

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 481 866**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/00** (2006.01)  
**B65G 33/00** (2006.01)  
**D21B 1/36** (2006.01)  
**C12M 1/107** (2006.01)  
**C12M 1/26** (2006.01)  
**C12M 1/33** (2006.01)  
**D21C 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2011 E 11708835 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2576757**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos**

30 Prioridad:

**25.05.2010 AT 8532010**

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

**31.07.2014**

73 Titular/es:

**BIOGAS SYSTEMS GMBH (100.0%)  
Am Futterplatz 3106  
7111 Parndorf, AT**

72 Inventor/es:

**DAUSER, HERMANN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 481 866 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos

5 La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos, en particular de cultivos energéticos y residuos vegetales, con una tolva colectora para recibir los sustratos orgánicos y con un transportador de tornillo para transportar los sustratos orgánicos a una disposición de carga para llenar de manera discontinua un hidrolizador con los sustratos orgánicos, en donde el hidrolizador tiene, en el lado de salida, una disposición de despresurización con un diafragma de presión controlado por válvula y un separador de vapor de agua que está dispuesto antes de un tanque de expansión.

10 Los dispositivos y procedimientos de este tipo sirven para el tratamiento previo de sustratos orgánicos, que después del tratamiento en un hidrolizador (un dispositivo para la hidrólisis térmica a presión) son introducidos en un fermentador, por ejemplo, de una instalación de biogás o de biocombustible.

15 En la hidrólisis térmica a presión se aplica la tecnología llamada "explosión de vapor", que es conocida a partir de instalaciones de biogás o biocombustibles, por ejemplo. La "explosión de vapor" es un proceso técnico en el cual se calienta el material de partida hasta 300°C, preferiblemente de 150°C a 200°C, y se expone a una sobrepresión de 3 bares hasta 20 bares. Después de haber mantenido este estado de presión y temperatura durante un cierto período de tiempo, se despresuriza el sustrato espontáneamente hasta una presión cercana a la atmosférica. Debido a esta despresurización repentina, la sustancia celular se disgrega por completo. Como consecuencia, toda la sustancia orgánica queda disponible en forma licuada para la ulterior elaboración.

20 La mezcla de sustratos empleada, que inicialmente no es homogénea (por ejemplo, cultivos energéticos, residuos de cosecha, etc.) se transforma así en una pasta homogénea que tiene las siguientes propiedades:

- se libera la celulosa;
- se rompen incrustaciones de los complejos de hemicelulosa-lignina;
- se escinde la hemicelulosa;
- se destruyen levaduras, hongos y otros microorganismos indeseables;
- 25 - se esteriliza el sustrato;
- se desestabilizan los materiales fibrosos.

30 Por tanto, la "explosión de vapor" se encarga en gran medida, antes de un tratamiento ulterior del sustrato, por ejemplo en una instalación de biogás, de los pasos de proceso de hidrólisis y homogeneización. Por tanto, las condiciones de fermentación pueden ser así optimizadas específicamente para los procesos de la acido/acetogénesis y la metanogénesis.

El resultado de este tratamiento previo es un rendimiento de sustrato incrementado y una calidad de producto mejorada, por ejemplo en el caso de una instalación de biogás una mayor tasa de degradación de sustrato con producción incrementada de gas y mejor calidad del gas. Típicamente, el contenido específico de metano (CH<sub>4</sub>) aumenta, mientras que el contenido perjudicial de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) se reduce.

35 El documento US 2003/0121851 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para tratar residuos orgánicos biológicamente degradables. Antes de llevar el residuo orgánico a la hidrólisis térmica a presión, se añade al sustrato una lejía (KOH) y se somete el sustrato en el hidrolizador a temperaturas de 170°C a 225°C y la presión de vapor correspondiente. Después se lleva a cabo una separación sólido/líquido. Antes del tratamiento, se puede precalentar el sustrato en un depósito mediante vapor de agua reciclado desde el hidrolizador.

40 Por el documento WO 2008/011839 A2 es conocido, por ejemplo, un dispositivo para la hidrólisis continua y discontinua de sustratos orgánicos. La instalación consta esencialmente de un dispositivo triturador para el sustrato orgánico no homogéneo, desde el cual el sustrato llega a un depósito dosificador para el hidrolizador. Después del tratamiento del sustrato en el hidrolizador, aquél es transportado, a través de un denominado "tubo de sobrepaso" (en inglés, "overshooting") a un tanque de expansión, del cual parten una conducción de gas evacuado hacia un condensador y una conducción de sustrato hacia un fermentador. Los gases evacuados son llevados a un condensador de vapor que está refrigerado por agua, y el condensado así obtenido es devuelto al tanque de expansión. En la conducción de sustrato hacia el fermentador está dispuesto un intercambiador de calor, y el calor residual del mismo es conducido, a través de un circuito de intercambio térmico externo, a un intercambiador dispuesto como dispositivo de precalentamiento, mediante el cual el sustrato alimentado ya es calentado en la zona  
50 que sigue al dispositivo triturador.

Por el documento SU 1620487 A1 es conocido un hidrolizador que tiene dos transportadores de tornillo dispuestos concéntricamente en una carcasa cilíndrica, entre los cuales está dispuesto un tambor tamizador. El material orgánico llega por un tubo de alimentación a una cámara anular cilíndrica externa y es comprimido con ayuda del primer transportador de tornillo, siendo inyectado vapor de agua sobrecalentado en la cámara anular externa a través de una conducción. El material pasa después a la cavidad interna, y desde allí es transportado en dirección  
55 contraria hacia una abertura de salida por el segundo transportador de tornillo.

Por el documento GB 1 001 891 A1 es conocido un dispositivo transportador con el cual se puede transportar grano

5 desde un depósito de almacenamiento a un depósito de recogida, pudiéndose llevar a cabo simultáneamente un tratamiento del grano con un fluido, por ejemplo un gas con pesticidas o fungicidas, o bien aire frío o caliente. El dispositivo de transporte tiene un tornillo de Arquímedes guiado en un tubo, que está dispuesto sobre un eje hueco giratorio. El fluido necesario para el tratamiento es introducido por un extremo en el eje hueco y llega, a través de aberturas de salida en el eje hueco y por medio del tornillo de Arquímedes, al grano transportado, con lo que se realiza un tratamiento uniforme.

Los dispositivos y procedimientos descritos en lo que antecede tienen el inconveniente de que no están optimizados energéticamente y al menos en parte tienen una estructura relativamente compleja.

10 Finalmente, es conocido por el documento EP 2 177 280 un dispositivo para la hidrólisis discontinua de sustratos orgánicos, que tiene los siguientes componentes:

- un depósito de preacondicionamiento lleno de líquido, para recibir sustratos orgánicos sólidos capaces de flotar, dotado de un agitador mecánico y una disposición distribuidora de vapor de agua configurada como barra de boquillas especial para conseguir un efecto de flotación;
- 15 - un transportador de tornillo para tomar el sustrato orgánico de una capa flotante que se forma en la superficie, con una disposición tamizadora integrada y un conducto de recirculación para recircular el filtrado;
- una disposición de alimentación con un depósito a presión (cañón de soplado) con una esclusa de alimentación y un conducto de conexión al hidrolizador adicionalmente controlado por válvula;
- una bomba de transferencia para tomar líquido del depósito de preacondicionamiento y enviarlo al dispositivo de alimentación;
- 20 - un hidrolizador dotado de agitador mecánico para llevar a cabo la hidrólisis térmica a presión;
- un dispositivo de despresurización controlado por válvula con un diafragma de presión, un ciclón; y
- un tanque de expansión con un intercambiador de calor integrado.

25 El dispositivo conocido a partir del documento EP 2 177 280 es adecuado en particular, entre otras cosas, para tratar sustratos y mezclas de sustratos con un cierto contenido de líquido, o bien añadir y mezclar líquido, en donde los componentes sólidos flotantes son separados por lavado o flotación antes de la alimentación al hidrolizador. Resulta un inconveniente el hecho de que, a causa de la captación incontrolada de líquido por la fracción sólida durante el proceso de maceración, no es posible un balance fiable de la aportación de sustrato.

Es misión de la invención optimizar tanto operativa como energéticamente un dispositivo para la hidrólisis de sustratos orgánicos relativamente secos, debiendo estar dimensionada la instalación de manera compacta.

30 Esta misión se cumple, de acuerdo con la invención, haciendo que el transportador de tornillo tenga un eje hueco al cual se aporta vapor de agua sobrecalentado procedente de un separador de vapor preferiblemente configurado como ciclón, en donde el eje hueco tiene, en una zona de calentamiento en la zona de transporte para el sustrato orgánico, aberturas de salida de vapor para someter directamente al sustrato orgánico a vapor sobrecalentado, y haciendo que en el extremo del eje hueco esté prevista una válvula de conmutación o una abertura de salida controlada por válvula, para eliminar sustrato que penetra en el eje hueco a través de las aberturas de salida de vapor. Gracias a las aberturas de salida de vapor en el eje hueco tiene lugar una vaporización eficaz y homogénea del sustrato orgánico ya antes de la entrada en el hidrolizador, utilizándose de manera economizadora de energía el vapor evacuado procedente del separador de vapor.

40 El dispositivo puede ser aún más optimizado energéticamente si la zona de calentamiento del transportador de tornillo tiene una conexión de circulación con la tolva colectora para el sustrato orgánico, a través de la cual se introduce en la tolva colectora vapor sobrecalentado que sale de la zona de calentamiento y opcionalmente es transferido a un silo de almacenamiento eventualmente existente.

45 La optimización operativa del dispositivo se lleva a cabo adicionalmente mediante la adición equilibrada de agua de proceso, desembocando de acuerdo con la invención en la disposición de alimentación del hidrolizador una disposición dosificadora de agua de proceso, que sirve para la hidratación suficiente del sustrato orgánico antes de la entrada al hidrolizador. Para calentar el agua de proceso está previsto un intercambiador de calor, que está en contacto térmico con el tanque de expansión, con lo cual se puede recuperar el calor residual del tanque de expansión.

50 Por tanto, con el procedimiento de acuerdo con la invención se separa vapor sobrecalentado del sustrato tratado por hidrólisis térmica a presión, inmediatamente después de la descarga de una cantidad parcial y su despresurización, y se emplea para calentar los sustratos orgánicos aportados al proceso de hidrólisis, en donde el vapor sobrecalentado separado es inyectado directamente en un transportador de tornillo con el que se alimenta el sustrato orgánico a la hidrólisis térmica a presión. El vapor sobrecalentado sale a través de aberturas de salida de vapor hacia el sustrato orgánico, siendo eliminado del eje hueco, por el accionamiento de una válvula terminal, sustrato que penetra en el eje hueco a través de las aberturas de salida de vapor de agua.

De acuerdo con la invención, el sustrato inicialmente seco capta en el transportador de tornillo el calor de condensación del vapor de agua sobrecalentado y se calienta a temperaturas de 70°C, preferiblemente de 100°C, y además es vaporizado, con lo cual las estructuras superficiales del sustrato se reblandecen y se absorbe agua.

Además, mediante el movimiento simultáneo del transportador de tornillo durante la vaporización se puede intensificar el contacto de los medios.

En lo que sigue se explicará con más detalle la invención por medio de dibujos esquemáticos. Estos muestran:  
 5 en la Figura 1, un dispositivo de acuerdo con la invención para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos;  
 en la Figura 2, una variante de acuerdo con la invención del dispositivo según la Figura 1;  
 en la Figura 3, un detalle de una variante de acuerdo con la invención de los dispositivos según la Figura 1 y la Figura 2; y  
 en la Figura 4, otra variante de acuerdo con la invención del dispositivo según la Figura 1.

- 10 El dispositivo mostrado en la Figura 1 para la hidrólisis de sustratos orgánicos comprende esencialmente los siguientes componentes:
- una tolva colectora 1 para recibir sustratos orgánicos sólidos, por ejemplo paja o ensilados troceados, con una abertura 2 de entrada para el sustrato y una conducción 3 de vapor evacuado;
  - 15 - un medio transportador o transportador 4 de tornillo para el transporte del sustrato orgánico, con un dispositivo calentador 5, que recibe vapor sobrecalentado desde el separador 14 de vapor a través de una conducción 6;
  - una disposición 7 de alimentación con un depósito 8 a presión (cañón de soplado) y además con abertura 9 de carga controlada por válvula hacia el hidrolizador 10 y un conducto 11 de conexión controlado por válvula hacia el hidrolizador 10;
  - 20 - el hidrolizador 10 para llevar a cabo la hidrólisis térmica a presión, con agitador mecánico 23;
  - una disposición 12 de despresurización con un diafragma 13 de presión controlado por válvula, un separador 14 de vapor (por ejemplo, un ciclón) que desemboca en un tanque 15 de expansión;
  - una disposición 16 para calentar el hidrolizador 10;
  - el tanque 15 de expansión con intercambiador 17 de calor integrado.

25 El transportador 4 de tornillo atraviesa una zona 18 de calentamiento cerrada de la disposición calefactora 5, en donde por medio de la conducción 6 de vapor se aporta vapor de agua sobrecalentado procedente del separador 14 de vapor configurado como ciclón.

Además, la zona 18 de calentamiento del transportador 4 de tornillo puede estar dotada de una conexión 19 de circulación a la tolva colectora 1 para el sustrato orgánico, a través de la cual se introduce en la tolva colectora 1 vapor de agua sobrecalentado que sale de la zona 18 de calentamiento y precalienta el sustrato que allí se almacena.

30 De acuerdo con un detalle de la invención representado en la Figura 3, el transportador de tornillo 4 está equipado con un eje hueco 25, que es alimentado a través de la conducción 6a con vapor sobrecalentado procedente del separador 14 de vapor preferiblemente configurado como ciclón. También se puede aportar directamente el vapor sobrecalentado al eje hueco 25 por medio de la conducción 6 de vapor (véase la Figura 4). En la zona de transporte del sustrato orgánico, el eje hueco 25 tiene aberturas 26 de salida de vapor, por ejemplo con forma de ranura, a través de las cuales se realiza una vaporización eficaz y uniforme del sustrato.

En el extremo que se hunde en la tolva colectora 1, el eje hueco 25 del transportador 4 de tornillo tiene una abertura 27 de salida preferiblemente controlada por válvula, para descargar en la tolva colectora 1 el excedente de vapor sobrecalentado.

40 Descripción del procedimiento:

Habitualmente, el sustrato presente en la tolva colectora 1 es un material en forma de fibras cortas o pedazos con un tamaño de partícula de hasta 5 cm, típicamente con un contenido de sustancia seca de aproximadamente 30% (por ejemplo, ensilados) hasta 90% (por ejemplo, paja).

45 El transportador 4 de tornillo toma el sustrato de la tolva colectora 1 y lo transporta a la disposición 7 de carga del hidrolizador 10 (en este caso, la cantidad de sustrato que se encuentra en el transportador 4 de tornillo a un nivel de llenado típico corresponde prácticamente a una tanda de carga del hidrolizador 10, e igualmente a un llenado de la tolva colectora 1).

50 La tolva colectora 1 y el transportador 4 de tornillo están configurados de manera que a través de un sistema de distribución y de aportación de la disposición calefactora 5, en particular las aberturas de salida de vapor del eje hueco 25, se puede enviar vapor sobrecalentado procedente del proceso de despresurización de la disposición 12 de despresurización, directamente al sustrato que allí se encuentra. El calor de condensación cedido al contacto del vapor con el sustrato provoca el calentamiento del sustrato hasta 100°C, típicamente a más de 70°C. De este modo se reduce considerablemente el gasto de calefacción necesario para alcanzar la temperatura de trabajo de hasta 180°C en el hidrolizador 10.

55 Un efecto positivo adicional reside en la vaporización del sustrato, es decir, el reblandecimiento de estructuras superficiales y al mismo tiempo la absorción de agua por el sustrato. El aire húmedo o, respectivamente, el vapor residual, pasan de la zona 18 de calentamiento a la tolva colectora 1 o bien son expulsados como aire evacuado.

- El transportador 4 de tornillo transporta secuencialmente una cantidad definida de sustrato precalentado y humedecido al depósito 8 a presión de la disposición 7 de carga. Después de alcanzar el nivel de llenado requerido con sustrato, se introduce adicionalmente en el depósito 8 a presión, a través de una disposición dosificadora 20, agua de proceso en cantidad definida, para obtener una mezcla de sustrato suficientemente aguada. Antes de ello, esta agua de proceso es calentada previamente a una temperatura de 50°C a 100°C por medio de un intercambiador 17 de calor en el tanque 15 de expansión, con el fin de reducir la calefacción necesaria en el hidrolizador 10.
- Este tipo de llenado secuencial permite un balance preciso, y separado entre el sustrato y el agua de proceso, de los flujos máxicos aportados al hidrolizador 10. De este modo es posible una regulación específica del rendimiento del sistema y de los parámetros de funcionamiento.
- El depósito 8 a presión de la disposición 7 de carga es un denominado "cañón de soplado", es decir, después de que se ha llenado con una tanda, se clausura el depósito de manera estanca a la presión mediante el cierre de la abertura de entrada con respecto a la atmósfera, y mediante la apertura de un conducto 11 de conexión controlado por válvula se lleva a la misma presión de sistema que el hidrolizador 10. Después se cierra nuevamente la válvula del conducto 11 de conexión.
- El vaciado del depósito 8 a presión se efectúa de forma cíclica a través de la abertura 9 de carga controlada por válvula, después del vaciado parcial del hidrolizador 10, por la diferencia de presión entre el depósito 8 a presión y el hidrolizador 10 (generalmente, una diferencia de presión de 1 a 2 bares). En caso necesario, la presión del sistema se puede incrementar adicionalmente, por ejemplo mediante la admisión de aire comprimido en el depósito 8 a presión, con el fin de asegurar un vaciado completo de la disposición 7 de carga.
- Después del llenado del hidrolizador 10 por medio del "cañón de soplado", el proceso de hidrólisis discurre mediante calefacción continua a través de una disposición 16 de calentamiento y simultáneo aumento de presión, a lo largo de un determinado tiempo de permanencia de, por ejemplo desde 30 minutos hasta algunas horas.
- A continuación es descargado un volumen definido, a causa de la sobrepresión del sistema, y se desintegra gracias a la despresurización espontánea, unida a un choque de presión, en la disposición 12 de despresurización.
- La carga y descarga de sustrato a y desde el hidrolizador 10 se lleva a cabo así en una secuencia de ciclos cortos, por ejemplo de 2 a 4 ciclos por hora, y abarca en este caso sólo una parte del volumen del hidrolizador, por ejemplo de 10% a 30%. Este modo particular de funcionamiento con una secuencia rápida de ciclos de carga y descarga de una parte del volumen del reactor se califica en lo que sigue como "cuasi-continuo".
- El modo cuasi-continuo de funcionamiento proporciona varias ventajas decisivas frente a procesos continuos y discontinuos conocidos:
- Mediante el vaciado intermitente, en el diafragma 13 de presión se pueden utilizar con alto rendimiento grandes dimensiones de diafragma, con lo cual se evita el desgaste del diafragma y atascos que son típicos de procesos continuos.
  - Mediante la descarga de sólo una parte del volumen del hidrolizador se descarga todo el sustrato con el máximo efecto de despresurización, el denominado "grado de brusquedad", con lo cual se consigue un resultado óptimo de desintegración. Los procesos por lotes discontinuos clásicos con vaciado completo del reactor en cada ciclo adolecen de una tendencia inevitable hacia sustratos poco desintegrados, ya que a medida que avanza el vaciado del reactor disminuye de forma continua la sobrepresión del sistema disponible para el efecto de impulsión.
  - Los procesos por lotes clásicos presentan, debido a su modo de funcionamiento, una necesidad cíclica de calentamiento, que ha de satisfacerse con una elevada potencia pico y un consumo discontinuo del medio calefactor. Mediante el modo de funcionamiento cuasi-continuo del hidrolizador 10 se puede realizar el calentamiento de forma permanente con la misma potencia, lo que se ajusta, por ejemplo, al modo de funcionamiento típico de una instalación de biogás.
- El calentamiento del hidrolizador 10 se efectúa habitualmente mediante vapor de agua, aceite térmico o un quemador de gas. En caso de una combinación del sistema con una instalación de biogás con cogeneración (generación de energía eléctrica y calor residual mediante una central modular combinada eléctrica y térmica (BHKW, por sus siglas en alemán) como configuración típica de la instalación, se puede utilizar un sistema para la aportación de gases de salida calientes, procedentes de la cogeneración, para el calentamiento directo del hidrolizador 10. Este modo de funcionamiento conduce a una mayor optimización energética del sistema.
- El sustrato, en gran parte desintegrado o licuado después de la salida del hidrolizador 10, llega a un ciclón 14, donde se separa una porción gaseosa (vapor sobrecalentado), y la porción líquida/sólida escurre hacia abajo al tanque 15 de expansión.
- Por medio de un intercambiador 17 de calor configurado como de carcasa y tubo o del tipo de placas en el tanque 15 de expansión, se puede aprovechar la elevada temperatura de sistema del sustrato (cerca de 100°C) para, por ejemplo, precalentar el agua de proceso utilizada en el depósito 8 a presión para el enriquecimiento con líquido.

Desde el tanque 15 de expansión, el sustrato tratado es transportado, mediante un sistema de transporte apropiado (por ejemplo, una bomba para materiales espesos) a la elaboración posterior.

5 En la variante de realización representada en la Figura 2, la tolva colectora 1 para recibir los sustratos orgánicos está precedida por un silo 21 de almacenamiento con un mezclador 24 y un impulsor 22 de transporte. El mezclador 24 sirve para deshacer bóvedas de sustrato que impiden la fácil entrada del sustrato en el impulsor 22 de transporte. Mediante el movimiento de rotación del mezclador también se puede optimizar la alimentación del sustrato al impulsor.

10 Mediante una derivación de la conducción 3 de vapor evacuado desde la tolva colectora 1 al silo 21 de almacenamiento se puede emplear una vez más el vapor residual para precalentar el sustrato. Además, el choque de presión al entrar el vapor de agua descompacta el sustrato presente en el silo, lo que también ayuda a evitar la formación de bóvedas en el sustrato.

15 En la variante de procedimiento según la Figura 4, el eje hueco 25, provisto de aberturas 26 de salida de vapor de agua, del transportador 4 de tornillo tiene, en el extremo inferior del eje, una válvula 32 de conmutación a través de la cual puede eliminarse nuevamente de aquél el sustrato líquido y sólido que pueda haber llegado al eje hueco 25 a través de las aberturas 26 de salida de vapor. Esto se realiza por regla general de manera cíclica con la aportación del vapor de evacuación reciclado conducido desde el separador 14 de vapor a través de la conexión 6. Mediante esta sobrepresión se eliminan por soplado a través de la válvula 32 de conmutación abierta, materiales que se hubieran depositado en el interior del eje hueco 25 y a elección se transfieren a la tolva colectora 1, al silo 21 de almacenamiento no mostrado aquí (véase la Figura 2), o a otro sistema colector. Mediante esta medida se evita el taponamiento del eje hueco 25 o de sus aberturas 26 de salida de vapor, por causa de partículas de sustrato.

20 Además, con ayuda de la válvula 32 de conmutación se puede llevar a cabo también un contralavado con medios de limpieza líquidos o aire comprimido. La válvula 32 puede ser aprovechada, además, para introducir un exceso de vapor de proceso en la tolva colectora 1 o en el silo 21 de almacenamiento y aliviar la sobrepresión del sistema en la zona 18 de calentamiento.

25 Los sustratos sueltos, tales como paja triturada y ensilados, tienen a veces una densidad aparente muy baja, que en el transportador 4 de tornillo o, respectivamente, en la zona 18 de calentamiento, conduce a que no haya suficiente cantidad de sustrato para un relleno completo de lote de la disposición 7 de carga, y no se puede alcanzar el deseado llenado total de la zona tubular 18 de calentamiento.

30 Para evitarlo, el transportador 4 de tornillo tiene un diámetro mayor en la zona de la tolva colectora 1 que en la zona 18 de calentamiento, de forma que en la transición a la zona 18 de calentamiento se origina una zona 28 de compactación en la que el material transportado es compactado. Se hace variar el canal helicoidal del transportador de tornillo, por ejemplo de manera que el diámetro del tornillo se reduzca en una proporción de 2:1 en la transición a la zona 18 de calentamiento, con lo cual se puede llenar de manera compacta el canal helicoidal en la zona de calentamiento. Mediante esta compactación no se crea ningún exceso de presión, sino que sirve exclusivamente para incrementar la densidad del sustrato.

35 Experimentos prácticos han demostrado que, en caso de usar sustratos fibrosos "voluminosos", en el depósito 8 a presión (cañón de soplado de la disposición 7 de carga, en especial con bajas tasas de reposición, no se llega de manera suficientemente fiable al equilibrio de presiones producido antes de la descarga mediante la compensación de la presión entre el hidrolizador 10 y el cañón 8 de soplado, para asegurar un vaciado rápido y completo del cañón de soplado.

40 Esto se puede resolver disponiendo en el depósito 8 a presión de la disposición 7 de carga una espiral 29 de desocupación giratoria, en forma de una tira metálica 33 estrecha y helicoidal que no obstaculiza el proceso de llenado, dispuesta en la pared interna del depósito 8 a presión. A la espiral 29 de desocupación se le dota, durante el proceso de carga del hidrolizador 10, de un movimiento de giro en la dirección del transporte y hacia abajo, y cuida de que el sustrato que se adhiere a toda la zona de la pared del depósito 8 a presión se desprenda, de manera que también con una pequeña sobrepresión del sistema se origine un movimiento brusco hacia abajo, que garantice un vaciado rápido y completo del cañón de soplado. La espiral 29 de desocupación no crea por sí misma ninguna sobrepresión, por lo que no es una de las denominadas espirales de desatranque, con lo que la instalación puede ponerse en ejecución con poco desgaste y de manera segura en el funcionamiento.

45 Dado el origen en su mayoría agrícola de los sustratos que se tratan, no se puede evitar que entren en el sistema objetos extraños pesados, tales como piedras o también piezas metálicas pequeñas. Puesto que la disposición global ha renunciado preferiblemente a tamices o separadores previos, estas sustancias se acumulan con el tiempo en el hidrolizador 10, ya que no pueden escapar debido al llenado parcial o respectivamente vaciado parcial cuasi-continuos y a la conexión de la disposición 12 de despresurización, que habitualmente no se encuentra en la proximidad del fondo del hidrolizador 10.

55 Para evitar la acumulación de un sedimento que podría causar daños, está previsto un sistema de eliminación eficaz para tales cuerpos extraños. Preferiblemente, el hidrolizador 10 está conectado a través de una válvula de compuerta con una cámara 30 para sedimento, que se abre durante el proceso de desocupación y luego se cierra de

nuevo. Después de una igualación de presiones con la atmósfera, se puede vaciar la cámara 30 de sedimento a través de una segunda válvula de compuerta. De esta manera es posible, mientras el sistema está en funcionamiento, la eliminación de cuerpos extraños depositados.

5 La alta temperatura del sustrato descargado del hidrolizador 10 e introducido al ciclón o separador 14 de vapor se aprovecha para precalentar agua de proceso u otros líquidos. La transferencia de calor en la zona del intercambiador 17 de calor puede ser optimizada dirigiendo el sustrato caliente que pasa del ciclón 14 al depósito 15 de expansión directamente a la superficie de transmisión de calor, en este caso preferiblemente la pared del depósito.

10 Esto se consigue preferiblemente dotando al separador 14 de vapor de un cono insertado 31 al cual sigue eventualmente una zona cilíndrica 34 que forma con la pared del depósito una hendidura anular, desembocando tangencialmente la disposición 12 de despresurización en el separador 14 de vapor. El diseño típico de un ciclón con la punta del cono invertido con descarga central (véase la Figura) está aquí dado la vuelta, de manera que el recorrido de sustrato se produce en la hendidura anular en la periferia exterior del cono insertado 31. Esto se correlaciona adecuadamente con la carga tangencial del ciclón, que conduce a que la pared del ciclón se cubra por completo con sustrato líquido. El sustrato caliente fluye ahora directamente a la superficie de calentamiento del  
15 intercambiador 17 de calor 17 antes de mezclarse con el resto del material del depósito 15 de expansión.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos, en particular de cultivos energéticos y residuos vegetales, con una tolva colectora (1) para recibir los sustratos orgánicos, con un transportador (4') de tornillo para transportar los sustratos orgánicos a una disposición de carga (7) para llenar de manera discontinua un hidrolizador (10) con los sustratos orgánicos, en donde el hidrolizador (10) tiene, en el lado de salida, una disposición (12) de despresurización con un diafragma (13) de presión controlado por válvula y un separador (14) de vapor de agua que está dispuesto antes de un depósito (15) de expansión, caracterizado porque el transportador (4') de tornillo tiene un eje hueco (25) que es alimentado con vapor de agua sobrecalentado procedente del separador (14) de vapor preferiblemente configurado como ciclón, en donde el eje hueco (25) tiene, en una zona (18) de calentamiento en la zona de transporte para el sustrato orgánico, aberturas (26) de salida de vapor para someter directamente al sustrato orgánico a vapor sobrecalentado, así como, en el extremo del eje hueco (25) una abertura (27) de salida controlada por válvula o una válvula (32) de compuerta, para eliminar sustrato que penetra en el eje hueco (25) a través de las aberturas (26) de salida de vapor.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la abertura (27) de salida controlada por válvula está dispuesta para descargar vapor sobrecalentado directamente en la tolva colectora (1) en el extremo del eje hueco (25) que se hunde en la tolva colectora (1)
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la zona (18) de calentamiento del transportador (4') de tornillo tiene una conexión (19) de circulación a la tolva colectora (1) para el sustrato orgánico, a través de la cual se introduce en la tolva colectora (1) vapor de agua sobrecalentado que sale de la zona (18) de calentamiento.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el transportador (4') de tornillo tiene un diámetro mayor en la zona de la tolva colectora (1) que en la zona (18) de calentamiento, de forma que en la transición a la zona (18) de calentamiento se origina una zona (28) de compactación en la cual el sustrato orgánico transportado es compactado.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la disposición (7) de alimentación del hidrolizador (10) desemboca una disposición dosificadora (20) para agua de proceso, que sirve para la hidratación suficiente del sustrato orgánico antes de la entrada al hidrolizador (10).
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque para el calentamiento del agua de proceso está previsto un intercambiador (17) de calor en contacto térmico con el tanque (15) de expansión.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el separador (14) de vapor tiene un cono insertado (31) al cual sigue eventualmente una zona cilíndrica (34) que forma con la pared del depósito una hendidura anular, desembocando tangencialmente la disposición (12) de despresurización en el separador (14) de vapor.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la disposición (7) de carga para el llenado del hidrolizador (10) tiene un depósito (8) a presión que, además de una abertura (9) de carga controlada por válvula hacia el hidrolizador (10) tiene un conducto (11) de conexión controlado por válvula hacia el hidrolizador (10) para producir una igualación de temperatura y presión con el hidrolizador (10).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado porque en el depósito (8) a presión de la disposición (7) de carga está dispuesta una espiral (29) de desocupación giratoria, que tiene una tira metálica (33) estrecha y helicoidal que no obstaculiza el proceso de llenado, dispuesta en la pared interna del depósito (8) a presión.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el hidrolizador (10) está conectado a través de una válvula de compuerta con una cámara (30) para sedimento, que sirve para recibir cuerpos extraños descargados desde el hidrolizador (10).
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la tolva colectora (1) para recibir los sustratos orgánicos está precedida por un silo (21) de almacenamiento con un impulsor (22) de transporte, en donde una derivación (3) de vapor evacuado es conducida desde la tolva colectora (1) al silo (21) de almacenamiento.
12. Procedimiento para la hidrólisis de sustratos orgánicos, preferiblemente sólidos, en particular de cultivos energéticos y residuos vegetales, por medio de hidrólisis térmica a presión (explosión de vapor), en donde se separa vapor sobrecalentado del sustrato tratado por hidrólisis térmica a presión, inmediatamente después de la descarga de una cantidad parcial por despresurización, y se emplea para calentar los sustratos orgánicos aportados al proceso de hidrólisis, caracterizado porque el valor sobrecalentado separado es inyectado directamente en el eje hueco (25) de un transportador (4') de tornillo, con el cual se aporta el sustrato orgánico a la hidrólisis térmica a presión, en donde el vapor sobrecalentado sale a través de aberturas (26) de salida de vapor del eje hueco (25) al sustrato orgánico y es eliminado del eje hueco (25), por el accionamiento de una válvula (32) terminal, sustrato que penetra en el eje hueco (25) a través de las aberturas (26) de salida de vapor.



13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque el sustrato inicialmente seco capta en el transportador (4') de tornillo el calor de condensación del vapor de agua sobrecalentado y es calentado a temperaturas de 70°C, preferiblemente de 100°C y vaporizado.

5 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque una parte de la energía calorífica originada en la despresurización del sustrato se emplea para el precalentamiento de agua de proceso que se añade dosificadamente al sustrato, en una cantidad medida, antes de la hidrólisis térmica a presión.



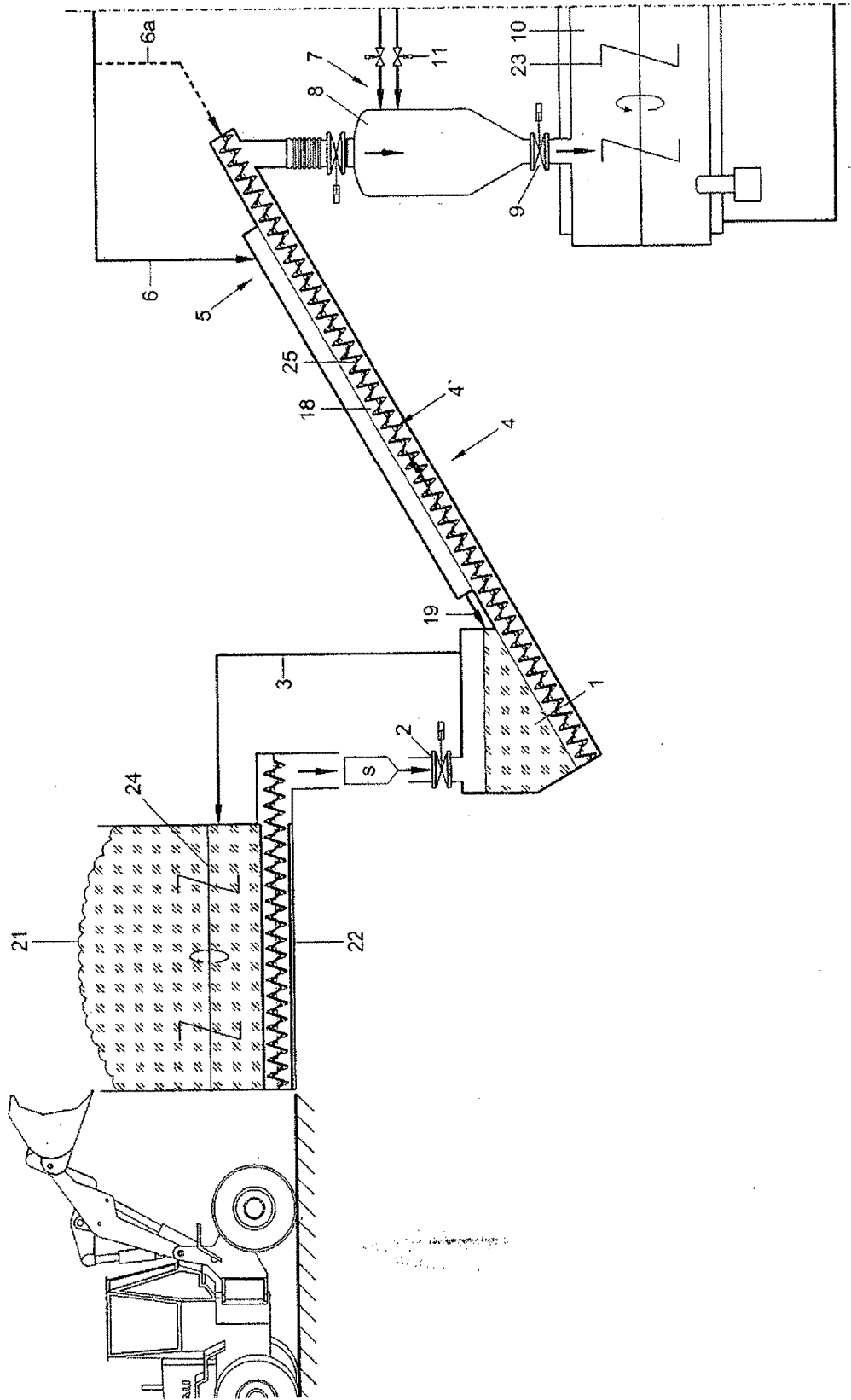


Fig. 2

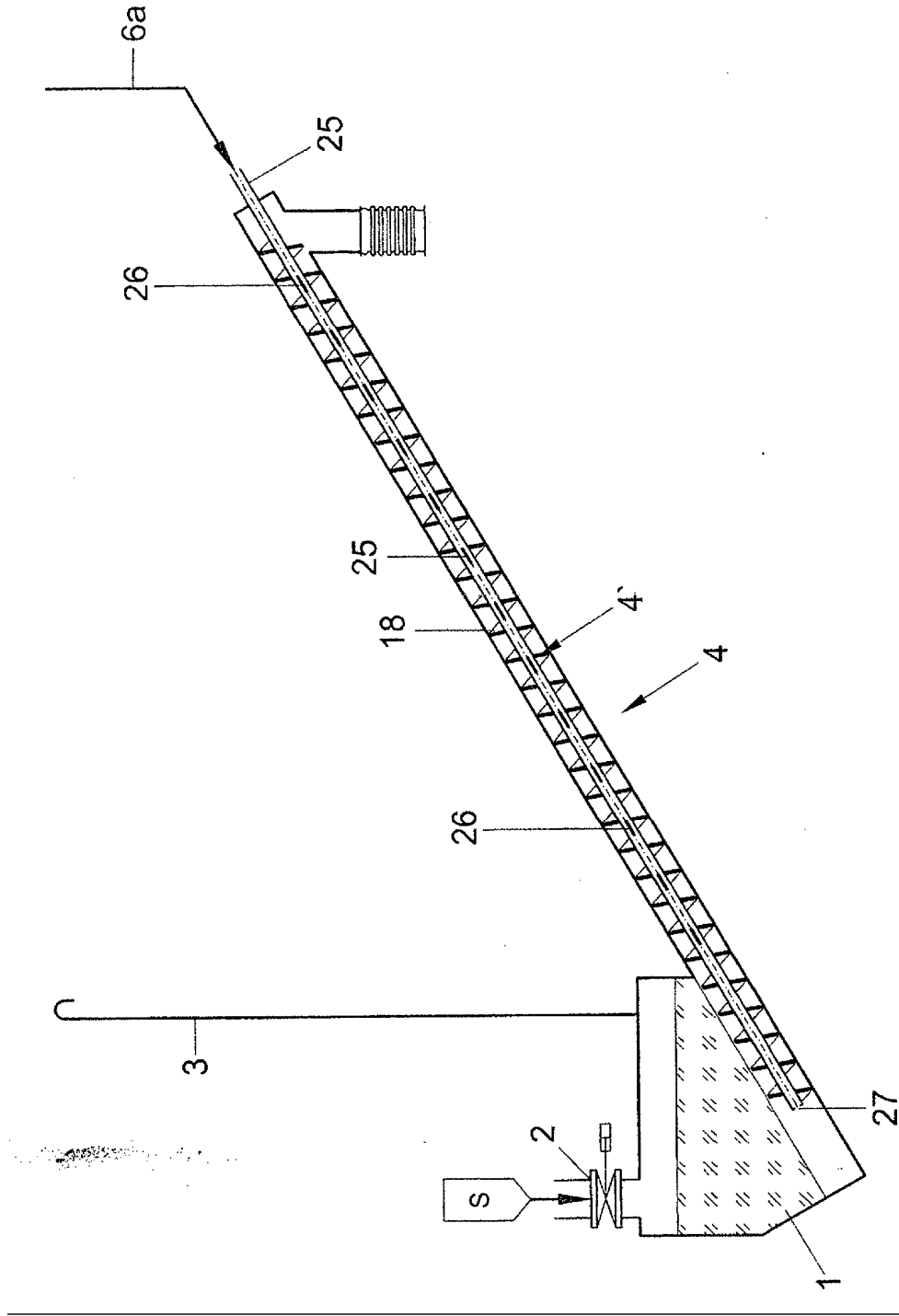


Fig. 3

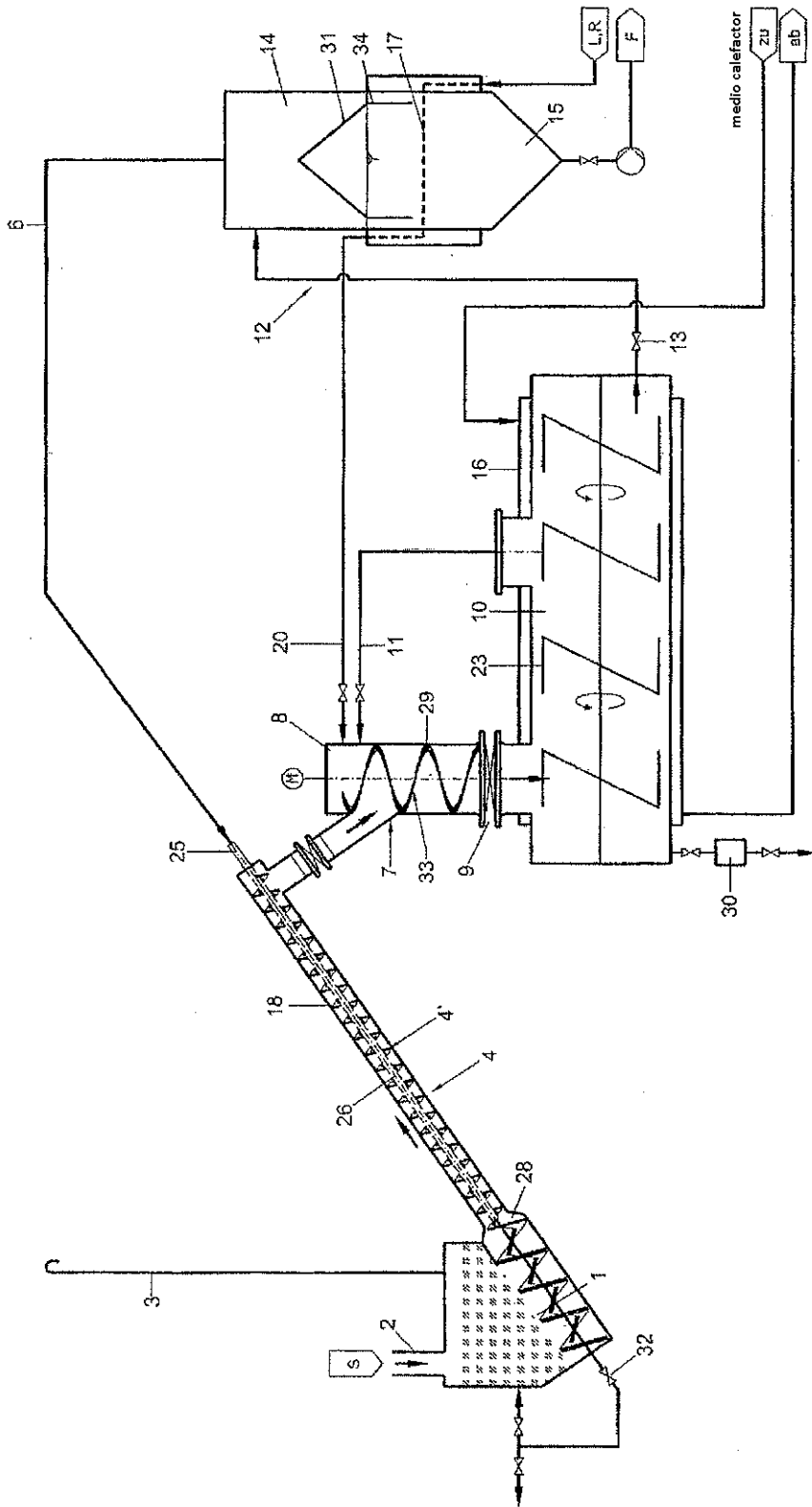


Fig. 4