



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 040**

51 Int. Cl.:  
**B29B 9/06** (2006.01)  
**B29B 9/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07723221 .3**  
96 Fecha de presentación : **13.03.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1993798**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un granulado no pegajoso a partir de un material de poliéster y para el procesamiento subsiguiente de un granulado así fabricado.**

30 Prioridad: **13.03.2006 CH 39506/06**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.07.2011**

73 Titular/es: **UHDE INVENTA-FISCHER AG.**  
**Reichenauerstrasse**  
**7013 Domat/Ems, CH**

72 Inventor/es: **Hanimann, Kurt y**  
**Stibal, Werner**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 363 040 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 fabricación de un granulado no pegajoso a partir de un material de poliéster y para el procesamiento subsiguiente de un granulado así fabricado.

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento conforme a la reivindicación 1 para la fabricación de un granulado no pegajoso a partir de un material de poliéster, en el que el material de poliéster se introduce como masa fundida en una corriente de agua de enfriamiento y tras recorrer un trayecto de enfriamiento se separa del agua de enfriamiento.

Es también objeto de la invención el uso de un granulado así fabricado conforme a la reivindicación 15.

10 En el material de poliéster puede tratarse en especial de poli(tereftalato de etileno) o de sus copolímeros modificados con fracciones de modificación en la parte ácido, p.ej. de ácido isoftálico, o en la parte diol, p.ej. de ciclohexanodimetanol.

**Estado de la técnica**

El documento DE 103 49 016 B4 por ejemplo parte también de un procedimiento del tipo antes indicado, en donde según lo expuesto en este documento a continuación de la formación del granulado se considera necesaria una llamada fase de cristalización o cristalización subsiguiente.

15 Como se desprende del documento DE 198 48 245 A1, el granulado de poliéster inicialmente es esencialmente amorfo y transparente. En este estado, en un procesamiento subsiguiente en fase sólida tiende a pegarse a y por encima de su punto de transición vítrea. Aumentando su cristalinidad, que puede apreciarse por una coloración blanca, puede evitarse el pegamiento. Según el documento DE 10 2004 015 515 A1 para ello es preciso un grado de cristalización de al menos el 38%.

20 En el documento DE 103 49 016 B4 la cristalización subsiguiente se realiza aprovechando la energía térmica todavía contenida en los granos del granulado directamente después de la granulación. Para evitar un pegamiento de los granos del granulado hasta alcanzar el grado de cristalización deseado, se propone sacudirlos o someterlos a vibraciones, p.ej. por transporte a través de un transportador vibratorio u oscilante.

25 Sin embargo, no siempre se desea un elevado grado de cristalización en el procesamiento subsiguiente del granulado, ya que de ese modo se incrementa la energía necesaria para la fusión del granulado.

El documento EP-A-1 522 395 muestra las características del preámbulo de la reivindicación 1.

**Exposición de la invención**

30 En los procedimientos conocidos, la cristalización subsiguiente para obtener un granulado suficientemente cristalino no pegajoso, así como las medidas para impedir un pegamiento de los granos del granulado ya en la cristalización subsiguiente, significa un despliegue no despreciable de técnicas de proceso así como de aparatos. Además, en función del tamaño de granulado se ajusta forzosamente una determinada temperatura del granulado. La invención se plantea por consiguiente el objetivo de mejorar el procedimiento indicado al principio de modo que pueda realizarse más racionalmente y con menos despliegue de aparatos. Además deben poder evitarse elevados grados de cristalización > 45%.

35 Conforme a la invención esto se consigue conforme a la reivindicación 1 porque el tiempo de permanencia del material de poliéster en el trayecto de enfriamiento asciende a 0,2 - 5 s y porque el agua de enfriamiento presenta una presión de al menos 200 kPa. Según como se ejecute el procedimiento, el material de poliéster puede presentarse dentro del agua de enfriamiento como cordón o como granulado.

40 Para el granulado así obtenido no es precisa, al menos no en todo caso, una cristalización subsiguiente. Se ha demostrado que el granulado tampoco se pega sin cristalización subsiguiente ni movimiento mecánico si no se realiza ninguna aportación externa de energía adicional. Incluso con un calentamiento bajo presión no pudo producirse pegamiento alguno. El granulado es adecuado para un procesamiento subsiguiente directo sin cristalización adicional, dado el caso aprovechando su todavía elevada temperatura en tratamientos con gas, como reactores de condensación final en fase sólida, reactores de acondicionamiento para el secado, desgaseado y/o des-aldehidación o dispositivos de cristalización (en caso de que a pesar de ello se necesite un grado de cristalización mayor). Como ejemplos de procesamiento subsiguiente pueden mencionarse también transportes neumáticos así como almacenamiento intermedio en silos o en barricas resistentes al calor.

45 Es conocido que a gradientes de temperaturas muy elevados el agua no puede humectar un objeto que se vaya a enfriar (Leidenfrost). Bajo condiciones atmosféricas o ligera sobrepresión este fenómeno se presenta también en una masa fundida de poliéster si esta se introduce en agua de enfriamiento. En la superficie del material de poliéster se forma una

capa de vapor que actúa de forma aislante e impide el enfriamiento del material de poliéster. La evaporación y condensación conducen en la interfase además a estados no estacionarios que hacen fuertemente rugosa (formación de cráteres) la superficie del material de poliéster. La superficie rugosa promueve el pegamiento de los granos de granulado acabados. Esto conduce a cristalización no controlada y a abrasión incrementada en tratamientos mecánicos sucesivos, con lo que ahí aparecen defectos y se hacen precisos ciclos de limpieza, así como pérdida de material. Además puede llegarse a aglomeración de los granos del granulado al sobrepasarse de nuevo el punto de transición vítrea, que conduce a otras alteraciones y a pérdidas de calidad.

Sorprendentemente, mediante las condiciones conforme a la reivindicación 1 se ha encontrado que la evaporación y la cavitación en la superficie en los granos del granulado puede controlarse en la medida que la superficie de los granos adopta ahora una estructura de piel de naranja que en cualquier caso reduce más las superficies de contacto de los granos esféricos, de modo que tampoco se presenta más una aglomeración con un tratamiento térmico subsiguiente. El contacto directo de tipo choque con el agua de enfriamiento fuerza la formación controlada de estructuras superficiales y permite con ello en primer lugar un enfriamiento de la masa fundida coordinado con el proceso de tratamiento subsiguiente y un grado de cristalización controlable que puede encontrarse en el intervalo de 8 a 45%.

La cristalización que se inicia desde el núcleo de los gránulos del granulado debido a la mayor temperatura ahí reinante de la masa fundida que solidifica, conduce a tensiones y contracciones dentro de los granos del granulado que se presentan en forma de efectos de repulsión frente a granos que se encuentran próximos y actúan así además en contra de la aglomeración.

Para evitar un pegamiento de los granos del granulado acabados es suficiente ya un breve tiempo de permanencia del material de poliéster bajo las condiciones de presión mencionadas en el trayecto de enfriamiento de solo 0,2 - 5,0 s.

Limitando el tiempo de permanencia bajo las condiciones de presión mencionadas en el trayecto de enfriamiento a 5 s, preferentemente 2 s, se alcanza por otro lado un bajo grado de cristalización del granulado acabado de menos del 10%. El granulado acabado es substancialmente amorfo, lo que puede apreciarse por su transparencia. Preferiblemente el granulado acabado presenta a este respecto una proporción amorfa de como máximo el 92%, sin embargo de al menos el 55%. También presenta el material de poliéster tras la separación del agua de enfriamiento todavía una temperatura ventajosamente alta para un procesamiento subsiguiente directo, como p.ej. una condensación final en fase sólida o un secado.

Formas de realización preferidas del procedimiento conforme a la invención están caracterizadas en las reivindicaciones subordinadas 2 - 13.

Así, se prefiere seleccionar el tiempo de permanencia dentro de límites estrechos entre 0,2 y 2 s, con especial preferencia entre 0,4 s y 0,8 s. Lo mismo es válido para la presión, que se ajusta preferiblemente entre 300 y 600 kPa. Una presión superior a 600 kPa en general no es necesaria para conseguir el efecto conforme a la invención y conllevaría problemas en el diseño de los aparatos.

Tras el paso del trayecto de enfriamiento, la presión del agua de enfriamiento se reduce rápidamente y entonces se separa el agua de enfriamiento del material de poliéster. La reducción de la presión puede realizarse en un tramo estrangulado en forma de un trozo de tubería con sección transversal reducida o de canales de flujo. Como alternativa pueden utilizarse válvulas conformadas especialmente, como p.ej. válvulas de estrangulación.

Detrás del tramo estrangulado se desea la evaporación en la superficie del material de poliéster porque esta favorece la separación del agua de enfriamiento y al formar una película de vapor aislante impide un enfriamiento adicional ya no necesario así como dado el caso tampoco ya deseado del material de poliéster. Mediante la elección de la temperatura del agua de refrigeración a 80°C - 110°C, preferiblemente a 85°C a 95°C, próxima al punto de ebullición atmosférico estos efectos se favorecen aún más. Por otro lado las pérdidas de agua por la evaporación se mantienen en mínimos.

Para distintos procedimientos de procesamientos subsiguientes es ventajoso para el movimiento descortezador de la cuchilla en el cuerpo de la boquilla en acción conjunta con la tensión superficial de la masa fundida que se solidifica una temperatura media del granulado acabado en el intervalo de 90°C a 220°C, preferiblemente de 150°C - 220°C. Esta temperatura depende entre otras cosas del tiempo de permanencia del material de poliéster en el trayecto de enfriamiento, de modo que esta puede ajustarse mediante una elección adecuada de este tiempo de permanencia.

En lo que atañe a la granulación puede cortarse así el al menos un cordón del material de poliéster en estado fluido de masa fundida inmediatamente después de su salida en la corriente de agua de enfriamiento y por consiguiente antes del paso del trayecto de enfriamiento, lo que p.ej. puede realizarse mediante una placa perforada, un juego de cuchillas puestas al corte de manera rotativa o similares. El diámetro de los orificios se encuentra a este respecto en el orden de mm.

La masa fundida, que preferiblemente está configurada como cordón en estado fluido de masa fundida, puede también

granularse solo después de un estirado y enfriamiento en el agua de enfriamiento. Un corte del cordón sería igualmente posible solo después de la separación del agua de enfriamiento. Los granos del granulado que se forman presentan a este respecto típicamente un peso entre 10 y 20 mg.

5 Para la separación del material de poliéster del agua de enfriamiento puede utilizarse un separador de agua y vapor al que está preconectado el tramo estrangulado para la reducción de la presión del agua de enfriamiento ya mencionado. En el caso de una granulación bajo agua puede utilizarse un separador centrífugo comercial. Debido a la formación de vapor tras la reducción de la presión basta no obstante también un simple tamiz arqueado con una aspiración en el que se separen el vapor y el agua de los granos del granulado y se sustituyan por aire o un gas inerte. Esta forma de realización es también posible con un cordón que solo a continuación se corta.

10 En el caso de la granulación bajo agua directa, que es preferida, puede ajustarse el tiempo de permanencia del material de poliéster en el trayecto de enfriamiento por variación del flujo de agua de enfriamiento, p.ej. controlando el número de revoluciones de la bomba de agua, en el trayecto de enfriamiento, pues los granos del granulado son transportados por la corriente de agua de enfriamiento. De manera sencilla el ajuste del flujo de agua de enfriamiento en el trayecto de enfriamiento es posible dividiendo el agua de enfriamiento entre el trayecto de enfriamiento y una conducción de sobrepaso del trayecto de enfriamiento y juntándola de nuevo antes del tramo estrangulado. Conduciendo una cantidad de agua constante a través del tramo estrangulado, la presión en el trayecto de enfriamiento permanece constante si se varía la división.

15 Como alternativa a esto es también posible granular el material de poliéster tras el enfriamiento en el agua de enfriamiento. A este respecto, puede realizarse además un estirado del material de poliéster, que se encuentra entonces dentro del trayecto de enfriamiento al menos parcialmente como cordón.

20 Otra forma de realización alternativa prevé que el material de poliéster se granule solo después de la separación del agua de enfriamiento, formando granos de granulado aproximadamente cilíndricos. Para ello el material de poliéster recorre el trayecto de enfriamiento completo como cordón, la granulación solo se realiza pues a continuación del trayecto de enfriamiento.

25 Conforme a la invención se especifica igualmente con la reivindicación 14 un fin de uso del producto del procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el producto del procedimiento se conduce directamente a un reactor de condensación final en fase sólida o secador, preferiblemente p.ej. un secador de torre y/o de cuba, con lecho fluidizado estático.

### **Breve explicación de las figuras**

30 La invención se explicará seguidamente más detalladamente con ayuda de ejemplos de realización en conexión con el dibujo. Muestran:

La Fig. 1 un diagrama de una primera forma de realización de la invención con corte bajo el agua; y

La Fig. 2 un diagrama correspondiente de una segunda forma de realización de la invención con corte en seco.

### **Modos para la realización de la invención**

35 En ambas figuras 1 designa la entrada de la masa fundida, 2 la salida de granulado y 3 una cámara de corte. Un circuito de agua de enfriamiento comprende en serie un trayecto de enfriamiento 4 de típicamente 0,5 - 3 m de largo, un tramo estrangulado 5, un separador de agua y vapor 6 y se mantiene en movimiento mediante una bomba de circulación de agua 7. En el caso del separador de agua y vapor 6 puede tratarse de un simple tamiz arqueado o un separador centrífugo comercial. En el circuito de agua de enfriamiento está incluido además un intercambiador de calor 8, con el que puede ajustarse la temperatura del agua de enfriamiento mediante una regulación de la temperatura 15 y mantenerse constante. Con 9 se designa una regulación de temperatura de granulado que está en interconexión con una regulación de la cantidad de agua 10. La regulación de la cantidad de agua actúa sobre una válvula de regulación de sobrepaso 11 con la que puede ajustarse la división del agua de enfriamiento entre el trayecto de enfriamiento 4 y un sobrepaso 12. El separador de agua y vapor 6 está provisto de un ventilador de aspiración 14 al que está preconectado un condensador de vapor 13. La bomba de circulación de agua 7 establece en el circuito de agua de enfriamiento descrito una presión que se ajusta de modo que a lo largo del trayecto de enfriamiento 4 sea mayor de 200 kPa. Como variante para el ajuste y el mantenimiento constante de la presión, en la Fig. 1 está prevista todavía una regulación de presión 16 que actúa sobre una válvula de regulación 5a del tramo estrangulado.

40 Las dos formas de realización de la Fig. 1 y la Fig. 2 se diferencian en la posición de la cámara de corte 3. En la forma de realización de la Fig. 1 la cámara de corte 3 se encuentra en el circuito de agua de enfriamiento en la zona de la entrada de la masa fundida 1 inmediatamente antes del trayecto de enfriamiento 4 y es atravesada por la corriente del agua de enfriamiento. La presión del agua de enfriamiento en ella es como a lo largo del trayecto de enfriamiento 4 mayor de 200 kPa. En la forma de realización de la Fig. 2 la cámara de corte 3 se encuentra fuera del circuito de agua de enfriamiento

entre el separador de agua y vapor 6 y la salida de granulado 2 y es en consecuencia seca.

En la forma de realización de la Fig. 1 el material de poliéster en estado fluido de masa fundida sale por preferiblemente varios orificios de boquilla formando correspondientemente muchos cordones de masa fundida en la cámara de corte, en la que los cordones de masa fundida se cortan inmediatamente bajo agua con un rotor de corte, p.ej. una placa perforada rotativa, al tamaño de granulado exigido. Se habla aquí también de separación por golpes en caliente. Debido al movimiento descortezador de la cuchilla en el cuerpo de la boquilla en acción conjunta con la tensión superficial de la masa fundida que se solidifica se forman así granos de granulado aproximadamente esféricos. El granulado se transporta mediante el agua de circulación directamente al trayecto de enfriamiento. En la cámara de corte 3 y a lo largo del trayecto de enfriamiento 4 reina, como ya se ha dicho, una presión de agua de enfriamiento mayor de 200 kPa. Esta presión de agua se reduce a la presión ambiente en el siguiente tramo estrangulado 5. El estrangulamiento puede realizarse mediante un diseño adaptado de la sección transversal de la tubería en coordinación con la cantidad de recirculación de agua o mediante una válvula de regulación 5a adecuada para la mezcla de 2 fases, como p.ej. una válvula de estrangulación, con lo que entonces también sería posible la regulación de presión mencionada en el trayecto de enfriamiento. Tras la reducción de la presión el agua se evapora directamente en la superficie todavía caliente de los granos del granulado y de este modo puede separarse fácilmente con el separador de agua y vapor 6. El vapor de agua que se forma se aspira con el ventilador de aspiración 14 junto con aire ambiente y se condensa en el condensador de vapor 13.

El enfriamiento de choque bajo sobrepresión de al menos 200 kPa conforme a la invención tiene lugar en la cámara de corte 3, el trayecto de enfriamiento 4 así como dado el caso parcialmente también en el tramo estrangulado 5, siendo sin embargo los tiempos de permanencia en la cámara de corte 3 y el tramo estrangulado 5 debido a las relaciones geométricas pequeños frente al tiempo de permanencia en el trayecto de enfriamiento 4. Según la duración del enfriamiento de choque los granos del granulado se enfrían más o menos. Mediante el ajuste del tiempo de permanencia en el trayecto de enfriamiento 4 mediante la regulación de la cantidad de agua 10 es por consiguiente posible ajustar la temperatura del granulado acabado, lo que también funciona en diámetro pequeño. El regulador de la temperatura del granulado 9 predetermina a este respecto como regulador guía el valor nominal de la regulación de la cantidad de agua en forma de una regulación en cascada.

En la forma de realización de la Fig. 2 se retiran preferiblemente igualmente varios cordones, sin embargo aquí entran directamente en el trayecto de enfriamiento 4, donde análogamente al granulado descrito anteriormente experimentan un enfriamiento de choque. El corte al granulado cilíndrico solo se realiza después de la separación del agua en la cámara de corte 3 dispuesta después del separador de agua y vapor 6. El tramo estrangulado 5 puede presentar la forma de canales estrechos a través de los que se conducen los cordones. Por lo demás la realización del procedimiento corresponde a la del tipo de realización de la Fig. 2.

### **Ejemplos**

Los Ejemplos A - D indicados en las siguientes Tablas se refieren a la preparación de granulado de poliéster aplicando el tipo de realización conforme a la Fig. 1 anteriormente descrito. El Ejemplo E es un ejemplo comparativo en el que para la granulación se utilizó un estrangulador sumergido en agua y la presión de agua de enfriamiento a lo largo del trayecto de enfriamiento correspondió a la presión ambiente. En todos los ejemplos la masa fundida se preparó por fusión de un granulado de PET a 290°C.

Ejemplo	Flujo de masa fundida	Tamaño del granulado	Recirculación de agua	Temperatura del agua	Presión de la cámara de corte	Tiempo de permanencia en enfriamiento de choque	Temperatura media del granulado
	kg/h	mg	m <sup>3</sup> /h	°C	Kpam	s	°C
A	110	19	15	97	400	0,5	180
B	110	35	17	99	510	0,45	215
C	110	12	17	102	500	0,45	175
D	100	15	12	96	400	0,5	160
E	100	15	12	96	0	0,5	160

En los Ejemplos A - D los granos del granulado que salen de la salida de granulado no mostraron tampoco en envasado directo adiabático ningún pegamiento. En el Ejemplo D el granulado se cargó adicionalmente con 300 kPa de presión y tampoco se pegó entonces.

5 Los granos del granulado obtenidos en el Ejemplo comparativo E se pegaron por el contrario inmediatamente después de la salida del granulado formando aglomerados de tamaño de puños.

**Lista de referencias**

1. Entrada de masa fundida
2. Salida de granulado
3. Cámara de corte
- 10 4. Trayecto de enfriamiento
5. Tramo estrangulado; 5a Válvula de estrangulación
6. Separador de agua y vapor
7. Bomba de recirculación de agua
8. Intercambiador de calor para agua de recirculación
- 15 9. Regulación de la temperatura del granulado
10. Regulación de la cantidad de agua
11. Válvula de regulación de sobrepaso
12. Sobrepaso del trayecto de enfriamiento
13. Condensador de vapor
- 20 14. Ventilador de aspiración del separador de agua
15. Regulación de temperatura
16. Regulación de presión

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un granulado no pegajoso por encima de la temperatura de transición vítrea a partir de un material de poliéster, en el que el material de poliéster se introduce como masa fundida en una corriente de agua de enfriamiento y tras recorrer un trayecto de enfriamiento se separa del agua de enfriamiento, presentando el agua de enfriamiento a lo largo del trayecto de enfriamiento una presión de al menos 200 kPa, caracterizado porque el tiempo de permanencia del material de poliéster en el trayecto de enfriamiento asciende a 0,2 – 5,0 s.
2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de permanencia del material de poliéster en el trayecto de enfriamiento asciende a 0,2 – 2,0 s, preferiblemente a 0,4 - 0,8 s.
- 10 3. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el agua de enfriamiento presenta a lo largo del trayecto de enfriamiento una presión de 300 - 600 kPa.
4. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la temperatura del agua de enfriamiento asciende a 80°C - 110°C, preferiblemente a 85°C - 95°C.
- 15 5. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el tiempo de permanencia del material de poliéster se selecciona de modo que el material de poliéster tras la separación del agua de enfriamiento presenta una temperatura de 90°C - 220°C.
6. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque para la separación del material de poliéster del agua de enfriamiento se utiliza un dispositivo de separación agua - sólido al que está preconnectado un tramo estrangulado para la reducción de la presión del agua de enfriamiento .
- 20 7. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el flujo de agua de enfriamiento puede ajustarse en el trayecto de enfriamiento mediante un sobrepaso del trayecto de enfriamiento ajustable.
8. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el material de poliéster se granula inmediatamente después de su entrada en el flujo de agua de enfriamiento formando granos de granulado aproximadamente esféricos.
- 25 9. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el material de poliéster se granula tras enfriamiento en el agua de enfriamiento.
10. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el material de poliéster se granula solo después de la separación del agua de enfriamiento formando granos de granulado aproximadamente cilíndricos.
11. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque en el granulado se lleva a cabo un enfriamiento rápido superficial por encima de la temperatura de transición vítrea.
- 30 12. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el granulado producido posee una proporción amorfa de al menos el 55% y como máximo del 92%.
13. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la granulación se realiza mediante una placa perforada con un juego de cuchillas puestas al corte de manera rotativa.
- 35 14. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la masa fundida se configura como al menos un cordón de masa fundida.
15. Uso del producto fabricado conforme a una de las reivindicaciones 1 a 14 para la asignación directa a un reactor de condensación final en fase sólida o secador, preferentemente un secador de torre y/o de cuba.

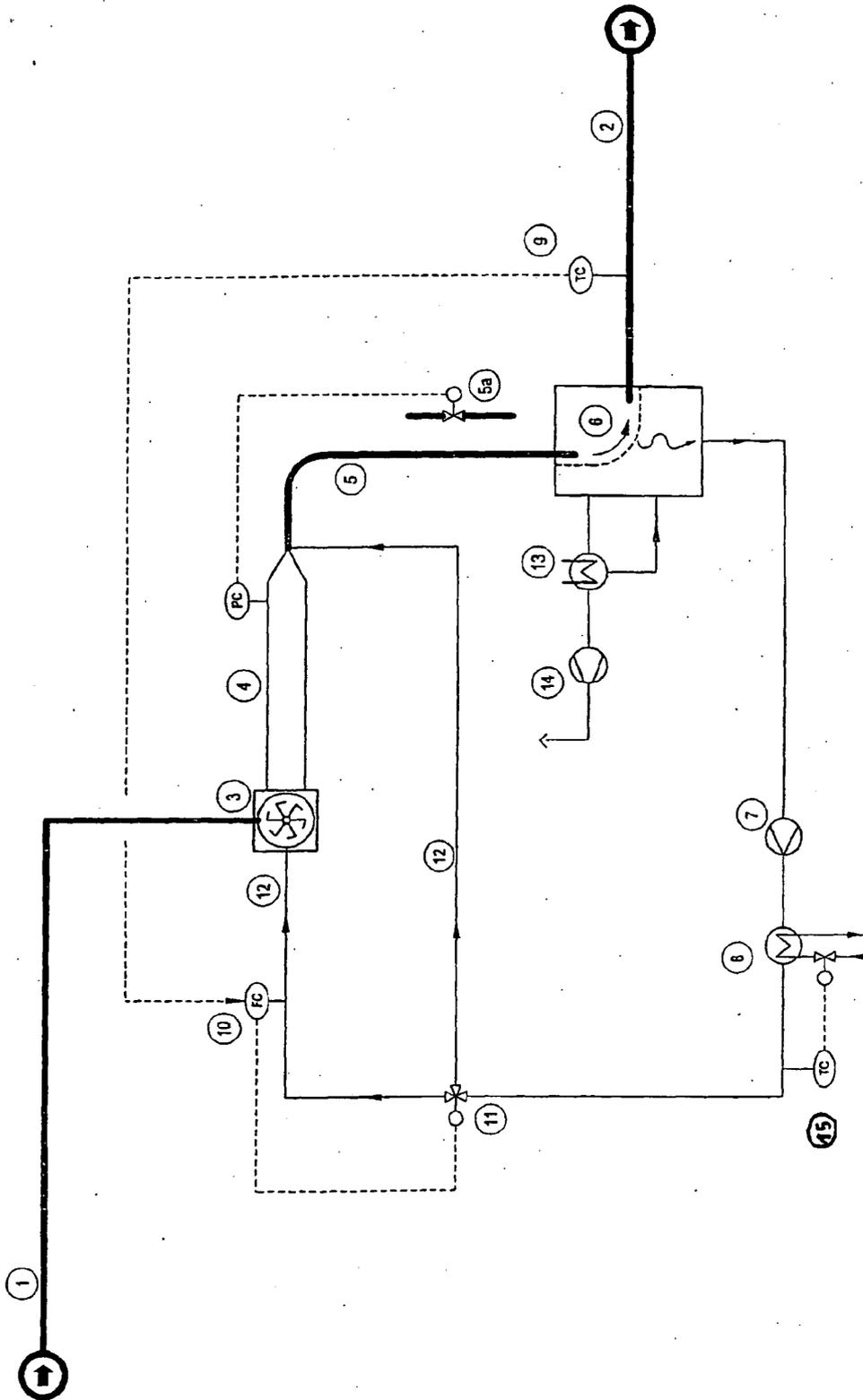


Fig. A

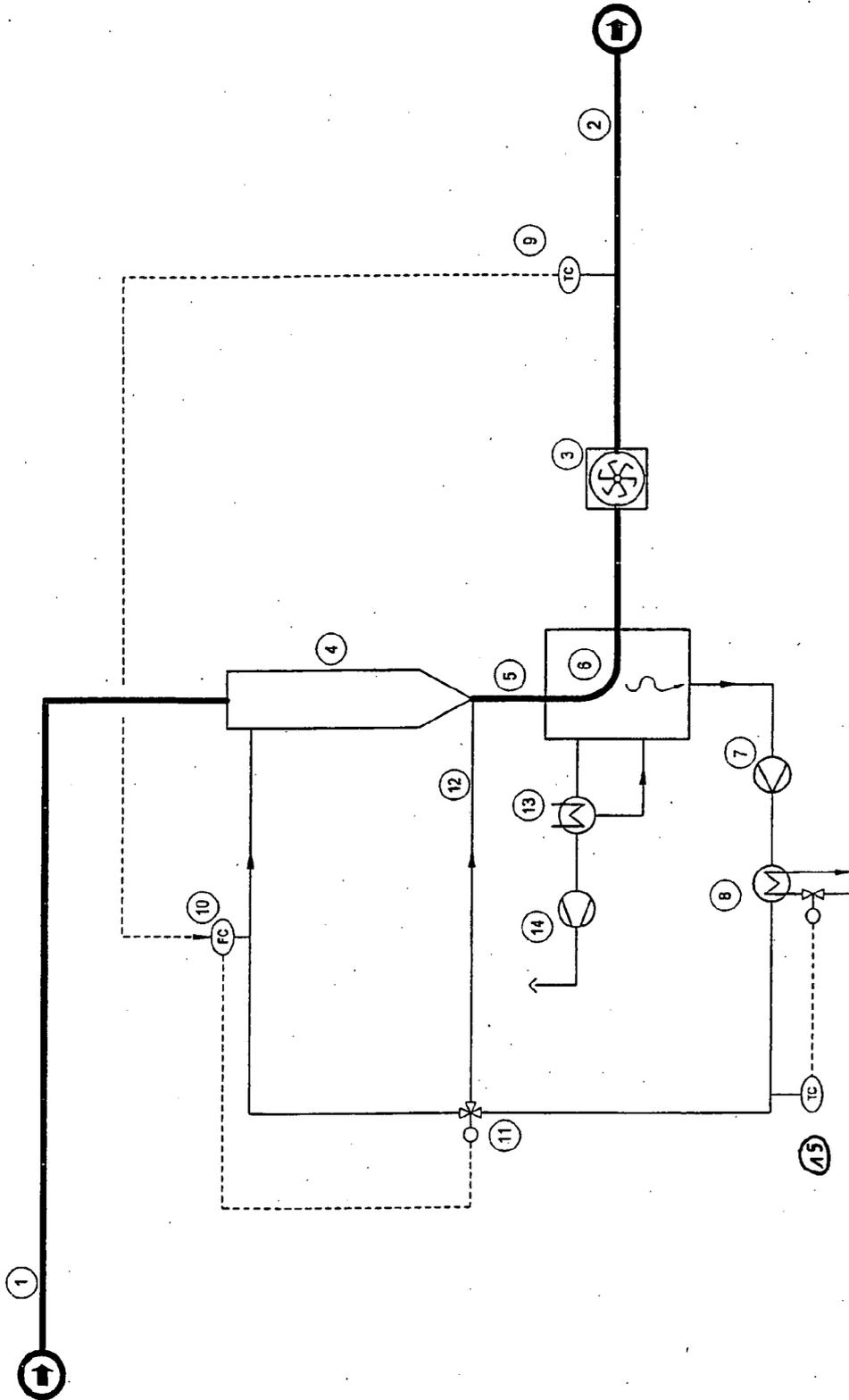


Fig. 2