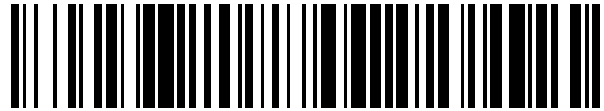


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 506 815**

51 Int. Cl.:

F26B 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2011 E 11729727 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2585778**

54 Título: **Aparato y procedimiento para el tratamiento de deshidratación del lodo residual**

30 Prioridad:

22.06.2010 IT MO20100186

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

13.10.2014

73 Titular/es:

**FERBUR LIMITED (100.0%)
Palm Grove House, P.O. Box 438
Road Town, Tortola, VG**

72 Inventor/es:

**ALTIERI, DOMENICO;
FERRARI, GIAN CARLO y
STRADI, ARISTIDE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 506 815 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

Aparato y procedimiento para el tratamiento de deshidratación del lodo residual.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para el tratamiento del lodo residual.

En particular, la presente invención encuentra aplicación en la eliminación controlada del lodo que se origina de procedimientos industriales (por ejemplo tomates biológicos, verduras, etc.), o en la reutilización del lodo que se origina en trabajos de agricultura o tratamientos de purificación de agua biológicos, tras el tratamiento regenerativo
10 químico, biológico y mecánico del mismo.

Como resultado de los tratamientos industriales y/o de purificación, se producen grandes cantidades de disoluciones de lodo, que contienen material sólido que debe eliminarse o reutilizarse.

15 Estas disoluciones pueden contener arena, tierra, celulosa, residuos de material derivados de trabajar con o lavar maquinaria o depósitos, o lodo de decantación biológica.

El volumen y el peso de materiales residuales similares o materiales para reutilizar son considerables; por tanto, ha sido necesario estudiar soluciones para reducir el volumen y el peso para poder transportarlos y almacenarlos al menor coste posible mientras esperan su eliminación final o, según puede darse el caso, su reutilización con fines
20 diferentes.

La solución adoptada actualmente para obviar este problema es reducir el contenido en agua del material de lodo.

25 Existen diversos procedimientos y técnicas que se utilizan para deshidratar el lodo, que se somete a tratamientos de tipo físico, químico, mecánico o térmico.

Por ejemplo, algunos de los tratamientos utilizados son secado, centrifugado, despresurización o nuevo prensado.

30 Una técnica actualmente en uso implica llenar moldes especiales a presión con el material de lodo con el fin de forzar el agua hacia fuera a través de tejidos de filtración, para reducir el contenido en agua.

Este procedimiento es largo y laborioso ya que, en cada ciclo, sólo puede tratarse una cantidad limitada y predeterminada de lodo. De hecho, es necesario cargar el lodo que va a deshidratarse y poner en marcha la maquinaria de presurización. En un periodo de tiempo dado es posible procesar sólo una pequeña cantidad de
35 residuo de lodo.

La eficacia de este procedimiento, además, no es ideal, ya que produce lodo deshidratado con un porcentaje de materia seca (m.s.) que aún es bastante bajo, de aproximadamente 30-33%.

40 Por tanto, el ciclo conlleva diversas interrupciones del procedimiento de deshidratación, que permite tratar sólo una pequeña cantidad de material de lodo por unidad de tiempo, aparte de implicar altos costes de procesamiento y mantenimiento.

45 Alternativamente, el lodo que va a tratarse se transporta sobre cintas y discurre a través de rodillos, que presionan el lodo, reduciendo el contenido en humedad. Aparte de no ser particularmente eficaz, estas máquinas son extremadamente voluminosas y necesitan asistencia.

50 Alternativamente puede utilizarse centrifugación, pero esto proporciona un contenido en m.s. que aún es muy bajo, el 22-25% de m.s.

El documento DE 1247982 da a conocer un secador de lodo que comprende:

- 55 - una cubierta contenedora exterior completamente hueca
- un cuerpo interior que es coaxial a la cubierta externa
- una cámara de compactación y deshidratación, interna con respecto a la cubierta contenedora exterior y a lo largo de la cual discurre el lodo que va a tratarse
- 60 - una zona de entrada para suministrar el lodo que va a tratarse a la cámara, una zona de salida para descargar el lodo tratado,
- 65 - unos medios de movimiento del lodo unidos al cuerpo interior, que provocan el avance, la mezcla y la compactación del lodo desde la zona de entrada hasta la zona de salida;

- estando dispuestos unos medios de filtro internamente con respecto a la cubierta para delimitar la cámara de compactación y deshidratación
- estando conectada la cubierta a un polo positivo de una unidad de control con el fin de definir un ánodo y estando conectado el cuerpo interior a un polo negativo con el fin de definir un cátodo;
- estableciéndose una diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo tal como para someter el lodo que va a tratarse a un campo eléctrico con el fin de realizar un procedimiento electroosmótico.

En este contexto, la tarea técnica que constituye la base de la presente invención es proponer un procedimiento y un aparato para el tratamiento de lodo tras tratamientos mecánicos o de sedimentación, destinándose lo anterior a obtener un porcentaje mucho más alto de m.s., con costes reducidos en comparación con otros sistemas.

En particular, un objetivo de la presente invención es poner a disposición un procedimiento y un aparato para el tratamiento de lodo que sea eficaz y que haga posible tratar cantidades considerables de lodo con costes limitados.

Además, un objetivo adicional de la presente invención es introducir un procedimiento y un aparato para el tratamiento de lodo que haga posible obtener un porcentaje de materia seca del 50-70%.

La tarea técnica declarada y los objetivos especificados se consiguen sustancialmente mediante un procedimiento y un aparato para el tratamiento de lodo, que comprende las características técnicas establecidas en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

Resultarán más evidentes las características y ventajas adicionales de la presente invención a partir de la descripción indicativa y, por ello, no limitativa, de una forma de realización preferida pero no limitativa de un procedimiento y un aparato para el tratamiento de lodo, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa una vista lateral en sección parcial de una primera configuración de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;
- la figura 1a representa una ampliación en detalle de la figura 1;
- la figura 2 ilustra una vista lateral en sección parcial de una segunda configuración de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;
- la figura 2a representa una ampliación en detalle de la figura 2;
- la figura 3 ilustra una vista lateral en sección parcial de una tercera configuración de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;
- la figura 4 muestra una vista lateral en sección parcial de una cuarta configuración de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;
- la figura 4a ilustra una vista en planta de un componente del aparato representado en la figura 4;
- la figura 5 muestra una vista lateral en sección parcial de una quinta configuración de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;
- la figura 5a muestra una sección a lo largo del plano V-V marcado en la figura 5;
- la figura 6 muestra una sección a lo largo del plano I-I marcado en la figura 1;
- la figura 7 representa una vista lateral en sección parcial de una configuración adicional de un aparato para el tratamiento de lodo según la presente invención;

Haciendo referencia a las figuras mencionadas adjuntas, el número de referencia 1 indica un aparato para el tratamiento de lodo que comprende una cubierta 2 contenedora exterior que está internamente hueca y un cuerpo 3 interior coaxial con la cubierta 2 exterior.

En el interior de la cubierta 2, el aparato comprende además una cámara de compactación y deshidratación 4, a lo largo de la cual discurre el lodo que va a tratarse. Aguas arriba de esta cámara 4, por tanto en un primer extremo 2a de la cubierta 2 exterior, está prevista una zona de entrada 5, preferentemente provista de una tolva, para suministrar el lodo F que va a tratarse, mientras que aguas abajo de la cámara 4, por tanto en un segundo extremo 2b de la cubierta 2, está prevista una zona de salida 6 para descargar el lodo tratado al exterior del aparato.

ES 2 506 815 T3

El aparato 1 también está provisto de unos medios de movimiento 7 adecuados, que actúan conjuntamente con el cuerpo 3 interior, que provocan la compactación y el avance del lodo F desde la zona de entrada 5 hasta la zona de salida 6.

- 5 En el interior de la cubierta 2 están dispuestos unos medios de filtro 10, que delimitan la cámara de compactación y deshidratación 4, y están provistos de al menos una red 11 contenedora que está conectada eléctricamente a un polo negativo de una unidad de control para formar un cátodo C.

10 Por otro lado, el cuerpo 3 interior está conectado eléctricamente a un polo positivo de una unidad de control para formar un ánodo A.

Entre dicho ánodo y dicho cátodo se establece una diferencia de potencial que tiene el objetivo de someter el lodo que va a tratarse a un campo eléctrico que puede crear un procedimiento electroosmótico.

- 15 De este modo, para exponerlo muy brevemente, el lodo, de hecho, cruza la cámara de compactación y deshidratación 4 que está comprendida, lateralmente al sentido de avance global, entre un ánodo A y un cátodo C en virtud de cuya presencia el lodo se somete a un tratamiento de electroósmosis que ocasiona su deshidratación donde, dependiendo de las condiciones, la materia seca (m.s.) puede alcanzar el 50-75% del total.

- 20 Está prevista al menos una cámara de recolección 8 para líquidos y gases expulsados del lodo durante el tratamiento. Esta cámara de recolección 8 está formada dentro de la cubierta 2 adyacente a al menos una parte de la superficie de los medios de filtro (10) en el espacio dentro de la cubierta 2 exterior. En la cámara 8 se genera preferentemente un determinado grado de depresión.

- 25 Los medios de filtro 10 están ubicados entre dicha cámara de recolección de líquidos y gases 8 y la cámara de compactación y deshidratación 4 a lo largo de la cual discurre el lodo. Los medios de filtro 10, al ser permeables al agua, pueden impedir el paso de partículas sólidas. En particular comprenden un filtro que posee porosidad, que puede permitir el procedimiento electroosmótico.

- 30 La red 11 contenedora separa los medios de filtro 10 de la cámara de recolección de líquidos y gases 8.

El fenómeno electroosmótico, junto con los fenómenos de la electrólisis, electroforesis y otros (por ejemplo la creación de arcos voltaicos) ocasionan la deshidratación del lodo.

- 35 El agua y el gas derivados del procedimiento electroosmótico del lodo se recolectan dentro de una cámara de recolección de líquidos y gases 8 adecuada, desde la que se succionan enérgicamente (lo que favorece adicionalmente el procedimiento) y se tratan posiblemente para proporcionar compuestos que pueden ser útiles en la industria y/o la agricultura.

- 40 Los medios de filtro 10 presentan una naturaleza silíceo y muestran una estructura propia que los hace permeables al agua y al gas, pero impide el paso de partículas sólidas.

En particular la zona de entrada 5 está colocada en un primer extremo 2a de la cubierta 2 exterior y la zona de salida está ubicada en un segundo extremo 2b de la misma cubierta.

- 45 En la figura 1 puede observarse que entre la zona de entrada 5 y la red 11 contenedora creada de forma cilíndrica, está previsto un primer tramo 17 de la cámara de compactación y deshidratación 4 que funciona como zona para la compactación estática del lodo; aquí, el lodo permanece temporalmente mientras espera a ser empujado sobre el propulsor 14 en la cámara de compactación y deshidratación 4 apropiada o zona dinámica.

- 50 Esta zona de compactación estática 17 presenta dimensiones volumétricas por unidad de longitud mayores que las de la cámara de compactación y deshidratación 4 o zona dinámica.

- 55 El cuerpo 3 interior comprende un propulsor 14, que se hace rotar por los medios de movimiento 7, que está conectado eléctricamente al polo positivo de una unidad de control, no representada en los dibujos adjuntos, con el fin de funcionar como ánodo.

- 60 Dicho propulsor 14 presenta preferentemente la característica especial de presentar un paso variable, que disminuye de la zona de entrada 5 a la zona de salida 6. Esto satisface el propósito de mantener el material bajo tratamiento compactado, (material) que a lo largo del trayecto desde la entrada hasta la salida sufre una pérdida progresiva de volumen y masa que corresponde exactamente a la masa de agua que se retira como resultado del procedimiento electroosmótico. La acción típica del tornillo también tiene la función de producir un efecto importante, de remezclado, sobre el material que avanza (lodo).

- 65 Los medios de movimiento 7 comprenden un reductor 7a de velocidad eléctrico que impulsa un árbol de transmisión de movimiento 7c conectado al propulsor 14.

El propulsor 14 rota dentro de la cámara de compactación y deshidratación 4.

5 Al menos una red 11 contenedora está dispuesta fuera de los medios de filtro 10 y presenta una forma coaxial cilíndrica con respecto a la cubierta 2 exterior. Fuera de la red 11 contenedora está prevista una cámara de recolección de líquidos y gases 8. Los medios de filtro 10 hacen tope sustancialmente contra la pared interior de la red 11 contenedora que realiza la función mecánica de la contención.

10 Una segunda red 11 contenedora está prevista en el lado interior de medios de filtro 10, realizados en un segundo filtro silíceo, contra el que hace tope. Dentro de esta red contenedora, se proporciona una segunda cámara de recolección 8 para los líquidos y gases expulsados del lodo durante el tratamiento.

15 Las redes (11) contenedoras, también, están conectadas al polo negativo de la unidad de control para funcionar como cátodo C.

También está previsto un circuito 12 hidráulico, provisto de una pluralidad de boquillas 13 para humedecer los medios de filtro 10. Esto tiene el propósito de facilitar el procedimiento electroosmótico humedeciendo el filtro con el fin de permitir que se inicie y mantenga la electroósmosis.

20 En la primera forma de realización ilustrada, el propulsor 14 que, formando parte del cuerpo 3 funciona como ánodo, presenta una forma anular y funciona dentro de la cámara de compactación y deshidratación 4, siendo ésta también de forma anular.

25 Una pluralidad de patines antidesgaste 16 están dispuestos en posiciones diferenciadas a lo largo del perfil perimetral del propulsor 14, también con la función de aislar eléctricamente el ánodo (representado por el propulsor 14) de las superficies de los medios de filtro 10, ubicados dentro y fuera del propulsor 14.

30 El aislamiento del propulsor 14 de los medios de filtro se implemente alternativamente por medio de listones aislantes longitudinales 15, preferiblemente insertados parcialmente en el cuerpo de los medios de filtro 10 y sobresaliendo parcialmente de las superficies de los mismos.

En la forma de realización ilustrada, la cubierta 2 exterior presenta un eje longitudinal de desarrollo horizontal.

35 La forma de realización ilustrada en la figura 2 presenta una primera sección que presenta un eje de desarrollo horizontal ligeramente inclinado con el fin de permitir drenar el exceso de agua, y una segunda sección 1" que presenta un eje de desarrollo vertical 1b. La zona de salida 6 de la primera sección 1' coincide con la zona de entrada 5 de la segunda sección 1". Estructuralmente las dos secciones, una de desarrollo casi horizontal y la otra de desarrollo vertical, presentan las mismas características que la primera forma de realización ilustrada. La presencia de la sección vertical hace posible mejorar el procedimiento generalmente porque mejora el mantenimiento de la compactación del material (lodo) que está tratándose, utilizando la acción favorable de la fuerza de la gravedad. El peso del propio material también actúa para comprimir el material hacia abajo. Esta acción se suma a la de la variación en el paso del propulsor 14 que, aparte, rota bastante despacio.

45 Aprovechando realmente el efecto positivo de la gravedad tal como se describió anteriormente, se proporciona una forma de realización según la cual el aparato presenta un desarrollo global que consiste únicamente en secciones verticales dispuestas en cascada, donde desde la zona de salida 6 de una sección vertical 1" (obviamente con la exclusión de la última en la cadena), el material, o lodo, ya parcialmente tratado, se transporta simplemente a la zona de entrada 5 de la posterior sección 1".

50 En funcionamiento, el lodo que va a tratarse, al 15-25% de m.s. (materia seca como porcentaje en peso del total) se introduce en la zona de entrada por medio de una tolva, y desde allí, por medio de medios de transporte adecuados (tornillo, cinta transportadora, transportador *redler*) se alimenta a la cámara de compactación y deshidratación 4.

55 El lodo se transporta inicialmente hacia la zona de compactación estática 17, en la que comienza el procedimiento de electroósmosis, ya que a partir de aquí el lodo cruza el campo eléctrico producido por el cátodo y el ánodo.

60 El lodo, sometido a un campo eléctrico entre el propulsor 14 del tornillo (ánodo A) y la red 11 contenedora exterior e interior (cátodo C), configurada en perfil Jhonsons (red en perfil trapezoidal que favorece la salida del líquido e impide la reabsorción, aparte de presentar una resistencia mecánica y resistencia a la corrosión considerables), libera agua a través de los medios de filtro 10 interpuestos. Los procedimientos que acaban de describirse generan una cantidad de gas (H₁, O₂, NH₃) y otros productos gaseosos que se extraen, recolectan y conducen al exterior a través de boquillas adecuadas y un circuito de aspiración y filtración.

65 El lodo continua su viaje impulsado por el tornillo 14 que, como se expuso anteriormente, presenta un paso decreciente que permite que el propio lodo se compacte y permite por tanto mantener constante la conductividad eléctrica entre ánodo y cátodo.

El movimiento transmitido por el propulsor 14 es de tipo de traslación y de rotación con empuje radial y longitudinal, que permite que el propio lodo se mezcle, impidiendo la estratificación de las partes con valores diferentes de m.s. (efecto tixotrópico), y manteniendo por tanto la conductividad eléctrica entre lodo y filtro a un valor constante. La composición de los dos movimientos, de rotación y de traslación, ocasiona un movimiento helicoidal global, con un ritmo de avance mucho mayor que el ritmo de los medios que lo provocan, con compresión hacia el exterior debido a la fuerza centrífuga.

Por tanto, el procedimiento de electroósmosis aumenta por la geometría de la estructura anular de la cámara de compactación y deshidratación 4 que proporciona una doble filtración: hacia el exterior y hacia el interior.

Con el fin de permitir una diferencia de potencial entre propulsor y filtro (y por tanto entre ánodo y cátodo), es necesario que estén aislados entre sí: esto se consigue, como se expuso anteriormente, con un patín aislante 16 formado sobre el propulsor, que separa el propulsor del filtro.

Además, con el fin de evitar la rotación del propulsor 14 que puede producir abrasión y por tanto desgastar el filtro 10, se proporcionan unos listones de acero o material aislante (15) sobre los que descansa el propulsor 14 que, a lo sumo, permiten la abrasión del propio patín o del listón (intercambiables), pero no del filtro, que en este punto no está sometido a esfuerzos de abrasión mecánicos.

En el caso del aparato de la forma de realización de la figura 2, tras un primer ciclo de paso a través del primer dispositivo horizontal según el procedimiento que acaba de describirse, el lodo continúa su trayecto, empujado por el propulsor 14, hasta el segundo dispositivo y entonces hasta el segundo propulsor situado verticalmente. En este momento el lodo inicia de nuevo el mismo procedimiento descrito anteriormente, pero siguiendo un trayecto vertical. La fuerza de la gravedad ayuda a la compactación del lodo.

Según otra forma de realización, el cuerpo 3 interior comprende, en lugar del propulsor "anular" 14, un verdadero tornillo 18 que se hace rotar por los medios de movimiento 7. Por tanto, el tornillo 18, junto con el cuerpo 3, está conectado eléctricamente al polo positivo de la unidad de control para funcionar como ánodo. En este caso, también, los medios de movimiento 7 comprenden un reductor 7a de velocidad eléctrico que impulsa un árbol de transmisión de movimiento 7c conectado axialmente a dicho tornillo 18.

Un ejemplo de una forma de realización de este tipo se muestra en la figura 3 en la que, en comparación con las formas de realización expuestas anteriormente, la cubierta 2 y todas las partes asociadas con la misma presentan un eje longitudinal 1a inclinado con respecto a la horizontal en un ángulo comprendido entre 10° y 45° y en cualquier caso ajustable de tal modo que la zona de salida 6 se encuentre a un nivel más alto que la zona de entrada 5.

La inclinación del aparato 1 puede ajustarse preferentemente de tal modo que la zona de salida 6 se encuentre a un nivel más alto que la zona de entrada 5.

Para permitir este ajuste, se proporcionan unas patas 19 que pueden ajustarse mediante actuadores dispuestos con este propósito.

El funcionamiento del aparato según esta tercera configuración es similar al funcionamiento del aparato según las configuraciones anteriores.

Ventajosamente, está previsto un silo 20 encima de la zona de entrada 5, que está lleno de lodo de una densidad del 2-3% de m.s. hasta el nivel máximo M que, por la ley de los vasos comunicantes, corresponde al nivel menor de M' ($M \leq M'$), el nivel máximo de salida de flujo libre por decantación.

El tornillo 18 se hace rotar despacio (<1 rpm) y empuja el lodo suministrado al interior de la cámara de compactación y deshidratación 4 hasta la zona de salida 6. La cámara de compactación y deshidratación 4, en este caso, está construida entre el tornillo 18 y el interior de la cubierta 2 exterior.

Se suministra una tensión continua entre el ánodo A y el cátodo C de modo que el lodo, sometido a un campo eléctrico entre el tornillo 18 (ánodo A) y la red 11 contenedora, configurada como perfil Jhonsons (cátodo C), libera una cantidad de agua a través del filtro silíceo interpuesto.

En este caso, también, los procedimientos descritos anteriormente generan una cantidad de gas (H_1 , O_2 , NH_3) y productos gaseosos que se extraen a través de boquillas adecuadas mediante un circuito de aspiración y filtración.

La reducción en agua y otros componentes ocasiona un espesamiento del lodo que, cuando alcanza una determinada densidad (debido al aumento en el porcentaje de materia seca) provoca una mayor fricción del lodo sobre el propulsor, evacuándose el lodo mediante el tornillo 18.

ES 2 506 815 T3

La densidad del lodo evacuado depende de la inclinación del tornillo: cuanto mayor sea la inclinación del tornillo, mayor debe ser la densidad del lodo que está evacuándose a través del mismo.

El procedimiento se realiza de manera continua en el tiempo y no necesita de atención.

5 Cuando se alcanza un nivel mínimo M'' dentro del silo 20, es necesario cargar el lodo en el silo, mientras que cuando el lodo F en el silo 20 alcanza el nivel máximo M, se detiene la carga para impedir la salida de flujo libre.

10 Además la planta, a la que se suministra tensión continua, puede estar interconectada con unos paneles fotovoltaicos para obtener costes de funcionamiento muy modestos en comparación con otros sistemas de espesamiento y/o deshidratación. No se requieren polielectrolitos porque no es necesario aumentar la floculencia del lodo para reducir el área superficial y por tanto el agua unida a la superficie.

15 Según una forma de realización adicional, mostrada en la figura 4, la cubierta 2 presenta un eje vertical y el cuerpo 3 interior puede moverse dentro de la cámara de compactación y deshidratación cilíndrica 4 con el fin de mezclar enérgicamente el lodo que va a tratarse y comprende, con el eje 1a colocado verticalmente, un árbol de transmisión de movimiento 7c que presenta, a lo largo de su desarrollo axial, una pluralidad de palas 21 junto con una hélice de desarrollo helicoidal 22, en cuyo interior se inserta el árbol de transmisión de movimiento 7c. Este último, junto con los componentes conectados al mismo, funciona como ánodo.

20 En particular la hélice de desarrollo helicoidal 22 está conectada al árbol de transmisión de movimiento 7c, en respectivos extremos 22a, sobre ruedas 23 libres que permiten la rotación de la hélice 22 en un sentido mientras que impiden la rotación de la misma en un sentido opuesto.

25 La zona de entrada 5 está situada en la parte superior S del aparato y dicha zona de salida 6 está ubicada en el fondo B.

30 Además está previsto un rastrillo 30 circular, provisto de una pluralidad de paletas 31 radiales con desarrollo logarítmico, ubicado en la pared inferior (B) y enchavetado al árbol de transmisión de movimiento (7c). El rastrillo 30, conectado al polo positivo para funcionar como ánodo, está ubicado en las proximidades de la zona de salida 6 de tal modo que transporta el lodo tratado hacia el exterior.

35 La posibilidad de variar la inclinación de las palas hace posible actuar de manera diferente sobre el lodo, dependiendo de sus características fisicoquímicas.

Las palas 21 se mantienen en constante movimiento (a muy baja velocidad), para ejercer sobre el lodo una presión continua que hace posible mantener la conductividad eléctrica entre el ánodo A y el cátodo C.

40 El ánodo A consiste en la hélice de desarrollo helicoidal 22 que presenta un paso corto, para obtener la mayor área de contacto con el lodo, y para garantizar que el campo ánodo-filtro de afecta al cilindro hueco formado por el anillo circular de la hélice 22.

45 Normalmente, cuando la pluralidad de palas 21 empujan el lodo hacia el fondo, la hélice 22 está estacionaria, debido a que está enchavetada sobre ruedas 23 libres que impiden su movimiento en sentido horario.

50 Es posible invertir el sentido de rotación de las palas centrales 21 a intervalos de tiempo regulares, accionando también de este modo la hélice exterior 22, ya que las ruedas 23 libres transmiten movimiento en sentido antihorario a esta última, compactando adicionalmente el lodo en contacto con el propulsor y elevando el lodo en contacto con las palas.

El sentido de rotación de las palas 21 se invierte entonces una vez más y se restablece la situación inicial, en la que la hélice 21 está estacionaria.

55 Una vez más, tras un determinado intervalo de tiempo (que puede ser predeterminado, dependiendo o bien de la intensidad consumida o bien del tiempo), se invierte el sentido de rotación de las palas 21, palas que tienden a elevar el lodo, mientras la hélice 22 lo empuja hacia abajo. De este modo el anillo exterior de lodo, afectado por el ánodo, se mueve hacia abajo: ésta es la parte más deshidratada debido a que está ubicada entre ánodo y cátodo, y se acciona desde abajo por medio del rastrillo; si el propulsor empuja el lodo hacia abajo y las palas lo empujan hacia arriba, existe una transposición de las dos capas, con evacuación del lodo, del anillo circular afectado por el propulsor; si se invierte el sentido de rotación, las palas reconstruyen el anillo circular de lodo.

60 Simultáneamente, el rastrillo 30 entra en funcionamiento, estando éste también enchavetado al árbol de transmisión de movimiento 7c por medio de una rueda 23 libre que impide que se mueva en sentido horario pero no en sentido antihorario.

65

ES 2 506 815 T3

Esta combinación permite al propio árbol funcionar como ánodo cuando está estacionario y como evacuador de lodo por medio del rastrillo cuando se hace rotar.

5 Una vez se ha descargado el lodo, se invierte una vez más el sentido de rotación de las palas 21 y la rotación de la hélice 22 se detiene automáticamente, restableciendo las condiciones iniciales.

10 La hélice 22 está conformada de una sola pieza con el árbol de transmisión de movimiento 7c para las palas 21, pero el movimiento se transmite mediante un cojinete de sentido único, que permite la rotación únicamente en un sentido.

Un indicador de nivel situado dentro de la cámara de compactación 4 indica cuándo se ha restablecido el nivel de lodo.

15 Otros aparatos similares pueden configurarse en cascada con éste para obtener el porcentaje de materia seca deseado: el lodo evacuado se introduce en otro contenedor equivalente a éste, en cascada, que, empezando por un porcentaje de m.s. inferior, alcanzará un porcentaje de m.s. superior y así sucesivamente hasta que se consiga el porcentaje de m.s. deseado.

20 En la forma de realización de la figura 5, el cuerpo 3 interior se extiende dentro de la cubierta 2 exterior y presenta un primer extremo 3a ubicado en las proximidades de la zona de entrada 5 y un segundo extremo 3b ubicado en la zona de salida 6. Comprende además un árbol 24 que funciona como ánodo, provisto de una o más aletas radiales 25, que se extienden longitudinalmente y de forma helicoidal a lo largo de su desarrollo axial.

25 El árbol 24, con la cubierta 2 contenedora exterior, forma la cámara de compactación y deshidratación 4.

En cada aleta 25, o fijados para separar el filtro del ánodo, se montan unos tapones separadores o listones longitudinales 26 en material aislante, con el fin de separar eléctricamente el árbol que funciona como ánodo y la pared de los medios de filtro 10.

30 Los medios de movimiento para el árbol 24 comprenden un pistón 27 de compactación para el lodo, conectado a un actuador lineal 28, preferiblemente un cilindro hidráulico.

35 El pistón 27 de compactación está conectado al árbol 24 por medio de un mecanismo de tornillo con una espiral 32 y una rueda libre por medio de la cual el movimiento de traslación del pistón genera, únicamente en la etapa de avance, un movimiento de rotación del árbol 24. De este modo el avance intermitente del material que está tratándose dentro de la cámara de compactación y deshidratación 4 también presenta una componente de rotación que hace posible conseguir un remezclado adecuado del material.

40 En la etapa de retorno el árbol no rota debido a la presencia de un mecanismo de rueda libre conectado a la espiral 32 que garantiza que la espiral rota, pero el árbol no.

Obviamente puede obtenerse un resultado similar con otros mecanismos, de tipo conocido, que actúan directamente haciendo rotar el árbol a voluntad.

45 También está previsto un cono 29 de cierre ajustable de contrapresión, ubicado en las proximidades de la zona de salida 6 del material que está tratándose, para regular la apertura de la sección de descarga para el lodo y la presión interna de la cámara de compactación y deshidratación 4.

50 En funcionamiento, el lodo a un porcentaje de materia seca del 15% o más se introduce de la zona de entrada 5, a través de una tolva 20, en el aparato 1.

El lodo se empuja al interior de la cámara de compactación y deshidratación 4 mediante un pistón 27 adecuado hacia la zona de compactación estática 17 donde comienza el procedimiento de electroósmosis.

55 El pistón 27 se mueve mediante el cilindro hidráulico 28 conectado a una unidad de control hidráulica adecuada, no representada.

60 El lodo, sometido a un campo eléctrico entre el cuerpo 3 interior, formado por el árbol con aletas 24, 25 (ánodo A) y la red 11 contenedora exterior (configurada como perfil Jhonsons) (cátodo C), libera una cantidad de agua a través del filtro silíceo interpuesto. En este caso, también, los procedimientos descritos anteriormente generan una cantidad de gas (H₁, O₂, NH₃) y productos gaseosos que se extraen a través de boquillas adecuadas mediante un circuito de aspiración y filtración.

65 El lodo continúa su viaje empujado, de manera intermitente, por el pistón 27 y por la introducción de material nuevo. Durante este avance el material tiende a secarse como resultado de la electroósmosis.

La salida de flujo de agua procedente del lodo tiende a reducir la conductividad eléctrica y, por tanto, a mantenerla invariable o al menos a niveles aceptables, es ventajoso aumentar la presión sobre el propio lodo: esto se consigue a través de un cono 29 de compresión ajustable especial con cierre ajustable, que regula la apertura en la zona de salida de lodo.

5

De este modo se realizan ajustes a la presión que desea obtenerse dentro de la cámara de deshidratación.

Con el fin de permitir una diferencia de potencial entre el árbol 24 y las aletas 25 y el filtro 10 (por tanto entre ánodo y cátodo), es necesario que estén aislados entre sí: esto se consigue con tapones separadores 26 adecuados, en material aislante, que separan las aletas 25 del filtro 10 y la red que constituye el cátodo.

10

En una forma de realización adicional ilustrada en la figura 7, la cámara de compactación y deshidratación 4 presenta una sección en forma de anillo circular, y está delimitada en su periferia por medios de filtro 10, que están dispuestos para formar paredes cónicas con respecto a la cámara de compactación y deshidratación 4. En el interior de la cámara de compactación y deshidratación 4 están dispuestos un propulsor exterior 14a y un propulsor interior 14b que están conformados de una sola pieza, pero discurren helicoidalmente en sentidos opuestos, y conectados al polo positivo de una caja de control para formar un ánodo. Un propulsor exterior 14a funciona en las proximidades de la pared de los medios de filtro 10 dispuestos en el exterior, y el propulsor interior 14b funciona en las proximidades de las paredes de los medios de filtro 10 dispuestos dentro de la cámara de compactación y deshidratación 4, que está cerrada en un extremo en el que las paredes formadas por los medios de filtro 10 están lo más próximo entre sí. La zona de entrada 5 y la zona de salida 6, dispuestas de manera concéntrica, están ubicadas en el mismo lado, opuesto al extremo en el que la cámara de compactación y deshidratación 4 está cerrada.

15

20

La cámara de compactación y deshidratación 4 presenta un eje vertical y un extremo cerrado en su parte inferior. La zona de entrada 5 y la zona de salida 6 están ubicadas en la parte superior.

25

El lodo a $\geq 15\%$ de m.s. se introduce en la tolva 5 por medio de unos medios de transporte o directamente, entra desde la parte superior y el propulsor a izquierdas 14b lo arrastra hacia abajo. Simultáneamente, se comprime contra la pared exterior mediante el movimiento hacia abajo, por la fuerza centrífuga del propulsor y por la reducción en el paso, y esto corresponde a una entrada en funcionamiento de la electroósmosis con una salida de flujo relacionada de agua y gas.

30

Por tanto, se facilita el flujo electroosmótico, junto con la electrólisis, electroforesis y otros fenómenos (por ejemplo la creación de arcos fotovoltaicos). Esto provoca la deshidratación del lodo y una reducción en la cantidad de H_2O y de m.s. de modo que, dependiendo de las condiciones, pueden alcanzar reducciones del 50-70%.

35

Además de la liberación de H_2O a través del filtro silíceo, se genera una cantidad de gases (H_1 , O_2 , NH_3), que se extraen a través de boquillas adecuadas.

Una vez que el lodo ha alcanzado el fondo, empujado por el propulsor 14b, continúa su viaje hacia la parte superior desde el propulsor interior a derechas 14a, que se mueve solidariamente con el exterior, estando conectado al mismo por brazos de conexión, continuando adicionalmente el procedimiento de electroósmosis.

40

Debido a que la salida de flujo de H_2O del lodo tiende a secar el lodo, la presión aumenta en el propio lodo a través de la reducción en el paso de los propulsores. Esto ocurre desde la parte superior hacia el fondo a través del propulsor exterior 14b y desde el fondo hacia la parte superior a través del propulsor interior 14a.

45

Con el fin de permitir una diferencia de potencial adecuada entre el propulsor 14 y los filtros 10 (y por tanto entre ánodo y cátodo), se utilizan tapones separadores especiales, realizados en un material aislante (16).

50

Cuando el lodo llega a la parte superior, se arrastra verticalmente a lo largo de una pared circular y se expulsa del orificio de descarga a otra máquina similar.

Tras las primeras deshidrataciones, si es necesario puede utilizarse un tornillo con un impulsor que ejerce una gran presión con el fin de obtener la deshidratación necesaria para conseguir el resultado deseado.

55

En las diversas formas de realización que se han descrito, la invención pone en práctica un procedimiento para tratar lodo que comprende las etapas de suministrar el lodo que va a tratarse a un aparato 1 según una o más de las reivindicaciones 1 a 31; de provocar el avance del lodo dentro de una cámara de compactación y deshidratación 4 ubicada entre un ánodo y un cátodo; y de someter el lodo a un campo eléctrico generado por una diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo.

60

En particular el procedimiento comprende la etapa de someter el lodo que va a tratarse a un procedimiento de electroósmosis para deshidratar el lodo.

65

ES 2 506 815 T3

La invención hace posible tratar considerables cantidades de lodo con procedimientos continuos, deshidratándose el lodo hasta que alcanza el 50-70% de materia seca.

5 El procedimiento electrosmótico hace posible deshidratar el lodo de manera eficaz: este procedimiento, combinado con la compactación continua del material, garantiza una reducción considerable en el contenido en agua.

Además, se evitan las interrupciones en el procedimiento de deshidratación, de modo que pueden tratarse cantidades notables de lodo de manera rápida, eficaz y con costes limitados.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para tratar lodo residual, que comprende una cubierta (2) contenedora exterior completamente hueca, un cuerpo (3) interior que es coaxial a la cubierta (2) externa, una cámara de compactación y deshidratación (4), interna con respecto a la cubierta (2) contenedora exterior y a lo largo de la cual discurre el lodo que va a tratarse, una zona de entrada (5) para suministrar el lodo que va a tratarse a la cámara (4), una zona de salida (6) para descargar el lodo tratado, unos medios de movimiento (7) del lodo, que cooperan con el cuerpo (3) interior, que provocan el avance, la mezcla y la compactación del lodo desde la zona de entrada (5) hasta la zona de salida (6); estando dispuestos unos medios de filtro (10) internamente con respecto a la cubierta (2) para delimitar la cámara de compactación y deshidratación (4) y estando provistos con al menos una red (11) contenedora que está conectada a un polo negativo de una unidad de control con el fin de definir un cátodo y estando conectado al menos el cuerpo (3) interior a un polo positivo de una unidad de control con el fin de definir un ánodo; estableciéndose una diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo de manera que se someta el lodo que va a tratarse a un campo eléctrico con el fin de realizar un procedimiento electroosmótico.
2. Aparato según la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende al menos una cámara de recolección (8) de líquidos y gases expulsados del lodo durante el tratamiento; estando prevista dicha al menos una cámara de recolección (8) internamente con respecto a la cubierta (2) adyacente a al menos una parte de una superficie de los medios de filtro (10) en el espacio de la cubierta (2) exterior, generándose una depresión en la cámara (8).
3. Aparato según la reivindicación 2, caracterizado por que los medios de filtro (10) están ubicados entre la cámara de recolección de líquidos y gases (8) y la cámara de compactación y deshidratación (4) a lo largo de la cual discurre el lodo; siendo los medios de filtro (10) permeables al agua y destinándose a impedir el paso de las partículas sólidas.
4. Aparato según la reivindicación 3, caracterizado por que la red (11) contenedora separa los medios de filtro (10) de la cámara de recolección de líquidos y gases (8).
5. Aparato según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que los medios de filtro (10) comprenden un filtro que presenta porosidad y está destinado a permitir el procedimiento electroosmótico.
6. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un circuito (12) hidráulico provisto de una pluralidad de boquillas (13) para humedecer el filtro.
7. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el cuerpo (3) interior comprende al menos un propulsor (14) puesto en rotación mediante los medios de movimiento (7); estando conectado eléctricamente el propulsor (14) al polo positivo de la unidad de control con el fin de funcionar como ánodo.
8. Aparato según la reivindicación 7, caracterizado por que el propulsor (14) presenta un paso variable.
9. Aparato según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que los medios de movimiento (7) comprenden un reductor (7a) de velocidad eléctrico que acciona un árbol de transmisión de movimiento (7c) conectado al propulsor (14).
10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado por que una primera red (11) contenedora comprende externamente una primera cámara de recolección de líquidos y gases (8), unos medios de filtro (10) ubicados contra la pared interna de la primera red (11) contenedora, y por que una segunda red (11) contenedora comprende internamente una segunda cámara de recolección de líquidos y gases (8) para recolectar líquidos y gases expulsados por el lodo durante el tratamiento, unos medios de filtro (10), formados por un filtro silíceo ubicado contra una pared externa de la segunda red (11) contenedora que separa los medios de filtro (10) de la cámara de recolección de líquidos y gases (8), y por que un circuito (12) hidráulico está provisto de una pluralidad de boquillas (13) para humedecer los medios de filtro (10).
11. Aparato según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende una pluralidad de patines antidesgaste (16) dispuestos en posiciones distintas a lo largo de un perfil perimetral del propulsor (14), de manera que se aisle eléctricamente el ánodo representado por el propulsor (14) de las superficies de los medios de filtro.
12. Aparato según la reivindicación 11, caracterizado por que el aislamiento del propulsor (14) (ánodo) de los medios de filtro se obtiene por medio de listones longitudinales aislantes (15) insertados parcialmente en el filtro y que sobresalen parcialmente de la superficie del mismo.
13. Aparato según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la red (11) contenedora es coaxial a la cubierta (2) exterior, rotando el propulsor (14) internamente con respecto a la cámara de compactación y deshidratación (4).

- 5 14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cámara de compactación y deshidratación (4) presenta una sección de corona circular y está delimitada periféricamente por unos medios de filtro (10) que están dispuestos de manera que se formen unas paredes cónicas de la cámara de compactación y deshidratación (4); estando dispuestos un propulsor externo (14a) y un propulsor interno (14b) internamente con respecto a la cámara de compactación y deshidratación (4), en el que dichos propulsor externo (14a) y propulsor interno (14b) son solidarios y están conectados al polo positivo de una unidad de control de manera que se defina un ánodo, pero discurren helicoidalmente en sentidos opuestos, funcionando el propulsor interno (14a) en las proximidades de la pared de los medios de filtro dispuestos de manera externa (10), y funcionando el propulsor externo (14b) en las proximidades de las paredes de los medios de filtro dispuestos de manera interna (10); estando cerrada la cámara de compactación y deshidratación (4) en un extremo en el que las paredes identificadas por los medios de filtro (10) están próximas entre sí; estando ubicadas la zona de entrada (5) y la zona de salida (6), dispuestas de manera concéntrica, en el mismo lado opuesto al extremo en el que la cámara de compactación y deshidratación (4) está cerrada.
- 15 15. Aparato según la reivindicación 14, caracterizado por que la cámara de compactación y deshidratación (4) presenta un eje vertical y presenta un extremo cerrado en la parte inferior de la misma; estando ubicadas la zona de entrada (5) y la zona de salida (6) en la parte superior.
- 20 16. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la zona de entrada (5) está colocada en un primer extremo (2a) de la cubierta (2) exterior y la zona de salida (6) está ubicada en un segundo extremo (2b) de la cubierta (2) externa.
- 25 17. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cubierta (2) exterior presenta un eje longitudinal (1a) que presenta un desarrollo horizontal.
- 30 18. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que presenta una primera sección (1') que presenta un eje de desarrollo horizontal ligeramente inclinado (1a) con el fin de permitir la salida del agua, y una segunda sección (1'') que presenta un eje de desarrollo vertical (1b).
- 35 19. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que presenta un desarrollo global constituido únicamente por unas secciones verticales dispuestas a modo de cascada.
- 40 20. Aparato según la reivindicación 18, caracterizado por que la zona de salida (6) de la primera sección (1') coincide con la zona de entrada (5) de la segunda sección (1'').
- 45 21. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el cuerpo (3) interior comprende un tornillo de Arquímedes (18) puesto en rotación mediante unos medios de movimiento (7); estando el tornillo (18) conectado eléctricamente al polo positivo de la unidad de control electrónica de manera que funcione como un ánodo.
- 50 22. Aparato según la reivindicación 19, caracterizado por que los medios de movimiento (7) comprenden un reductor (7a) de velocidad eléctrico que activa un árbol de transmisión de accionamiento (7c) conectado axialmente al tornillo (18).
- 55 23. Aparato según la reivindicación 19 o 20, caracterizado por que presenta un eje longitudinal (1a) que está inclinado con respecto a la horizontal, en un ángulo comprendido entre 10° y 45°; pudiendo ajustarse el ángulo de manera que la zona de salida (6) se encuentre a un nivel superior a la zona de entrada (5).
- 60 24. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el cuerpo (3) interior, móvil internamente con respecto al canal de compactación y deshidratación (4) con el fin de mezclar el lodo que va a tratarse, comprende un árbol de transmisión de movimiento (7c) que a lo largo de un desarrollo axial del mismo comprende una pluralidad de palas (21).
- 65 25. Aparato según una de las reivindicaciones 23 o 24, caracterizado por que el cuerpo (3) interior comprende una espiral de desarrollo helicoidal (22) en cuyo interior se inserta el árbol de transmisión de movimiento (7c) con palas (21); funcionando la espiral (22) como ánodo.
26. Aparato según la reivindicación 25, caracterizado por que la espiral de desarrollo helicoidal (22) está conectada al árbol de transmisión de movimiento (7c); estando enchavetada la espiral (22) en sus extremos (22a) respectivos sobre unas ruedas (23) libres que permiten la rotación de la espiral (22) en un sentido mientras que impiden la rotación de la misma en un sentido opuesto.
27. Aparato según una de las reivindicaciones 24 a 26, caracterizado por que presenta un eje longitudinal (1a) que presenta un desarrollo vertical.

28. Aparato según la reivindicación 27, caracterizado por que la zona de entrada (5) está ubicada sobre una parte superior (S) del aparato y la zona de salida (6) está ubicada sobre un fondo (B) del aparato.
- 5 29. Aparato según una de las reivindicaciones 24 a 28, caracterizado por que comprende un rastrillo (30) circular que presenta una pluralidad de paletas (31) radiales, estando dicho rastrillo (30) ubicado sobre una pared inferior (B) y enchavetado al árbol de transmisión de movimiento (7c); estando ubicado el rastrillo (30) en las proximidades de la zona de salida (6) de manera que se transporte el lodo tratado hacia el entorno exterior.
- 10 30. Aparato según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el cuerpo (3) interior comprende un árbol (24) que funciona como ánodo, que presenta dos o más aletas radiales (25) que se extienden longitudinalmente a lo largo del desarrollo del eje del árbol (24); definiendo el árbol (24), junto con la cubierta (2) contenedora exterior, la cámara de compactación y deshidratación.
- 15 31. Aparato según la reivindicación 30, caracterizado por que comprende al menos dos tapones separadores (26) realizados en un material aislante y montados sobre cada aleta (25) con el fin de separar eléctricamente el árbol que funciona como ánodo y la pared de los medios de filtro (10).
- 20 32. Aparato según la reivindicación 30 o 31, caracterizado por que los medios de movimiento (7) comprenden un pistón (27) de compactación para el lodo, estando dicho pistón (27) conectado a un actuador lineal (28), preferentemente un cilindro hidráulico.
- 25 33. Aparato según una de las reivindicaciones 30 a 32, caracterizado por que comprende un cono (29) de cierre ajustable de contrapresión ubicado en las proximidades de la zona de salida (6) del lodo, para regular una apertura de la sección de descarga de lodo y la presión interna de la cámara de compactación y deshidratación (4); estando conectado el pistón (27) de compactación al árbol (24) por medio de un mecanismo de tornillo con una espiral (32) por medio del cual el movimiento de traslación del pistón genera además un movimiento de rotación del árbol (24).
- 30 34. Procedimiento para tratar lodo que comprende suministrar el lodo que va a tratarse a un aparato (1) según una o más de las reivindicaciones 1 a 33; y provocar el avance del lodo internamente con respecto a la cámara de compactación y deshidratación (4) ubicada entre un ánodo y un cátodo; y someter el lodo a un campo eléctrico generado por una diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo.
35. Procedimiento según la reivindicación 34, caracterizado por que comprende someter el lodo que va a tratarse a un procedimiento electrosmótico con el fin de deshidratar el lodo.

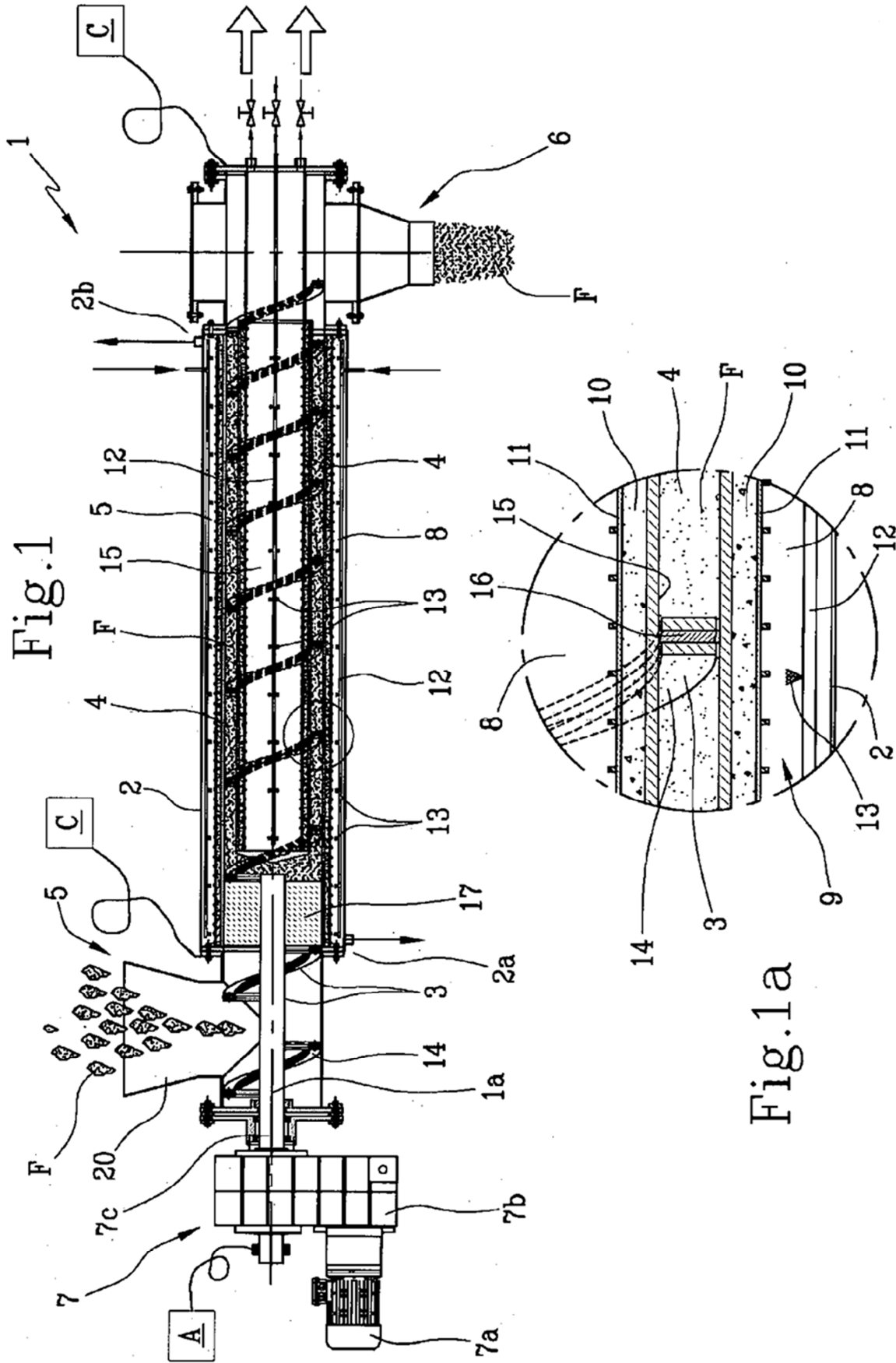


Fig.1

Fig.1a

Fig. 2a

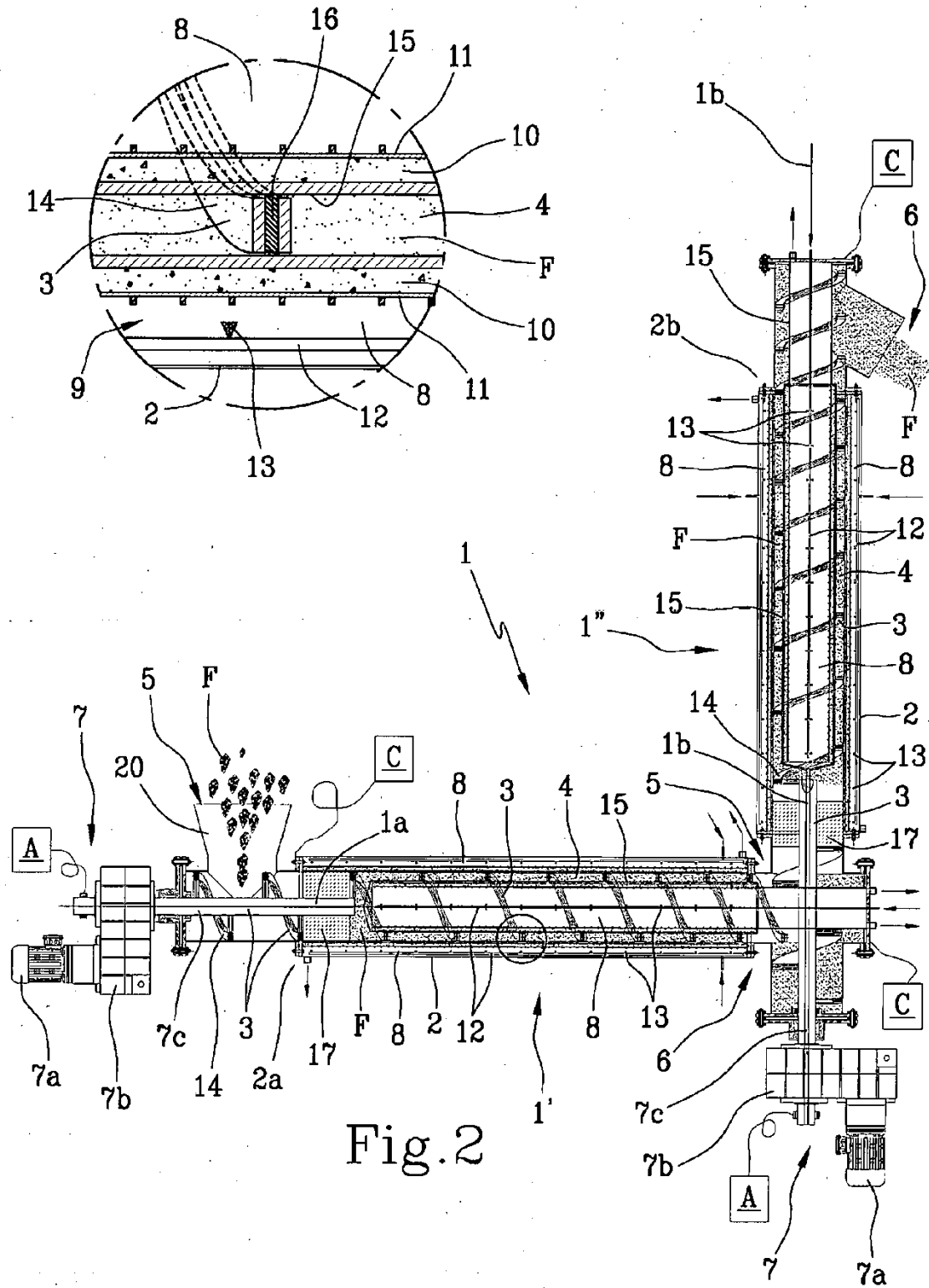
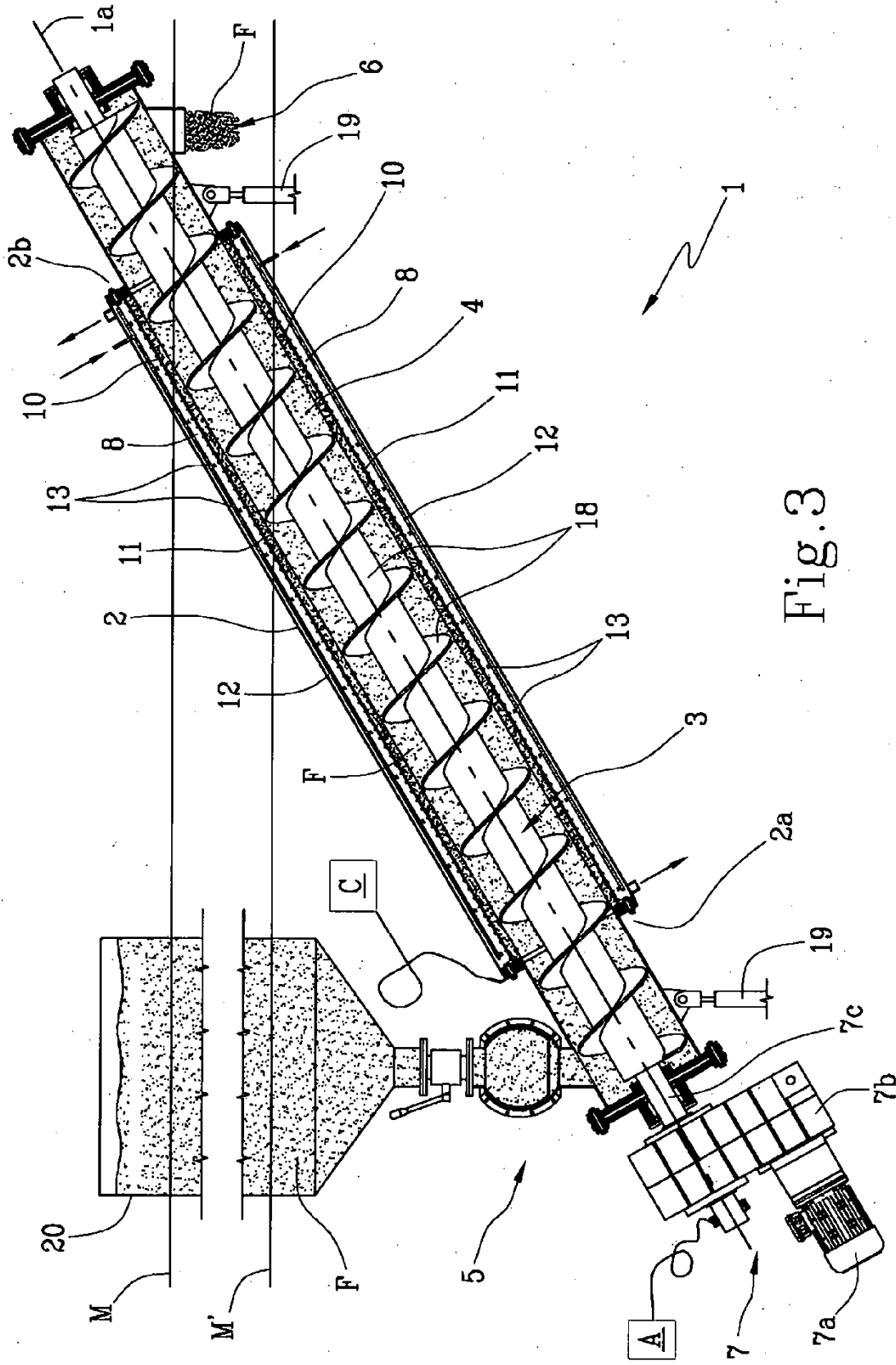


Fig. 2



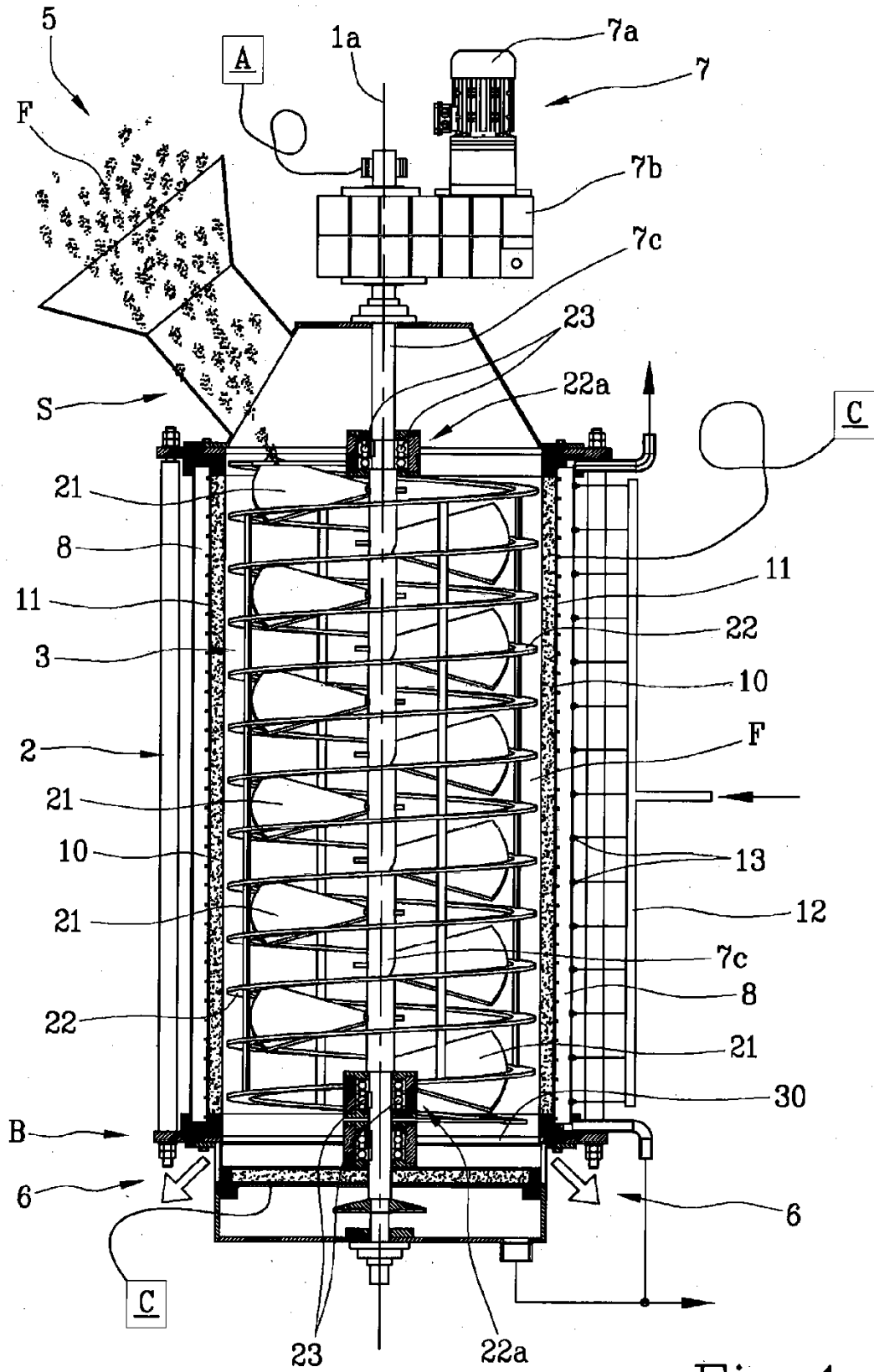


Fig.4

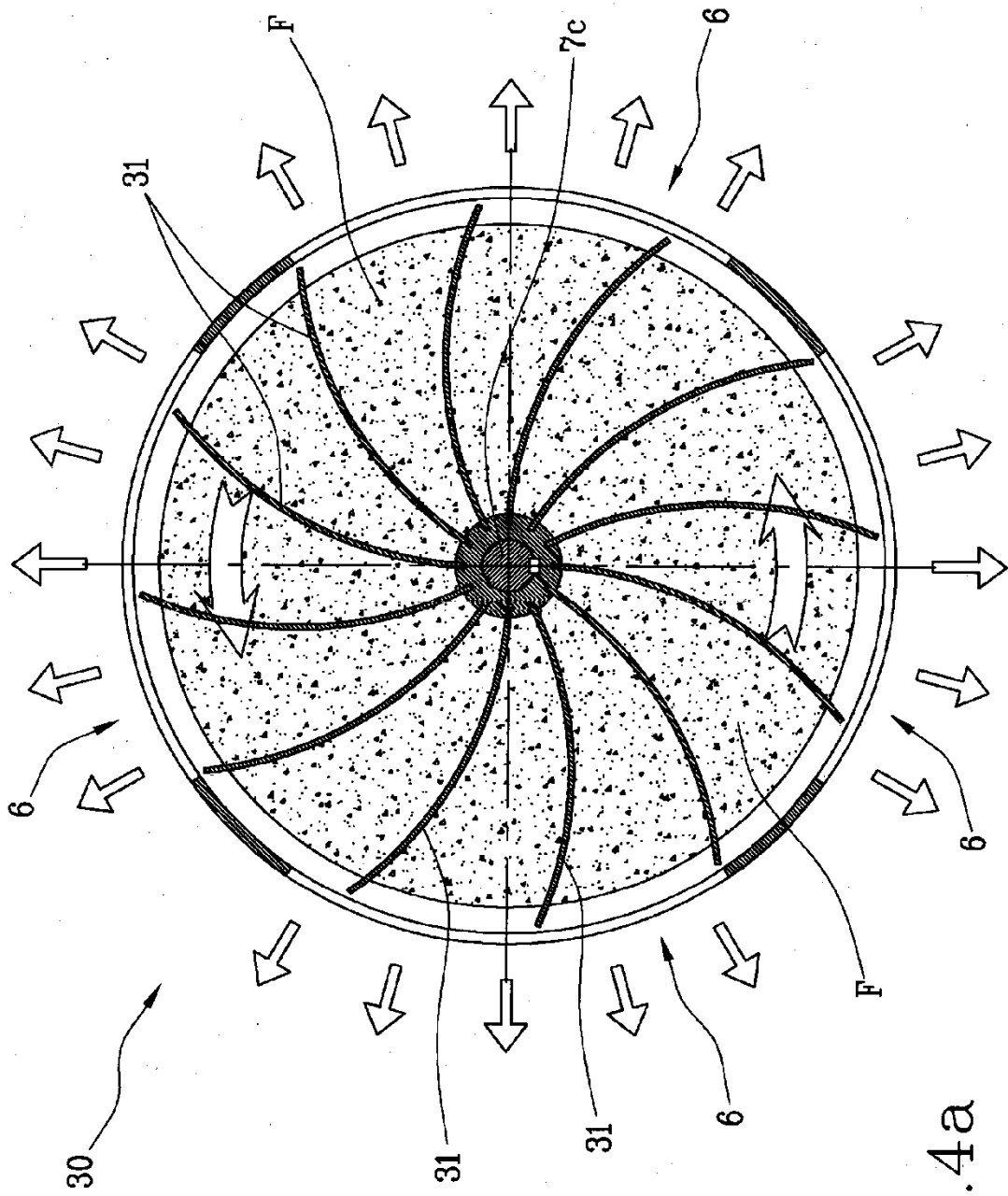


Fig.4a

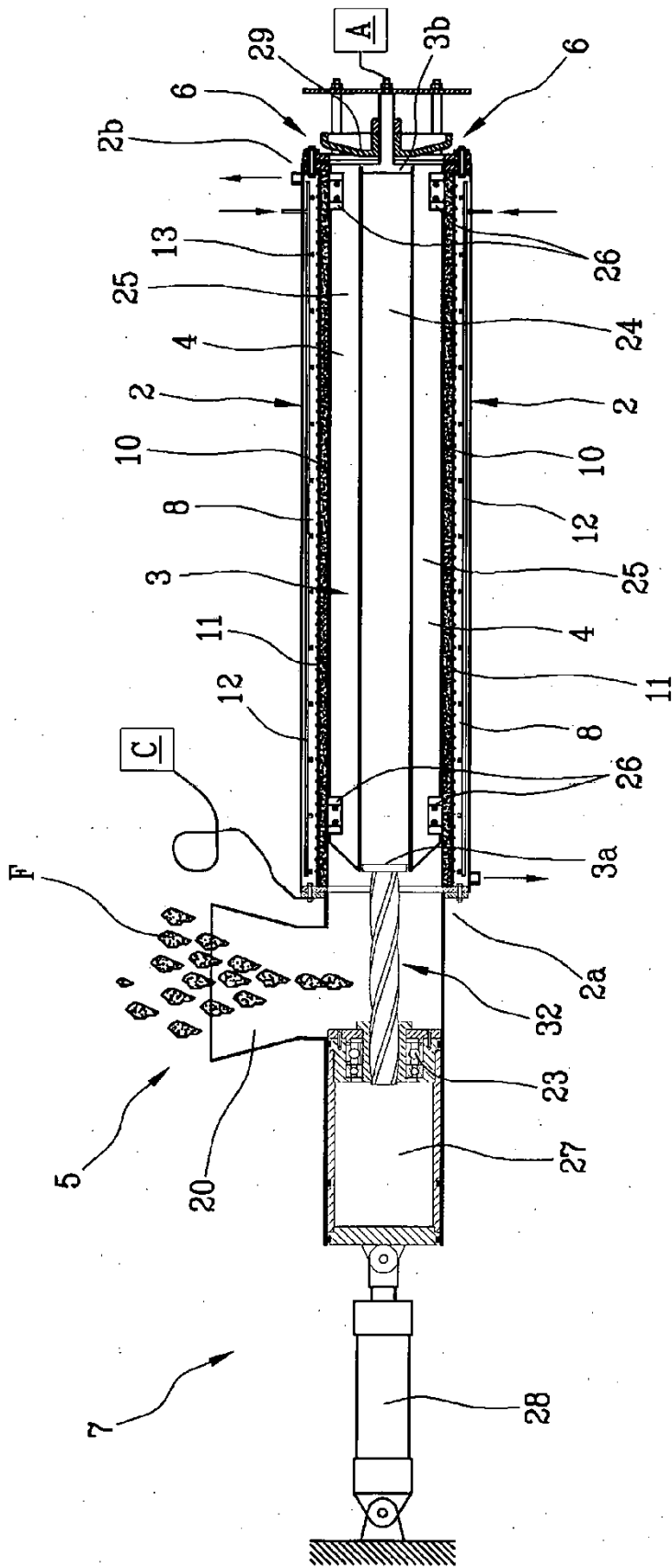


Fig. 5

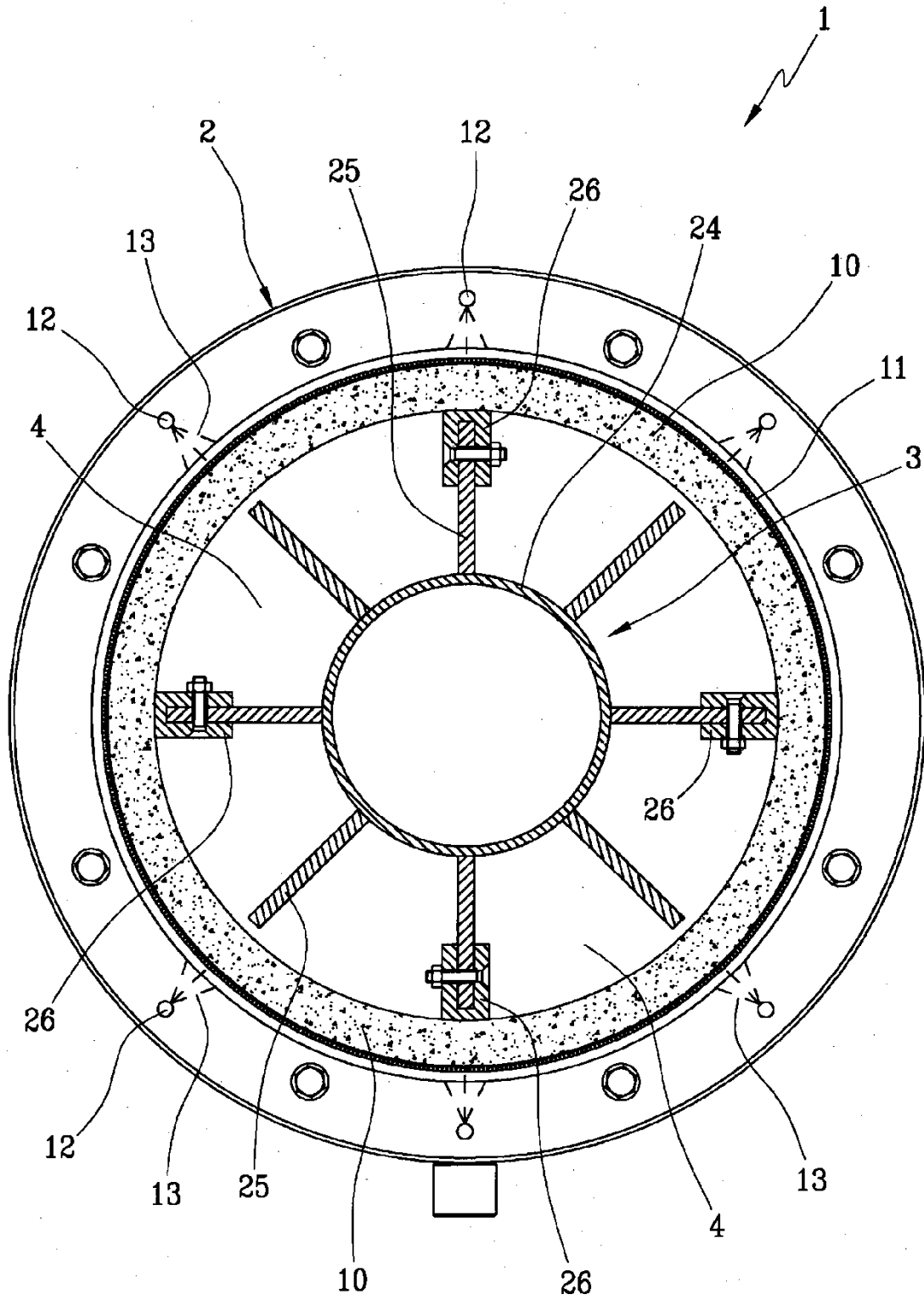


Fig.5a

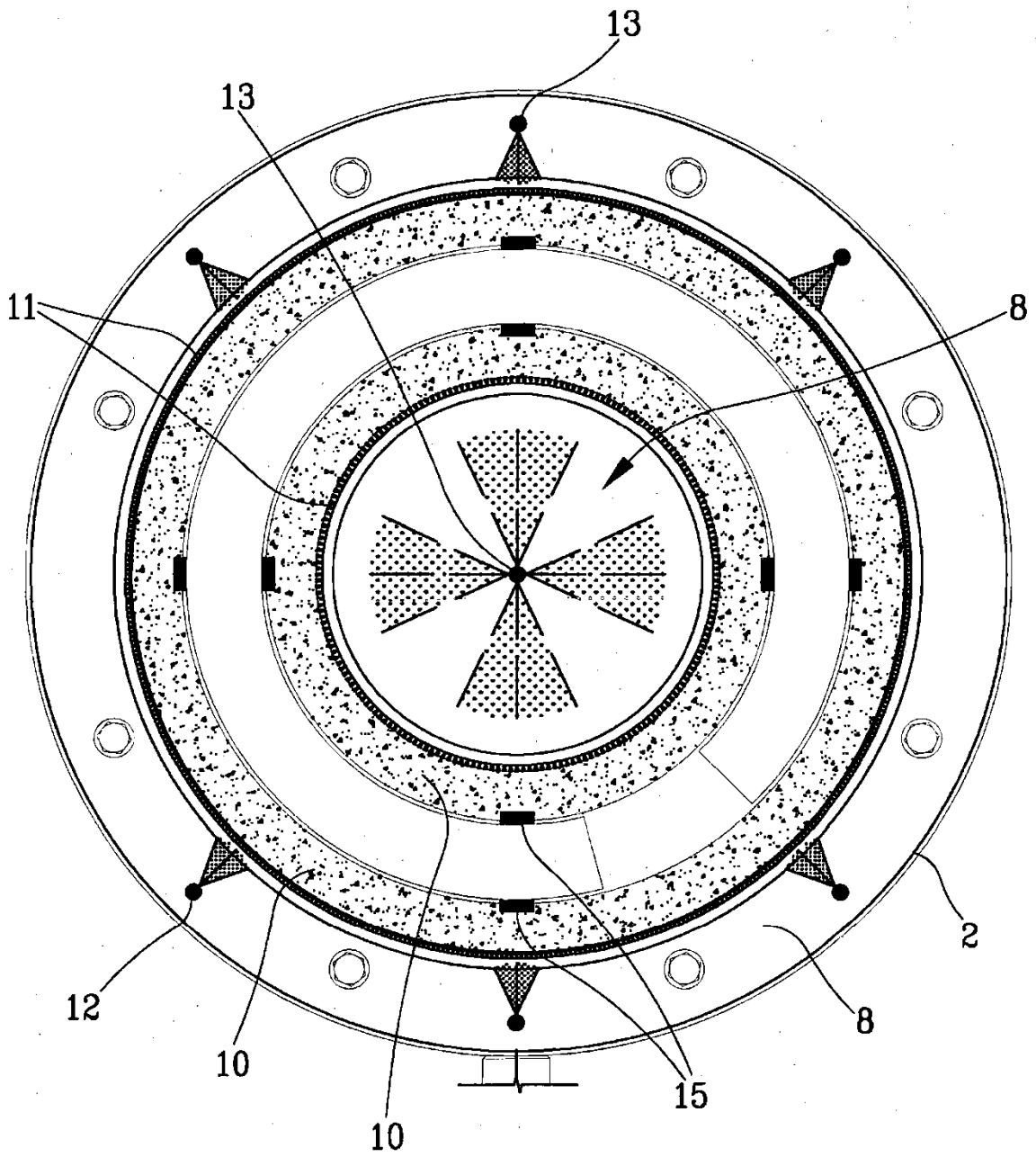


Fig.6

Fig. 7

