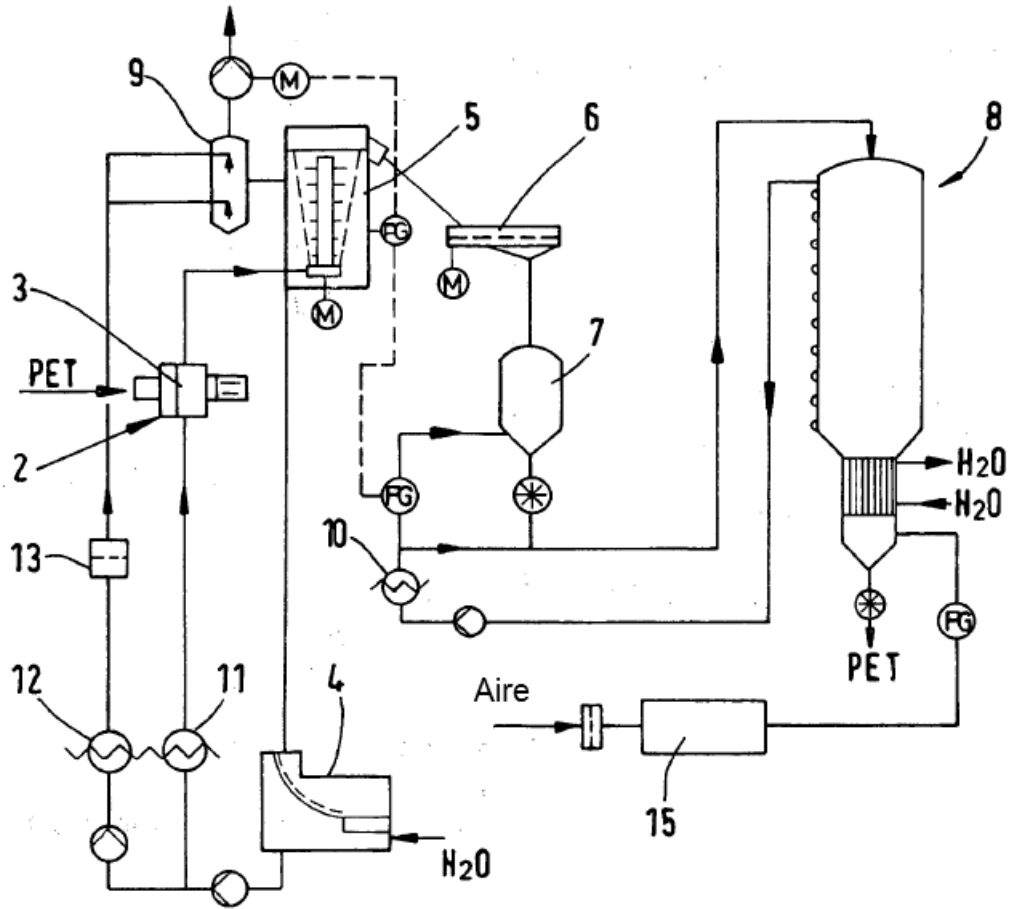


FIG. 2

