

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 649**

51 Int. Cl.:

**B07B 1/20** (2006.01)  
**B07B 1/52** (2006.01)  
**B07B 1/55** (2006.01)  
**C02F 11/04** (2006.01)  
**C02F 11/122** (2009.01)  
**B09B 5/00** (2006.01)  
**B03B 9/06** (2006.01)  
**B09B 3/00** (2006.01)  
**B30B 9/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2016 PCT/EP2016/053053**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2017 WO17076514**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2016 E 16706994 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3370889**

54 Título: **Método y dispositivo para el procesamiento de residuos sólidos**

30 Prioridad:

**02.11.2015 US 201562249892 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.01.2021**

73 Titular/es:

**ANAERGIA B.V. (100.0%)  
Zwollestraat 2B  
7575 Oldenzaal EP, NL**

72 Inventor/es:

**OUDE GROTEBEVELSBORG, WILLEM JAN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 803 649 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

Método y dispositivo para el procesamiento de residuos sólidos

5 **Campo**

La presente memoria descriptiva se refiere al procesamiento de residuos sólidos e incluye un método y un dispositivo para separar contaminantes, tales como piezas de film de plástico, de una fracción orgánica de residuos sólidos.

10 **Antecedentes**

Los residuos sólidos se pueden dividir en diversas fracciones distinguidas, entre otras cosas, por la facilidad con que se pueden biodegradar. La fracción orgánica es la parte del desecho que se biodegrada más fácilmente y también se puede denominar residuo orgánico. La fracción orgánica se compone principalmente de residuos alimenticios, pero también puede incluir residuos de hojas y jardines u otros materiales. La fracción orgánica es aproximadamente el 40 % de los residuos sólidos urbanos (RSU) comunes después de eliminar los reciclables. En comunidades donde los residentes separan los residuos alimenticios de otros residuos, se genera una corriente de residuos orgánicos separados en origen (SSO) que puede tener una fracción orgánica del 80 % o más. Los residuos de origen industrial, comercial e institucional (ICI) pueden tener cantidades variables de material orgánico. Al menos algunos orígenes de residuos ICI, tales como empresas de procesamiento de alimentos, restaurantes y supermercados, generan residuos con una gran fracción orgánica similar a los SSO.

Tradicionalmente, los residuos orgánicos se vertían con otros residuos sólidos. Sin embargo, la fracción orgánica de los residuos sólidos es la principal causa de emisiones de gases de efecto invernadero, del lixiviado y de los olores en los vertederos. Existe una tendencia general a desviar los residuos orgánicos para el tratamiento biológico, por ejemplo mediante digestión anaerobia (DA) o compostaje. La mayoría de las etapas de tratamiento biológico requieren cierto procesamiento previo de los residuos, tal como la eliminación y la clasificación de residuos para eliminar artículos grandes tales como botellas y latas. Ciertos tratamientos biológicos, tales como algunos métodos de compostaje y digestión anaeróbica de lodos de alto contenido en sólidos y húmeda (baja en sólidos), también requieren que los residuos se reduzcan en tamaño y se homogeneicen. La reducción de tamaño generalmente se realiza en un dispositivo que reduce los residuos, tal como un molino de martillos, una trituradora o una despulpadora. En algunos casos, el dispositivo de trituración también proporciona una separación gruesa de contaminantes (es decir, material que no se biodegrada fácilmente, tales como plásticos). Como alternativa, se puede añadir un dispositivo de separación separado.

La digestión anaeróbica húmeda se realiza típicamente en uno o más tanques mixtos. Estos sistemas están completamente contenidos y permiten altos niveles de control de olores y recuperación de biogás. En muchos casos, los residuos orgánicos también se pueden digerir conjuntamente con el lodo de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) modificando los digestores existentes de la PTAR en lugar de construir nuevas instalaciones. Sin embargo, los digestores anaeróbicos húmedos son muy sensibles a los contaminantes que quedan en la fracción orgánica. Los contaminantes se pueden subdividir en flotables y sedimentables. Los materiales flotantes incluyen elementos tales como films de plástico o láminas (es decir, piezas de bolsas de plástico trituradas) que tienden a arrastrarse en el digestato en circulación o a acumularse en la parte superior de un tanque digestor húmedo. Los sedimentables incluyen elementos tales como vidrio o arena que tienden a acumularse en el fondo de un tanque digestor húmedo. Usando la tecnología convencional de procesamiento de residuos, la digestión anaeróbica húmeda se limita esencialmente al tratamiento de SSO u otras corrientes de desechos orgánicos de muy alta calificación. Incluso con estas fuentes y cierta separación de contaminantes, es posible que se requiera un circuito de corriente lateral para eliminar continuamente los contaminantes del digestor para permitir que el digestor funcione. El digestato también contiene aún algunos flotables y, por lo general, requiere su tamizado antes de poder usarse, por ejemplo como fertilizante o aditivo de compostaje.

La publicación de EE.UU. 2013/0316428 describe un proceso alternativo en el que una fracción orgánica que contiene células biológicas se separa de los residuos sólidos en una prensa. La fracción orgánica se extruye a través de una rejilla que tiene agujeros pequeños, bajo una presión mayor que la presión de ruptura de las membranas celulares. Las células se rompen y se produce un gel o pasta de consistencia pastosa. El gel se puede digerir en un digestor anaeróbico. La prensa puede ser tal como se describe en las Publicaciones Europeas N.º 1207040 y 1568478 y en la Publicación de Patente Italiana ITTO20111068. En general, estas prensas utilizan un émbolo para comprimir los residuos que se han cargado en un cilindro. Los lados del cilindro están perforados con agujeros radiales. La Publicación de EE.UU. 2013/0316428, las Publicaciones Europeas N.º 1207040 y 1568478 y la Publicación de Patente Italiana ITTO20111068 se incorporan en el presente documento a modo de referencia. Una ventaja de una prensa sobre un dispositivo de trituración es que incluso los residuos sólidos de baja calidad (tales como los RSU) cuando se procesan en una prensa producen una fracción orgánica con menos contaminantes, por ejemplo, flotables al 2 % en peso o menos sobre una base húmeda. Los documentos EP 0 359 250 A1 y US 4 287 058 A también están relacionados con la separación de contaminantes de los residuos a tratar por fermentación anaeróbica y con un aparato mejorado para separar la fase líquida de una mezcla sólido-líquido, respectivamente.

## INTRODUCCIÓN A LA INVENCION

La presente memoria descriptiva describe un dispositivo y un proceso para procesar una fracción orgánica de residuos sólidos. El material de alimentación puede provenir de, por ejemplo, residuos sólidos urbanos (RSU), compuestos orgánicos separados en origen (SSO) o residuos industriales, comerciales o institucionales (ICI). Este material de alimentación se preprocesa, por ejemplo, en un dispositivo de triturado o prensado, para reducir el tamaño del material orgánico y opcionalmente para eliminar los contaminantes. Sin embargo, la fracción orgánica todavía contiene al menos algunos contaminantes. El dispositivo y el proceso descritos en el presente documento proporcionan una separación adicional de contaminantes, en particular flotables, de la fracción orgánica preprocesada. El dispositivo también se puede llamar separador o pulidor. Los residuos orgánicos pulidos se pueden tratar más, por ejemplo mediante digestión anaerobia o compostaje.

Los residuos orgánicos se descontaminan en un dispositivo que tiene una pantalla cilíndrica y un conjunto de paletas o cuchillas discretas que giran dentro del tamiz. Los residuos orgánicos se introducen en un primer extremo del tamiz, pero el tamiz no está lleno de residuos orgánicos. Las paletas dividen los desechos orgánicos en pegotes y arrojan los pegotes contra el tamiz. Las paletas también pueden dispersar la fracción húmeda al menos parcialmente a lo largo del tamiz. La mayoría de los residuos orgánicos se arrojan a través de las perforaciones del tamiz. Al mismo tiempo, el aire se introduce a través de las perforaciones del tamiz y un ventilador lo expulsa a través de un segundo extremo del tamiz. El agua y las partículas de material orgánico tienden a ser expulsadas a través de las perforaciones mientras que los contaminantes, en particular flotables, tienden a ser arrastrados en el flujo de aire y llevados a un conducto de descarga en el segundo extremo del tamiz. Opcionalmente, los residuos orgánicos se pueden diluirse, por ejemplo con digestato o agua producida mientras se deshidrata el digestato, antes de que se alimente al dispositivo.

El dispositivo puede tener una o más características opcionales. El eje de un rotor que contiene las paletas puede apoyarse en cojinetes ubicados fuera del tamiz. Puede haber espacios entre estos cojinetes y el final del tamiz. Se pueden agregar discos o cuchillas adicionales o ambos dentro de los extremos del tamiz. El conducto de descarga puede expandirse a medida que se extiende desde la el tamiz cilíndrico. Puede haber una broca para ayudar a eliminar los contaminantes separados del conducto de descarga. Como se describe en mayor detalle a continuación, algunas de estas características pueden ayudar al pulidor a transportar residuos orgánicos o contaminantes. Otras características ayudan a hacer que la pulidora sea más duradera, por ejemplo, manteniendo los residuos orgánicos lejos de los cojinetes.

Al eliminar contaminantes, en particular flotables, el dispositivo hace que la fracción orgánica sea más adecuada para el tratamiento biológico. La eliminación de contaminantes antes del tratamiento biológico también tiende a mejorar la calidad de los productos tratados biológicamente. El dispositivo y el proceso descritos en el presente documento se han utilizado para eliminar más del 90 % de los flotantes de los residuos orgánicos prensados. La codigestión con lodos de PTAR diluye aún más la concentración de los flotantes alimentados en un digestor.

Un estándar para la aplicación de digestato en suelo requiere que los contaminantes físicos de más de 4 mm no sean más del 0,1 % del digestato en una base húmeda. En al menos algunos casos, los residuos orgánicos prensados tratados para eliminar los flotables tal como se describe en el presente documento y codigeridos en un digestor anaeróbico húmedo con lodo de PTAR pueden producir un digestato que cumple con este estándar sin etapas adicionales para eliminar los flotables.

### Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra una sección transversal en vista en alzado de un primer separador.

La figura 2 muestra una sección transversal en vista en alzado de un segundo separador.

La figura 3 muestra una sección transversal en alzado de un tercer separador.

La figura 4 es una sección transversal del dispositivo en la Figura 3 a lo largo de la línea de corte A-A en la Figura 3.

La Figura 5 es una sección transversal del dispositivo en la Figura 3 a lo largo de la línea de corte B-B en la Figura 3.

### Descripción detallada

Los residuos sólidos que contienen material orgánico digerible pueden ser, por ejemplo, residuos sólidos urbanos (RSU), compuestos orgánicos de separación en origen (SSO), residuos industriales, comerciales o institucionales (ICI), o una mezcla de uno o más de estos u otros residuos. Los residuos suelen ser preprocesados hasta cierto punto. Por ejemplo, los residuos pueden pasar por un abridor de bolsas, para liberar los residuos de bolsas de plástico sólido o de malla, y a través de un transportador de doble tornillo para homogeneizar aproximadamente los residuos. Se pueden eliminar grandes piezas de residuos y metales.

Los residuos se pueden procesar luego, opcionalmente en una prensa. La prensa comprime los residuos a alta presión a través de pequeñas perforaciones. Por ejemplo, La presión puede ser de al menos 50 bares. Las perforaciones

pueden ser, por ejemplo, orificios circulares de 4 a 8 mm de diámetro. La prensa separa los residuos en una fracción húmeda que pasa a través de las perforaciones, también llamado desecho orgánico prensado, y una fracción seca, alternativamente llamada una fracción sólida, que queda retenido por las perforaciones. Los residuos orgánicos prensados contienen compuestos orgánicos solubles y suspendidos, incluidos los orgánicos contenidos en las células rotas bajo la alta presión.

Una prensa adecuada se describe en la Publicación Internacional N.º WO 2015/053617, Device and Method for Pressing Organic Material Out of Waste. Una prensa similar disponible comercialmente es la prensa Orex™ vendida por DB Technologies B.V. Otras prensas, por ejemplo, tal como se describe en las Publicaciones Europeas N.º 1207040 y 1568478 y en la publicación de patente italiana ITTO20111068, también se pueden utilizar. Otra prensa adecuada comercialmente disponible es la prensa VM 2000™ vendida por VMPress s.r.l. Estas prensas funcionan a altas presiones, por ejemplo 180 a 220 bares, y son particularmente adecuadas para su uso con RSU. Las prensas que funcionan a presiones más bajas en un intervalo de aproximadamente 50 a 150 bares incluyen la prensa Biorex™ vendida por DB Technologies B.V. Estas prensas pueden ser preferidas para residuos SSO e ICI que tienen un alto contenido de agua.

Los residuos orgánicos prensados contienen contaminantes, incluyendo flotables. Los flotables no son necesariamente más densos que el agua. Por ejemplo, la película de PVC se hunde en agua sin gas pero se arrastra fácilmente en el digestato ascendente y todavía se considera flotable. El tamaño de los contaminantes puede abarcar una amplia gama. Por ejemplo, si la fracción húmeda se produjo en una prensa con orificios redondos de 4-8 mm, un trozo de película o lámina delgada de plástico, por ejemplo, una pieza de una bolsa de plástico triturada, se puede empujar a través del orificio si es más pequeño que el orificio, pero también si tiene decenas de milímetros de ancho. Los flotables están compuestos principalmente de plástico, pero también puede haber, por ejemplo, trozos de papel o textiles.

El residuo orgánico prensado es típicamente una pasta o suspensión viscosa con un contenido de sólidos del 20-35 % en peso, por ejemplo, el 20-25 % al prensar residuos comerciales húmedos y el 30-35 % al prensar RSU residenciales. Los residuos orgánicos prensados también suelen tener una proporción de sólidos volátiles frente a sólidos totales del 85-95 %. Los sólidos no volátiles incluyen los flotables y la arena.

También se pueden utilizar, en lugar de la prensa, dispositivos convencionales que procesan residuos sólidos, como un molino de martillos o una cizalla. Estos dispositivos generalmente rompen (es decir, Trituran, aplastan o reducen el tamaño) los residuos en pedazos pequeños. Por lo tanto, estos dispositivos reducen los residuos a un tamaño homogéneo y más pequeño. En algunos casos, el dispositivo también proporciona algo de eliminación de contaminantes. En otros casos, algunos contaminantes se eliminan en un dispositivo aguas abajo, como un tamiz rotativo o una prensa de tornillo. Si bien estos dispositivos se pueden usar, se prefiere la prensa. La prensa proporciona una mejor separación entre fracciones húmedas y secas. La prensa deja menos contaminantes, en particular menos flotables, por ejemplo, en los residuos orgánicos procesados.

Los residuos orgánicos, pretratados por una prensa u otro dispositivo, se tratan nuevamente antes de ser enviados al digestor. Los residuos orgánicos aún contienen contaminantes, tales como piezas de films de plástico, láminas o bolsas. En residuos orgánicos prensados, los contaminantes flotantes pueden ser el 2 % en peso o menos en base húmeda, por ejemplo del 1 al 1,5% en peso (base húmeda). Si no se eliminan los contaminantes, mezclar en un digestor húmedo puede hacer que algunos de los contaminantes se acumulen en la parte superior del digestor e interfieran con su funcionamiento o se descarguen con el digestato y reduzcan su calidad.

El orgánico se trata para eliminar contaminantes en un dispositivo, que se puede llamar separador o pulidor. En el separador, los residuos orgánicos se alimentan al primer extremo de un tamiz generalmente cilíndrico. El tamiz cilíndrico tiene extremos sólidos pero tiene un área perforada en su lado lateral.

El tamiz cilíndrico rodea un rotor. El rotor tiene paletas discretas, también llamadas cuchillas, unidas a un eje central del rotor. Las paletas se extienden hacia afuera desde el eje central hasta un diámetro exterior de, por ejemplo, 0,5 a 1,2 m en las puntas de las paletas. Las paletas no forman una hélice o tornillo. Por ejemplo, cada paleta puede extenderse a través de un arco de menos de 150 grados, por ejemplo más entre 70 y 150 grados. Sin embargo, las paletas están dispuestas preferiblemente de manera que, a medida que rotan, barren colectivamente esencialmente toda el área perforada del tamiz cilíndrico. Las paletas se colocan en un ángulo oblicuo, ni paralelo ni perpendicular al eje central del rotor, con el borde de ataque de cada pala (considerando la dirección de rotación) más cerca del primer extremo del tamiz.

El rotor gira a más de 500 rpm, por ejemplo 600-800 rpm o hasta 1000 rpm. El diámetro del rotor y su velocidad o rotación, generan una fuerza centrífuga de 50 g o más, opcionalmente 150 g ( $1500 \text{ m/s}^2$ ) o más, en las puntas de las paletas. El tamiz no está lleno de residuos orgánicos, sino que las palas recogen gotas de desechos orgánicos a medida que ingresan a través de una abertura de alimentación en el primer extremo del tamiz. Las paletas arrojan los pegotes hacia afuera contra las paredes laterales perforadas del tamiz cilíndrico. El ángulo oblicuo de las paletas también daña o acelera los residuos orgánicos hacia un segundo extremo del cilindro. Una gota de desechos orgánicos arrojados de una paleta puede ser interceptada por una o más paletas a medida que viaja, dividiendo así el globo en unidades más pequeñas y dispersando los residuos orgánicos al menos en parte a lo largo del cilindro. El rotor no

presiona los residuos orgánicos a través del tamiz. En su lugar, un pulso aplicado por el rotor da el impulso al residuo orgánico en una dirección perpendicular o al menos oblicua a las paredes laterales del tamiz. El impulso de los residuos orgánicos aplicados contra el tamiz fijo fuerza a los residuos orgánicos a través de las perforaciones.

5 El agua y las partículas de material orgánico se descargan a través de las perforaciones en el tamizado. Parte del material orgánico no pasa a través de las perforaciones y se acumula en el interior del tamiz. En el caso de un cilindro orientado verticalmente, los residuos orgánicos que se acumulan en el interior del tamiz vuelven a caer al primer extremo del tamiz y son recogidos nuevamente por las paletas. Con un cilindro orientado verticalmente, los residuos orgánicos que se acumulan dentro de la parte superior del tamiz pueden volver al rotor y ser resuspendidos por las paletas. Otra parte de los residuos orgánicos se acumula en la parte inferior del tamiz. Preferentemente, las paletas pasan cerca del interior del tamiz, por ejemplo dentro de 5 o 10 mm del interior del tamiz. Las paletas recogen y resuspenden los desechos orgánicos que se acumulan en el interior del tamiz. Opcionalmente, se pueden agregar paletas de raspado especializadas, pero no son necesarias si las paletas primarias pasan dentro de la tolerancia descrita anteriormente.

15 Mientras las paletas se rompen y arrojan pegotes de residuos orgánicos, un ventilador aspira aire a través de las perforaciones y hacia el segundo extremo del tamiz. El aire que fluye a través o en contra de los residuos orgánicos separa los contaminantes flotables del resto de los residuos orgánicos. El ventilador puede integrarse con el rotor, por ejemplo, agregando cuchillas en forma de ventilador que se ejecutan dentro de una parte no perforada de la pantalla cilíndrica en el segundo extremo del tamiz. Como alternativa, se puede usar un ventilador separado. Las paletas también puede contribuir a crear flujo de aire. El flujo de aire es significativo, por ejemplo 1500 m<sup>3</sup>/ hora o más por metro cuadrado de área de la sección transversal del tamiz, o 180 m<sup>3</sup>/hora o más por metro cuadrado de área perforada del tamiz cilíndrico, medido en el segundo extremo del tamiz. El tiempo de residencia del aire, calculado dividiendo el volumen del cilindro entre el caudal de aire, es preferentemente menos de 1,0 segundos.

20 Después de pasar por el tamiz, los residuos orgánicos tratados se pueden recolectar en una carcasa alrededor del tamiz. Los residuos recogidos se eliminan a través de una primera abertura de descarga en comunicación con la carcasa. Opcionalmente, se puede rociar agua en el tamiz, desde el interior del cilindro o fuera del cilindro o ambos, para ayudar a mantener limpio el tamiz. Cualquier agua de lavado de tamiz diluye preferentemente los residuos orgánicos tratados en un 2 % o menos. Los residuos orgánicos tratados son adecuados para el tratamiento biológico, por ejemplo la digestión anaerobia o compostaje. Opcionalmente, el material orgánico tratado se puede procesar adicionalmente para eliminar la arena antes del tratamiento biológico.

25 Los contaminantes se eliminan en una segunda abertura de descarga en comunicación con el segundo extremo del tamiz. En el caso de un ventilador incorporado, la segunda abertura de descarga es también la salida del ventilador. Las cuchillas del ventilador también pueden empujar físicamente contaminantes hacia la segunda abertura de descarga. Opcionalmente, se puede agregar un rascador adicional en el segundo extremo del cilindro para ayudar a empujar físicamente los contaminantes hacia la segunda abertura de descarga. Esto puede ayudar a eliminar o evitar bloqueos en la entrada a la segunda abertura de descarga que de otro modo podrían interferir con el escape de aire del tamiz. La segunda abertura de descarga se ensancha preferentemente a medida que se extiende lejos del tamiz cilíndrico. Esto ayuda a evitar que se formen bloqueos aguas abajo de la entrada.

30 Un transportador de tornillo opcional se comunica con la segunda abertura de descarga y transporta físicamente los contaminantes fuera o lejos de la segunda abertura de descarga. El tornillo del transportador de tornillo preferentemente no tiene eje y corre en un conducto que tiene un canal semicilíndrico conectado a una cámara más grande que proporciona un paso para que el aire fluya sobre el tornillo. El conducto también puede tener una cámara de expansión. A medida que la velocidad del aire disminuye en la cámara de expansión, los contaminantes caen en el tornillo y se llevan físicamente. El aire a baja velocidad que sale de la cámara de expansión puede enviarse a una unidad de eliminación de olores.

35 Los contaminantes separados son principalmente flotables, tales como trozos de film de plástico. Los contaminantes separados normalmente están secos y lo suficientemente limpios para ser utilizados como combustible derivado de desechos (RDF, por sus siglas en inglés) o mezclados nuevamente con una fracción seca eliminada mientras se procesan los desechos orgánicos aguas arriba del separador. Como alternativa, los contaminantes separados pueden ser depositados en vertederos.

40 En algunos casos, los residuos orgánicos se diluyen antes de ser alimentados al separador. Los residuos orgánicos se pueden diluir con digestato o filtrado del digestato de deshidratación. El digestato puede provenir de un digestor anaeróbico que recibirá los residuos orgánicos pulidos para evitar el consumo de agua dulce o la dilución del propio digestor. El grado de dilución se puede seleccionar para eliminar la cantidad deseada de film de plástico. Preferentemente, al menos el 90 % de los flotables, en particular piezas de film de plástico, se eliminan en el separador cuando se comienza con residuos orgánicos que tienen una concentración de flotables del 2 % en peso (base húmeda) o menos. El separador puede tratar los residuos orgánicos prensados en su máxima concentración, que típicamente es de aproximadamente el 20 al 35 % en peso de sólidos. Sin embargo, los residuos orgánicos con sólidos en el extremo superior de este intervalo, por ejemplo del 30 l 35% en peso, pueden requerir cierta dilución para alcanzar la eficacia del tratamiento objetivo, para producir contaminantes separados lo suficientemente limpios, o para inhibir la

acumulación de sólidos en partes del tamiz. Cuando se tratan residuos orgánicos triturados, por lo general, se obtienen buenos resultados cuando los residuos orgánicos se envían al separador con menos del 20 % en peso de sólidos, por ejemplo del 12 al 15 % en peso. La velocidad de carga puede estar en el intervalo de, por ejemplo, 5.000-15.000 kg de sólidos secos por hora por metro cúbico de volumen del cilindro. Sin embargo, la tasa de carga máxima para la fracción de flotables, que en un ejemplo es de aproximadamente 4.000 kg por hora por metro cúbico de volumen del cilindro, tampoco se debe exceder.

Los residuos orgánicos pueden ser alimentados al separador por una broca, preferiblemente una broca sin eje, de un tanque intermedio. La dilución, si es necesaria, se puede lograr mezclando agua de dilución en el tanque intermedio antes de transportar los residuos orgánicos diluidos al separador.

Se prefiere un tamiz horizontal, en parte porque es más tolerante a la sobrecarga. Si un tamiz vertical está sobrecargado, los residuos orgánicos o los contaminantes separados pueden comenzar a llenar el primer extremo del cilindro. El separador se puede dañar. Si un separador horizontal está sobrecargado, las paletas empujarán los residuos orgánicos y los contaminantes separados hacia el segundo extremo del cilindro. Las cuchillas del ventilador, o las cuchillas rascadoras, si las hay, mientras empuja el material fuera de la segunda abertura de descarga. Si bien esto puede causar que algunos de los contaminantes separados sean impuros, los contaminantes separados se pueden lavar y el separador puede continuar funcionando sin daños.

Una configuración vertical también requiere un cojinete para el rotor en algún lugar cerca del primer extremo del tamiz. Los desechos orgánicos son viscosos y típicamente contienen al menos algo de grano. En consecuencia, los cojinetes se pueden destruir si entran residuos orgánicos. Los cojinetes se pueden ubicar fuera del tamiz, pero incluso así, cualquier fuga alrededor del eje del rotor que atraviese la abertura provocará que los residuos orgánicos goteen hacia los cojinetes. Con una configuración horizontal, el eje del rotor puede apoyarse en los cojinetes ubicados fuera del tamiz, pero la gravedad no empuja los residuos orgánicos directamente a ningún espacio donde el eje del rotor pasa a través de los extremos del tamiz. Una cuchilla rascadora opcional puede barrer al menos el primer extremo del cilindro para ayudar a evitar que se acumulen residuos orgánicos cerca del paso del eje del rotor a través de la abertura. Con un tamiz horizontal, cualquier residuo orgánico que escape del tamiz tiende a gotear por el extremo del cilindro en lugar de hacia los cojinetes.

La Figura 1 muestra un primer separador 100. El separador 100 tiene una carcasa 1 que tiene una cámara cilíndrica 2. La pared 3 de la cámara cilíndrica 2 tiene perforaciones 4, por ejemplo orificios circulares de aproximadamente 5-12 mm, opcionalmente unos 5-8 mm, de diámetro. Opcionalmente, las perforaciones 4 pueden tener otras formas, tales como hexagonal. Una abertura de alimentación 5 admite los residuos orgánicos A transportados por la broca 12. También hay una primera abertura de descarga 7 para descargar residuos orgánicos pulidos C y una segunda abertura de descarga 8 para descargar contaminantes separados D, alternativamente llamados rechazos. Un rotor 6 gira, preferentemente, a una velocidad de 500 rpm o más. La velocidad y el diámetro del rotor son suficientes para crear más de 50 G, por ejemplo 150 a 170 G, de fuerza centrífuga en las puntas de las primeras cuchillas 9 del rotor 6. Las primeras cuchillas 9, también llamadas paletas, están orientadas oblicuamente al eje de rotación del rotor. En particular, las primeras cuchillas 8 están inclinadas para desviar los residuos orgánicos hacia arriba. Las primeras cuchillas 9 son preferentemente cuchillas discretas y no forman una hélice. El rotor 6 también tiene segundas cuchillas 10, que generalmente son paralelas al eje del rotor 6 y están ubicadas cerca de la segunda abertura de descarga 8. La segunda abertura de descarga 8 está orientada tangencialmente a la circunferencia exterior de las segundas cuchillas 10. La segunda abertura de descarga 8 es parte de una parte no perforada de la cámara cilíndrica 2 que rodea las segundas cuchillas 10. Las segundas cuchillas 10 funcionan así como cuchillas en un ventilador de aire centrífugo.

Durante su uso, el residuo orgánico A se introduce en la cámara 2 por la broca 12 a través de la abertura de alimentación 5. Dentro de la cámara 2, las primeras cuchillas 9 arrojan pegotes de los residuos orgánicos A hacia arriba y hacia afuera contra la pared 3. Las cuchillas 9, 10 o el rotor 6 generan un flujo de aire B a través y fuera de la cámara 2, por ejemplo a una velocidad de 15 m/s y 4000 m<sup>3</sup>/h. Se expulsan partículas de materia orgánica y agua a través de perforaciones 4 y se acumulan en la primera abertura de descarga 7. Las partículas pueden deformarse a medida que pasan a través de las perforaciones 4. Los contaminantes tales como piezas de film de plástico o papel de aluminio son transportados por el flujo de aire B y expulsados del cilindro 2. Las partículas orgánicas se expulsan principalmente a través de perforaciones 4 en una primera parte E de la cámara 2. El flujo de aire B se aspira principalmente a través de perforaciones 4 en una segunda parte F de la cámara 2. Sin embargo, también se introduce algo de aire a través de las perforaciones 4 en la primera parte E debido al gran flujo de aire y la falta de entradas de aire que no sean las perforaciones 4. Opcionalmente, la pared 3 se puede rociar con agua de forma intermitente para su limpieza.

Un segundo separador 200 mostrado en la Figura 2 comprende nuevamente una carcasa 1 que tiene en su interior una cámara cilíndrica 2, la pared 3 está nuevamente provista de perforaciones 4 y un rotor 6. Sin embargo, la orientación del rotor 6 ahora no es vertical sino horizontal. Esto es posible porque la influencia de la fuerza gravitacional es insignificante en relación con las aceleraciones centrífugas y las velocidades del aire relativamente altas.

El segundo separador 200 también comprende varias terceras palas opcionales 11 que forman parte del rotor 6 con

el fin de eliminar el material presente en el lado interno 13 de la pared 3 de la cámara 2. Los extremos exteriores de las terceras cuchillas 11 están situados para este propósito en la vecindad de este lado interno 13, por ejemplo dentro de 10 mm. La posible acumulación de material en este lado interno 13, en particular entre las primeras cuchillas 9, por lo tanto, se puede quitar de este lado interno 13.

5 En la Publicación Internacional Número WO 2015/050433 figuran más detalles sobre los separadores de las Figuras 1 y 2.

10 La Figura 3 muestra un tercer separador 300. El tercer separador 300 es similar en algunos aspectos a los separadores descritos anteriormente y se usan los mismos números de referencia para indicar componentes similares. Algunas características del tercer separador 300 se describirán a continuación.

15 Una carcasa 1 tal como se describió anteriormente está presente pero no se muestra para simplificar el dibujo. La cámara cilíndrica 2 está orientada horizontalmente. Las primeras cuchillas 9 son cuchillas discretas y no forman una hélice. El tercer separador 300 mostrado tiene catorce primeras cuchillas 9, siete son visibles en la figura y otras siete en el lado opuesto del rotor 6 no se muestran. Haciendo referencia a la Figura 4, cada primera cuchilla 9 se extiende alrededor del 20 al 40 % de la circunferencia o área del rotor.

20 La cámara cilíndrica 2 no está destinada a llenarse completamente con material en cualquier lugar a lo largo de su longitud mientras el tercer separador 300 está en funcionamiento normal. Tal como se muestra en la Figura 4, los pegotes de residuos orgánicos entrantes A son cortados en la abertura de alimentación 5 por las primeras cuchillas 9. Aunque las primeras cuchillas 9 no forman una hélice, están montadas en ángulo con el rotor 6 de manera que cualquier material con el que impactan sea empujado hacia afuera y hacia la segunda abertura de descarga 8. Las puntas de las primeras cuchillas 9 se muestran desplazadas del lado interno 13 de la pared 3 para simplificar la figura. Sin embargo, las puntas de las primeras cuchillas 9 son preferentemente de solo 10 mm o menos, o 5 mm o menos, lejos del lado interno 13 de la pared 3. Las primeras cuchillas 9 pueden raspar el exceso de residuos orgánicos A desde el lado interno 13 y transportar tanto los residuos orgánicos A como los contaminantes separados D hacia la segunda abertura de descarga 8. Las terceras cuchillas 11 tal como se describen anteriormente no son necesarias.

30 La configuración horizontal permite que el rotor 6 sea soportado en dos conjuntos de cojinetes 309. Los cojinetes 309 no son necesarios para soportar el peso del rotor como carga axial. Los cojinetes 309 se colocan fuera de la cámara cilíndrica 2 y no están expuestos a los residuos orgánicos A. Los espacios 310 se proporcionan entre los extremos de la cámara cilíndrica 2 y los cojinetes 309. Si los residuos orgánicos A se escapan de la cámara cilíndrica 2 donde el rotor 6 pasa a través del extremo de la cámara cilíndrica 2, la gravedad, o la gravedad y la fuerza centrífuga, arrastrará la fracción húmeda a través del espacio 310 en lugar de dentro de un cojinete 309.

40 Los contaminantes separados D pasan a través de la abertura de descarga 8 a un transportador de tornillo de extracción 301. El tornillo de extracción 301 es preferentemente sin eje. No se requiere flujo de aire B para transportar los contaminantes separados D sin el separador 300, sino solo en el tornillo de extracción 301. El tornillo de extracción 301 se extiende lejos de la cámara 2, por ejemplo perpendicular al rotor 6. El tornillo de extracción 301 gira dentro de una carcasa semicilíndrica que soporta su mitad inferior, y una carcasa superior que proporciona un canal para el flujo de aire por encima del tornillo de extracción 301. El flujo de aire B viaja a través de este canal para salir del tercer separador 300. Una parte del canal se conecta a una caja de expansión (no mostrada) con deflectores donde el flujo de aire B se ralentiza y libera los contaminantes retenidos restantes D. Los contaminantes liberados caen al tornillo de extracción 301 y se eliminan.

50 No hay perforaciones 4 en la cámara 2 alrededor de las segundas cuchillas 10 para mejorar su capacidad de crear flujo de aire B. Este área de la cámara 2 funciona como un ventilador centrífugo con la segunda abertura de descarga 8 en la salida del ventilador. La abertura de descarga 8 está alineada tangencialmente con la cámara 2 y preferentemente apunta hacia abajo. La segunda abertura de descarga 8 tiene una sección transversal que se separa de la cámara 2 para ayudar a prevenir la obstrucción por contaminantes D. No hay entradas de aire que no sean perforaciones 4 en la pared 3 alrededor de las primeras cuchillas 9. Esto hace que el aire ingrese a través de perforaciones 4, incluso al menos algunas de las mismas perforaciones 4 que a veces emiten material orgánico pulido C.

55 Las placas finales 307 ayudan a evitar que la fracción húmeda A o los contaminantes D entren en contacto con los extremos de la cámara 2. Esto evita que el material en movimiento se arrastre contra las paredes fijas de la cámara 2. Las cuchillas rascadoras 308 unidas a las placas finales 307 evitan la acumulación de residuos orgánicos A o contaminantes separados D entre las placas finales 307 y los extremos de la cámara 2 al eliminar físicamente el material en este área. Esto reduce la fricción o la unión entre las placas finales 307 y la cámara 2 y también ayuda a evitar que los residuos orgánicos A lleguen a los cojinetes 309. Las cuchillas rascadoras 308 y las segundas cuchillas 10 están aguas arriba de la segunda abertura de descarga 8 en relación con el flujo de aire B y pueden expulsar los contaminantes separados D de la cámara 2 incluso si se bloquea el flujo de aire de la segunda abertura de descarga 8.

65 La eliminación de partículas de film de plástico menores que el tamaño de las aberturas en la pantalla cilíndrica sugiere

que la separación se produce al menos parcialmente por un mecanismo diferente al tamizado. El inventor ha observado que se eliminan más contaminantes cuando las aberturas son de 5 mm en lugar de 8 mm. Sin embargo, la mayor eliminación podría ser causada por una mayor velocidad o un flujo de aire más enfocado a través de los agujeros más pequeños.

5 Cuando los desechos orgánicos se producen en una prensa, se pueden empujar piezas de film de plástico a través de las perforaciones de una prensa, ya sea que estas piezas sean más anchas o más estrechas que las perforaciones de la prensa. Esto sugiere que el tamaño ideal de las perforaciones en los separadores no está necesariamente relacionado con el tamaño de las perforaciones en la prensa. Sin embargo, los separadores probados hasta ahora han  
10 tenido perforaciones de hasta 3 mm de diámetro de las perforaciones en la prensa, a veces más grande y a veces más pequeño, y han funcionado bien.

Los dispositivos de separación descritos anteriormente han producido en algunos casos residuos orgánicos pulidos que, cuando se digiere conjuntamente con lodo de PTAR en un digestor anaeróbico húmedo, crea digestato que tiene  
15 el 0,1 % o menos (base seca) de contaminantes de más de 2 mm de tamaño. Esto excede los estándares para la aplicación a suelos o el compostaje del digestato.

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso que comprende las etapas de,  
 5 prensar residuos orgánicos para producir residuos orgánicos prensados (A);  
 eliminar los flotables de los residuos orgánicos prensados para producir residuos orgánicos descontaminados (D); y,  
 tratar los residuos orgánicos descontaminados en un digestor anaeróbico húmedo.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que el residuo orgánico descontaminado (D) se digiere conjuntamente con  
 10 el lodo de la planta de tratamiento de aguas residuales.
3. El proceso de la reivindicación 1 o 2 en el que el residuo orgánico prensado (A) se diluye antes de ser tratado para  
 eliminar contaminantes, preferentemente en donde los residuos orgánicos prensados se diluyen con digestato o agua  
 separada del digestato.
- 15 4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los materiales flotantes se eliminan de los desechos  
 orgánicos prensados (A) mediante
- a) propulsión de pegotes de los residuos orgánicos contra una cámara (2) que tiene una porción porosa con  
 perforaciones (4); y,  
 20 b) flujo de aire que pasa por los pegotes que arrojan.
5. El proceso de la reivindicación 4, en donde la etapa a) comprende alimentar los residuos orgánicos prensados (A)  
 en un rotor giratorio (6) que tiene una pluralidad de primeras cuchillas (9) discretas, preferentemente en donde las  
 primeras cuchillas (9) son oblicuas al eje del rotor (6).  
 25
6. El proceso de la reivindicación 5 en el que las primeras cuchillas (9) se hacen girar a una velocidad suficiente como  
 para generar al menos 50 g de fuerza en las puntas de las primeras cuchillas (9).
7. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 en donde la etapa b) comprende generar el flujo de aire al  
 30 menos en parte por medio de segundas cuchillas (10) unidas al rotor (6) y girando dentro de una porción no porosa  
 de la cámara ( 2) preferentemente en donde el flujo de aire de la etapa (b) fluye hacia adentro a través de las  
 perforaciones (4).
8. Un dispositivo (300) para separar contaminantes de residuos orgánicos que comprende,  
 35 una cámara cilíndrica horizontal (2);  
 un rotor (6), teniendo el rotor,
- una pluralidad de primeras cuchillas (9) discretas ubicadas dentro de una porción porosa de la cámara (2); y,  
 una o más segundas cuchillas (10) dentro de una porción no porosa de la cámara (2).  
 40
9. El dispositivo de la reivindicación 8, en donde la porción no porosa de la cámara (2) está en comunicación con una  
 abertura de descarga divergente (8).
10. El dispositivo de la reivindicación 9, en donde la abertura (8) está en comunicación con una broca (310).  
 45
11. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde el rotor (6) está soportado sobre cojinetes  
 (309) ubicados fuera de la cámara (2).
12. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 en el que el rotor (6) tiene una o más placas (307) en  
 50 uno o ambos extremos del rotor (6).
13. El dispositivo de la reivindicación 12 que tiene una o más cuchillas de raspado (308) entre una o ambas placas  
 (307) y el extremo o los extremos de la cámara (2).
- 55 14. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13 en donde cada una de las primeras cuchillas (9) se  
 extiende a través de 20 a 40 grados de la circunferencia del rotor (6).
15. Uso del dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14 para eliminar los flotables de los  
 60 residuos orgánicos.

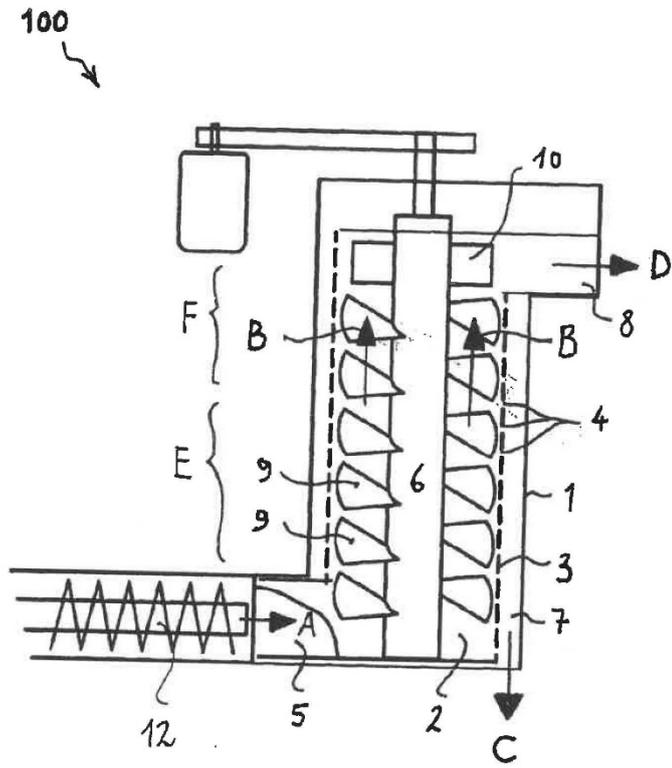


FIG. 1

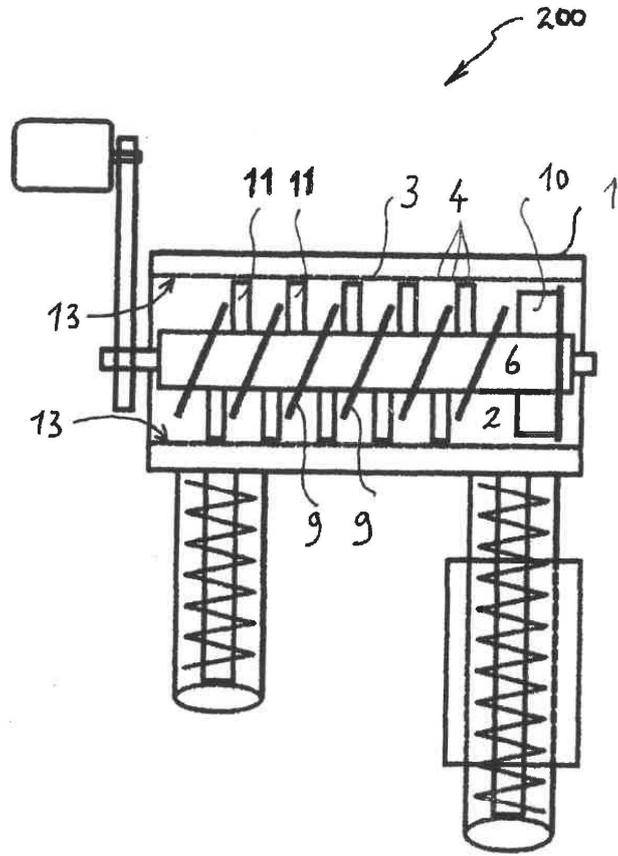


FIG. 2

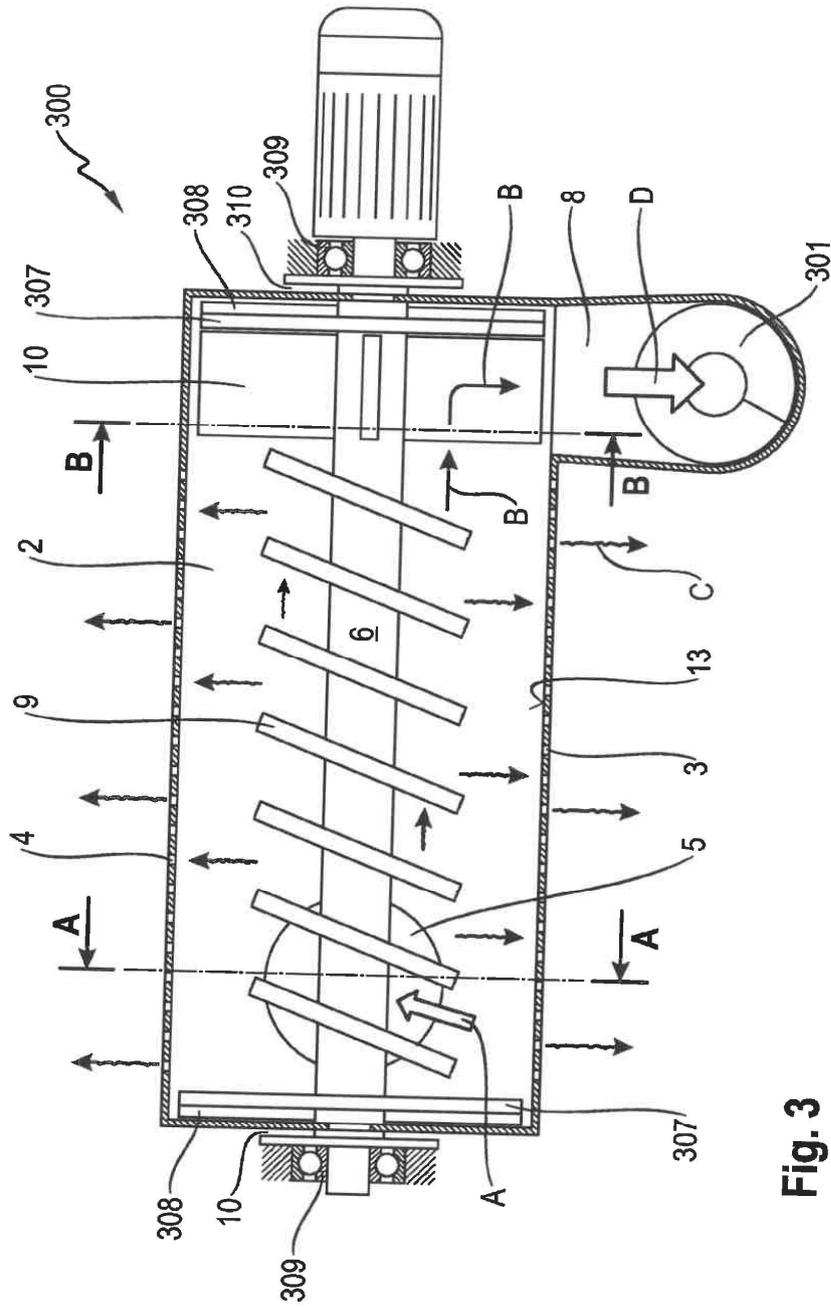


Fig. 3

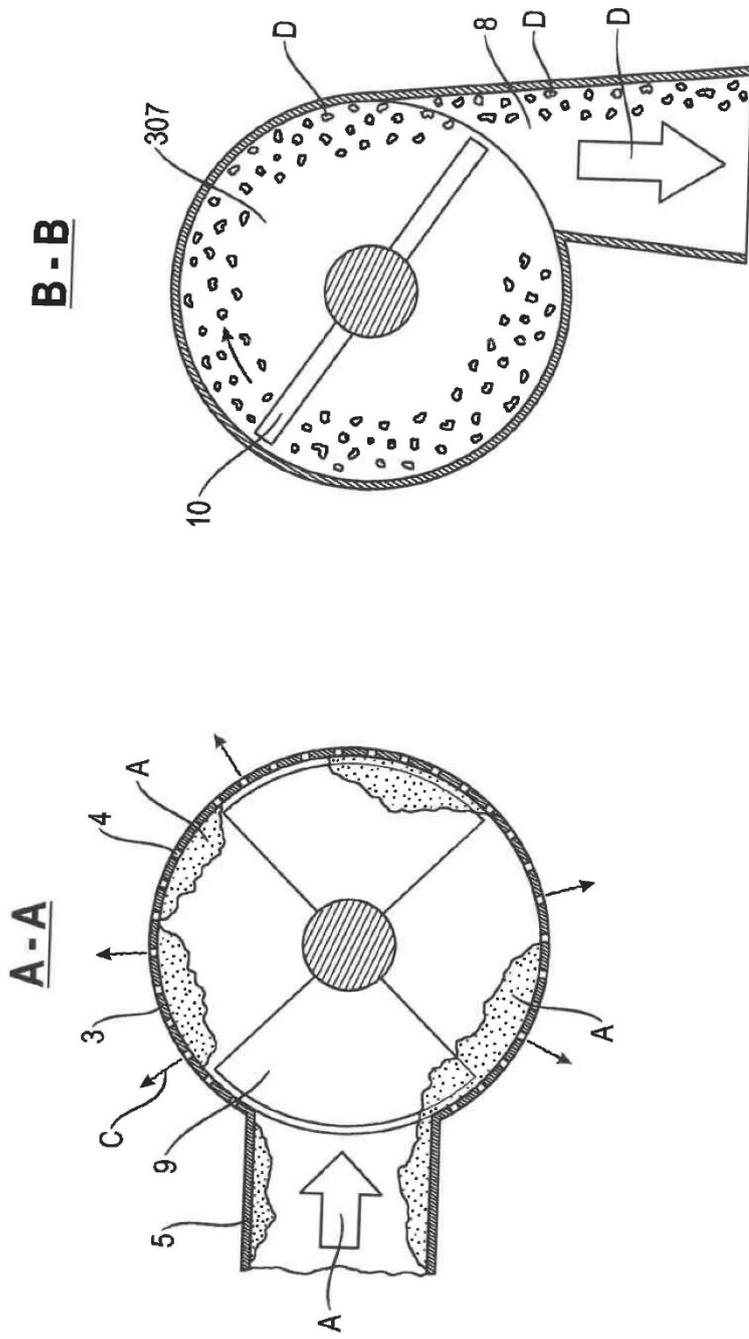


Fig. 5

Fig. 5