

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 119**

51 Int. Cl.:

B65D 88/68 (2006.01)

B65G 65/48 (2006.01)

G21C 21/02 (2006.01)

G21C 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2015 PCT/EP2015/077561**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016 WO16083413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2015 E 15800815 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3224159**

54 Título: **Dispositivo de transferencia de polvo con flujo mejorado**

30 Prioridad:

25.11.2014 FR 1461431

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2019

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25 rue Leblanc Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BENEDETTI, ARNAUD;
SORNAY, PHILIPPE y
BROTHIER, MÉRYL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 715 119 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

Dispositivo de transferencia de polvo con flujo mejorado

5 **Campo técnico y estado de la técnica anterior**

La presente invención se refiere a un dispositivo de transferencia de polvo o mezclas de polvo con flujo mejorado.

10 En la presente solicitud, por "polvo" se entiende un medio granular compuesto de partículas granulares que presentan un diámetro comprendido entre 1 nm y varias decenas de centímetros.

15 En el campo nuclear, la fabricación de combustible nuclear en forma de pastilla basada en óxido de uranio o una mezcla de óxido de uranio y plutonio para reactores nucleares se basa en un procedimiento de metalurgia de los polvos.

Este procedimiento consta de tres etapas: la preparación del polvo, la compactación del polvo según un objeto de la forma deseada y la consolidación de este objeto mediante procesamiento térmico.

20 Hasta la operación de conformación por compactación, el óxido (los óxidos) de actínido(s) está(n) en forma pulverulenta y se transfiere(n) en diferentes tolvas para alimentar los equipos necesarios para la preparación del medio granular que se compacta. El último equipo alimentado con polvo es el molde de prensa en donde se compacta el polvo.

25 Ahora bien, el vaciado de las tolvas es a menudo problemático. En ciertos casos, se forman arcos o bóvedas durante el llenado de las tolvas o durante su vaciado, lo que reduce la velocidad del flujo haciéndolo fluctuar, incluso detener o evitar el flujo de polvos. La formación de estos arcos es una función de las propiedades del polvo y, en particular, de la capacidad del polvo para cortarse, de la relación entre la dimensión de las partículas y la dimensión del orificio de vaciado de la tolva, de la forma de la tolva y del coeficiente de rozamiento entre el polvo y las paredes de la tolva.

30 En otros casos, las partículas de tamaños muy pequeños se aglomeran bajo el efecto de fuerzas electrostáticas, de Van der Waals o fuerzas capilares. En el caso de una tolva de alimentación, por ejemplo, moldes de una prensa de combustible nuclear, la alimentación de polvo es discontinua y se interrumpe durante la compactación de su polvo y la expulsión de la pastilla. Por lo tanto, el polvo debe pasar de un estado en el que fluye a un estado en el que no fluye. Ahora bien, el coeficiente de rozamiento estático entre la tolva y el polvo es siempre superior al coeficiente de rozamiento dinámico, esto resulta en un retraso en el flujo cuando se desea la alimentación. Esta velocidad de transferencia diferida y fluctuante es muy penalizadora para el control instantáneo del material que sale del contenedor o para la reproductibilidad de llenado de la capacidad, como los moldes de prensa. En particular, este comportamiento limita la velocidad de llenado y la homogeneidad de llenado de los moldes de prensa y, en consecuencia, los ritmos de producción y los rendimientos.

40 Se han propuesto soluciones técnicas para tratar de mejorar el flujo del polvo.

45 Por ejemplo, se pueden usar sistemas mecánicos intrusivos tales como raspadores/"rompebóvedas" implantados en el seno del lecho de polvo. Por una parte, estos sistemas mecánicos pueden no ser suficientes. Por otro lado, un cierto número de inconvenientes resultan de su uso, en particular, un mantenimiento y una limpieza difícil. Además, los sistemas mecánicos pueden sufrir desgaste por abrasión y causar la contaminación del polvo, por ejemplo, cuando se trata de implementar polvos relativamente abrasivos, como los polvos de actínidos. Además, pueden alterar los aglomerados y cambiar significativamente las características de los polvos. Por otra parte, ciertos conductos/tolvas, por su geometría y sus dimensiones puede no permitir la implementación de tales sistemas mecánicos.

50 El documento US2014/048172 describe un dispositivo para administrar un material particular hacia un sistema de pesaje. El dispositivo consta de una tolva y una canaleta de sección en U conectada a la base de la tolva. La canaleta está inclinada con relación a la vertical y se puede mover angularmente alrededor su eje y puede oscilar bajo la acción de un motor, con el fin de eliminar los aglomerados en polvo. El problema de aparición de las bóvedas en la tolva no está resuelto.

60 También existen sistemas de descolmataje de tipo neumático que, por insuflación de gas tratar de facilitar el flujo. La implementación de tales sistemas en polvos densos induce niveles reducidos de eficiencia. Por otra parte, la insuflación de gas a veces puede causar la compactación del medio granular o, por el contrario, aumentar el riesgo de dispersión potencialmente dañina, especialmente para polvos contaminantes como los de los actínidos.

65 También existen sistemas que generan vibraciones en la pared de la tolva, por ejemplo, de tipo "pico verde" o formado por emisores de ultrasonidos. Las ondas generadas reducen la interacción entre el polvo y la pared y perturban el apilamiento de las partículas de polvo. Ahora bien, si estas perturbaciones llevan a romper los arcos, también modifican el apilamiento, lo que lleva a un aumento de la compacidad que facilita la formación de arcos. Si

las vibraciones son demasiado fuertes, el fenómeno de formación de arcos debido al aumento de la compacidad predomina con relación al fenómeno de disminución de la interacción entre el polvo y las paredes. Si las vibraciones son demasiado pequeñas, no tienen efecto en el flujo del polvo. En general, el funcionamiento del sistema de tipo "pico verde" no es continuo ya que genera vibraciones demasiado fuertes que resultan en un aumento de la compacidad. Los ultrasonidos, por su parte, tiene una acción pequeña sobre la interacción entre el polvo y las paredes. Por lo tanto, están, la mayor parte del tiempo asociados a un(os) sistema(s) de tipo pico verde. Ahora bien, en funcionamiento de manera discontinua, el sistema de tipo "pico verde" provoca una fluctuación de la velocidad de transferencia que es más nefasta cuando más pequeño es el volumen vaciado.

10 Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención consiste, por lo tanto, en ofrecer un dispositivo de transferencia de polvo que ofrece un flujo de polvo mejorado.

15 El objetivo declarado anteriormente se alcanza mediante un dispositivo de transferencia de polvo contenido en un contenedor de forma axisimétrica que consta de al menos un orificio de vaciado, estando el orificio de vaciado en una zona inferior del contenedor durante la fase de vaciado, constanding el dispositivo de medios de desplazamiento en rotación una parte móvil de la pared del contenedor alrededor de un eje sobre el cual se encuentra el orificio de vaciado, siendo dichos medios adecuados para aplicar a la parte móvil de la pared del contenedor al menos una aceleración de un valor suficiente para asegurar un deslizamiento continuo del polvo con relación a la pared del contenedor.

20 En otras palabras, se asegura un movimiento relativo entre el polvo y al menos una parte del contenedor, de modo que el polvo no se adhiera a la pared del contenedor, evitando la aparición de soportes estáticos sobre los cuales podrían descansar las bóvedas. El flujo no está bloqueado por las bóvedas. El dispositivo asegura al menos durante cierto tiempo un flujo del polvo.

25 Gracias a la invención, se puede obtener una velocidad de transferencia de vaciado constante independientemente del volumen vaciado.

30 Además, a diferencia de la aplicación de vibración del contenedor por un sistema de tipo "pico verde", la puesta en rotación del contenedor no modifica el apilamiento de partículas de polvo, la compacidad del polvo no se altera, lo que permite obtener una velocidad de transferencia de masa constante durante todo el flujo.

35 En el caso de los polvos que fluyen naturalmente, los medios aplican una aceleración inicial suficiente para asegurar el deslizamiento del polvo con relación al contenedor y luego mantener la rotación ventajosamente a una velocidad de rotación constante para asegurar que la pared del contenedor esté en movimiento permanente con relación al polvo. El polvo entonces fluye tan pronto como el orificio de vaciado se abre, el flujo de polvo se hace sin retraso y la velocidad de transferencia es sustancialmente constante durante toda la fase de flujo.

40 En el caso de polvos que no fluyen naturalmente, la aceleración suficiente asegura un corte entre las partículas cercanas a la pared del contenedor y las que están más alejadas de la pared, este corte conduce a una dilatación del polvo que hace que los arcos se rompan, se ello resulta un flujo.

45 Entonces, se puede prever que, cuando el flujo se interrumpe debido a las reformas de bóvedas, la rotación del contenedor se detiene y se aplica una nueva aceleración al contenedor para volver a romper las bóvedas.

50 De manera muy ventajosa, se puede prever que los medios de desplazamiento en rotación del contenedor apliquen un desplazamiento en rotación en un sentido y en el otro para mantener el flujo. Los medios de desplazamiento imponen un movimiento de oscilación del contenedor alrededor del eje de rotación. En efecto, la implementación de un movimiento rotativo oscilante permite eliminar las zonas de unión estática entre el polvo y la pared por variación la velocidad relativa entre la tolva y el medio granular.

55 El objeto de la presente invención es, por lo tanto, un dispositivo de transferencia de un polvo dado o de una mezcla de polvos dados contenidos en un contenedor, constanding dicho contenedor de una pared lateral y al menos un orificio de vaciado, estando el contenedor de forma axisimétrica de eje de revolución dispuesto en el dispositivo de transferencia de modo que su orificio de vaciado esté situado en la parte inferior de dicho contenedor, constanding el dispositivo de transferencia de medios de desplazamiento en rotación del contenedor alrededor de su eje de revolución, sobre el cual se encuentra el orificio de vaciado, y medios de control de los medios de desplazamiento en rotación de tal manera que los medios de desplazamiento en rotación imponen a al menos una parte de la pared lateral del contenedor, llamada parte móvil, una primera fase de desplazamiento en donde se aplica a la parte móvil una aceleración superior o igual que una aceleración mínima adecuada para causar el deslizamiento del polvo con relación a la parte móvil.

65 De manera muy ventajosa, la aceleración mínima es superior o igual al producto del coeficiente de rozamiento estático, de la fuerza ejercida por el polvo en la pared lateral del contenedor y del radio del contenedor dividido por el

momento de inercia del polvo.

5 En un ejemplo de realización, los medios de control controlan los medios de desplazamiento en rotación de modo que, durante una segunda fase después de la primera fase, mantienen el desplazamiento en rotación de la parte móvil. Preferentemente, los medios de control son tales que los medios de desplazamiento en rotación desplazan la parte móvil a velocidad constante durante la segunda fase.

10 En otro ejemplo de realización, los medios de control son tales que los medios de desplazamiento en rotación imponen a la parte móvil una sucesión de primeras fases separadas por fases a velocidad baja o nula. Preferentemente, los medios de control son tales que los medios de desplazamiento en rotación imponen un desplazamiento de la parte móvil de modo que su sentido de rotación se invierte entre dos primeras fases sucesivas, para imponer un movimiento rotativo oscilante. Ventajosamente, el movimiento rotativo oscilante es periódico. Por ejemplo, el movimiento rotativo oscilante tiene una frecuencia de entre 5 Hz y 50 Hz.

15 El dispositivo de transferencia puede constar de medios de estanqueidad dinámica entre la parte móvil y partes fijas del dispositivo de transferencia.

Por ejemplo, el contenedor es una tolva.

20 La presente invención tiene también como objeto un dispositivo de fabricación de elementos de combustible nuclear que consta de un dispositivo de transferencia de polvo según la invención, una prensa provista de una mesa en donde se forma al menos un molde y medios para comprimir el polvo en el molde, siendo el extremo de vaciado del contenedor adecuado para colocarse frente a dicho molde durante una fase de llenado del molde y para cerrarse fuera de una fase de llenado.

25 El objetivo de la presente invención es también un procedimiento de transferencia de un polvo dado o de una mezcla de polvos dados contenidos en un contenedor, constando de una pared lateral y de un orificio de vaciado, estando dicho orificio de vaciado dispuesto en la posición inferior, constando el procedimiento de al menos la etapa:

30 a) puesta en rotación de al menos una parte de la pared lateral del contenedor alrededor de un eje sobre el cual, se ubica el orificio de vaciado con una aceleración superior a una aceleración mínima que causa el deslizamiento del polvo determinado con relación a la pared lateral.

35 Preferentemente, la aceleración mínima es superior o igual al producto del coeficiente de rozamiento estático, de la fuerza ejercida por el polvo en la pared lateral del contenedor y del radio del contenedor dividido por el momento de inercia del polvo.

40 En un ejemplo de realización, el procedimiento de transferencia consta de una etapa posterior b) de mantenimiento del movimiento de rotación de la pared lateral. El movimiento de rotación se hace preferentemente a velocidad constante.

En otro ejemplo de realización, unas etapas a) se repiten sucesivamente separadas por etapas a velocidad nula o baja. El sentido de rotación puede invertirse entre dos etapas a) sucesivas, ventajosamente de manera periódica.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor con ayuda de la descripción que sigue y de los dibujos adjuntos en los que:

- 50 - la figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de representación de un dispositivo de transferencia según la invención,
 - la figura 2 es una representación gráfica de la fuerza de rozamiento entre el polvo y la pared de una tolva en función de la fuerza inducida en el polvo por la rotación de la pared de la tolva,
 55 - la figura 3 es una representación gráfica de la velocidad lineal de la tolva en función según dos modos de realización,
 - la figura 4 es una representación esquemática de un dispositivo de fabricación de pastillas de combustible nuclear que implementa un dispositivo de transferencia de polvo según la presente invención.

60 **Descripción detallada de modos de realización particulares**

Según la norma ISO 4490, un polvo fluye naturalmente a través de un orificio si comienza a fluir en el momento de la abertura del orificio.

65 La invención se refiere a un dispositivo de transferencia de polvo. Este dispositivo puede implementar una tolva destinada a llenar recipientes o alimentar una unidad de fabricación utilizando un polvo tal como, por ejemplo, los moldes para realización pastillas de combustible nuclear. Como variante, puede implementar un recipiente que se

desea vaciar, siendo éste amovible con relación al dispositivo.

En la figura 1, se puede ver una representación esquemática de un dispositivo de transferencia de polvo según la invención. En el ejemplo descrito y no limitativo, el dispositivo de transferencia consta de una tolva axisimétrica 2 que comprende un extremo superior 4 a través del cual se suministra polvo P y un extremo inferior 6 a través del cual se evacúa el polvo P, y una pared lateral 8 entre el extremo superior 4 y el extremo inferior 6. La tolva consta de medios 10 para obturar temporalmente el extremo inferior 6. La tolva 2 presenta un eje de revolución X orientado verticalmente en la representación de la figura 1.

10 Toda la tolva puede ponerse en rotación.

De manera alternativa, solo una porción axial de la tolva puede ponerse en rotación, en este caso, es preferentemente una porción axial situada en el lado del extremo inferior.

15 Preferentemente, se proporcionan medios de estanqueidad dinámica (no representados) al polvo entre la tolva y las otras partes fijas o entre la parte móvil de la tolva y la parte fija de la tolva.

El dispositivo también consta de medios 12 para desplazar la pared lateral de la tolva en rotación alrededor de su eje X y medios de control CU de los medios 12. En la presente solicitud, el término "rotación de la tolva" o, más generalmente "rotación del contenedor" significa un movimiento de la tolva o del contenedor formado por giros completos o un movimiento de oscilación entre dos posiciones angulares, entendiéndose que las dos posiciones angulares se pueden separar como máximo en más de 360°.

20 Los medios CU controlan los medios de desplazamiento 12 de manera que la aceleración que aplican a la tolva esté ajustada en un valor superior o igual a un valor mínimo a_{\min} alrededor del eje X y que accionen entonces la pared lateral en rotación según una velocidad constante o no.

25 El valor mínimo de la aceleración a_{\min} se selecciona para provocar un deslizamiento de al menos una parte del polvo con relación a la pared lateral 8. La aceleración es tal que induce una fuerza superior o igual a las fuerzas de rozamiento estáticas entre el polvo y la pared lateral.

En la figura 2, se puede ver la fuerza de rozamiento F_s o F_d y la fuerza inducida F_i por la rotación de la pared de la tolva. F_s es la fuerza de rozamiento estática y F_d es la fuerza de rozamiento dinámica. Se puede ver que más allá de un cierto valor de fuerza inducida por la rotación de la pared, la fuerza de rozamiento es solo dinámica y es menor que la fuerza de rozamiento estática, no impidiendo esta fuerza el flujo.

35 En efecto, antes de la puesta en movimiento relativo entre el polvo y la pared de la tolva, las fuerzas de rozamiento F entre el polvo y la pared son proporcionales al componente normal de la reacción (N) del polvo en la superficie de la pared. El coeficiente de proporcionalidad es el coeficiente de rozamiento aparente polvo/pared o coeficiente de rozamiento estático μ_s que depende de varios parámetros, como el estado de la superficie y rugosidad de los sólidos en contacto.

40 El valor máximo del rozamiento viene dado por el coeficiente de rozamiento estático que conoce la reacción normal de la pared sobre el polvo:

$$45 \quad F_m = \mu_s \times N$$

De manera general, el coeficiente de rozamiento dinámico correspondiente a las fuerzas de rozamiento inducidas en el caso donde el polvo y la pared están en movimiento relativo entre sí. Este coeficiente, anotado como μ_d es inferior al coeficiente μ_s del orden del 10 % al 20 %, generalmente.

50 El coeficiente de rozamiento estático se puede definir de la siguiente manera:
 $\mu_s = \tan\theta_s$ donde θ_s representa el ángulo con relación a la horizontal a partir del cual el polvo está a punto de deslizarse sobre la pared.

55 El coeficiente de rozamiento dinámico puede definirse con la misma expresión, pero haciendo intervenir θ_d el ángulo a partir del cual el polvo se desliza continuamente sobre la pared.

60 Un polvo en una tolva ejerce por su peso, una fuerza contra las paredes de ésta. La aceleración mínima de la tolva se selecciona para que sea superior al producto del coeficiente de rozamiento estático, de la fuerza ejercida por el polvo en la pared de la tolva y del radio de la tolva dividido por el momento de inercia del polvo.

65 Por un polvo de UO_2 en una columna cilíndrica de diámetro interior de 10 cm que contiene una altura de polvo superior a 15 cm, la aceleración relativa debe ser superior a 1,2 para no hacer que el polvo en rotación con el conducto. Para el mismo polvo de UO_2 contenido en un conducto de diámetro de 8 mm inferior al diámetro de flujo natural de este polvo que es de 10 mm, la aceleración relativa debe ser superior a 5. Busca obtener un

desplazamiento entre el polvo y la pared lateral superior al tamaño de las partículas de polvo. Por ejemplo, si las partículas tienen un diámetro de 100 pm, el desplazamiento puede ser de 500 pm.

5 Esta aceleración mínima induce, por lo tanto, un deslizamiento del polvo con relación a la pared lateral y un flujo del polvo.

10 En un modo de realización particularmente adecuado a la manipulación de polvo que fluye naturalmente, los medios de desplazamiento en rotación se controlan de modo que, después de haber aplicado una aceleración mínima a_{\min} , imponen a la pared de la tolva una velocidad de rotación permanente, preferentemente constante, y ésta independientemente del estado de obturación del orificio de vaciado. Manteniendo la rotación de la pared lateral de la tolva, se mantiene un movimiento relativo entre el polvo y la pared lateral, solo se debe considerar el rozamiento dinámico entre el polvo y la pared lateral entonces a considerar, y esto hace que el orificio de vaciado esté abierto o cerrado. Se mantiene el deslizamiento entre el polvo y la pared lateral. De este modo, mientras se mantiene el deslizamiento, tan pronto como el orificio de vaciado se abra, el polvo fluye instantáneamente con una velocidad de transferencia constante.

15 En la figura 3, la velocidad lineal V_l se puede representar en función del tiempo t para dos ejemplos de movimientos que se pueden imponer en el subconjunto de la tolva.

20 La velocidad designada V_1 denota la velocidad lineal en el caso de un dispositivo adaptado a polvos que fluyen naturalmente, la velocidad V_1 es constante. Como variante, la velocidad podría ser variable de manera monótona o no.

25 La velocidad designada V_2 denota la velocidad en el caso de un dispositivo adaptado a polvos que no fluyen naturalmente, este modo de funcionamiento se describirá a continuación.

30 A partir de una cierta aceleración de la pared lateral de la tolva, el polvo fluye. Dado que la velocidad de rotación no se puede aumentar indefinidamente, el sentido de rotación de la tolva se invierte. El cambio de sentido de rotación induce una inversión de sentido de corte del polvo cerca de la superficie de la tolva. El coeficiente de rozamiento disminuirá entonces para tender a cero y luego volver a aumentar. De este modo se facilita el flujo. La aceleración aumenta entonces por encima de la aceleración mínima. Preferentemente, la aceleración relativa es superior a 5 para los polvos de UO_2 que no fluyen naturalmente con el fin de obtener una velocidad de transferencia constante.

35 En un modo de realización particularmente adecuado a la manipulación de polvos que no fluyen naturalmente, el movimiento de la tolva es intermitente con fases de rotación sucesivas que constan de un arranque a una aceleración a_{\min} , una rotación en un sentido y una parada. En la figura 3, se puede ver un ejemplo de movimiento que se puede imponer a la tolva, designado por V_2 , que es la velocidad lineal. Este es un diente de sierra y cambia de signo periódicamente, lo que ilustra un cambio de sentido de rotación de la pared lateral de la tolva. Este movimiento es preferente pero no es exclusivo de otros movimientos, tales como, por ejemplo, movimientos no periódicos.

40 El arranque con una aceleración a_{\min} provoca una ruptura de los arcos que se habían vuelto a formar. Una rotación de la tolva después de la ruptura de los arcos mantiene el flujo mientras los arcos no se hayan vuelto a formar.

45 De manera muy ventajosa, el sentido de rotación de la pared lateral se invierte en cada fase de rotación. Por lo tanto, se aplica un movimiento rotativo oscilante que permite crear suficiente corte entre las partículas cerca de la pared y las que están más alejadas. Este corte conduce a una dilatación del polvo que hace que los arcos se rompan. Esta ruptura permite el flujo del polvo.

50 Más particularmente, el movimiento rotativo oscilante se descompone en dos fases:
Cuando los arcos se hayan vuelto a formar, el polvo ya no fluye.

55 El sentido de rotación de la tolva se invierte. Las fuerzas de rozamiento cambian de sentido. No obstante, bajo el efecto de la inercia, el polvo tiende a mantener el mismo sentido de rotación. En esta fase, la pared lateral de la tolva y el polvo giran en sentidos opuestos. El polvo se desliza sobre la pared lateral de la tolva y las restricciones generadas entre las partículas que se deslizan mientras se rozan en la pared lateral de la tolva y las más alejadas conducen a un intenso corte local del polvo. Este corte causa una dilatación del polvo al nivel de la pared que rompe los arcos y permite, de este modo, el flujo. Cuando las fuerzas de rozamiento llegan a ser superiores a las fuerzas de inercia, el polvo vuelve a accionarse en rotación por la pared lateral de la tolva. El sentido de rotación del contenedor entonces se invierte nuevamente para conservar el flujo del polvo.

60 Preferentemente, la pared lateral de la tolva tiene un movimiento periódico.

65 La amplitud del desplazamiento relativo del polvo con relación a la pared lateral de la tolva es una función de la aceleración de la pared lateral de la tolva, de la inercia del polvo y del rozamiento entre el polvo y la pared lateral de la tolva. Este desplazamiento relativo acciona la formación de las restricciones de corte en el polvo cerca de las

paredes, lo que crea una dilatación del polvo, lo que acciona la rotura de los arcos que podrían haberse formado y evita la formación de nuevos arcos.

5 La frecuencia de movimiento oscilante se selecciona preferentemente para obtener un flujo permanente, es decir, el sentido de rotación se invierte antes de que el flujo se interrumpa por la formación de arcos.

Por ejemplo, las frecuencias entre 5 Hz y 50 Hz permiten tener un flujo permanente para polvos de UO_2 .

10 Sin embargo, podría esperarse que el sentido de rotación se invierta solo cuando se detecta la detención del flujo, en el caso de un sensor de flujo, por ejemplo, óptico, proporcionaría los medios de desplazamiento.

En el caso de un polvo que fluye naturalmente, se puede prever aplicar a la tolva un movimiento rotativo oscilante que tiene el efecto de aumentar la velocidad de transferencia de vaciado del polvo.

15 La presente invención implementa un movimiento rotativo que se genera en las fuerzas de las partículas dirigidas muy sustancialmente de forma tangencial con relación a la superficie de revolución que provoca la aparición de un corte intenso en una zona cercana a la pared, a diferencia de las fuerzas causadas por la implementación de ultrasonidos o de un sistema de tipo pico verde que son, ellas, principalmente normales en la superficie. En el caso
20 de movimiento rotativo oscilante, el espesor afectado por el corte es ventajosamente mucho más bajo que cuando se emplea un sistema de tipo pico verde. Este bajo volumen de corte presenta la ventaja de no permitir que el polvo se densifique significativamente a diferencia de lo que ocurre bajo el efecto de las vibraciones causadas por un sistema de tipo pico verde. De este modo, se evita compactar el polvo y, por lo tanto, favorecer el flujo.

25 Los medios de desplazamiento 12 en rotación pueden formarse mediante un motor indexado en posición cuyo árbol es coaxial con el eje de la tolva y está asegurado en rotación a los medios de suspensión de la tolva. Los medios de suspensión están entonces en contacto directo con el árbol del motor. Así, una puesta en rotación del árbol causa un desplazamiento en rotación de la tolva. El motor es controlado por los medios de control en aceleración o en velocidad y en amplitud de desplazamiento angular en el caso de la transferencia de polvos que no fluyen naturalmente.
30

Los medios de control están formados, por ejemplo, por un ordenador que consta de los programas de control del motor, el programa de control se selecciona en función del polvo o de la mezcla de polvo a transmitir. Por ejemplo, el ordenador se puede conectar a una fuente de alimentación del motor.

35 El dispositivo de transferencia de polvo puede usarse para alimentar, por ejemplo, el o los moldes de prensa de un dispositivo de fabricación de elementos de combustible nuclear.

Tal dispositivo de fabricación de elementos de combustible nuclear se representa esquemáticamente en la figura 4. Consta de una prensa 27 provista de una mesa 28 en donde se realiza al menos un molde 30, preferentemente,
40 varios moldes. En el ejemplo representado, el extremo de evacuación de la tolva 2 se abre para llenar el molde 30 y se obtura directamente por la superficie de la mesa durante la compactación del polvo y la expulsión del polvo compactado. El extremo de evacuación se desliza sobre la mesa 28 y cuando se enfrenta al molde, éste se abre. Gracias a la invención, el polvo fluye instantáneamente en el molde 30 con una velocidad de transferencia sustancialmente constante. Luego se compacta el polvo. Por lo tanto, es posible obtener un llenado homogéneo del
45 molde en cada etapa de llenado y obtener pastillas cuyas características son sustancialmente idénticas. El retraso de flujo observado generalmente durante el llenado de las matrices de prensa se elimina, la velocidad de flujo aumenta y la cantidad de material vertido en el molde es homogénea en toda la altura del molde debido a la velocidad de transferencia de masa que es constante. La invención permite aumentar no solo los ritmos de producción al disminuir el tiempo de llenado, sino también la calidad del producto después de la compactación, ya
50 que esto es en parte una función de la homogeneidad del material obtenido después del llenado.

Ambos modos de realización se aplican al llenado de moldes para la fabricación de pastillas de combustible nuclear.

55 Preferentemente, la puesta en rotación de la pared lateral comienza antes de una serie de llenados de moldes para asegurarse de que el polvo fluya tan pronto como el extremo de evacuación se abra.

En el ejemplo descrito, el elemento que contiene el polvo a vaciar es una tolva, pero puede ser, más generalmente, un contenedor destinado a contener el polvo que se va a vaciar, estando el contenedor destinado a ser llenado mientras está colocado en el dispositivo de transferencia, como una tolva o siendo el contenedor llenado
60 previamente y se coloca después en el dispositivo de transferencia y en el que los medios de desplazamiento 12 aplican un movimiento rotativo según la invención.

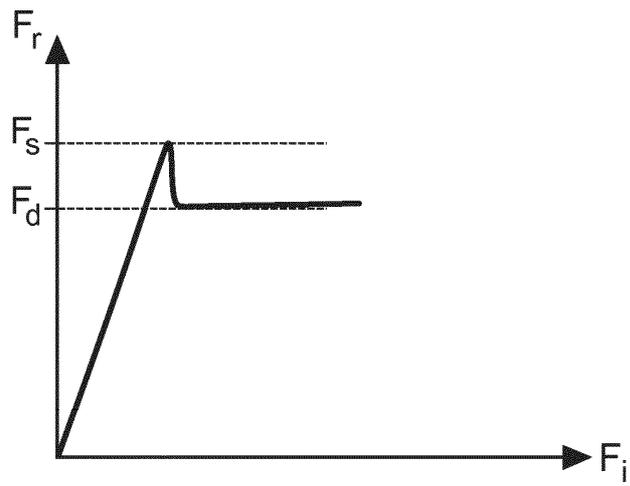
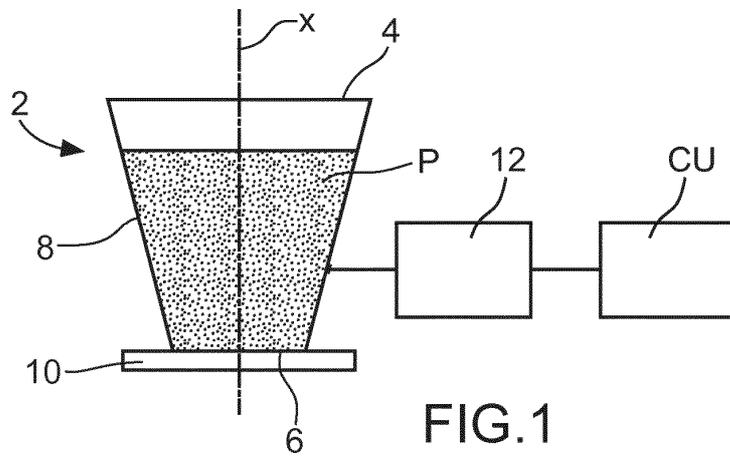
El dispositivo de transferencia de polvo según la invención está adaptado a la transferencia de cualquier tipo de polvo en todos los ámbitos de actividad de implementación del polvo.

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de transferencia de un polvo dado o de una mezcla de polvos dados, constando el dispositivo de transferencia de una tolva (2) destinada a contener el polvo dado o la mezcla de polvos dados, constando dicha tolva (2) de una pared lateral (8) y al menos un orificio de vaciado (6), siendo dicha tolva (2) de forma axisimétrica y teniendo un eje de revolución (X) sustancialmente vertical, estando dispuesta dicha tolva de modo que su orificio de vaciado (6) está ubicado en una parte inferior de dicha tolva (2), constando el dispositivo de transferencia de medios de desplazamiento en rotación (12) de la tolva (2) alrededor de su eje de revolución (X), sobre el cual se encuentra el orificio de vaciado (6), y medios de control (CU) de los medios de desplazamiento en rotación (12) de tal manera que los medios de desplazamiento en rotación (12) imponen a al menos una parte de la pared lateral (8) de la tolva, llamada parte móvil, una primera fase de desplazamiento en donde se aplica a la parte móvil una aceleración superior o igual a una aceleración mínima (a_{min}) adecuada para provocar el deslizamiento del polvo dado o de la mezcla de polvos dados con relación a la parte móvil.
2. Dispositivo de transferencia según la reivindicación 1, en donde la aceleración mínima (a_{min}) es superior o igual al producto del coeficiente de rozamiento estático, de la fuerza ejercida por el polvo en la pared lateral de la tolva y del radio de la tolva dividido por el momento de inercia del polvo.
3. Dispositivo de transferencia según las reivindicaciones 1 o 2, en donde los medios de control (CU) controlan los medios de desplazamiento en rotación (12) de modo que, durante una segunda fase después de la primera fase, mantienen el desplazamiento en rotación de la parte móvil en un sentido de rotación dado.
4. Dispositivo de transferencia según la reivindicación 3, en donde los medios de control (CU) son tales que los medios de desplazamiento en rotación (12) desplazan la parte móvil a velocidad constante durante la segunda fase.
5. Dispositivo de transferencia según las reivindicaciones 1 o 2, en donde los medios de control (CU) son tales que los medios de desplazamiento en rotación imponen a la parte móvil una sucesión de primeras fases separadas por fases a velocidad baja o nula.
6. Dispositivo de transferencia según la reivindicación 5, en donde los medios de control son tales que los medios de desplazamiento en rotación (12) imponen un desplazamiento de la parte móvil de modo que su sentido de rotación se invierte entre dos primeras fases sucesivas, para imponer un movimiento rotativo oscilante.
7. Dispositivo de transferencia según la reivindicación 6, en donde el movimiento rotativo oscilante es periódico, teniendo el movimiento rotativo oscilante ventajosamente una frecuencia de entre 5 Hz y 50 Hz.
8. Dispositivo de transferencia según una de las reivindicaciones 1 a 7, que consta de medios de estanqueidad dinámica entre la parte móvil y las partes fijas del dispositivo de transferencia.
9. Dispositivo de transferencia según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la tolva está formada por un contenedor amovible.
10. Dispositivo de fabricación de elementos de combustible nuclear que consta de un dispositivo de transferencia de polvo según una de las reivindicaciones 1 a 9, una prensa (27) provista de una mesa (28) en donde hay formado al menos un molde (30) y medios para comprimir el polvo en el molde, siendo el orificio de vaciado (6) de la tolva (2) adecuado para colocarse frente a dicho molde (30) durante una fase de llenado del molde (30) y para cerrarse fuera de una fase de llenado.
11. Procedimiento de transferencia de un polvo dado o de una mezcla de polvos dados que implementa el dispositivo de transferencia según una de las reivindicaciones 1 a 9, constando el procedimiento de al menos la etapa:
- a) puesta en rotación de al menos una parte de la pared lateral de la tolva alrededor de un eje sobre el cual se ubica el orificio de vaciado con una aceleración superior a una aceleración mínima que causa el deslizamiento del polvo determinado con relación a la pared lateral.
12. Procedimiento de transferencia según la reivindicación 11, en donde la aceleración mínima (a_{min}) es superior o igual al producto del coeficiente de rozamiento estático, de la fuerza ejercida por el polvo en la pared lateral de la tolva y del radio de la tolva dividido por el momento de inercia del polvo.
13. Procedimiento de transferencia según las reivindicaciones 11 o 12, que consta de una etapa posterior b) de mantenimiento del movimiento de rotación de la pared lateral en un sentido de rotación dado.
14. Procedimiento de transferencia según la reivindicación 13, en donde durante la etapa b), el movimiento de rotación se hace a velocidad constante o en donde las etapas a) se repiten sucesivamente separadas por etapas a velocidad nula o baja.

15. Procedimiento de transferencia según la reivindicación 14, en donde el sentido de rotación se invierte entre dos etapas a) sucesivas, ventajosamente de manera periódica.



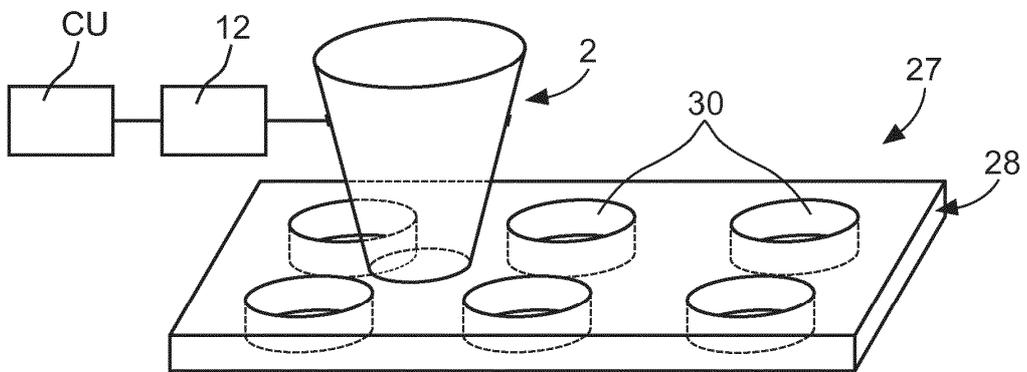
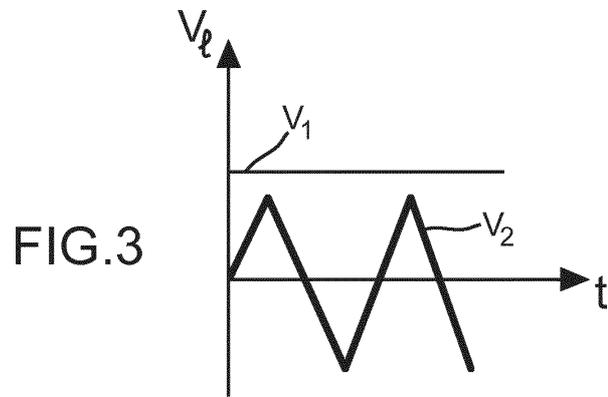


FIG.4