

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 978**

51 Int. Cl.:
B29B 13/02 (2006.01)
B29B 9/16 (2006.01)
B65G 27/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06778318 .3**
96 Fecha de presentación: **21.08.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1924414**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.05.2008**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para cristalizar gránulos de con tendencia a la conglutinación, en particular gránulos de PET y de PU**

30 Prioridad:
29.08.2005 DE 102005040851

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.05.2012

73 Titular/es:
**VIBRA MASCHINENFABRIK SCHULTHEIS GMBH
& CO.
IM GROSSEN AHL 50
63075 OFFENBACH, DE**

72 Inventor/es:
**WEYELL, Manfred y
MAURER, Johannes**

74 Agente/Representante:
Temño Ceniceros, Ignacio

ES 2 379 978 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 y dispositivo para cristalizar gránulos de con tendencia a la conglutinación, en particular gránulos de PET y de PU.

La invención se refiere a un procedimiento para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación.

5 Además, la invención se refiere a un dispositivo correspondiente.

Algunos gránulos de plástico se someten después del procedimiento de granulación propiamente dicho a un tratamiento térmico posterior para modificar la estructura del gránulo. Por ejemplo el gránulo de tereftalato de polietileno, llamado también brevemente gránulo de PET, se obtiene del proceso de granulación en un primer momento en un estado amorfo. El gránulo amorfo se hace pasar a un estado al menos parcialmente cristalino en
10 una etapa de tratamiento posterior, que también se llama cristalización. Durante este proceso se produce una mayor orientación en las cadenas de moléculas. En la práctica, durante la cristalización de gránulos de PET se consiguen grados de cristalización del orden de magnitud entre el 30 y el 50 por ciento.

El control de temperatura es de gran importancia para la cristalización. Por un lado, el gránulo amorfo debe calentarse a una temperatura de reacción correspondiente o mantenerse a ésta. No obstante, por otro lado, algunos
15 gránulos, como por ejemplo el gránulo de PET o de PU, tienen tendencia a conglutinarse en la fase de transición. En el caso de los gránulos de PET, el gránulo se vuelve pegajoso incluso por debajo de la temperatura de reacción necesaria para la cristalización, situada aproximadamente entre 80° y 170° centígrados. Para evitar una aglomeración de las partículas del gránulo, éstas deben moverse durante la cristalización. La tendencia a la conglutinación se reduce a medida que aumenta el grado de cristalización.

Mientras que en los procedimientos de granulación convencionales el gránulo amorfo se somete a una etapa de cristalización a temperaturas inferiores a 80° centígrados, calentándose al mismo tiempo y removiéndose mucho, recientemente se ha propuesto en relación con los procedimientos de granulación subacuática exponer el gránulo caliente, presecado obtenido del proceso a una excitación de vibraciones durante un proceso de cristalización inmediatamente posterior. Gracias a la excitación de vibraciones se evita una conglutinación de las partículas del
20 gránulo. Al mismo tiempo puede aprovecharse el calor del proceso acumulado en las partículas de gránulo para la cristalización, de modo que en los procedimientos de granulación subacuática no se necesita ningún calor adicional. Por lo contrario, los gránulos que se almacenan de forma intermedia, por ejemplo en un silo, deben enfriarse en primer lugar para evitar la conglutinación y volver a calentarse nuevamente a continuación para la cristalización.

En el documento WO 2005/044901 se describe un procedimiento para el tratamiento térmico posterior de un gránulo de PET, en el que el gránulo amorfo se hace pasar para la cristalización por un canal vibratorio. Este canal está dividido mediante paredes intermedias a modo de diques en varias cámaras sucesivas. Mediante unos motores vibratorios, el canal se hace vibrar en la dirección de su extensión longitudinal. De este modo, el gránulo se transporta a lo largo del canal mediante la excitación de vibraciones. Las paredes intermedias provocan una retención de la corriente de gránulo, de modo que se produce una fluidización en la dirección longitudinal. Las
35 distintas partículas de gránulo vencen en algún momento las paredes intermedias a modo de diques y llegan a la salida de gránulo. El canal vibratorio representa por consiguiente en cuanto a su acción una conexión en serie de varios recipientes con agitadores. Si bien es posible evitar de este modo una conglutinación de las distintas partículas de gránulo y conseguir una cristalización, esta configuración presenta, no obstante, el inconveniente de un espectro de tiempos de permanencia comparativamente grande de las partículas de gránulo.

El uso de un dispositivo transportador vibrante para cristalizar gránulo de PET se conoce también del documento DE 10 2004 050 356 A1. También aquí, se produce la excitación de vibraciones en la dirección de transporte. En comparación con el documento WO 2005/044901, la permanencia de las partículas de gránulo en el dispositivo transportador vibrante es relativamente corta con unos tiempos de permanencia de 20 a 90 segundos. Si bien puede conseguirse aquí un mejor espectro de tiempos de permanencia, el recorrido realizado por las distintas partículas de
40 gránulo también es relativamente corto, lo cual limita las posibilidades de interacción que tienen las mismas con las otras partículas del gránulo. Esto no es favorable para un equilibrio térmico entre las partículas del gránulo. Las partículas que pasan por el canal sobre todo en la superficie de la corriente de gránulo presentan de este modo otro perfil de temperatura que las partículas más cercanas al fondo.

También con un reactor de cuba vertical, como se da a conocer en el documento DE 100 49 263 A1, se pretende
50 conseguir un buen espectro de tiempos de permanencia. No obstante, aquí no está prevista una excitación de vibraciones.

Por el documento DE 21 18 434 A se conoce un procedimiento de recipientes con agitadores con un canal posterior, en el que las partículas de gránulo se solicitan con aire caliente. Para garantizar un avance del producto en el canal, éste se hace vibrar de forma convencional en la dirección longitudinal, así como hacia arriba y hacia abajo.

Este procedimiento se compara con una cristalización sólo en el canal. Según el documento DE 21 18 434 A, en un servicio combinado se consigue una parte conglutinada del 1 %, mientras que en un procedimiento convencional, la parte conglutinada en el canal es del 50 %. No obstante, no es deseable el producto conglutinado, por lo que según el documento DE 21 18 434 A es preferible el procedimiento en recipientes con agitadores.

- 5 Por los documentos EP 0 348 372 A2, US 2004/222069 A y US 2.235.324 A se conocen distintos dispositivos de transporte, en los que se consigue un avance del producto en la dirección longitudinal de forma convencional mediante una excitación longitudinal y hacia arriba y hacia abajo.

Ante este panorama, la invención tiene el objetivo de mejorar un procedimiento del tipo indicado al principio respecto a un espectro de tiempos de permanencia estrecho y un perfil de temperatura homogéneo, además de indicarse un dispositivo correspondiente.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación, en particular de gránulos de PET y de PU según la reivindicación 1. Además, el objetivo arriba indicado se consigue mediante un dispositivo para cristalizar según la reivindicación 6 adecuado para ello.

- 15 Gracias a la excitación de vibraciones en la dirección transversal, las partículas de gránulo se mueven en la pared interior del canal vibratorio hacia arriba y vuelven a resbalar al canal a continuación, al alcanzar tramos de pared más verticales pasando por encima de las partículas de gránulo que suben a continuación. De este modo se genera una corriente de gránulo ininterrumpida, continua, con una gran interacción entre las partículas de gránulo, de modo que éstas pueden intercambiar el calor del proceso entre sí. De ese modo no sólo se consigue un espectro de tiempos de permanencia muy estrecho de las partículas de gránulo en la etapa de cristalización sino que también se consigue un perfil de temperatura muy homogéneo, lo cual tiene un efecto ventajoso en la calidad del producto.

20 La excitación de vibraciones en la dirección transversal respecto a la dirección de extensión longitudinal del canal comprende una componente de dirección perpendicular respecto a un plano tendido por la dirección de extensión longitudinal del canal y la dirección de la fuerza de gravedad. La excitación de vibraciones genera, por lo tanto, vibraciones orientadas o circulares, que presentan en cualquier caso al menos una componente horizontal en el plano de la sección transversal dispuesta perpendicularmente respecto a la dirección de extensión longitudinal del canal. Esto permite un movimiento helicoidal del gránulo en el canal.

Según una configuración ventajosa de la invención, el avance del gránulo en el canal vibratorio desde una zona de entrada de gránulo en un tramo final del canal vibratorio a una salida de gránulo en el tramo final opuesto del canal vibratorio puede conseguirse sustancialmente mediante la alimentación de gránulo en la entrada de gránulo. El excitador de vibraciones tiene en primer lugar el objetivo de generar una componente de movimiento transversal. De este modo, la corriente de gránulo en el canal realiza un movimiento helicoidal.

No obstante, mediante un pequeño entrecruce del o de los generadores de vibraciones también puede generarse con éste o éstos una componente en la dirección longitudinal del canal vibratorio para reforzar el avance del producto o para ralentizarlo o invertirlo mediante una acción en la dirección opuesta.

35 Según otra configuración ventajosa, la dirección de acción del o de los excitadores de vibraciones puede ser ajustada. Mediante un mando correspondiente, puede modificarse, por ejemplo, durante el servicio de forma muy sencilla el tiempo de permanencia en el canal vibratorio aumentándose o reduciéndose la componente de accionamiento a lo largo del canal vibratorio en la dirección de avance del producto o en la dirección opuesta a ésta. Además, el ajuste permite un vaciado rápido.

40 Como alternativa puede estar previsto un excitador de vibraciones, que está orientado en la dirección longitudinal del canal vibratorio. Mediante una disposición correspondiente, una posición inclinada y/o un ajuste de este excitador de vibraciones pueden generarse vibraciones que presenten tanto componentes transversales como longitudinales.

El procedimiento según la invención usa preferiblemente gránulo presecado procedente de un procedimiento de granulación subacuática que se alimenta de forma continua.

45 No obstante, también es posible alimentar al canal vibratorio gránulo procedente de un procedimiento de granulación por extrusión. No obstante, aquí puede ser necesaria una aportación adicional de calor para calentar el gránulo a la temperatura de reacción.

Una aportación de calor puede realizarse, por ejemplo, mediante aire de proceso. Para la cristalización de gránulos de PET ha resultado ser especialmente ventajoso insuflar el aire de proceso mediante toberas desde arriba en o sobre el gránulo que se encuentra en el canal vibratorio.

No obstante, de forma alternativa o complementaria, también es posible insuflar aire a través de uno o varios tubos perforados dispuesto/s en la corriente de gránulo.

Otra posibilidad es insuflar el aire de proceso a través de orificios en la pared del canal vibratorio. Estos orificios están dispuestos preferiblemente en una zona del fondo, aunque también pueden extenderse en tramos de pared más verticales.

Además, es posible una aportación de calor mediante radiación o transmisión por contacto. Para ello pueden disponerse por ejemplo radiadores térmicos por encima del canal vibratorio o elementos calentadores en la corriente de gránulo.

Además, existe la posibilidad de sustraer selectivamente calor al gránulo mediante el aire de proceso u otros dispositivos refrigeradores, en caso de que sea necesario.

En las reivindicaciones se indican otras configuraciones ventajosas de la invención.

10 A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de las realizaciones representadas en el dibujo. El dibujo muestra en:

- la Figura 1, una vista lateral de una primera realización de un dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación,
- la Figura 2, el dispositivo de la Figura 1 en una vista en corte transversal respecto a la dirección de su extensión longitudinal,
- la Figura 3, una vista lateral de una segunda realización de un dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación,
- la Figura 4, el dispositivo de la Figura 3 en una vista en corte transversal respecto a la dirección de su extensión longitudinal,
- la Figura 5, una variante de una forma de realización de un canal vibratorio con alimentación de aire de proceso modificada en una vista en corte transversal,
- la Figura 6, una segunda variante del canal vibratorio en una vista en corte,
- la Figura 7, una tercera variante del canal vibratorio en una vista en corte,
- la Figura 7a, una modificación de la transmisión térmica según la Figura 7,
- la Figura 8, una vista lateral de una tercera realización de un dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación,
- la Figura 9, el dispositivo de la Figura 8 en una vista en corte transversal respecto a la dirección de extensión longitudinal,
- la Figura 10, una vista en corte de otro canal vibratorio con una sección transversal asimétrica,
- la Figura 11, una vista en corte para mostrar una disposición alternativa de un excitador de vibraciones,
- la Figura 12, una vista en corte para mostrar una inclinación lateral del canal vibratorio,
- la Figura 13, una cuarta realización de un canal vibratorio con chapas deflectoras,
- la Figura 14, una vista en corte del canal de la Figura 13 en la que se muestra una chapa deflectora.

15 La primera realización en las Figuras 1 y 2 muestra un dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación, que se someten a un tratamiento térmico posterior a temperaturas elevadas. Esto se refiere en particular a gránulos de polímeros, como gránulos de poliéster y poliuretano. A continuación, se hará referencia a gránulo de PET, que se obtiene por ejemplo en un procedimiento de granulación subacuática o en un procedimiento de granulación por extrusión, en primer lugar en una forma amorfa, sin que ello suponga una limitación a este gránulo.

20 Para una cristalización, el gránulo de PET se somete a una excitación de vibraciones en un canal vibratorio 1 alojado de forma elástica y flexible. En la Figura 1 está representado un dispositivo correspondiente, que es especialmente

adecuado para gránulos que al ser alimentados al canal vibratorio 1 ya están a una temperatura de reacción, de modo que no sea necesaria una aportación adicional de calor.

- El gránulo ya deshidratado y presecado llega en una zona de entrada de gránulo 2 al canal vibratorio 1 sustancialmente horizontal, cuyo tramo final 3 correspondiente en la dirección de la extensión longitudinal del canal vibratorio 1 está bloqueado por una pared frontal 4. Para la alimentación de gránulo puede estar previsto, dado el caso, en la pared frontal 4 un orificio correspondiente o un tubo de carga. El gránulo cristalizado se evacua en una salida de gránulo 5 en el tramo final 6 opuesto del canal vibratorio 1. Una pared frontal 7 que bloquea la sección transversal está provista para ello de un orificio de salida 8 adecuado, que dado el caso puede cerrarse mediante una tapa.
- 10 El canal vibratorio 1 presenta en la dirección de su extensión longitudinal entre la zona de entrada de gránulo 2 y la salida de gránulo 5 una extensión de la sección transversal exenta de barreras. En particular, está exenta de paredes de rebose, diques y similares, de modo que resulta un paso sustancialmente igual, homogéneo por el canal para todas las partículas de gránulo. La sección transversal del canal vibratorio 1 es preferiblemente constante a lo largo de toda la longitud entre la zona de entrada de gránulo 2 y la salida de gránulo 5. Así resulta una extensión de la sección transversal del canal vibratorio 1 que es continua y exenta de interrupciones, desde una zona de entrada de una corriente de gránulo hasta la salida de gránulo 5.

- Para evitar una conglutinación de las partículas de gránulo y, en particular, para conseguir un perfil de temperatura lo más homogéneo posible, la excitación de vibraciones del canal vibratorio 1 tiene lugar en la dirección transversal respecto a la dirección de su extensión longitudinal. La Figura 1 muestra para ello a título de ejemplo dos motores vibratorios trifásicos 9 y 10, que están dispuestos lateralmente en el canal vibratorio 1 y cuya dirección de acción se extiende en la dirección transversal respecto al canal vibratorio 1. Como alternativa, en lugar de los motores vibratorios trifásicos 9 y 10, también puede estar dispuesto un solo excitador de vibraciones en el canal, que genera una vibración transversal del canal mediante una disposición correspondiente, como se indica en la Figura 2 con líneas de trazo interrumpido. En la Figura 11 se muestra a título de ejemplo una configuración con un excitador de vibraciones 18 dispuesto en la dirección longitudinal por debajo del canal 1.

Una sección transversal igual o similar a la que está representada en la Figura 2 hace en combinación con la excitación de vibraciones anteriormente mencionada que las partículas de gránulo cercanas a la pared lleguen en la pared del canal vibratorio a una zona más vertical, para resbalar a continuación nuevamente sobre las partículas de gránulo que siguen, de modo que se ajusta una circulación en la dirección transversal.

- 30 En la primera realización representada, la excitación de vibraciones no sirve para el transporte del gránulo a la salida de gránulo 5. Por lo contrario, el avance de la corriente de gránulo sólo se consigue mediante la alimentación de gránulo en la zona de entrada de gránulo 2. En combinación con la excitación de vibraciones en la dirección transversal, la corriente de gránulo realiza desde la zona de entrada de gránulo 2 hasta la salida de gránulo 5 un movimiento helicoidal ininterrumpido, que permite una gran interacción de las partículas de gránulo con un perfil de temperatura homogéneo y un espectro de tiempos de permanencia estrecho.

Son posibles numerosas variantes de esta primera realización, que a continuación se explicarán con ayuda de otras realizaciones y formas de configuración.

- Las Figuras 3 y 4 muestran un dispositivo cuyo canal vibratorio 1 y excitadores de vibraciones 9 y 10 están realizados según la primera realización. Adicionalmente, en éste está previsto un dispositivo para una aportación de calor. De este modo, la transferencia del gránulo amorfo procedente de un procedimiento de granulación puede configurarse de forma menos compleja en cuanto al mantenimiento del calor del proceso. Además, es posible calentar gránulos fríos a la temperatura de reacción necesaria sin el riesgo de una conglutinación.

- En la segunda realización, por encima del canal vibratorio 1 está previsto para ello un dispositivo 11 para proporcionar aire de proceso. Este comprende entre otras cosas una pluralidad de toberas 12, que se extienden desde arriba al canal 1. No obstante, el aire de proceso también puede proporcionarse con sólo una tobera o con pocas toberas. Los orificios de salida 13 de la tobera o de las toberas 12 pueden estar dispuestos directamente por encima de la corriente de gránulo. No obstante, también es posible que las toberas 12 se asomen con sus orificios de salida 13 a la corriente de gránulo. La temperatura del aire alimentado puede adaptarse a las necesidades existentes en cada caso. Las toberas 12 están dispuestas preferiblemente muy cerca de la zona de entrada de gránulo 2. Se ha mostrado que con una alimentación de aire desde arriba a la corriente de gránulo se consiguen resultados muy buenos, en particular, en el caso de gránulos de PET.

- No obstante, la alimentación de aire de proceso también puede realizarse desde abajo, como se muestra en la Figura 5 con ayuda de otra forma de configuración para el canal vibratorio 1'. Para ello, en la zona de la corriente del gránulo G están realizados una pluralidad de orificios 14, en particular en la zona de la pared de fondo 15 del canal 1', que son abastecidos por una fuente de aire de proceso no detalladamente representada.

La Figura 6 muestra otra forma de configuración, en la que un tubo perforado 16 está dispuesto en la corriente de gránulo G. El tubo perforado 16 se extiende sustancialmente en el centro del canal en la dirección longitudinal. Mediante los orificios del tubo 16 puede insuflarse nuevamente aire de proceso.

Por aire de proceso se entiende aquí cualquier medio gaseoso que sea adecuado para transmitir calor al gránulo.

- 5 Además, también es concebible añadir sustancias que favorecen una reacción al aire de proceso o alimentar aditivos al gránulo mediante el aire de proceso. Además, el aire de proceso también puede usarse para fines de refrigeración.

- La Figura 7 muestra otra forma de configuración del canal vibratorio 1, en el que están dispuestos elementos calentadores 17 en la zona de la corriente de gránulo G para la aportación de calor mediante transmisión por contacto. Estos elementos calentadores 17 pueden estar realizados, por ejemplo, como tubos caloportadores. No obstante, por ejemplo también con concebibles elementos calentadores eléctricos. En otra modificación, la pared del canal vibratorio 1' puede estar realizada como calefacción 17', como se muestra en la Figura 7a. Por la pared pasa un medio de trabajo, que entra, por ejemplo, en 21 en la pared y vuelve a salir en 22.
- 10

Además, pueden combinarse entre sí los distintos procedimientos de la aportación de calor.

- 15 En lugar de una aportación de calor, con los dispositivos indicados también es posible refrigerar, dado el caso, con el aire de proceso o el medio de trabajo.

- Una tercera realización de un dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación está representada en las Figuras 8 y 9. Al igual que en la primera realización, también en este caso está previsto un canal vibratorio 1 con dos excitadores de vibraciones 9 y 10, que hacen que haya una excitación de vibraciones en la dirección transversal respecto a la dirección de extensión longitudinal. A diferencia de las realizaciones que se han explicado hasta ahora, la aportación de calor al gránulo se realiza mediante radiación térmica. Para ello, en la zona de entrada de gránulo 2 están previstos varios radiadores 18 orientados hacia la superficie de la corriente de gránulo.
- 20

- Los excitadores de vibraciones transversales 9 y 10 laterales pueden estar algo girados en la dirección de avance para aumentar o reducir el avance debido a la alimentación. De este modo puede influirse en el tiempo de permanencia de las partículas de gránulo en el canal. Además, en caso necesario también es posible transportar en contra de una cuesta.
- 25

- Igualmente, los excitadores de vibraciones transversales 9 y 10 pueden estar equipados adicionalmente con transmisores incrementales y pueden ser inclinados mediante un control adecuado en el eje activo. Esto permite un cambio rápido, ajustable sin escalonamiento de la componente de avance. Además, existe la posibilidad de invertir la dirección de avance.
- 30

En lugar de dos excitadores de vibraciones transversales 9 y 10 laterales, también aquí es posible prever un excitador de vibraciones 19 único, central en cualquier disposición.

- No obstante, en todos los casos sigue predominante la componente transversal durante la cristalización. Las medidas de accionamiento indicadas pueden usarse en todas las realizaciones y formas de configuración descritos.
- 35

- La Figura 10 muestra un ejemplo para la modificación de la sección transversal del canal vibratorio 1", que no tiene que estar realizada necesariamente en forma de arco circular. Por lo contrario, la sección transversal puede realizarse, por ejemplo, con un fondo 20 sustancialmente plano en la dirección de acción de un excitador de vibraciones transversales 9. Como alternativa, este fondo también puede ascender, descender o estar dispuesto en la dirección horizontal visto en la dirección de acción.
- 40

La Figura 12 muestra además la posibilidad de inclinar el canal vibratorio 1 lateralmente, de modo que la zona de pared en la que ascienden las partículas de gránulo sea más elevada que la zona de pared opuesta.

- En la forma de configuración mostrada en las Figuras 13 y 14, en el canal vibratorio 1 están montadas chapas deflectoras 20. Estas no frenan el avance continuo de las partículas de gránulo, es decir, que no forman barreras o diques. Por lo contrario, están dispuestas de un modo tal que favorecen el paso lo más regular posible de las partículas de gránulo en una trayectoria helicoidal por el canal vibratorio. Las chapas deflectoras 20 pueden estar realizadas con una rendija hacia el fono del canal, para permitir un vaciado del canal sin restos. Además, las chapas deflectoras 20 también pueden montarse de forma ligeramente entrecruzada respecto a la sección transversal del canal, pudiendo generarse así una componente de mezcla adicional.
- 45

- Anteriormente, la invención se ha explicado más detalladamente con ayuda de las realizaciones. No obstante, no está limitada a estas realizaciones sino que comprende todos los dispositivos y procedimientos definidos por las reivindicaciones.
- 50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación, en particular gránulos de tereftalato de polietileno y de poliuretano, sometándose el gránulo en el margen de su temperatura de reacción en un canal vibratorio (1) a una excitación de vibraciones, **caracterizado porque** la excitación de vibraciones se realiza en la dirección transversal respecto a la dirección de extensión longitudinal del canal vibratorio (1) y respecto a la dirección de la fuerza de gravedad y un avance del gránulo de plástico por el canal vibratorio (1) se realiza mediante una alimentación de gránulo de plástico en una zona de entrada de gránulo y/o mediante una componente de excitación de vibraciones adicional en la dirección de extensión longitudinal del canal vibratorio (1), de modo que el gránulo de plástico que se encuentra en el canal vibratorio (1) se somete a un movimiento helicoidal en la dirección de la extensión longitudinal del canal vibratorio (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gránulo pasa por un canal vibratorio (1) exento de diques en la dirección de su extensión longitudinal entre una zona de entrada de gránulo (2) y una salida de gránulo (5).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el avance del gránulo en el canal vibratorio (1) desde una zona de entrada de gránulo (2) en un tramo final (3) del canal vibratorio a una salida de gránulo (5) en el tramo final opuesto (6) del canal vibratorio se consigue sustancialmente mediante la alimentación de gránulo en la zona de entrada de gránulo (2).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** al canal vibratorio (1) se alimenta de forma continua gránulo presecado procedente de un procedimiento de granulación subacuática.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** al canal vibratorio (1) se alimenta gránulo procedente de un procedimiento de granulación por extrusión, realizándose en el canal vibratorio una aportación de calor adicional al gránulo.
6. Dispositivo para cristalizar gránulos de plástico con tendencia a la conglutinación, en particular gránulos de tereftalato de polietileno o de poliuretano, que comprende:
- 25 - un canal vibratorio (1) para la recepción de gránulo en el margen de su temperatura de reacción, y
- al menos un excitador de vibraciones (9, 10; 19) fijado en el canal vibratorio (1) para generar una excitación de vibraciones,
- caracterizado porque** el al menos un excitador de vibraciones (9, 10; 19) está configurado de tal modo que su excitación de vibraciones presenta una componente transversal en la dirección perpendicular respecto a un plano formado por la dirección de extensión longitudinal del canal vibratorio (1) y la dirección de la fuerza de gravedad.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el canal vibratorio (1) presenta una sección transversal constante, sin interrupciones, entre una zona de entrada de gránulo (2) y una salida de gránulo (5) en la dirección de extensión longitudinal.
8. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** en el canal vibratorio (1) está prevista al menos una chapa deflectora (20) que guía la corriente de gránulo.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** están previstos medios para insuflar aire de proceso para la aportación de calor y/o refrigeración, concretamente:
- a) al menos una tobera (12), que para insuflar aire de proceso se extiende desde arriba en la dirección del canal vibratorio (1) y/o b)
- 40 un tubo perforado (16) dispuesto en el canal vibratorio (1) para insuflar aire de proceso, y/o c) orificios (14) previstos en la pared (15) del canal vibratorio (1'), en particular, en la zona de fondo y/o en la zona de las paredes laterales para insuflar aire de proceso.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** por encima del canal vibratorio (1) están dispuestos radiadores térmicos (18).
- 45 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** en el canal vibratorio (1) está dispuesto al menos un elemento calentador y/o refrigerador (17) para la aportación de calor y/o para la evacuación de calor mediante transmisión por contacto.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado porque** al menos la zona del

fondo del canal vibratorio (1) puede ser calentada y/o refrigerada.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 12, **caracterizado porque** los excitadores de vibraciones (9, 10; 19) generan vibraciones cuya componente en la dirección de extensión longitudinal del canal vibratorio (1) es inferior a la componente en la dirección transversal.

5 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 13, **caracterizado porque** la dirección de acción de los excitadores de vibraciones (9, 10; 19) es ajustable.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 14, **caracterizado porque** está previsto un dispositivo de control para el mando de los excitadores de vibraciones (9, 10; 19), para inclinar el eje activo de los excitadores de vibraciones (9, 10; 19) en la dirección de la extensión longitudinal del canal vibratorio (1) y modificar
10 de este modo en el servicio una componente de avance en el sentido de la extensión longitudinal del canal vibratorio (1).

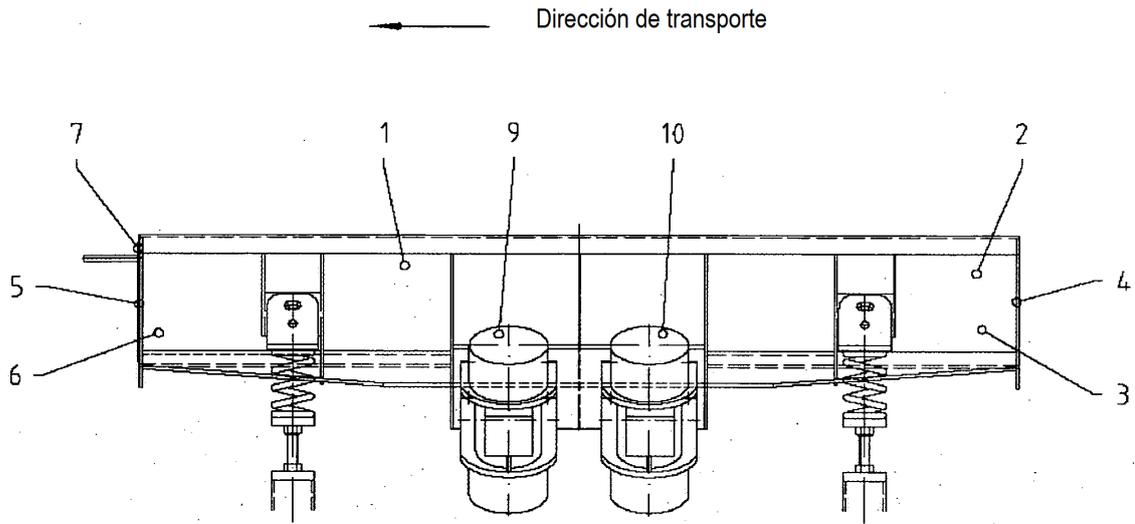


FIG. 1

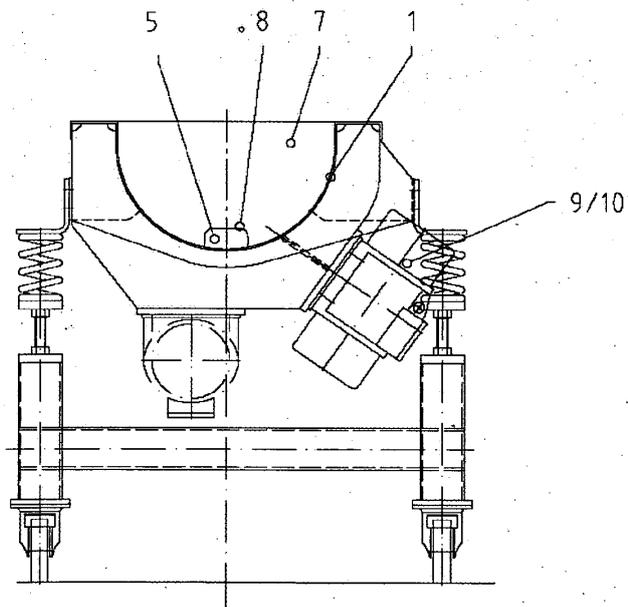


FIG. 2

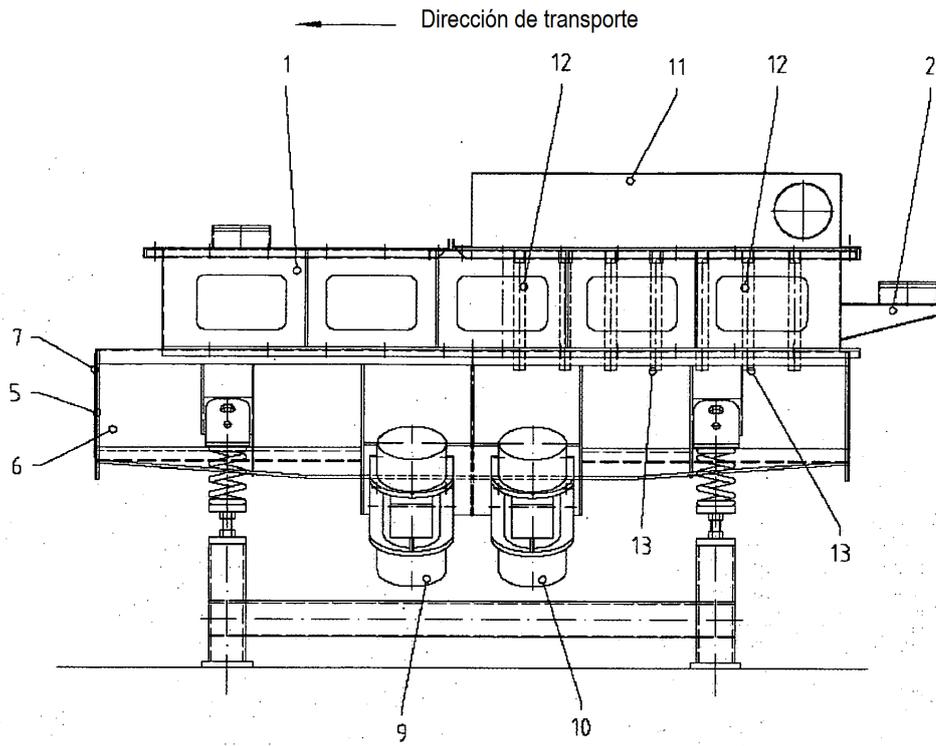


FIG. 3

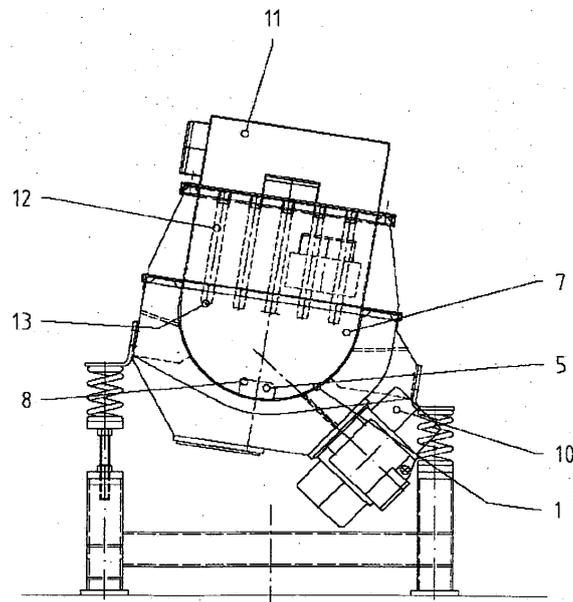


FIG. 4

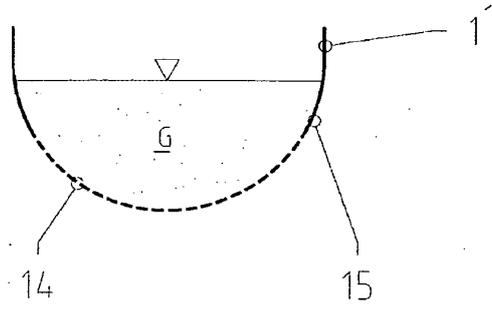


FIG. 5

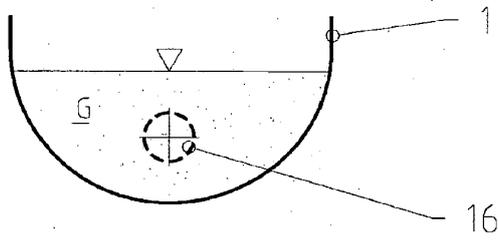


FIG. 6

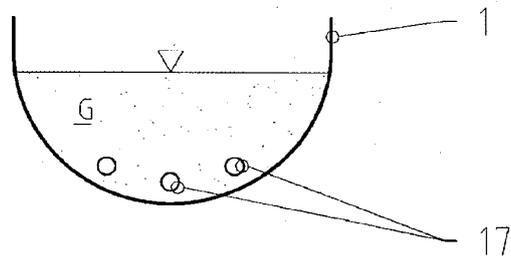


FIG. 7

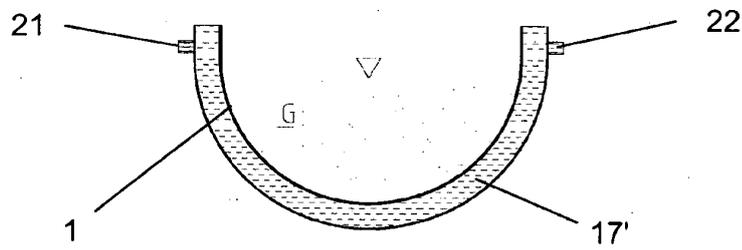


FIG. 7a

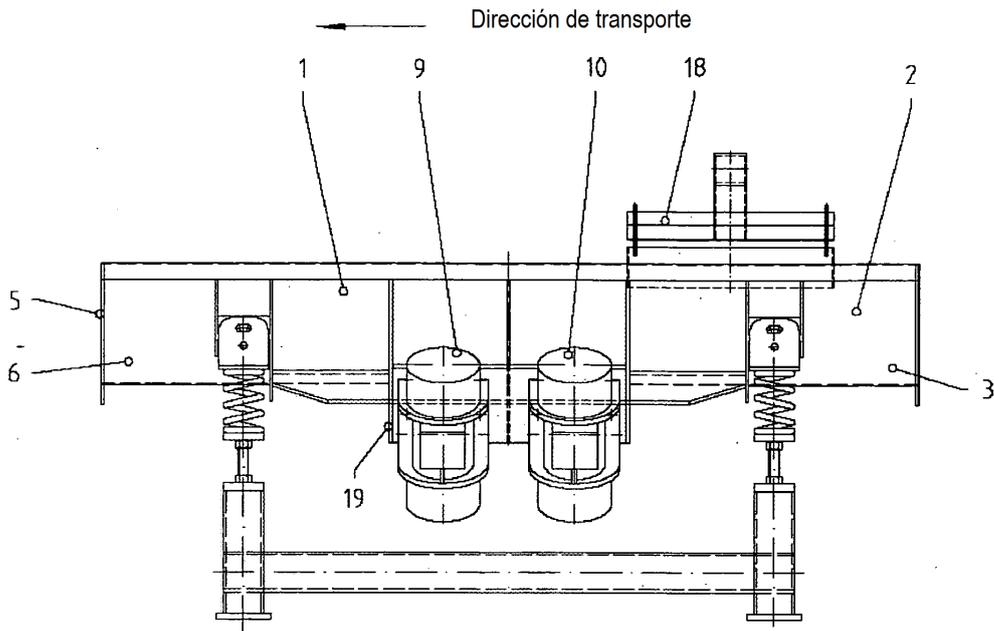


FIG. 8

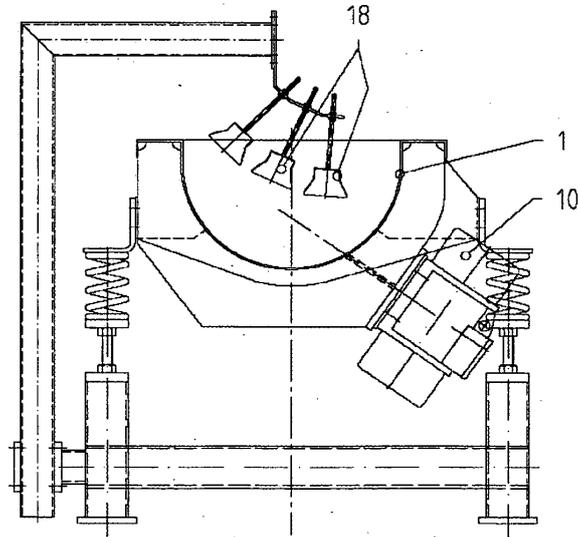


FIG. 9

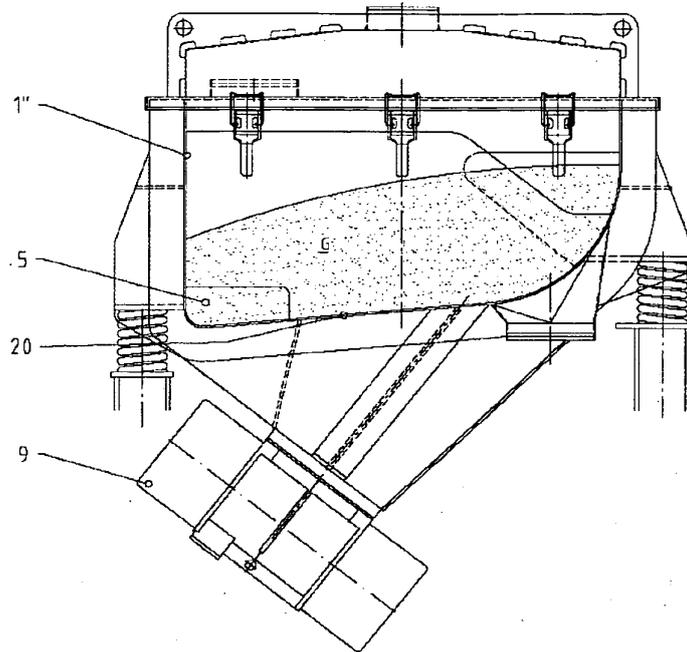


FIG. 10

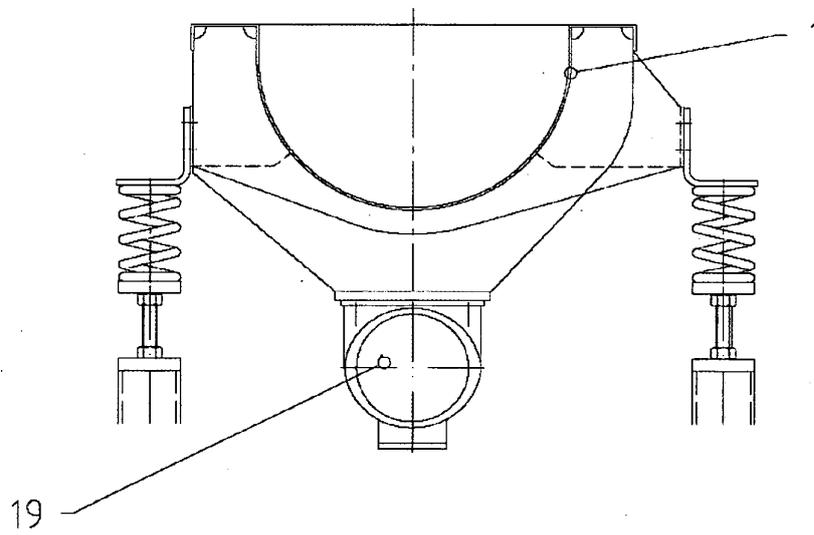


FIG. 11

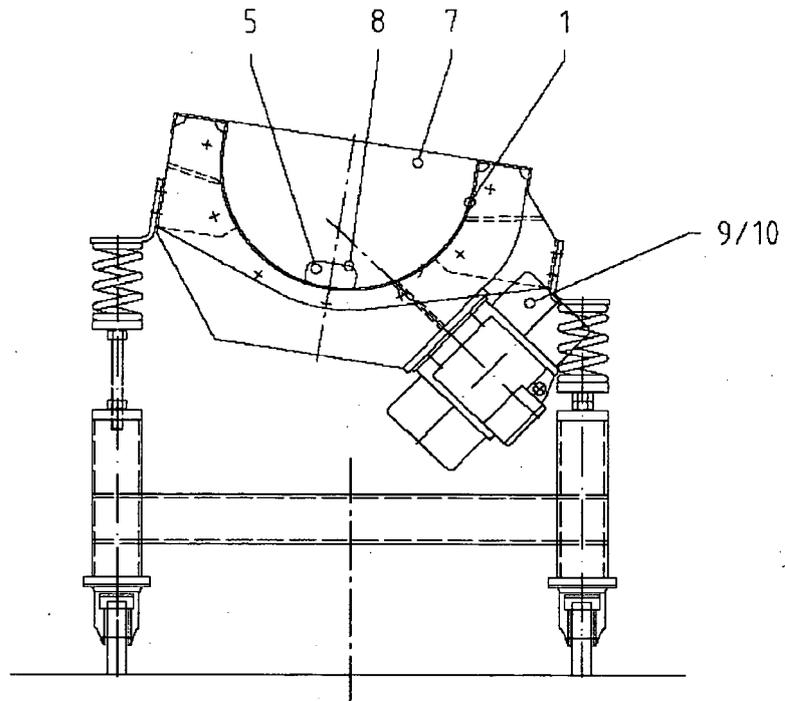


FIG. 12

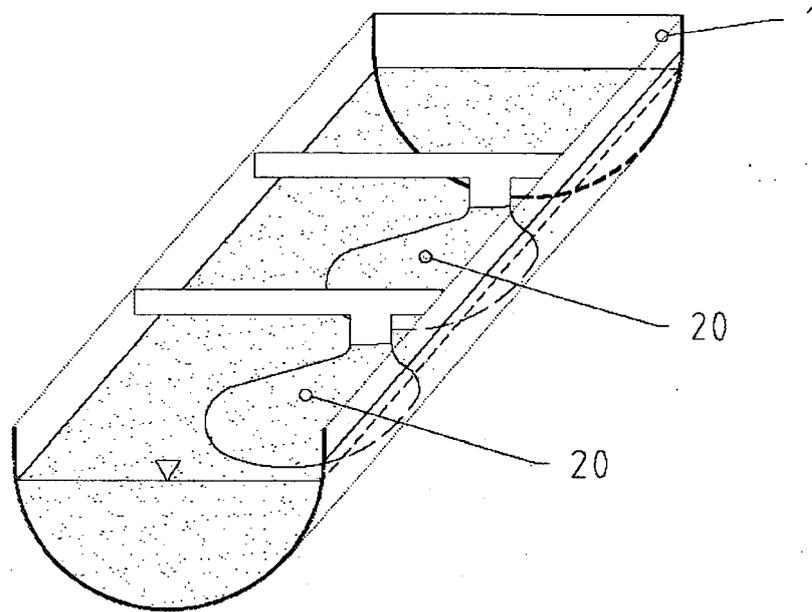


FIG. 13

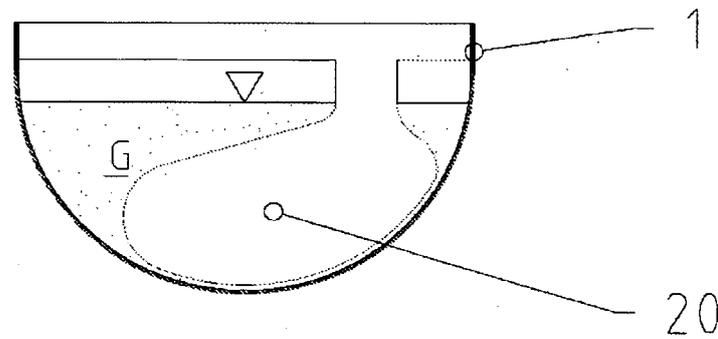


FIG. 14