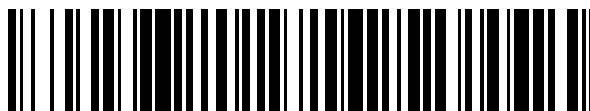


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 144**

51 Int. Cl.:

C02F 11/18 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

C02F 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2013 E 13382077 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2774894**

54 Título: **Procedimiento que opera en continuo para la hidrólisis térmica de materia orgánica e instalación para la puesta en práctica del procedimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.11.2015

73 Titular/es:

**AQUATEC, PROYECTOS PARA EL SECTOR DEL AGUA, S.A.U. (100.0%)
C/ Santa Leonor, 39
28037 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ-POLANCO FERNÁNDEZ DE MOREDA, FERNANDO;
GONZÁLEZ CALVO, RAFAEL;
SAGREDO EXPÓSITO, ROSA;
VELÁZQUEZ YUSTE, ROBERTO;
PÉREZ ELVIRA, SARA ISABEL;
FERNÁNDEZ-POLANCO ÍÑIGUEZ DE LA TORRE, MARÍA;
NIETO DÍEZ, PEDRO PABLO y
ROUGE, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 551 144 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).

DESCRIPCION

Procedimiento que opera en continuo para la hidrólisis térmica de materia orgánica e instalación para la puesta en práctica del procedimiento

5

Sector técnico de la invención

La invención pertenece al ámbito del tratamiento de fangos, y en particular a la adecuación de la materia orgánica previa a su digestión anaerobia. Más en concreto la invención se refiere a un procedimiento que opera en continuo para la hidrólisis térmica de materia orgánica y a una instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento.

10

Antecedentes de la invención

En un esquema convencional para la digestión anaerobia de materia orgánica la etapa de hidrólisis (solubilización, licuefacción) limita la cinética global del proceso. Para mejorar la cinética de esta etapa de hidrólisis y consecuentemente para mejorar la cinética del proceso global de metanización diferentes procesos físicos, químicos y biológicos se aplican como tratamiento previo a la digestión anaerobia.

15

Así por ejemplo, el proceso de hidrólisis térmica se basa en someter a la materia orgánica a elevadas temperaturas y presiones durante periodos de tiempo relativamente largos, normalmente superiores a 30 minutos. Además, aprovechando la elevada presión la masa de materia orgánica caliente puede someterse posteriormente a un proceso de descompresión súbita o proceso flash, para así conseguir el llamado efecto de explosión de vapor, capaz de lograr la rotura de la estructura de los flóculos e incluso de la pared de las células de la materia expandida mejorando su biodegradabilidad.

20

Diferentes procesos comerciales de hidrólisis térmica operan por cargas o por lotes. Para conseguir que el proceso sea cuasi-continuo operan con varios reactores sometidos a ciclos temporizados de carga y descarga. Un ejemplo es el proceso comercial conocido como CAMBI en los círculos especializados del sector, bien establecido a nivel industrial.

25

Con propósitos similares, el documento de patente FR 2820735 describe el uso de dos reactores que operan por cargas y en paralelo; y el documento de patente WO 2011/006854 describe el empleo de tres reactores que operan en modo secuencial para conseguir un comportamiento próximo a flujo continuo.

30

Atendiendo a la operación en continuo, el proceso Porte (Lumb, C. (1951). *Heat treatment as an aid to sludge dewatering- ten years' full-scale operation, Meeting of North Easter Branch, Yorkshire Ouse River Board Offices, Wakefield, Jan. 19th*) aplica a fango digerido en condiciones anaerobias utilizando reactores con inyección directa de vapor y tiene por objeto mejorar la deshidratabilidad de la materia orgánica de partida.

35

Otros documentos de patentes describen sistemas que operan en continuo. En el documento de patente US 5593591 de 1997 se describe un sistema en el que un lodo bombeado a presión es calentado en la propia conducción, antes de ser descomprimido mediante una boquilla y entrar en una cámara de flash. El objetivo del tratamiento es producir un lodo hidrolizado con buenas características de flujo (*free flowing solids*).

40

En el documento de patente US 5785852 de 1998 se describe un proceso y un equipo para el tratamiento de lodos biológicos para mejorar la digestión anaerobia secundaria. El proceso es multi-etapa y combina etapas de calentamiento, descompresión explosiva y aplicación de fuerzas de cizalla. Un "hydroheater" es el sistema que se sugiere como más eficaz de mezcla del vapor y el lodo a tratar. En este sistema, el lodo caliente y a presión se lleva a una cámara de flash que opera a la presión atmosférica. El lodo parcialmente disgregado se lleva a una nueva etapa donde es sometido a fuerzas de cizalla (*shear forces*) para completar el proceso de rotura celular.

45

En el documento de patente EP 1198424 se describe un sistema compuesto por tanques, depósitos o recipientes en los que, en continuo, se efectúan las etapas de precalentamiento, reacción y descompresión. La inyección del vapor de calefacción se realiza mediante dispositivos de mezcla externos a dichos recipientes. El tiempo de residencia de los lodos en el reactor de hidrólisis queda fijado entre 5 y 60 minutos.

50

En el documento de patente ES 2341064 se describe un sistema que opera en continuo y que queda integrado energéticamente dentro de un sistema de producción de energía eléctrica a partir del biogás generado.

55

En el documento de patente US 2011114570 se describe un reactor tubular en el que un sólido biológico se calienta por inyección de vapor y es posteriormente enfriado mediante agua fría para evitar la ebullición súbita en el proceso de descompresión.

60

En el documento de patente WO 2008/115777 se describe el empleo de un precalentador externo que emplea una corriente de vapor para la calefacción de la masa a tratar. La masa ya caliente atraviesa un reactor tubular y es

conducida a una cámara de flash. El vapor que sale de la cámara de flash es condensado y recirculado al tanque de precalentamiento.

5 Todas las técnicas referidas tienen por finalidad lograr la hidrólisis de una masa de alimentación, utilizando tanques o reactores tubulares en las etapas de precalentamiento y de reacción. Los procesos empleados indican que la operación en ambas etapas se realiza con tiempos hidráulicos de residencia elevados. Igualmente la operación con velocidades de flujo bajas conduce a la formación de incrustaciones y depósitos que acortan el tiempo de operación estable de los procesos.

10 Es un objetivo de la invención un procedimiento que mejore la eficacia global del proceso de digestión anaerobia de materia orgánica, introduciendo una operación de pretratamiento por hidrólisis térmica en continuo, que opere con bajos tiempos de residencia, mediante un equipo compacto, estandarizable, fácilmente transportable y de coste inferior al de otras tecnologías comerciales.

15 **Explicación de la invención**

El procedimiento según la invención comprende de forma conocida una etapa de precalentamiento, una etapa posterior de reacción y una etapa más posterior de despresurización.

20 En esencia este procedimiento se caracteriza porque la etapa de precalentamiento comprende la operación de hacer recircular materia orgánica a hidrolizar en un primer circuito de recirculación sometiéndola a unas condiciones de temperatura de entre 70 °C y 140 °C; porque la etapa de reacción comprende la operación de hacer recircular en un segundo circuito de recirculación materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación sometiéndola en el segundo circuito de recirculación a unas condiciones de temperatura de entre 130 °C y 220 °C y de presión de entre 3 bar y 20 bar; y porque la etapa de despresurización comprende la descompresión súbita de materia orgánica extraída en continuo del segundo circuito.

25 Las operaciones de alimentación y extracción de materia orgánica a hidrolizar en el primer circuito; y la operación de alimentación en el segundo circuito de recirculación de la materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación también se realizan en régimen continuo.

30 La tecnología que se reivindica se basa pues en utilizar circuitos cerrados o anillos de recirculación interna, hidráulicamente conectados, con elevada tasa de recirculación en lugar de tanques o reactores tubulares. La hidrodinámica del proceso reduce la formación de incrustaciones y depósitos.

35 Según otra característica de la invención, en la etapa de precalentamiento se inyecta en el primer circuito de recirculación vapor recuperado de la etapa de descompresión.

40 De acuerdo con una forma de realización, la corriente de alimentación de materia orgánica al primer circuito de recirculación se selecciona para que el tiempo de residencia hidráulico en este primer circuito de recirculación sea de 6 s a 30 min y/o la corriente de materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación y alimentada al segundo circuito de recirculación se selecciona para que el tiempo de residencia hidráulico en este segundo circuito de recirculación sea de 6 s a 30 min.

45 Preferentemente, el tiempo de residencia hidráulico en ambos primer y segundo circuitos es de 10 min a 15 min.

En una variante de la invención, la etapa de despresurización se lleva a cabo en una cámara flash a una presión absoluta de entre 0,5 y 1,4 bar.

50 Según otro aspecto de la invención, se da a conocer una instalación para la puesta en práctica del procedimiento según la invención. Dicha instalación comprende dos circuitos de recirculación de materia orgánica a tratar hidráulicamente conectados en serie, medios para la continua alimentación de materia orgánica a uno de los circuitos de recirculación; para el transvase de una fracción de ésta al otro circuito de recirculación que le sigue; y para la extracción de materia orgánica del citado otro circuito de recirculación.

55 Dicha instalación en esencia se caracteriza porque comprende un conducto de alimentación con unos primeros medios de bombeo para el suministro de un caudal de alimentación de materia orgánica a hidrolizar; un primer circuito de recirculación, que desempeña la función de circuito de precalentamiento, conectado al conducto de alimentación y provisto de unos primeros medios de impulsión adecuados para obtener un caudal de recirculación de entre 1 a 25 veces el caudal de alimentación; un conducto de transvase con unos segundos medios de bombeo para el transvase de una fracción del caudal que circula dentro del primer circuito de recirculación a un segundo circuito de recirculación de recirculación, que desempeña la función de circuito de reacción, conectado al conducto de transvase y provisto de unos segundos medios de impulsión adecuados para obtener un caudal de recirculación de entre 1 a 25 veces el caudal de transvase o de alimentación a este segundo circuito de recirculación; un conducto

de extracción con una válvula de presión para la extracción en continuo de una fracción del caudal de recirculación del segundo circuito; y una cámara de expansión, conectada al conducto de extracción.

5 En una variante, la instalación comprende medios para inyectar en el primer circuito de recirculación vapor procedente de la cámara de expansión.

Según una forma de realización de interés, los segundos medios de bombeo son aptos para suministrar un caudal de alimentación al segundo circuito de recirculación con una presión de entre 3 bar y 20 bar.

10 De acuerdo con otra característica de interés, el primer y el segundo circuitos de recirculación están provistos de sistemas de purga de gases no condensables y vapor no condensado.

De acuerdo con otra característica de interés, la instalación comprende medios para inyectar vapor al segundo circuito de recirculación a una temperatura de entre 130 °C a 220 °C.

15 Preferentemente, los primeros medios de bombeo son capaces de suministrar un caudal de alimentación al primer circuito de recirculación cuya relación con la capacidad de dicho primer circuito de recirculación cumpla con la siguiente relación:

$$6s \leq \frac{C1}{Qa} \leq 30 \text{ min}$$

20

siendo C1 el volumen o la capacidad del primer circuito de recirculación, y
Qa el caudal de alimentación.

25 Opcional o simultáneamente, los segundos medios de bombeo son capaces de suministrar un caudal de transvase al segundo circuito de recirculación cuya relación con la capacidad de dicho segundo circuito de recirculación cumpla con la siguiente relación:

$$6s \leq \frac{C2}{Qt} \leq 30 \text{ min}$$

30

siendo C2 el volumen o la capacidad del segundo circuito de recirculación, y
Qt el caudal de transvase o de alimentación al segundo circuito de recirculación.

Breve descripción de las figuras

35

La Fig. 1, es un esquema de una instalación para la puesta en práctica del procedimiento según una variante de la invención.

Explicación de una forma de realización

40

A continuación se describe en mayor detalle el procedimiento según la invención y los medios para su puesta en práctica, haciendo referencia para ello al esquema de la Fig. 1.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una instalación 17 que comprende un conducto de alimentación 1 para el suministro de la materia orgánica que se pretende hidrolizar con una concentración que puede variar entre el 1 y el 30% de sólidos totales.

45

La masa de materia orgánica a tratar es bombeada por unos primeros medios de bombeo 2, formados por una o un grupo de bombas, hasta el primer circuito 3 de recirculación, al que también nos referiremos como circuito de precalentamiento 3, en el que se lleva a cabo una etapa de precalentamiento de la materia orgánica y de recuperación de vapor como se explica más adelante. Los medios de bombeo 2 son aptos para el trasiego de sólidos y deben ser capaces de suministrar de forma constante un caudal de alimentación Qa a la presión requerida por el circuito de precalentamiento 3.

50

El circuito de precalentamiento 3 está construido con tubo de cualquier acero comercial, incluido acero inoxidable o aleaciones poco sensibles a la corrosión. Su volumen ha de ser suficiente para que el tiempo hidráulico de la alimentación pueda variar entre 6 segundos y 30 minutos. La presión de operación del circuito de precalentamiento 3 puede variar entre 1 y 5 bar.

55

En la práctica, el circuito de precalentamiento 3 es un bucle o anillo de recirculación interna, en el que unos primeros medios de impulsión 4, formados por una bomba, son capaces de impulsar un elevado caudal de circulación de la

masa de materia orgánica con el objetivo de garantizar una buena mezcla, acompañada de una correcta condensación del vapor y de la consiguiente homogeneidad de temperatura que se alcanza en tiempos extremadamente cortos. En función de las características reológicas de la masa circulante el caudal de circulación en el circuito de precalentamiento varía entre 1 y 25 veces el caudal de alimentación Q_a . Ventajosamente, la elevada circulación también consigue eliminar los problemas de incrustación y depósito de sólidos reportados por otras tecnologías que operan con velocidades muy bajas.

Repárese en que vapor 15 procedente de la cámara de expansión 14 se introduce en el circuito de precalentamiento 3 mediante un dispositivo interno 5 que favorece su mezcla con el caudal de alimentación Q_a y de recirculación interna. Se contempla que este dispositivo interno 5 sea cualquier solución basada en variaciones de velocidad, boquillas, efecto Venturi, o mezcladores estáticos, cuyo objetivo sea favorecer la mezcla de las corrientes implicadas.

Por otro lado, para que la presión en el circuito de precalentamiento 3 se mantenga, se provee al circuito de precalentamiento 3 de un sistema de purga 6 de gases no condensables y de vapor no condensado. Esta corriente de gases se conduce al sistema de tratamiento correspondiente, que cae fuera de los límites de la invención.

Una fracción de la corriente que en continuo circula por el circuito de precalentamiento 3, cuya temperatura puede variar en función de las condiciones de operación entre 90 y 140 °C, es extraída e impulsada a través de un conducto de transvase 18 y mediante unos segundos medios de bombeo 7 hasta el segundo circuito de recirculación 8, al que también nos referimos como circuito de reacción 8. Los medios de bombeo 7 son aptos para el trasiego de sólidos y han de ser capaces de comunicar presiones de hasta 20 bar. Preferentemente, deben ser capaces de suministrar de forma constante un caudal de transvase Q_t al circuito de reacción 8 a la presión requerida por este circuito de reacción 8.

El circuito de reacción 8 está construido con tubo de cualquier acero comercial, incluido acero inoxidable o aleaciones poco sensibles a la corrosión. Su volumen ha de ser suficiente para que el tiempo hidráulico de la alimentación pueda variar entre 6 segundos y 30 minutos. La presión de operación en el circuito de reacción 8 puede variar entre 3 y 20 bar, lo que conduce a temperaturas de operación que varían entre los 130 y los 220 °C. El circuito de reacción 8, al igual que el circuito de precalentamiento 3, es en realidad un bucle o anillo de recirculación interna en el que unos correspondientes segundos medios de impulsión 9 son capaces de impulsar un elevado caudal de circulación de la masa de materia orgánica con el objetivo de garantizar una buena mezcla, acompañada de una correcta condensación del vapor y de la consiguiente homogeneidad de temperatura que es alcanzada en tiempos extremadamente cortos. En función de las propiedades reológicas de la masa en reacción el caudal de recirculación varía entre 1 y 25 veces el caudal de alimentación, eso es del caudal de transvase Q_t . Ventajosamente, la elevada circulación también consigue en este segundo circuito de recirculación 8 eliminar los problemas de incrustación y depósito de sólidos reportados por otras tecnologías que operan con velocidades significativamente más bajas.

El vapor 10 suministrado al circuito de reacción 8 para mantener la temperatura de reacción deseada se produce en la instalación 17 del ejemplo en una caldera que no es objeto de esta invención. El vapor 10 se introduce en el circuito de reacción 8 mediante otro dispositivo interno 11 que favorece su mezcla con las corrientes de alimentación y recirculación interna. Se prevé que el dispositivo interno 11 sea cualquier solución basada en variaciones de velocidad, boquillas, efecto Venturi, o mezcladores estáticos, cuyo objetivo sea favorecer la mezcla de las corrientes implicadas.

Para que la presión en el circuito de reacción 8 se mantenga, se provee al circuito de reacción 8 de un correspondiente sistema de purga 12 de gases no condensables y de vapor no condensado. Esta corriente de gas se conduce al sistema de tratamiento correspondiente, que cae fuera de los límites de la invención.

Una fracción del caudal circulante sometido a las condiciones de elevada presión y temperatura en el circuito de reacción 8 es extraída de éste, en continuo, y conducida mediante un conducto de extracción 19 y a través de la correspondiente válvula de expansión 13, o de descompresión, hasta la cámara de expansión 14, dimensionada como cámara de flash convencional, en la que por efecto de la súbita descompresión parte del agua que acompaña a los sólidos presentes se vaporiza obteniéndose vapor 15 que es conducido al dispositivo de mezcla 5 del circuito de precalentamiento 3. El sólido hidrolizado 16 abandona el proceso y es conducido al proceso de digestión anaerobia, que no forma parte de la presente invención.

Ejemplo de realización de una puesta en práctica

Se describe a continuación una instalación que opera en continuo y que trata fango secundario procedente de un proceso de fangos activos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas.

ES 2 551 144 T3

El fango secundario empleado es previamente concentrado mediante centrifugación, hasta alcanzar valores comprendidos entre 10 y 20% en sólidos totales. De acuerdo con el diseño de la instalación, el caudal promedio de alimentación Q_a suministrado por los medios de bombeo 2 al circuito de precalentamiento 3 es de $2 \text{ m}^3/\text{h}$.

5 Para garantizar la homogeneidad de la mezcla que circula por el circuito de precalentamiento 3, sus medios de impulsión 4 se comandan para mover un caudal de $20 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo que la relación de recirculación interna es de $20/2 = 10$.

10 Como el circuito de precalentamiento 3 trabaja con nivel constante, de acuerdo con el balance global de materia del procedimiento, la misma cantidad de materia que entra como suma de los caudales de alimentación Q_a y de la corriente de vapor 15, sale del circuito de precalentamiento 3 a través del sistema de purga 6 y del conducto de transvase 18. De acuerdo con la práctica, a efectos del balance global de materia la corriente de gases no condensables y vapor no condensado es despreciable.

15 En las condiciones de operación del presente ejemplo, los sensores de temperatura colocados a lo largo del circuito de precalentamiento 3, no representados en el esquema de Fig. 1, permiten controlar que existe una temperatura constante lo que indica que se alcanza el grado de homogeneidad objetivo.

20 El valor promedio de la temperatura en el circuito de precalentamiento 3 es de $100 \text{ }^\circ\text{C}$, correspondiente a la operación a presión atmosférica de 1 bar. En función del caudal de alimentación Q_a vehiculado por los primeros medios de bombeo 2 el tiempo de residencia en el circuito de precalentamiento 3 deviene de 6 min.

25 Se entiende por tiempo de residencia el tiempo de residencia hidráulico o Tr_h , que se define como la relación entre el volumen del circuito de precalentamiento 3 y el caudal de alimentación Q_a . Es decir, es el tiempo promedio que una masa de sólido que ingresa en el circuito de precalentamiento 3 se demora en salir de él, luego en ser transvasado al circuito de reacción 8.

30 En el presente ejemplo, siendo $Tr_h = C1/Q_a$ donde $C1$ es el volumen o la capacidad del primer circuito de recirculación 3 y Q_a el caudal de alimentación, el valor de Tr_h es de 6 minutos.

Del circuito de precalentamiento 3 es extraído en continuo un caudal de transvase Q_t que es alimentado al circuito de reacción 8 mediante los medios de bombeo 7, capaces de incrementar la presión hasta 8 bar.

35 De forma similar al circuito de precalentamiento 3, los medios de impulsión 9 del circuito de reacción 8 se comandan para vehicular un caudal diez veces superior al caudal Q_t de transvase o entrada efectiva al citado circuito de reacción 8, de forma que la relación de recirculación interna es igual a diez -10-, garantizado una homogeneidad de la masa circulante que puede controlarse mediante sensores de temperatura colocados a lo largo del circuito de reacción 8.

40 Como el circuito de reacción 8 trabaja con nivel constante, de acuerdo con el balance global de materia del procedimiento, la misma cantidad de materia que entra en el circuito de reacción 8, eso es la suma del caudal de transvase Q_t y la corriente de vapor 10, sale del citado circuito de reacción 8 a través del sistema de purga 12 y del conducto de extracción 19. De acuerdo con la práctica, a efectos del balance global de materia la corriente de gases no condensables y vapor no condensado es despreciable, por lo que a través de la válvula de expansión 13 circula la suma del caudal de transvase Q_t que procede de la etapa de precalentamiento y del vapor condensado en el circuito de reacción 8 de la corriente de vapor 10. Con el caudal de transvase Q_t impulsado por los medios de bombeo 7 el tiempo hidráulico de residencia en el circuito de reacción 8 deviene de 10 minutos.

50 Luego en el presente ejemplo, siendo $Tr_h = C2/Q_t$ donde $C2$ es el volumen o la capacidad del segundo circuito de recirculación 8 y Q_t el caudal de transvase o de alimentación del segundo circuito de recirculación, el valor de Tr_h es de 10 minutos.

55 En el ejemplo, la cámara de expansión 14 opera a presión atmosférica y la corriente de fango hidrolizado 16 abandona el sistema a $100 \text{ }^\circ\text{C}$, al igual que la corriente de vapor 15 que se conduce al circuito de precalentamiento 3.

60 La eficacia del procedimiento queda demostrada al comprobar en una instalación de digestión anaerobia que el lodo secundario, así hidrolizado térmicamente, tiene una productividad de biogás un 50% superior a la del lodo secundario fresco.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento que opera en continuo para la hidrólisis térmica de materia orgánica, que comprende una etapa de precalentamiento, una etapa posterior de reacción y una etapa más posterior de despresurización, **caracterizado porque** la etapa de precalentamiento comprende la operación de hacer recircular materia orgánica a hidrolizar en un primer circuito de recirculación sometiéndola a unas condiciones de temperatura de entre 70 °C y 140 °C; **porque** la etapa de reacción comprende la operación de hacer recircular en un segundo circuito de recirculación materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación sometiéndola en el segundo circuito de recirculación a unas condiciones de temperatura de entre 130 °C y 220 °C y de presión de entre 3 bar y 20 bar; y **porque** la etapa de despresurización comprende la descompresión súbita de materia orgánica extraída en continuo del segundo circuito de recirculación.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** las operaciones de alimentación y extracción de materia orgánica a hidrolizar en el primer circuito de recirculación; y la operación de alimentación en el segundo circuito de recirculación de la materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación se realizan en régimen continuo.
- 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** en la etapa de precalentamiento se inyecta en el primer circuito de recirculación vapor recuperado de la etapa de descompresión.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la corriente de alimentación de materia orgánica al primer circuito de recirculación se selecciona para que el tiempo de residencia hidráulico sea de 6 segundos a 30 minutos.
- 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la corriente de materia orgánica extraída del primer circuito de recirculación y alimentada al segundo circuito de recirculación se selecciona para que el tiempo de residencia hidráulico en este segundo circuito de recirculación sea de 6 segundos a 30 minutos.
- 6.- Procedimiento según las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado porque** el tiempo de residencia hidráulico en el primer y segundo circuitos es de 5 min a 15 min.
- 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la etapa de despresurización se lleva a cabo en una cámara flash que opera a una presión absoluta de entre 0,5 y 1,4 bar.
- 8.- Instalación (17) para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende un primer y un segundo circuitos de recirculación (3, 8) de materia orgánica a tratar conectados en serie, medios para la continua alimentación (2) de materia orgánica al primer circuito de recirculación (3); para el transvase (7) de materia orgánica de este primer circuito de recirculación al segundo circuito de recirculación (8) que le sigue; y para la extracción (19) de materia orgánica del segundo circuito de recirculación.
- 9.- Instalación (17) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** comprende
- un conducto de alimentación (1) con unos primeros medios de bombeo (2) para el suministro de un caudal de alimentación Q_a de materia orgánica a hidrolizar;
 - un primer circuito de recirculación (3), que actúa como un circuito de precalentamiento, conectado al conducto de alimentación y provisto de unos primeros medios de impulsión (4) adecuados para obtener un caudal de recirculación de entre 1 a 25 veces el caudal de alimentación Q_a ;
 - un conducto de transvase (18) con unos segundos medios de bombeo (7) para el transvase de una fracción del caudal de recirculación del primer circuito de recirculación a
 - un segundo circuito de recirculación (8), que actúa como un circuito de reacción, conectado al conducto de transvase y provisto de unos segundos medios de impulsión (9) adecuados para obtener un caudal de recirculación de entre 1 a 25 veces el caudal de transvase Q_t o de alimentación a este segundo circuito de recirculación;
 - un conducto de extracción (19) con una válvula de expansión (13) para la extracción en continuo de una fracción del caudal de recirculación del segundo circuito de recirculación; y
 - una cámara de expansión (14), conectada al conducto de extracción.
- 10.- Instalación (17) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** comprende medios para inyectar en el primer circuito de recirculación (3) vapor (15) procedente de la cámara de expansión (14).
- 11.- Instalación (17) según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada porque** los segundos medios de bombeo (9) son aptos para suministrar un caudal de alimentación al segundo circuito de recirculación con una presión de entre 3 bar y 20 bar.

12.- Instalación (17) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizada porque** el primer y el segundo circuitos de recirculación (3; 8) están provistos de sistemas de purga (6, 12) de gases no condensables y vapor no condensado.

5 13.- Instalación (17) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizada porque** comprende medios para inyectar vapor (10) al segundo circuito de recirculación (8) a una temperatura de entre 130 °C a 220 °C.

10 14.- Instalación (17) según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizada porque** los primeros medios de bombeo (2) son capaces de suministrar un caudal de alimentación Q_a al primer circuito de recirculación (3) cuya relación con la capacidad de dicho primer circuito de recirculación cumpla con la siguiente relación:

$$6s \leq \frac{C1}{Q_a} \leq 30 \text{ min} ,$$

15 siendo C1 el volumen o la capacidad del primer circuito de recirculación, y
Qa el caudal de alimentación

20 15.- Instalación (17) según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizada porque** los segundos medios de bombeo (7) son capaces de suministrar un caudal de transvase Q_t al segundo circuito de recirculación (8) cuya relación con la capacidad de dicho segundo circuito de recirculación cumpla con la siguiente relación:

$$6s \leq \frac{C2}{Q_t} \leq 30 \text{ min} ,$$

siendo C2 el volumen o la capacidad del segundo circuito de recirculación, y
Qt el caudal de transvase o de alimentación al segundo circuito de recirculación.

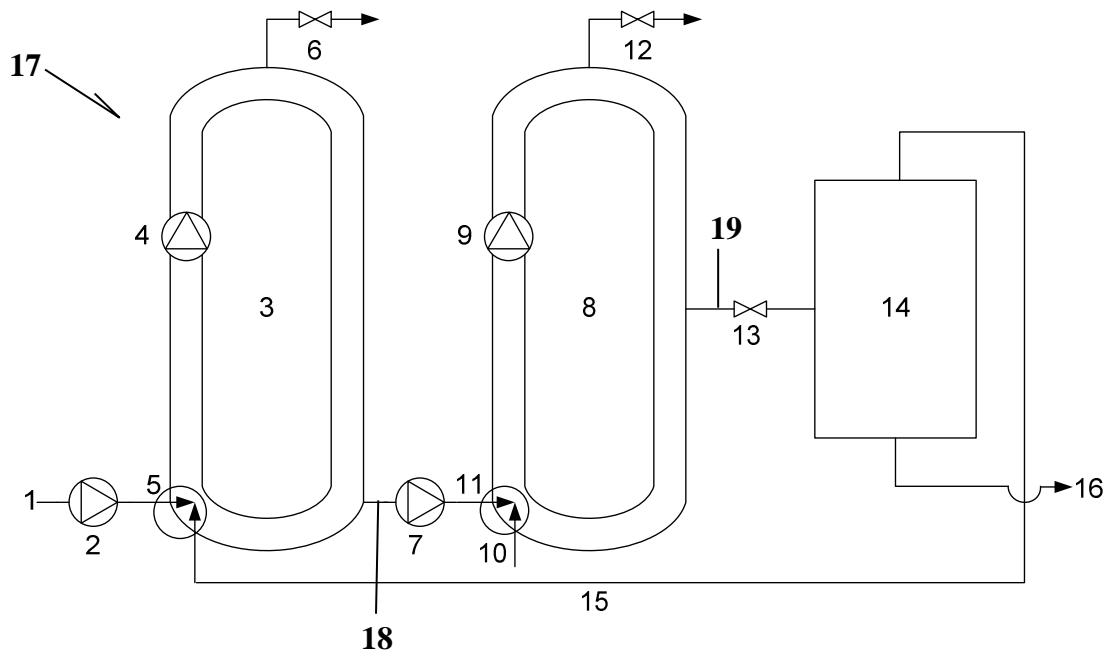


Fig. 1