

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 014**

51 Int. Cl.:

B04C 5/14 (2006.01)

B04C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2016 PCT/EP2016/062601**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17016718**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2016 E 16728658 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 3137220**

54 Título: **Separación hidrodinámica de materiales densos de una lechada**

30 Prioridad:

28.07.2015 DE 102015112254

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

31.10.2017

73 Titular/es:

BTA INTERNATIONAL GMBH (100.0%)

Färberstrasse 7

85276 Pfaffenhofen a. d. Ilm, DE

72 Inventor/es:

CARRA, ROLAND;

FLUCK, PATRICK y

ZIEGLER, TOBIAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 640 014 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

Separación hidrodinámica de materiales densos de una lechada

5 La invención se refiere a un dispositivo para la separación de materiales densos a partir de una lechada de componentes de diferente densidad y de diferente estructura de partícula.

10 Un dispositivo de este tipo se conoce, por ejemplo, por el documento EP 0 138 475 A2. Éste da a conocer un dispositivo para la separación hidrodinámica de materiales densos a partir de una lechada que presenta un hidrociclón (1) que recibe la lechada, una cámara de almacenamiento independiente (7) que recibe los materiales densos separados y un elemento de ajuste (11) para controlar la corriente de agua de lavado hacia la cámara de almacenamiento.

15 Durante un procesamiento mecánico en húmedo de mezclas de materiales, por ejemplo desechos, fracciones residuales separadas mecánicamente o residuos industriales, se producen lechadas, por ejemplo pulpas o suspensiones, que contienen todavía cantidades relevantes de materiales sedimentables en agua y con bordes afilados, por ejemplo grava, gravilla, piedras, fragmentos de cerámica o de vidrio o partículas metálicas, que provocan en etapas de procedimiento posteriores problemas de funcionamiento, por ejemplo deposiciones o desgaste. Las consecuencias son, por ejemplo, capas de sedimentos en recipientes, que hacen necesario un vaciado laborioso tras pocos años de funcionamiento, un tendido de conductos tubulares, que provocan un esfuerzo de limpieza elevado, o un fuerte desgaste de la tecnología mecánica condicionado por las propiedades en su mayor parte abrasivas de estos materiales.

25 Para una fermentación, los desechos orgánicos adecuados pueden contener materiales densos minerales del 4% en peso (Kübler, H., Hoppenheidt, K., Hirsch, P., Kottmair, A., Nimmrichter, R., Nordsieck, H., M., Mücke, W., Swerev (2000) Füll scale co-digestion of organic waste. *Water Science & Technology* 41, 195-202). Los desechos biológicos municipales contienen cantidades relevantes de materiales densos minerales tales como piedras, vidrios rotos, gravilla o grava o arena, que según las investigaciones de Kranert *et al.* (Kranert, M., Hartmann A., Graul S. (1999) Determination of sand content in digestate. En: W. Bidlingmaier *et al.* (Ed.) Proceedings of the International Conference ORBIT 99 on Biological Treatment of Waste and the Environment, Part I, págs. 313-318) pueden suponer un porcentaje de materia seca del desecho de parcialmente más del 25% en peso. Una parte esencial de estos materiales densos minerales se incorpora en el caso de un procesamiento mecánico en húmedo de los desechos biológicos en la pulpa, que entonces se suministra al aprovechamiento biológico. Investigaciones de Kübler *et al.* (Kübler, H., Nimmrichter, R., Hoppenheidt, K., Hirsch, P., Kottmair, A., Nordsieck, H., Swerev, M., Mücke, W. (1998) Füll scale co-digestion of biowaste and commercial organic waste. *Materials and Energy from Refuse*. P. De Bruycker y J. Kretschmar (Ed.), Technologisch Instituut Antwerpen, págs. 195-202) muestran que durante el procesamiento mecánico en húmedo de desechos biológicos se produce una pulpa, a partir de la que una separación hidrodinámica de materiales densos separa todavía aproximadamente el 3% en peso de la materia húmeda del desecho tratado como materiales densos.

40 Durante el funcionamiento de instalaciones de tratamiento de desechos, en las que la fracción cribada de menos de 80 mm se suministra a un procesamiento en húmedo, en esta fracción se determinó un porcentaje de partículas de vidrio y de componentes minerales de desde el 12 hasta el 14% en peso en la materia húmeda de esta fracción (Rita, J., Braga, J., Mannall, C., Goldsmith, S., Kübler, H., Rahn, T., Schulte, S. (2015) Compost-like material or thermal valorisation - impact on MBT Plant economics and environmental aspects - case studies in Portugal and UK. En: M. Kühle-Weidemeier y M. Balhar (Ed.) *Energie und Rohstoffe aus Rest- und Bioabfällen*, Cuvillier Verlag Göttingen, págs. 395-406).

50 Para garantizar un aprovechamiento con pocas perturbaciones de las lechadas o suspensiones a partir del procesamiento en húmedo, con frecuencia se separan los porcentajes fácilmente sedimentables a partir de la suspensión. Para ello se utilizan separadores de materiales densos. Sin embargo, adicionalmente a la separación de las sustancias perturbadoras, estos separadores de materiales densos también tienen que minimizar una descarga de los demás componentes que se encuentran en la lechada y que deben aprovecharse en las etapas de procedimiento posteriores, por ejemplo sustancias orgánicas fermentables. Esto puede conseguirse mediante una combinación de hidrociclón y tubo de clasificación, que está dispuesto aguas abajo del hidrociclón, para la evacuación discontinua de los materiales densos separados. Para reducir la descarga de los demás componentes, al tubo de clasificación se le suministra con frecuencia un líquido de lavado. De este modo se genera en el tubo de clasificación una contracorriente, que libera a los materiales densos separados de los demás componentes de la lechada.

60 Un dispositivo de este tipo se describe en el documento DE 195 05 073 A1 con un hidrociclón de fondo plano para la separación de materiales densos de una lechada, que se generó a partir de sustancias de desecho. Posteriormente al ciclón de fondo plano está conectado un tubo de clasificación, para aumentar la selectividad del separador de materiales densos. Los materiales densos separados se recogen aguas abajo del tubo de clasificación por medio de un sistema de esclusas con cámara integrada y se descarga de manera discontinua. Si a continuación de un vaciado de la cámara se abre el dispositivo de bloqueo hacia el tubo de clasificación, se vacía de manera repentina el

contenido del tubo de clasificación y una parte del contenido del hidrociclón a la cámara. Por otro lado puede suceder que los materiales densos que se encuentran en la cámara se peguen y de ese modo dificulten una descarga desde la cámara, o incluso la impidan. De este modo se perturba la zona de la separación selectiva del material denso y se empeora la selectividad del resultado de separación. En dicho documento se hace también
 5 referencia a que el efecto de limpieza del tubo de clasificación mejora cuando al tubo de clasificación se le suministra un líquido de lavado en contra de la presión predominante en el hidrociclón y se descargue aguas arriba del ciclón. Como líquido de lavado está prevista agua para uso industrial u otro líquido.

Durante el funcionamiento de tales separadores hidrodinámicos de materiales densos, el grado de separación de los componentes sedimentables así como la descarga de los demás componentes se ve muy influida por la corriente de agua de lavado, que genera en el tubo de clasificación una contracorriente. A este respecto, la corriente de agua de lavado tiene efectos opuestos entre sí con respecto a la separación deseada de las fracciones: una reducción de la corriente de agua de lavado conduce a una separación mejorada de los componentes fácilmente sedimentables a partir de la suspensión, pero aumenta el porcentaje de componentes aprovechables biológicamente en la fracción de materiales densos separada. Por tanto, éstos se retiran de las etapas de procedimiento posteriores para el aprovechamiento de la suspensión. Por el contrario, un aumento de la corriente de agua de lavado tiene un efecto contrario, concretamente aunque el porcentaje de los componentes aprovechables biológicamente en la fracción de materiales densos separada disminuye, la separación de los componentes fácilmente sedimentables a partir de la suspensión empeora. La Fig. 1 muestra este efecto opuesto mediante resultados de funcionamiento de una etapa de procedimiento con separación hidrodinámica de materiales densos en una instalación de fermentación para 75.000 Mg/a de desechos orgánicos.

Para limitar la demanda de agua fresca y por consiguiente también la producción de aguas residuales, es importante, sobre todo desde el punto de vista de aspectos económicos y ecológicos, utilizar agua para uso industrial como agua de lavado, que se recircula en la instalación (agua de proceso). Esto requiere una etapa de procedimiento, que pone a disposición el agua de proceso a una presión suficientemente alta con respecto a los niveles de presión en el separador de materiales densos. Desde el punto de vista del aspecto de los costes y la demanda de espacio tienen que limitarse los diámetros de los conductos de agua de proceso. A este respecto, los inventores han descubierto que en el estado de la técnica se producen periódicamente picos de demanda de agua de proceso elevados en el propio separador de materiales densos así como en otros módulos anteriores o posteriores de la instalación de procesamiento mecánico en húmedo. Esto conduce a que en el abastecimiento de agua de proceso del tubo de clasificación se produzcan siempre oscilaciones de presión considerables.

El objetivo de la invención es ahora mejorar el grado de separación del dispositivo y reducir la impureza de la fracción separada. Este objetivo se alcanza mediante un dispositivo según la reivindicación 1 o mediante un procedimiento según la reivindicación 13.

La idea básica de la invención es, teniendo en cuenta los efectos expuestos anteriormente de la corriente de agua de lavado, que en función del perfil de requerimiento para el funcionamiento de la instalación se determine un óptimo de cantidad y presión de la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación y de manera correspondiente se ajuste el flujo volumétrico del agua de lavado. Además forma parte de la invención minimizar el consumo de agua de lavado para la cámara de almacenamiento.

La técnica de control de la presente invención tiene en cuenta las oscilaciones de presión considerables expuestas anteriormente en el abastecimiento de agua de lavado del tubo de clasificación y de la cámara de almacenamiento. De este modo puede eliminarse el perjuicio negativo del rendimiento de separación, con lo que aumenta la calidad de separación de los materiales densos separados y la consecuencia es una demanda de agua de lavado reducida.

El ajuste de la corriente de agua de lavado se refiere según la invención por un lado a la alimentación hacia el tubo de clasificación y por otro lado hacia la cámara de almacenamiento separada del tubo de clasificación, en la que se introducen los materiales densos separados. Con otras palabras, tanto el tubo de clasificación como la cámara de almacenamiento independiente se cargan con agua de lavado. Esto tiene lugar de tal manera que la alimentación hacia el tubo de clasificación discurre de manera regulada y la alimentación hacia la cámara de almacenamiento de manera controlada. Mientras que la regulación determina una comparación entre el estado real y el estado teórico y en función de esto activa un elemento de ajuste, el control de la alimentación hacia la cámara de almacenamiento se concentra en la detección del estado real, para activar un elemento de ajuste correspondiente.

En cuanto al documento DE 195 05 073 A1, ya se ha comentado el efecto desventajoso del vaciado repentino del tubo de clasificación en el estado de la técnica. Para impedir ahora un vaciado repentino de este tipo del tubo de clasificación a la cámara de almacenamiento independiente según la invención, según la invención está previsto inundar la cámara de almacenamiento a continuación de un vaciado con agua de lavado de manera controlada. A este respecto, la purga de aire necesaria de la cámara tiene lugar a través de una abertura de purga de aire o de rebosamiento dispuesta en el extremo superior de la cámara.

Para minimizar ahora la demanda de agua de lavado de la cámara de almacenamiento y solucionar el problema descrito anteriormente, de que en el caso de una cámara de almacenamiento que sólo está parcialmente llena de

5 agua de lavado, mediante la apertura del dispositivo de bloqueo hacia el tubo de clasificación se perturba la zona de separación selectiva del material denso y se empeora la selectividad del resultado de separación, el separador de materiales densos se equipa según la invención con una detección del estado de llenado de materiales densos en la cámara de almacenamiento para iniciar su vaciado y con una detección del rebosamiento de agua de lavado en el caso de su llenado con agua de lavado.

10 El vaciado de la cámara de almacenamiento no tiene lugar hasta que se ha establecido por medio de medición el estado de llenado máximo de materiales densos en la cámara de almacenamiento. Por tanto, siempre se garantiza un llenado completo de la cámara de almacenamiento y en consecuencia se minimiza el número de las operaciones de vaciado necesarias. El llenado de la cámara de almacenamiento con el agua de lavado no termina hasta que en el rebosadero de la cámara de almacenamiento se detecta agua de proceso. Ambas características de equipamiento conducen a una demanda mínima de agua de lavado.

15 Esta operación de llenado de la cámara con agua de proceso también puede tener lugar de manera temporizada y garantizando una cámara de almacenamiento completa medida. A este respecto, el control tiene que tener en cuenta las siguientes circunstancias: Para evitar una retención de los materiales densos en el tubo de clasificación, que puede provocar un atasco del tubo de clasificación, el vaciado de la cámara de almacenamiento tiene que tener lugar de manera suficientemente temprana. De este modo, con frecuencia la cámara de almacenamiento durante el vaciado no está completamente llena de materiales densos separados. Por tanto, para poder separar la misma cantidad de materiales densos son necesarios más ciclos de vaciado-llenado. Dado que la cámara de almacenamiento antes de la apertura del dispositivo de bloqueo hacia el tubo de clasificación tiene que estar de nuevo llena de agua de lavado, un mayor número de ciclos de vaciado-llenado conduce a un mayor consumo de agua de lavado.

25 En otra realización preferida, el vaciado de la cámara de almacenamiento se inicia mediante la detección del estado de llenado máximo de materiales densos y el suministro de agua de proceso durante el llenado de la cámara de almacenamiento vaciada se termina mediante una detección del rebosamiento de agua de proceso desde la cámara. El vaciado de la cámara de almacenamiento tiene lugar tras la detección del estado de llenado de materiales densos máximo mediante el cierre del dispositivo de bloqueo hacia el tubo de clasificación y la apertura del dispositivo de bloqueo inferior de la cámara de almacenamiento.

30 En una forma de realización ventajosa, a la cámara de almacenamiento se le suministran golpes de agua de lavado breves de manera temporizada, para impedir que se pegue la carga de materiales densos en la cámara de almacenamiento. Con ello, la carga puede caer o retirarse completamente en el caso de la apertura de la cámara.

35 Para la regulación de la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación tales elementos de ajuste se combinan con un caudalímetro para el agua de lavado. Este caudalímetro tiene que ser adecuado para corrientes de agua que contienen sólidos. La detección del rebosamiento del agua de proceso que contiene sólidos para llenar la cámara tiene lugar por medio de un interruptor de proximidad capacitivo o una barrera de luz infrarroja. La invención se explica a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

40 - la Fig. 1 muestra la concentración de sustancias minerales fácilmente sedimentables en una suspensión de desecho tras una separación hidrodinámica de materiales densos en 10 g/l (*) y el porcentaje de orgánicos en la materia seca de los materiales densos separados (Δ) en función del aumento de la corriente de agua de lavado;

45 - la Fig. 2 muestra una corriente de agua de lavado regulada hacia el tubo de clasificación en el caso de utilizar un agua de proceso, que contiene sustancias suspendidas, con la utilización de un elemento de ajuste de discos con medición de caudal integrada

50 - la Fig. 3 muestra un esquema de una realización según la invención de una separación hidrodinámica de materiales densos; y

55 - la Fig. 4 muestra respuestas a un escalón de gestión del circuito de regulación en el caso de un caudal de 500 l/h para agua fresca y agua de proceso que contiene sólidos.

60 Para la producción de agua de lavado, durante el procesamiento de mezclas de materiales se genera en primer lugar de manera interna en el procedimiento el agua de proceso para fines de lavado por medio de una separación sólido-líquido. En particular, durante el procesamiento y el aprovechamiento de desechos orgánicos, la generación de un agua de proceso pobre en sólidos es problemática. Esto se debe a que las suspensiones de desechos orgánicos contienen componentes fibrosos así como viscosos de grano muy fino con una diferencia de densidad reducida. Esto conduce a que la obtención de agua de proceso proporcione en el caso de una utilización rentable de agentes de precipitación y de floculación un agua de lavado con un contenido considerable de sustancias suspendidas de desde 1 hasta 10 g/l. También en el caso de un desagüe de dos etapas como una combinación de centrífuga decantadora con dosificación de polímero y un tamizado fino posterior del concentrado por ejemplo por

medio de una criba de hendiduras de 250 μm , la concentración de las sustancias suspendidas en el agua de proceso se encuentra con frecuencia en el intervalo de desde 0,5 hasta 4 g/l.

5 A este respecto, para conseguir un suministro de agua de lavado uniforme, la elección del elemento de ajuste en función del porcentaje de lechada en el agua de proceso puede ser decisiva. Esto es atribuible sobre todo a una deposición parcial aleatoria de las sustancias suspendidas en el agua de proceso en el elemento de ajuste. Como elementos de ajuste adecuados han demostrado ser útiles los elementos de ajuste a base de discos, que se desplazan unos con respecto a otros a través de un eje y cuyo movimiento en sentidos opuestos varía el paso libre sin escalones, válvulas de manguito, válvulas de sector de bola o grifos esféricos.

10 Debido a las oscilaciones de presión en el abastecimiento de agua de proceso ya mencionadas anteriormente que deben gestionarse mediante la invención, el flujo volumétrico a este respecto durante el llenado de la cámara de almacenamiento varía de manera correspondiente. Esto tiene como consecuencia que deben preverse reservas de tiempo correspondientes para la operación de llenado, para garantizar un llenado completo de la cámara. Estas reservas de tiempo pueden conducir a un volumen de agua de proceso innecesariamente grande, que tiene que procesarse y mantenerse a presión. Para evitar esto, la demanda de agua de proceso para llenar la cámara en una realización ventajosa se minimiza o bien por medio de una medición del estado de llenado en la cámara de almacenamiento o bien por medio de detección del rebosamiento de agua de proceso desde la cámara de almacenamiento.

20 La Fig. 3 muestra un esquema de una realización según la invención de una separación hidrodinámica de materiales densos que consiste en un hidrociclón (1), un tubo de clasificación (2) y una cámara de almacenamiento (3). En la realización según la invención de esta separación hidrodinámica de materiales densos se regula la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación (4) y se controla hacia la cámara de almacenamiento (5). En una realización preferida, el ajuste de la contracorriente de agua de lavado al tubo de clasificación tiene lugar por medio de un elemento de ajuste (6), en el que no se depositan fácilmente las sustancias suspendidas y tiene un efecto de autolimpieza, como se mencionan anteriormente.

30 En otra realización preferida, el suministro de agua de proceso durante el llenado de la cámara de almacenamiento vaciada se controla mediante una detección del rebosamiento de agua de proceso (7) desde la cámara. Para la regulación de la corriente de agua de lavado se combinan los elementos mencionados anteriormente como elementos de ajuste adecuados en una realización preferida con un caudalímetro para el agua de lavado (8). Este caudalímetro tiene que ser adecuado para corrientes de agua que contienen sólidos. La detección del rebosamiento del agua de proceso que contiene sólidos (7) para llenar la cámara puede tener lugar por medio de un interruptor de proximidad capacitivo o una barrera de luz infrarroja.

40 Los ensayos para controlar la contracorriente de agua de lavado en el tubo de clasificación por medio de un grifo esférico ya ofrecieron resultados satisfactorios. La siguiente tabla reproduce la evolución de la contracorriente de agua de lavado a lo largo del periodo de tiempo de ensayo. El valor teórico de la contracorriente de agua de lavado era de 500 l/h. A este respecto, la corrección de la posición del grifo esférico se llevó a cabo manualmente según la especificación. Periódicamente se abrió completamente el grifo esférico momentáneamente, para eliminar por lavado las fijaciones de sólidos.

Duración del ensayo	Contracorriente de agua de lavado		Operación de lavado realizada
	Valor actual	Valor corregido	
[min]	[l/h]	[l/h]	
0	500	500	No
15	481	498	No
30	487	502	No
45	469	500	No
60	451	505	No
75	425	500	Sí
90	458	500	No
105	490	503	No
120	473	505	No
135	498	498	No
150	479	500	No
165	466	497	No
180	453	502	No
195	438	497	Sí
210	489	501	No
225	473	498	No
240	478	503	No

Sin embargo, las válvulas de sector de bola son aún superiores a un grifo esférico para tales controles de corrientes de material que contienen sólidos desde el punto de vista constructivo, dado que las juntas en la válvula de sector de bola están menos expuestas a los materiales densos abrasivos.

- 5 Las válvulas reguladoras motorizadas en una construcción de distribuidor giratorio plano en el elemento de estrangulación permiten una variación lineal del caudal. Junto con un motor eléctrico, tales válvulas representan un actuador de regulación proporcional, que también en el caso de agua de proceso que contiene sólidos garantiza una corriente de agua de lavado constante. Para también en el caso de una interrupción del abastecimiento de corriente mantener la corriente de agua de lavado tan constante como sea posible, la regulación se concibe de tal manera que
 10 en el caso de una interrupción de la tensión se mantiene la posición de válvula adoptada previamente.

Los ensayos con agua para el comportamiento de regulación de la regulación de contracorriente por medio de un elemento de estrangulación de distribuidor giratorio plano dieron como resultado un rápido reglaje al arrancar el sistema y en el caso de variaciones del valor teórico así como un buen comportamiento de regulación para una corrección de variaciones de presión (Fig. 4). Un ajuste del regulador por medio de un procedimiento de Ziegler-Nichols da como resultado un buen resultado de regulación. Dado que el flujo volumétrico del agua de contracorriente tiene una clara influencia sobre el desarrollo de las respuestas a un escalón de gestión del circuito de regulación, un ajuste del regulador en el caso de un caudal teórico conduce al mejor resultado de regulación. A este respecto, se mostró que una regulación PI (controlador proporcional-integral) es suficiente y que conduce a una menor sollicitación del elemento de ajuste. Un regulador parametrizado con agua fresca no muestra en el caso de
 15 agua de lavado cargada con sólidos debido a una mayor sobreoscilación y un mayor tiempo de corrección un comportamiento de regulación óptimo (Fig. 4). Por consiguiente, el regulador tiene que ajustarse con la corriente de agua de lavado de la instalación de funcionamiento.

- 25 La Fig. 2 muestra el resultado de funcionamiento del separador hidrodinámico de materiales densos con una corriente de agua de lavado regulada hacia el tubo de clasificación en el caso de utilizar un agua de proceso, que contiene sustancias suspendidas, y se sirve de un elemento de estrangulación de distribuidor giratorio plano en combinación con una medición de caudal por inducción magnética anterior. Mediante estos componentes de sistema pudo mantenerse el suministro de agua de proceso que contiene sólidos hacia el tubo de clasificación de manera
 30 relativamente constante en el valor teórico.

En general no puede excluirse completamente una deposición de sustancias suspendidas en las válvulas. Por tanto, para la eliminación de tales deposiciones, el elemento de ajuste en una realización ventajosa se abre completamente de manera dirigida momentáneamente, para que las posibles deposiciones se desprendan completamente. Esta apertura completa momentánea tiene lugar de manera temporizada y favorece el reglaje de una corriente de agua de lavado constante.
 35

Los ensayos tanto con agua fresca como con agua de proceso dieron como resultado que durante el llenado de la cámara puede medirse de manera fiable en su conducto de rebosamiento el cambio de fase entre el aire de purga y el líquido que rebosa por medio de un interruptor de proximidad capacitivo o una barrera de luz infrarroja.
 40

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo para la separación hidrodinámica de materiales densos a partir de una lechada, que presenta un hidrociclón (1) que recibe la lechada, un tubo de clasificación (2) que sigue al hidrociclón y una cámara de almacenamiento independiente (3) que recibe los materiales densos separados, estando prevista una corriente de agua de lavado regulada por medio del circuito de regulación y del elemento de ajuste hacia el tubo de clasificación (2), y estando prevista una corriente de agua de lavado controlada por medio del elemento de ajuste hacia la cámara de almacenamiento (3), para lo cual está previsto un sensor, que incluye una detección del estado de llenado de los materiales densos y de un rebosamiento de agua de lavado de la cámara de almacenamiento.
- 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de ajuste es un elemento de estrangulación, en el que se desplazan discos, unos con respecto a otros, a través de un eje, y cuyo movimiento en sentidos opuestos varía el paso libre.
- 3.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de ajuste es un distribuidor giratorio plano.
- 4.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de ajuste es una válvula de manguito.
- 5.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de ajuste es una válvula de sector de bola.
- 6.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento de ajuste es un grifo esférico.
- 7.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado porque para medir la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación está previsto un caudalímetro (8).
- 8.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque el caudalímetro (8) es un caudalímetro de inducción magnética.
- 9.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos medios (7) para la detección de agua de lavado en un rebosadero en la cámara de almacenamiento (3).
- 10.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque los medios (7) para la detección de agua de lavado que rebosa presentan un interruptor de proximidad capacitivo.
- 11.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque los medios (7) para la detección de agua de lavado que rebosa presentan una barrera de luz infrarroja.
- 12.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque los medios (7) para la detección del estado de llenado de los materiales densos presentan un interruptor limitador vibratorio.
- 13.- Procedimiento para la separación hidrodinámica de materiales densos a partir de una lechada, en el que
- se suministra una lechada a un hidrociclón (1),
 - los materiales densos separados de la misma se conducen a continuación a un tubo de clasificación (2) que puede cargarse con agua de lavado para la separación adicional,
 - a continuación se sedimentan los materiales densos separados en una cámara de almacenamiento independiente,
- alimentándose al tubo de clasificación por medio del circuito de regulación y del elemento de ajuste de manera regulada una corriente de agua de lavado, y detectándose el estado de llenado de la cámara de almacenamiento por medio del sensor, para a partir del estado de llenado detectado inundar la cámara de almacenamiento de manera controlada con agua de lavado.
- 14.- Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque el elemento de ajuste, o elemento de estrangulación para controlar la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación se abre completamente durante intervalos de tiempo breves de manera temporizada.
- 15.- Procedimiento según la reivindicación 13 ó 14, caracterizado porque la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación se regula por medio de un caudalímetro de inducción magnética.
- 16.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 a 14, caracterizado porque tiene lugar una regulación de la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación con un regulador PI.

- 17.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 a 16, caracterizado porque tiene lugar una parametrización de la regulación de la corriente de agua de lavado hacia el tubo de clasificación (2) en el caso de un flujo nominal con agua de lavado.
- 5
- 18.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 a 17, caracterizado porque la operación de llenado de la cámara de almacenamiento (3) con agua de lavado se finaliza mediante la detección de agua de lavado en el rebosadero.
- 10
- 19.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 a 18, caracterizado porque a la cámara de almacenamiento se le suministra brevemente agua de lavado de manera temporizada.

Fig. 1

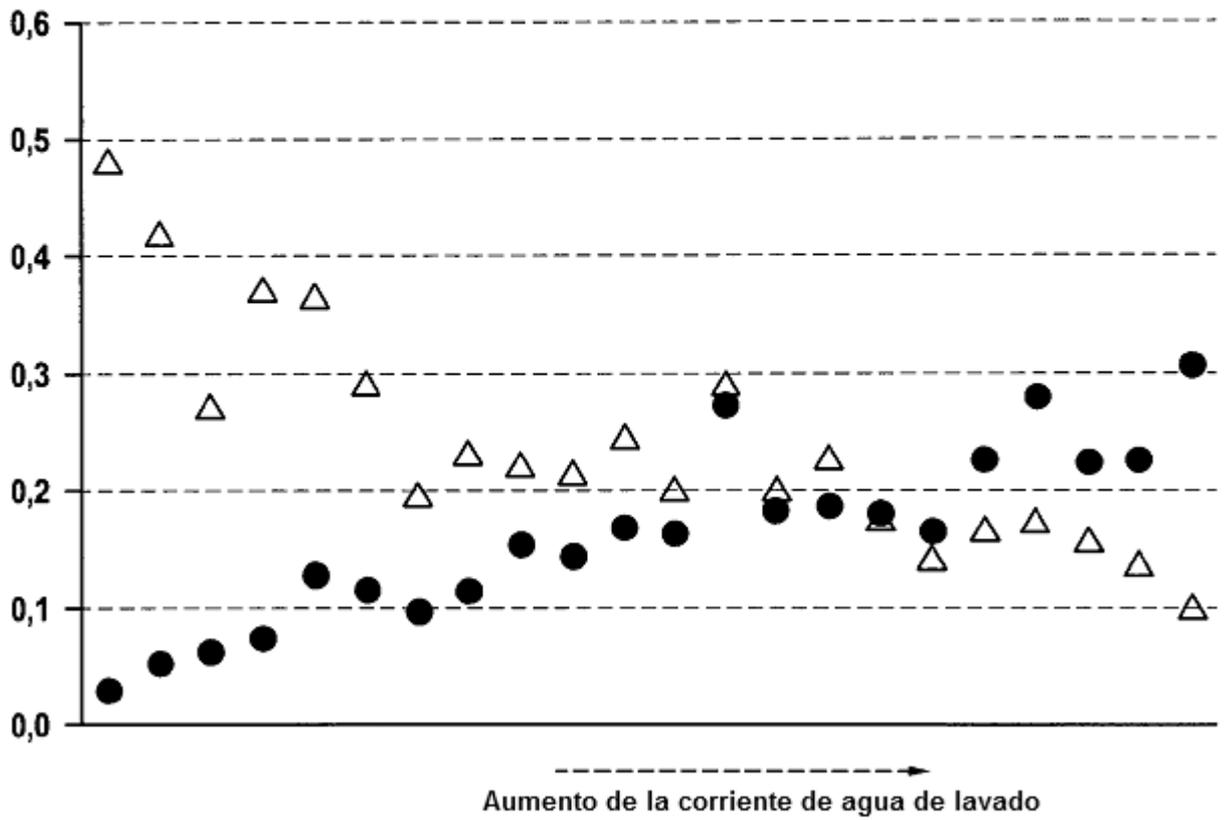


Fig. 2

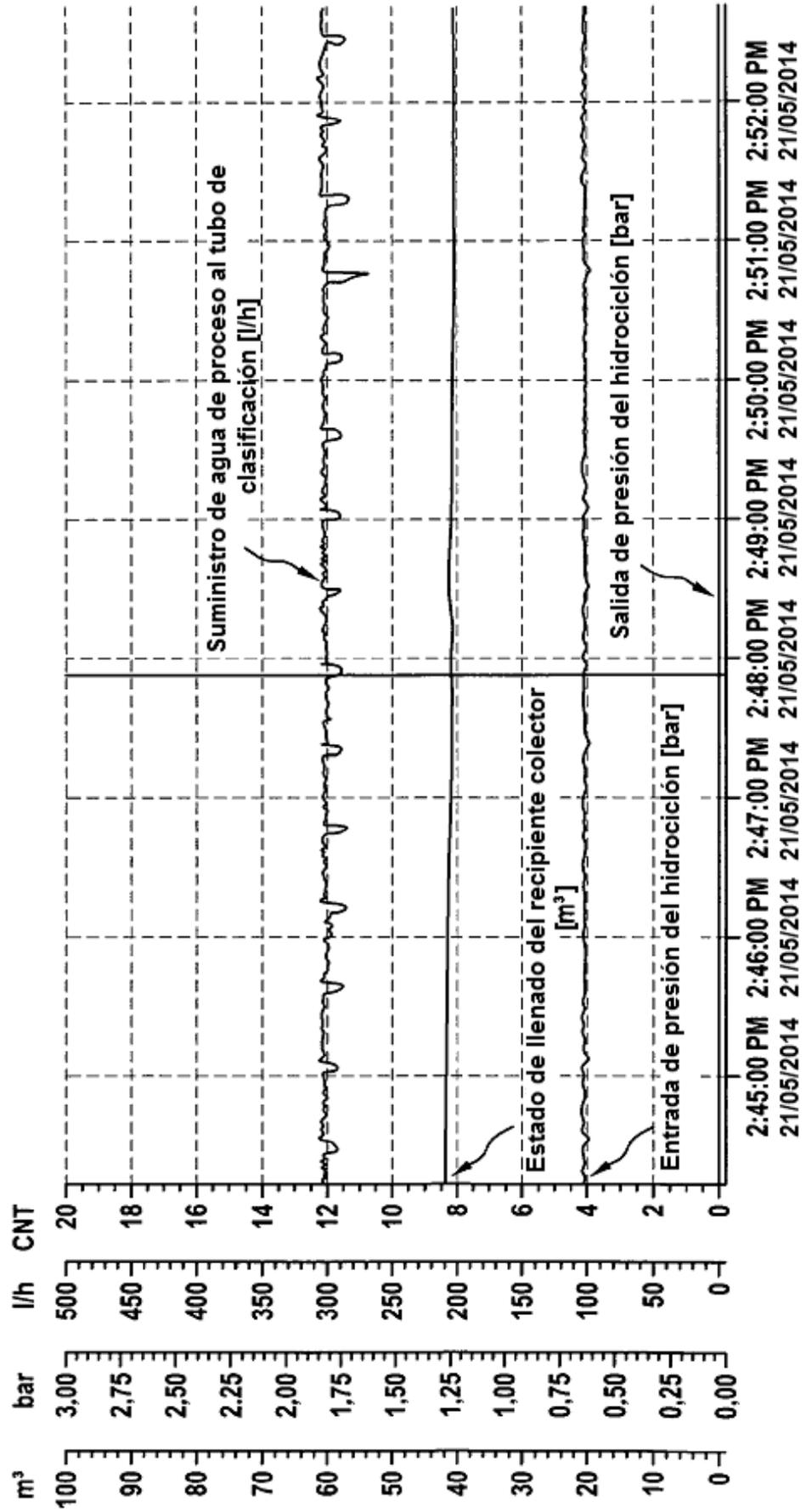


Fig. 3

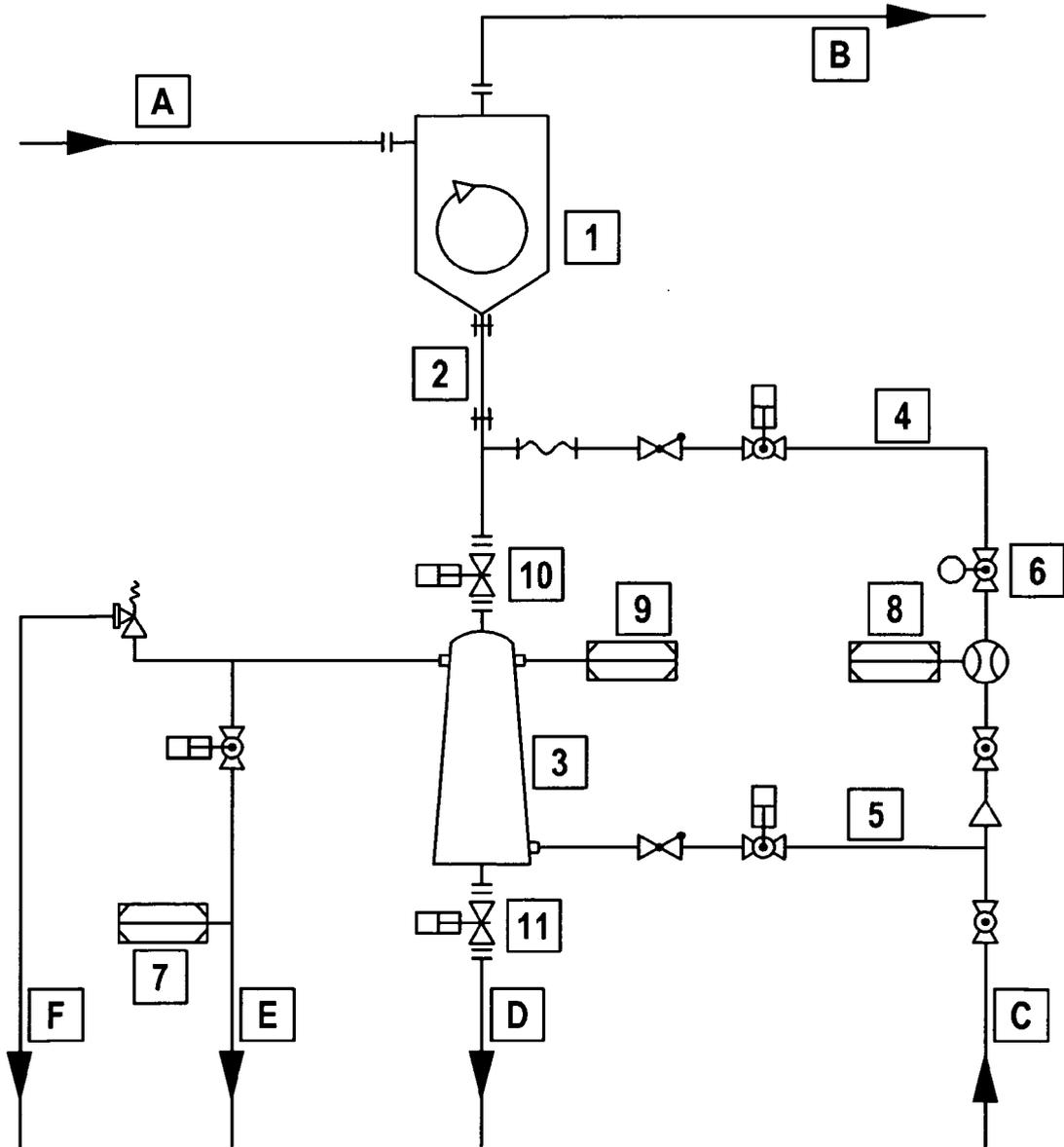


Fig. 4

