

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 783 280**

51 Int. Cl.:

**C02F 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2015 PCT/EP2015/075267**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16066809**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2015 E 15788018 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3212582**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la hidrólisis térmica de lodos**

30 Prioridad:

**31.10.2014 FR 1460500**

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

**17.09.2020**

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES  
SUPPORT (100.0%)**

**L'Aquarène, 1 Place Montgolfier  
94417 Saint-Maurice Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**CHAUZY, JULIEN;  
DJAFER, MALIK y  
CRAMPON, CÉDRIC**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 783 280 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 e instalación para la hidrólisis térmica de lodos

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo del tratamiento de los efluentes constituidos de, o fuertemente cargados de, materias orgánicas fermentables y especialmente el de los lodos procedentes de los procesos de descontaminación de las aguas residuales urbanas o industriales. Estos efluentes se designan, a continuación, de manera general mediante el término "lodos".

Técnica anterior

Actualmente, una parte de los lodos producidos por las plantas de tratamiento se aprovecha en el campo agrícola y otra parte se incinera o se trata de otras maneras. Sin embargo, estos lodos deben cada vez más someterse a un tratamiento en industrias específicas.

Al ser cada vez más importante la producción de estos lodos, es, en efecto, necesario que estos no presenten peligro para el medioambiente y la salud humana. De hecho, estos lodos contienen unos gérmenes, de los cuales algunos son patógenos (bacterias coliformes, salmonelas, huevos de helminto, etc.). Además, son muy fermentables y son el origen de la producción de gases (aminas, sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, etc.) que generan molestias olfativas. Estas consideraciones explican la necesidad de aplicar, en las industrias de tratamiento indicadas anteriormente, al menos una etapa de estabilización de estos lodos que tiene como objetivo obtener unos lodos que ya no evolucionan, o al menos, que evolucionan lentamente, tanto en el plano biológico como en el plano fisicoquímico.

Una preocupación importante reside en la voluntad de reducir el volumen de estos lodos, y/o aprovechar los lodos en forma de biogás.

Entre los procedimientos propuestos en el estado de la técnica para tratar estos lodos, la hidrólisis térmica se considera como un procedimiento particularmente interesante.

La hidrólisis térmica de los lodos consiste en tratar estos a una temperatura elevada y bajo presión, a fin de higienizarlos (es decir, para disminuir en gran medida su contenido en microorganismos, especialmente patógenos), para solubilizar una parte importante de las materias particulares y para transformar la materia orgánica que contienen en materia soluble fácilmente biodegradable (en ácidos grasos volátiles por ejemplo).

Tal hidrólisis térmica de los lodos podrá establecerse aguas arriba o aguas abajo de una etapa de digestión anaeróbica. Cuando la hidrólisis térmica se establezca aguas abajo, ésta se denominará frecuentemente, según el término del experto en la técnica, "carbonización hidrotermal".

Se ha propuesto una técnica de hidrólisis de lodos particularmente eficaz, descrita en el documento FR2820735. Esta técnica consiste en utilizar al menos dos reactores que funcionan en paralelo, en cada uno de los cuales los lotes de lodos se someten a un ciclo completo de hidrólisis térmica.

Cada uno de los ciclos de hidrólisis térmica realizado en un reactor comprende las etapas que consisten en alimentar los lodos a tratar en el reactor, en inyectar vapor de recuperación ("vapor de flash") para recuperar calor en los lodos, en inyectar vapor vivo en él para llevarlo a una presión P y a una temperatura T que permite la hidrólisis, mantenerlos a esta presión P y a esta temperatura T durante un cierto tiempo, llevar los lodos a una presión próxima a la presión atmosférica liberando vapor de flash, que se recicla para precalentar los lodos a tratar del reactor en paralelo, y drenar el reactor de los lodos así hidrolizados.

Según esta técnica, está previsto que el ciclo se desplace en el tiempo de un reactor al otro para utilizar el vapor de flash producido a partir de un reactor para inyectarlo en el otro reactor. Tal realización permite aprovecharse del vapor de flash producido en uno de los reactores para alimentar de vapor el otro reactor.

Esta técnica utiliza una alimentación con lodos a tratar y un vaciado de los lodos que puede ser continuo, y una hidrólisis térmica por lotes de lodos ("batch") con la ayuda de varios reactores de hidrólisis térmica.

Tal procedimiento puede realizarse en instalaciones simples, efectuándose las etapas de llenado, hidrólisis, despresurización y vaciado en el mismo reactor. Permite así minimizar la velocidad de ensuciamiento de estas instalaciones, minimizar los olores en ausencia del paso de los lodos de un reactor al otro, y reducir las necesidades de vapor vivo.

Sin embargo, según esta técnica, la inyección de vapor de flash se efectúa a través de un inyector de vapor en el lecho de los lodos del reactor. Tal configuración conduce a unas pérdidas de cargas importantes, por un lado debidas a la configuración del inyector de vapor y, por otro lado, debidas a la altura de los lodos en el reactor por encima del

inyector. Esas pérdidas de carga deben compensarse por la utilización de vapor de flash a presión más alta para obtener una buena transferencia de energía en los lodos.

Finalmente, tal procedimiento conduce a la necesidad de utilizar unos volúmenes de reactores importantes.

5 El documento US 2012/111515A1 describe una instalación de tratamiento de lodos por hidrólisis térmica que comprende tres reactores de hidrólisis térmica, que funciona de manera desfasada y en la que se inyecta vapor de recuperación de forma alterna en cada uno de los reactores de la hidrólisis térmica.

10 Se ha propuesto también, en el documento EP1198424, un procedimiento de tratamiento continuo de lodos en el que se bombean unos lodos ya precalentados, después se precalientan de nuevo en un reactor de precalentamiento antes de bombearse de nuevo hacia un reactor de hidrólisis térmica, y después se transfieren en un depósito de despresurización que produce vapor de flash.

15 En tal procedimiento, el calor de los lodos hidrolizados se utiliza, gracias a un intercambiador de calor, para precalentar los lodos, antes de inyectar en estos el vapor de flash que proviene de la cuba de despresurización y transferirlos a un reactor de precalentamiento.

20 Tal técnica presenta el inconveniente de utilizar, además de un intercambiador de calor, tres reactores, a saber un reactor de precalentamiento, un reactor de hidrólisis térmica y un reactor de despresurización. Las instalaciones correspondientes son, por lo tanto, complejas y voluminosas. El tiempo de tratamiento de los lodos es además relativamente largo, debiendo los lodos transitar sucesivamente en tres reactores con, en cada uno de ellos, un tiempo de retención que puede ser largo.

25 Cabe señalar también que dicha técnica necesita la utilización de una bomba de recirculación de los lodos hidrolizados desde el reactor de despresurización hacia el intercambiador de calor, así como una bomba intermedia para el transporte de los lodos del reactor de precalentamiento hacia el reactor de hidrólisis térmica.

30 El documento FR3003558A1 describe un procedimiento de hidrólisis térmica de lodos en continuo en el que se inyecta vapor en los lodos gracias a un inyector mezclador dinámico.

35 Sea cual sea el procedimiento de hidrólisis térmico utilizado, la principal unidad de coste/gasto está relacionada con la cantidad de vapor inyectada en los lodos. A nivel del dimensionamiento, esto influye sobre el tamaño de las instalaciones de producción de vapor utilizadas a este efecto (caldera, generador de vapor, recuperador de vapor, tubería, etc.). A nivel de explotación, esto influye sobre el consumo de combustible para generar vapor. Es por lo tanto importante reducir lo máximo posible la cantidad de vapor utilizada para tratar los lodos.

40 La cantidad de vapor a inyectar en un lodo con el fin de llevar este a la temperatura deseada para proceder a su hidrólisis térmica está relacionada con su concentración en materias secas. Los lodos están, en efecto, constituidos de una mezcla de materias secas y de agua. Durante el calentamiento de los lodos, es por lo tanto necesario aumentar la temperatura al mismo tiempo de las materias secas y del agua. Resulta que cuanto menos importante sea la concentración del lodo, es decir cuanto menos importante sea su sequedad, más importante será el volumen de lodo a calentar, y por lo tanto más importante será la cantidad de vapor vivo necesario para calentarlo. Esto genera un aumento del consumo de vapor vivo, y, en consecuencia, un aumento del consumo de combustible (biogás, fuel, gas natural, etc.) utilizado para producir este vapor vivo. Además, el riesgo de imitación de olores a cualquier nivel de la industria de tratamiento de los lodos es tanto más importante cuando el volumen de lodos hidrolizados es elevado. Conviene por lo tanto tratar unos lodos los más concentrados posible, es decir que tengan una sequedad importante, a fin de limitar el consumo de vapor y reducir la producción de lodos hidrolizados y, en consecuencia, las imitaciones de olores. La transferencia del vapor a un lodo altamente concentrado plantea, no obstante, un problema. En efecto, se ha constatado especialmente en los procedimientos existentes que la transferencia del vapor a los lodos altamente concentrados no era óptima. Este problema de transferencia de vapor se encuentra especialmente durante la inyección de vapor flash en los lodos a tratar, al principio de la hidrólisis térmica. Esto puede explicarse por el hecho de que la transferencia de vapor en los lodos está relacionada con su concentración, siendo la transferencia tanto más débil cuando la concentración de los lodos es importante. La concentración de los lodos a tratar no debe, por lo tanto, ser demasiado elevada para no dificultar la transferencia de vapor, especialmente la del vapor flash. Finalmente, la optimización de la hidrólisis térmica de los lodos en términos de reducción del consumo de vapor supone tomar en consideración los dos factores antagónicos siguientes:

60 - cuanto más concentrado esté el lodo, más reducido será el volumen a tratar (más reducidos serán los riesgos de emanaciones de olores) y más reducida será la cantidad de vapor a inyectar para calentar estos lodos,

65 - pero, cuanto más concentrado sea el lodo, más difícil será efectuar la transferencia de vapor y, por lo tanto, utilizar una reducida cantidad de vapor: es, por lo tanto, un límite constatado en los procedimientos de la técnica anterior, según las cuales los lodos no se concentran más allá de un cierto valor, con el riesgo de tener una mala transferencia y un consumo demasiado elevado de vapor.

A fin de limitar el consumo de vapor y mejorar al mismo tiempo la eficacia de la hidrólisis térmica de los lodos, especialmente los que tienen una sequedad elevada, se ha propuesto otro procedimiento de hidrólisis térmica descrito en el documento FR2990429. Tal procedimiento se lleva a cabo en al menos dos reactores que funcionan en paralelo, en cada uno de los cuales los lodos se someten a un ciclo completo de hidrólisis térmica, desplazándose dicho ciclo en el tiempo de un reactor a otro para utilizar el vapor de flash producido a partir de un reactor para inyectarlo en el otro reactor. El procedimiento comprende una etapa que consiste en extraer una parte de los lodos contenidos en un reactor de hidrólisis térmica y después en reintroducirlos en este reactor, es decir que consiste en recircular una parte del contenido de un reactor de hidrólisis térmica en sí mismo. Esto permite mejorar la transferencia del vapor en los lodos.

Sin embargo, tal procedimiento no es del todo satisfactorio. En efecto, conduce a prolongar las duraciones de los ciclos y, por lo tanto, a aumentar el tamaño de las instalaciones utilizadas. Además, conduce a introducir vapor de flash en lodos no precalentados, lo que no favorece la transferencia térmica del vapor hacia los lodos. En la práctica, es necesario mantener en cada reactor de hidrólisis térmica un "montón" de lodos calientes que representa aproximadamente el 10% del volumen del reactor y limitar el llenado de estos reactores. En caliente, los reactores no pueden llenarse más allá del 70% de su capacidad volúmica. Finalmente, la sequedad de los lodos que pueden tratarse por este procedimiento sigue estando, en la práctica, limitada a del 16% al 18% de materias secas.

Otros procedimientos de la técnica anterior utilizan un reactor de precalentamiento de los lodos aguas arriba del reactor de hidrólisis térmica. Sin embargo, estos procedimientos tienen unos inyectores de vapor de flash en la parte baja del reactor de precalentamiento, unos medios de homogeneización tal como una bomba de recirculación, y unos medios de suministro de los lodos precalentados en el reactor de hidrólisis térmica. El tiempo de retención de los lodos precalentados en este reactor de precalentamiento necesita un volumen de reactor de precalentamiento importante.

#### Objetivos de la invención

La invención tiene por objetivo paliar al menos algunos de los inconvenientes de la técnica citada anteriormente.

Especialmente, un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento de hidrólisis térmica de lodos que permite, en al menos un modo de realización, con respecto a los procedimientos de la técnica anterior, mejorar la transferencia de energía aportada por el vapor de flash y el vapor vivo a los lodos, y así mejorar la hidrólisis térmica de estos.

Otro objetivo de la presente invención es describir tal procedimiento que permite mejorar esta transferencia de energía a unos lodos no precalentados.

También otro objetivo de la invención es proponer tal procedimiento que permite, en al menos algunos modos de realización, mejorar tal transferencia de energía a unos lodos que presentan una sequedad elevada, en la práctica que pueden presentar una sequedad que va hasta el 40%.

También un objetivo de la presente invención es proponer tal procedimiento que permite disminuir el consumo de vapor vivo.

También un objetivo de la presente invención es reducir la temperatura de los lodos en la salida de la cuba de recuperación de dichos lodos.

También un objetivo de la invención es proponer un procedimiento que permite prescindir de cualquier etapa de precalentamiento utilizando un intercambiador de calor y/o un reactor de precalentamiento aguas arriba de los reactores de hidrólisis.

También otro objetivo de la invención es describir una instalación para la realización de tal procedimiento que, a capacidades de tratamiento iguales, es menos voluminosa que las instalaciones utilizadas para la realización de los procedimientos de la técnica anterior.

Especialmente, un objetivo de la presente invención es describir tal instalación que no utiliza ningún depósito de precalentamiento.

Asimismo, un objetivo de la presente invención es describir tal instalación que no necesita la utilización de intercambiador de calor para precalentar los lodos.

Asimismo, un objetivo de la invención es proponer tal instalación que no necesita el bombeo de los lodos después de su entrada en la instalación.

#### Exposición de la invención

Estos objetivos, así como otros que aparecerán a continuación, se alcanzan gracias a la invención, que se refiere a

un procedimiento de hidrólisis térmica de lodos que contiene materia orgánica que utiliza un grupo de reactores de hidrólisis térmica según la reivindicación 1.

5 Según la invención, los términos “mezclador dinámico” se refieren a cualquier mezclador constituido de una cámara, preferiblemente cilíndrica, que recibe de forma continua dichos lodos, de medios de suministro de vapor directamente en dicha cámara y de medios que permiten provocar una agitación vigorosa, gracias a medios mecánicos motorizados, de las diferentes fases que entran en esta cámara. La agitación es suficientemente fuerte para permitir la obtención de una mezcla esencialmente monofásica de lodos y de vapor. En la práctica, tales medios están constituidos de palas montadas sobre un eje de rotación movido por un rotor que gira a una velocidad superior a 500 rpm, preferiblemente 10 entre 1000 rpm y 2000 rpm. Cabe señalar que tales medios mecánicos de agitación no están destinados a empujar la materia dentro de la cámara, sino solamente agitarla. Así, cuando incluyen palas, estas son conformadas, según los conocimientos del experto en la técnica, para que su puesta en movimiento no provoque el avance de la materia dentro la cámara. Tal mezclador dinámico no genera ninguna pérdida de carga. No se trata de un depósito, ya que la cámara presenta un volumen reducido de algunos litros, siendo el tiempo de estancia de los lodos dentro esta cámara de sólo 15 algunos segundos y no reteniéndose, por lo tanto, los lodos en esta.

Así, según la invención, la utilización de tal mezclador dinámico durante la etapa a) de suministro de los lodos dentro de los reactores de hidrólisis, permite favorecer la transferencia de energía del vapor vivo en los lodos durante la etapa b) y, si fuese necesario, de la etapa c) del procedimiento. En efecto, la desestructuración de los lodos gracias al mezclador dinámico permite homogeneizarlos y disminuir su viscosidad. Así, la transferencia de energía se lleva a cabo más fácilmente. Por esta causa, es posible prescindir de cualquier etapa de precalentamiento que utiliza un intercambiador de calor y/o un reactor de precalentamiento aguas arriba de los reactores de hidrólisis.

20 El procedimiento según la invención abre, por lo tanto, la posibilidad de tratar unos lodos que presentan una sequedad elevada. En la práctica, los lodos a tratar podrán presentar una sequedad comprendida entre el 10% y el 40% en peso de materias secas, ventajosamente comprendida entre el 15% y el 35% en peso de materias secas. Para llegar a tales porcentajes, los lodos a tratar podrán diluirse previamente un poco.

30 El procedimiento según la invención permite prescindir de las pérdidas de carga que resultan de la utilización de inyectores de vapor en los reactores y las cubas de precalentamiento de la técnica anterior y de la altura de lodos por encima de estos inyectores. Así, es posible, con el procedimiento según la invención, la utilización de un vapor de menor presión y así recuperar más vapor flash.

35 El procedimiento según la invención se podrá realizar especialmente aguas arriba de una etapa de digestión anaeróbica de los lodos o aguas abajo de tal etapa para higienizar los lodos, reducir el volumen final de los lodos y aumentar el volumen de biogás producido durante la etapa de digestión (como ya se ha indicado anteriormente, cuando el procedimiento según la invención se establezca aguas abajo de una etapa de digestión, éste podrá calificarse de carbonización hidrotermal).

40 Preferiblemente, el procedimiento incluye una evacuación de los gases incondensables de dicho reactor de hidrólisis térmica durante dichas etapas a) o d).

Según una variante, la etapa a) se realiza colocando dicho reactor de hidrólisis en depresión para facilitar la evacuación de los gases incondensables.

45 También según una variante, la duración de la etapa a) está preferiblemente comprendida entre 5 y 30 minutos.

También según una variante, el tiempo de duración de la etapa b) está preferiblemente comprendido entre 5 y 30 minutos.

50 También según una variante, el tiempo de duración de la etapa c) está preferiblemente comprendido entre 5 y 120 minutos.

También según una variante, el tiempo de la duración de la etapa d) está preferiblemente comprendido entre 5 y 30 minutos.

Cada sucesión de ciclos podrá comprender un tiempo de pausa entre cada ciclo. Este tiempo de pausa tiene lugar ventajosamente al final de la etapa d) de vaciado y de despresurización.

60 Ventajosamente, la duración de cada ciclo está preferiblemente comprendida entre 20 y 210 minutos.

También ventajosamente, durante la etapa c) de hidrólisis térmica, la temperatura de dicho lote de lodos está comprendida entre 120°C y 200°C, de manera más preferida entre 140°C y 180°C.

65 También preferiblemente, durante la etapa c) de hidrólisis térmica, la presión en el interior del reactor de hidrólisis térmica está comprendida entre 2 y 16 bares a, de manera aún más preferida entre 3,5 y 10 bares a.

También preferiblemente, la presión en el interior de la cuba de recuperación se mantiene entre 1,1 y 3 bares a.

5 Preferiblemente, dicha etapa a) se realiza de manera tal que, durante la etapa c), el reactor de hidrólisis térmica se llene entre el 70% y el 95% de su capacidad volúmica total.

La invención se refiere también a una instalación de tratamiento de lodos para la realización del procedimiento descrito anteriormente según la reivindicación 15.

10 Según un modo de realización particularmente interesante, dicho rotor de palas gira preferiblemente a una velocidad comprendida entre 1000 rpm y 2000 rpm.

15 También ventajosamente, dichos reactores de hidrólisis térmica están conectados a dicho al menos un mezclador dinámico mediante unas canalizaciones que desembocan en la parte superior de dichos reactores de hidrólisis térmica.

Ventajosamente, dichos medios de suministro de vapor vivo en dichos reactores de hidrólisis térmica incluyen unas canalizaciones que desembocan en la parte inferior de dichos reactores de hidrólisis térmica.

20 Preferiblemente, dichos reactores de hidrólisis térmica están provistos de medios de evacuación de los gases incondensables.

Lista de las figuras

25 La invención, así como las diferentes ventajas que presenta, se entenderán más fácilmente gracias a la descripción siguiente de un modo de realización de la instalación y de dos variantes de realización de un procedimiento según esta, dadas a título de ejemplos no limitativos, en referencia a las figuras, en las que:

30 - la figura 1 representa, de manera esquemática, un modo de realización de una instalación según la presente invención, que incluye cuatro reactores de hidrólisis térmica;

- la figura 2 representa un sinóptico de realización de la instalación de la figura 1 gracias a un ejemplo de procedimiento según la invención;

35 - la figura 3 representa un sinóptico de realización de la instalación de la figura 1 gracias a otro ejemplo de procedimiento según la invención;

- la figura 4 es un gráfico que ilustra el resultado de ensayos comparativos obtenidos gracias a la invención, por un lado, y a la técnica anterior tal como se describe en el documento FR2820735, por otro lado.

40 Descripción de modos de realización de la invención

Instalación

45 En referencia a la figura 1, el modo de realización de la instalación según la invención aquí descrito comprende un grupo de cuatro reactores de hidrólisis térmica. Cabe señalar no obstante que, en otros modos de realización, el número de reactores de hidrólisis térmica, que será siempre de al menos 2, podrá ser diferente de 4. En la práctica, el número de reactores de hidrólisis térmica estará preferiblemente comprendido entre 2 y 6.

50 La instalación representada comprende una canalización 1 de suministro de los lodos a tratar en un mezclador dinámico 3. Para este fin, se proporciona una bomba 2 sobre la canalización 1. Estos lodos no se precalientan.

El mezclador dinámico 3 comprende una cámara esencialmente cilíndrica 31 en el interior de la cual se proporciona un rotor de palas 32. Una entrada 4 de vapor de recuperación equipa también este mezclador dinámico.

55 La instalación comprende, por otro lado, 4 reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. Estos reactores de hidrólisis térmica son idénticos y presentan, por lo tanto, cada uno la misma capacidad volúmica. Están provistos cada uno, en su parte superior, de medios de evacuación 101, 102, 103, 104 destinados a evacuar los gases incondensables procedentes de los lodos hidrolizados que tratan.

60 La instalación comprende, por otro lado, una cuba 13 de recuperación de lodos hidrolizados que provienen de los reactores 71, 72, 73, 74. Esta cuba 13 es una cuba cerrada, provista en su parte superior de una canalización 14 unida a la entrada de vapor de recuperación que equipa el mezclador dinámico 3.

Finalmente, la instalación comprende unos medios 15 de evacuación de la cuba 13 de los lodos tratados hidrolizados.

65 Cabe señalar que, en la instalación aquí descrita, se utiliza un solo mezclador dinámico 3 para prestar servicio a los

cuatro reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. Unos medios específicos están incluidos en la instalación para permitir poner en comunicación fluidica este mezclador dinámico 3 común alternativamente con cada uno de estos reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. Estos medios incluyen una canalización 5 de la cual un extremo está conectado al mezclador dinámico 3 y cuyo otro extremo está conectado a unas ramificaciones de canalización 51, 52, 53, 54, que prestan servicio respectivamente a los reactores de hidrólisis 71, 72, 73, 74. En cada una de estas ramificaciones de canalización 51, 52, 53, 54 está prevista una válvula 61, 62, 63, 64 respectivamente.

Los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74 están, por otro lado, provistos de medios 8 de suministro de vapor vivo en su parte inferior. Este vapor vivo se produce a partir de una caldera (no representada). Estos medios de suministro de vapor vivo a los reactores de hidrólisis térmica incluyen una canalización 8, de la cual un extremo está conectado a la caldera y cuyo otro extremo está conectado a cuatro ramificaciones de canalización 81, 82, 83, 84 que dan servicio, respectivamente, a los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. Cada una de estas ramificaciones de canalización 81, 82, 83, 84 está equipada de una válvula 91, 92, 93, 94, respectivamente. Estos medios permiten alimentar alternativamente con vapor vivo cada uno de los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. La canalización 8 comprende una derivación 8a para suministrar vapor vivo al mezclador dinámico 3 durante la puesta en marcha de la instalación, cuando todavía no hay vapor de recuperación disponible. La cuba 13 está provista, por su parte, de una entrada de agua 13a para impedir la emisión de vapor de flash durante la desconexión de la instalación.

La cuba 13 está conectada a los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74 por unos medios para poner en comunicación fluidica esta cuba 13 alternativamente con cada uno de los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74. Estos medios para poner en comunicación fluidica incluyen una canalización 11 que desemboca en uno de estos extremos en la parte superior de la cuba de recuperación 13 y que está conectada, por otro lado, a los reactores de hidrólisis térmica 71, 72, 73, 74 por unas ramificaciones de canalización 111, 112, 113, 114, respectivamente, situadas en la parte inferior de cada reactor. Cada una de estas ramificaciones de canalización 111, 112, 113, 114 está equipada de una válvula 121, 122, 123, 124 respectivamente.

#### Primer ejemplo de realización del procedimiento

Se describirá ahora el funcionamiento de la instalación representada en la figura 1 para la realización de este ejemplo de procedimiento según la invención.

En aras de la claridad de esta descripción, se describirá primero este funcionamiento describiendo un ciclo de tratamiento que utiliza uno de los reactores de la instalación.

Según dicho ciclo, se suministra un lote de lodos durante una etapa a), denominada de llenado, en ausencia de cualquier precalentamiento realizado por un intercambiador de calor y/o una cuba de precalentamiento, en el reactor de hidrólisis térmica 71. Para ello, las válvulas 62, 63, 64 que equipan las ramificaciones de canalización 52, 53, 54 que dan servicio a los reactores de hidrólisis térmica 72, 73, 74, respectivamente, están cerradas mientras que la válvula 61 que equipa la ramificación de canalización 51 que da servicio al reactor 71 está abierta.

Este lote de lodos se bombea gracias a la bomba 2 por la canalización 1. Éste transita en el mezclador dinámico 3 donde experimenta una mezcla íntima con vapor de recuperación aportado en el mezclador dinámico 3 a través la entrada 4 de vapor de recuperación de la cual está provisto este. Este paso de los lodos en el mezclador dinámico permite desestructurarlos, lo que conduce a una disminución de su viscosidad y homogeneizarlos. Así, se favorece la recuperación del calor de los lodos hidrolizados.

Durante esta etapa a), denominada etapa de llenado, el reactor de hidrólisis térmica 71 se llena de tal manera que durante la etapa c) el reactor de hidrólisis térmica se llene entre el 70% y el 95% de su capacidad volúmica total. El volumen del interior del reactor no ocupado por los lodos está ocupado por un cielo gaseoso que contiene, entre otros, unos gases incondensables que se evacúan por la canalización 101 prevista en la parte superior del reactor durante la etapa a).

Cabe señalar que, para facilitar la evacuación de estos gases incondensables durante la etapa a), se podrá prever proporcionar a las canalizaciones 101 de medios de aspiración que permiten colocar en ligera depresión el contenido del reactor.

En el presente ejemplo, esta etapa a) dura veinte minutos.

Al final de esta, la válvula 61 que equipa la ramificación de canalización 51 que suministra la mezcla de lodos y de vapor al reactor 71 está cerrada.

Gracias a la invención, según la cual la viscosidad de los lodos se ha disminuido y su homogeneidad se ha mejorado gracias a su paso por el mezclador dinámico 3, se optimiza la transferencia de energía del vapor de recuperación en los lodos que transitan por el mezclador dinámico. Se optimiza por lo tanto la recuperación de energía.

5 Durante una etapa b), se suministra vapor vivo (vapor de agua) producido por la caldera mediante la canalización 8 y se distribuye al reactor 71 mediante la ramificación de canalización 81. Esta inyección de vapor vivo se efectúa en la parte inferior del reactor a fin de favorecer su difusión y su condensación en los lodos. Con este objetivo, la válvula 91 que equipa esta ramificación de canalización 81 está abierta, mientras que las válvulas 92, 93, 94 que equipan las ramificaciones de canalización 82, 83, 84, respectivamente, están cerradas. Esta inyección de vapor dentro del reactor 71 conduce a aumentar la temperatura y la presión que reina en este.

10 En el presente modo de realización, esta etapa b) de inyección de vapor vivo dura veinte minutos y permite llevar la temperatura del lote de lodos presente en el reactor 71 hasta una temperatura comprendida entre 120°C y 200°C, preferiblemente entre 140°C y 180°C. Esta temperatura de hidrólisis térmica se podrá seleccionar en función especialmente de la naturaleza de los lodos y de la finalidad buscada por el procedimiento (higienización, solubilización, etc.). Al estar cerrado, por otro lado, el reactor de hidrólisis térmica 71, la inyección de vapor permite también aumentar la presión que reina en el interior de este. En la práctica, esta presión sube entre 2 y 16 bares a.

15 Gracias a la invención, según la cual la viscosidad de los lodos ha disminuido y su homogeneidad ha mejorado gracias a su paso por el mezclador dinámico 3, se optimiza también la transferencia de energía del vapor vivo en los lodos a hidrolizar realizada en el reactor. Los lodos se calientan, por lo tanto, más fácilmente y el consumo de vapor vivo se optimiza.

20 Durante esta etapa b) de inyección de vapor vivo, la cuba 13 no está en comunicación fluidica con el interior del reactor 71. La válvula 121 que equipa la ramificación de canalización 111 prolongada por la canalización 11 que desemboca en la cuba 13 está, por lo tanto, cerrada.

25 Durante una etapa c), denominada de reacción de hidrólisis térmica, que en este ejemplo dura también veinte minutos, se produce la hidrólisis térmica de los lodos, permaneciendo cerradas la válvula 61 y la válvula 121.

30 Gracias a la invención, según la cual la viscosidad de los lodos ha disminuido y su homogeneidad ha mejorado gracias a su paso por el mezclador dinámico 3, se optimiza también durante esta etapa la transferencia de energía del vapor en los lodos.

35 Al final de esta etapa c), la válvula 121 se abre, lo que provoca, durante una etapa d), el vaciado del contenido del lote de los lodos hidrolizados contenidos en el reactor 71 hacia la cuba de recuperaciones 13 y la despresurización del reactor. Esta despresurización está permitida por el hecho de que la cuba 13 presenta una presión muy inferior a la reinante en el interior del reactor de hidrólisis 71 durante la etapa c) de hidrólisis térmica. En la práctica, esta presión reinante en el interior de la cuba 13 está comprendida entre 1,1 y 3 bares a. Durante esta etapa d) de vaciado del contenido del lote de lodos hidrolizados del reactor hacia la cuba 13, la despresurización de los lodos provoca la emisión de vapor de recuperación. Este vapor de recuperación se evacúa de la cuba 13 por la canalización 14, conectada a su vez a la entrada de vapor de recuperación del mezclador dinámico 3. Al final de esta etapa d) los lodos hidrolizados se evacúan de la instalación por la canalización 15. Esta etapa d) dura también veinte minutos.

40 En el presente modo de realización, las etapas a), b), c) y d) tienen cada una una duración de veinte minutos y constituyen un ciclo de tratamiento de ochenta minutos.

45 Este ciclo se repite inmediatamente para uno, y después otros lotes de lodos a tratar en el reactor 71. Los tratamientos de lote de lodos diferentes se suceden, por lo tanto, durante una sucesión de ciclos de ochenta minutos durante los cuales estos diferentes lotes de lodos transitan en el reactor 71.

50 En la figura 2, las etapas a) de llenado se representan en negro; las etapas b) de inyección de vapor vivo se representan en gris oscuro; las etapas c) de reacción de hidrólisis térmica se representan en blanco y las etapas d) de vaciado y de despresurización se representan en gris claro.

55 Unas sucesiones idénticas de ciclos de tratamiento se realizan para otros lotes de lodos gracias a los reactores 72, 73, 74 (provistos de medios 102, 103, 104 de evacuación de los gases incondensables). La descripción de los ciclos de estas sucesiones de ciclos es idéntica a la llevada a cabo anteriormente en referencia al reactor 71, salvo que son las válvulas asociadas a los reactores 72, 73, 74, las que se accionan, a saber:

60 la válvula 62 prevista sobre la ramificación de canalización 52, la válvula 92 prevista en la ramificación de canalización 82 y la válvula 122 prevista en la ramificación de canalización 112 con respecto al ciclo de tratamiento realizado gracias al reactor 72;

la válvula 63 prevista sobre la ramificación de canalización 53, la válvula 93 prevista sobre la ramificación de canalización 83 y la válvula 123 prevista en la ramificación de canalización 113 con respecto al ciclo de tratamiento realizado gracias al reactor 73;

65 la válvula 64 prevista sobre la ramificación de canalización 54, la válvula 94 prevista sobre la ramificación de canalización 84 y la válvula 124 prevista en la ramificación de canalización 114 con respecto al ciclo de tratamiento



realizado gracias al reactor 74;

5 Según el procedimiento de la invención, los comienzos de los ciclos de estas diferentes sucesiones A, B, C, D de ciclos, se desplazan en el tiempo de tal manera que las etapas a) de una sucesión de ciclos sean concomitantes a las etapas d) de otra sucesión, constituyendo el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de una sucesión de ciclo el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de otra sucesión de ciclos. Esto se simboliza en la figura 2 mediante las flechas curvas. En el presente ejemplo, este desplazamiento entre los comienzos de ciclos de cada sucesión de ciclos es de 20 minutos.

10 Así, en referencia a la figura 2, el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de la sucesión de ciclos A constituye el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de la sucesión de ciclos D, el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de la sucesión de ciclos B constituye el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de la sucesión de ciclos A, el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de la sucesión de ciclos C constituye el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de la sucesión de ciclos B, el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de la sucesión de ciclos D constituye el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de la sucesión de ciclos C.

15 La alimentación con lodos en la instalación, la alimentación con vapor vivo alternativamente en cada reactor de hidrólisis térmica y la evacuación de lodos de la instalación son así continuas.

20 Segundo ejemplo de realización del procedimiento

En este ejemplo de realización, el reactor 74 está parado y sólo los reactores de hidrólisis térmica 71, 72 y 73 de la instalación se utilizan para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

25 Por otro lado, el ciclo de tratamiento se ha aumentado integrando 10 minutos de pausa al final de cada etapa d) de vaciado y de despresurización, las etapas a), b), c) y d) duran 20 minutos cada una. Las sucesiones de tales ciclos de 90 minutos se simbolizan en la figura 3 por las líneas A', B', C'.

30 Comparación con la técnica anterior

Se han tratado unos lodos según el primer ejemplo de realización del procedimiento de la invención descrito anteriormente, por un lado, y la técnica descrita en el documento FR2820735, por otro lado, siendo la duración de la etapa de hidrólisis térmica en los dos casos de 20 minutos.

35 Los resultados de estos ensayos comparativos han permitido, gracias a la invención, acortar notablemente los ciclos de tratamiento, en la práctica, de 120 minutos (para la técnica según el documento FR2820735) hasta 80 minutos (para la invención según el primer ejemplo de realización del procedimiento según se describe anteriormente).

40 Se compararon los volúmenes de reactores necesarios para el tratamiento de estos lodos. El gráfico según la figura 4, que traduce los volúmenes acumulados de reactores de hidrólisis térmica necesarios para los tratamientos de estos lodos, muestra que estos volúmenes son muy inferiores en el ámbito de la invención.

45 Con respecto a esta técnica anterior, cabe señalar también que la invención no implica la necesidad de conservar en los reactores de hidrólisis térmica una cantidad ("montón") de lodos calientes entre cada ciclo, lo que permite optimizar las cantidades de lodos tratados en cada reactor y el llenado de estos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de hidrólisis térmica de lodos que utiliza un grupo de reactores de hidrólisis térmica (71, 72, 73, 74) caracterizado por que comprende unas sucesiones de ciclos, siendo cada una de estas sucesiones de ciclo específicas de uno de dichos reactores de hidrólisis térmica (71, 72, 73, 74), comprendiendo cada ciclo:
- 10 - una etapa a) de suministro de un lote de lodos a tratar no precalentados en un reactor de hidrólisis térmica, comprendiendo dicha etapa de suministro el paso de forma continua de los lodos de dicho lote de lodos en un mezclador dinámico (3) que comprende una cámara (31) esencialmente cilíndrica que presenta un reducido volumen de algunos litros y que recibe unas palas (32) montadas sobre un eje de rotación movido por un rotor que gira a una velocidad superior a 500 rpm, estando dicho mezclador dinámico provisto de una entrada (4) de vapor de recuperación en la que se inyecta vapor de recuperación, siendo el tiempo de estancia de los lodos en dicha cámara (31) esencialmente cilíndrica de dicho mezclador dinámico sólo de algunos segundos;
- 15 - una etapa b) de inyección de vapor vivo en dicho reactor de hidrólisis térmica que contiene dicho lote de lodos a fin de aumentar la temperatura y la presión reinante en este;
- una etapa c) de hidrólisis térmica he dicho lote de lodos en dicho reactor de hidrólisis térmica;
- 20 - una etapa d) de vaciado del contenido de dicho lote de lodos hidrolizado de dicho reactor de hidrólisis térmica hacia una cuba de recuperación (13), y de despresurización concomitante a dicho reactor que provoca la emisión de vapor de recuperación desde dicha cuba de recuperación (13);
- 25 desplazándose en el tiempo los comienzos de ciclo de sucesiones de ciclos de tal manera que las etapas a) de una sucesión de ciclos sean concomitantes a las etapas d) de otra sucesión de ciclo, constituyendo el vapor de recuperación emitido durante las etapas d) de una sucesión de ciclos el vapor de recuperación inyectado durante las etapas a) de otra sucesión de ciclos.
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dichos lodos a tratar presentan una sequedad comprendida entre el 10% y el 40% en peso de materias secas.
3. Procedimiento según la reivindicación 2 caracterizado por que dichos lodos a tratar presentan una sequedad comprendida entre el 10 y el 35% en peso de materias secas.
- 35 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que comprende una evacuación de los gases incondensables de dicho reactor de hidrólisis térmica durante dichas etapas a) o d).
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la etapa a) se lleva a cabo colocando dicho reactor de hidrólisis en depresión.
- 45 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la duración de la etapa a) está comprendida entre 5 y 30 minutos, la duración de la etapa b) está comprendida entre 5 y 30 minutos, la duración de la etapa d) está comprendida entre 5 y 30 minutos, y la duración de la etapa c) está comprendida entre 5 y 120 minutos.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la duración de la etapa c) está comprendida entre 5 y 30 minutos.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la duración de cada ciclo está comprendida entre 20 minutos y 210 minutos.
- 55 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que, durante la etapa c) de hidrólisis térmica, la temperatura de dicho lote de lodos está comprendida entre 120°C y 200°C.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que, durante dicha etapa c) de hidrólisis térmica, la temperatura de dicho lote de lodos está comprendida entre 140°C y 180°C.
- 60 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que, durante la etapa c) de hidrólisis térmica, la presión en el interior del reactor de hidrólisis térmica está comprendida entre 2 y 16 bares a.
12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que durante la etapa c) de hidrólisis térmica, la presión en el interior del reactor de hidrólisis térmica está comprendida entre 3,5 y 10 bares a.
- 65 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la presión en el interior de la cuba de recuperación se mantiene entre 1,1 y 3 bares a.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que dicha etapa a) se lleva a cabo de tal manera que, durante la etapa c), el reactor de hidrólisis térmica se llene entre el 70% y el 95% de su capacidad volúmica total.
- 5 15. Instalación de tratamiento de lodos para la realización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizada por que comprende:
- 10 medios de suministro (1) de los lodos a tratar no precalentados a al menos un mezclador dinámico (3) que comprende una cámara (31) esencialmente cilíndrica que presenta un reducido volumen de algunos litros y que recibe unas palas (32) montadas sobre un eje de rotación movido por un rotor que gira a una velocidad superior a 500 rpm, estando dicho mezclador dinámico provisto de una entrada (4) de vapor de recuperación;
- 15 un grupo de reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) conectados a dicho al menos un mezclador dinámico (3) y provisto de medios (8) de suministro de vapor vivo, de medios (10) de evacuación de los gases incondensables y de medios de evacuación de lodos hidrolizados hacia al menos una cuba de recuperación;
- 20 al menos una cuba (13) de recuperación conectada a dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) y provista de una canalización (14) de evacuación de vapor de recuperación conectada a dicha entrada (4) de vapor de recuperación de dicho al menos un mezclador dinámico (3);
- 25 medios (15) de evacuación de lodos hidrolizados.
16. Instalación según la reivindicación 15, caracterizada por que dicho grupo de reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) comprende de 2 a 6 reactores.
- 25 17. Instalación según la reivindicación 15 o 16, caracterizada por que comprende:
- un mezclador dinámico (3) común;
- 30 dicho grupo de reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74);
- medios (5; 51,52,53,54; 61,62,63,64) para poner en comunicación fluídica dicho mezclador dinámico (3) alternativamente con cada uno de los reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) de dicho grupo;
- 35 una cuba (13) común de recuperación;
- medios (11;111,112,113,114;121,122,123,124) para poner en comunicación fluídica dicha cuba (13) común de recuperación alternativamente con cada uno de dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) de dicho grupo y con dicho mezclador dinámico (3) común.
- 40 18. Instalación según una de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizada por que dicho rotor de palas (32) gira a una velocidad de entre 1000 rpm y 2000 rpm.
- 45 19. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, caracterizada por que dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) están conectados a dicho al menos un mezclador dinámico (3) mediante canalizaciones (51,52,53,54) que desembocan en la parte superior de dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74).
- 50 20. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19, caracterizada por que dichos medios (8) de suministro de vapor vivo en dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74) incluyen unas canalizaciones (81,82,83,84) que desembocan en la parte inferior de dichos reactores de hidrólisis térmica (71,72,73,74).

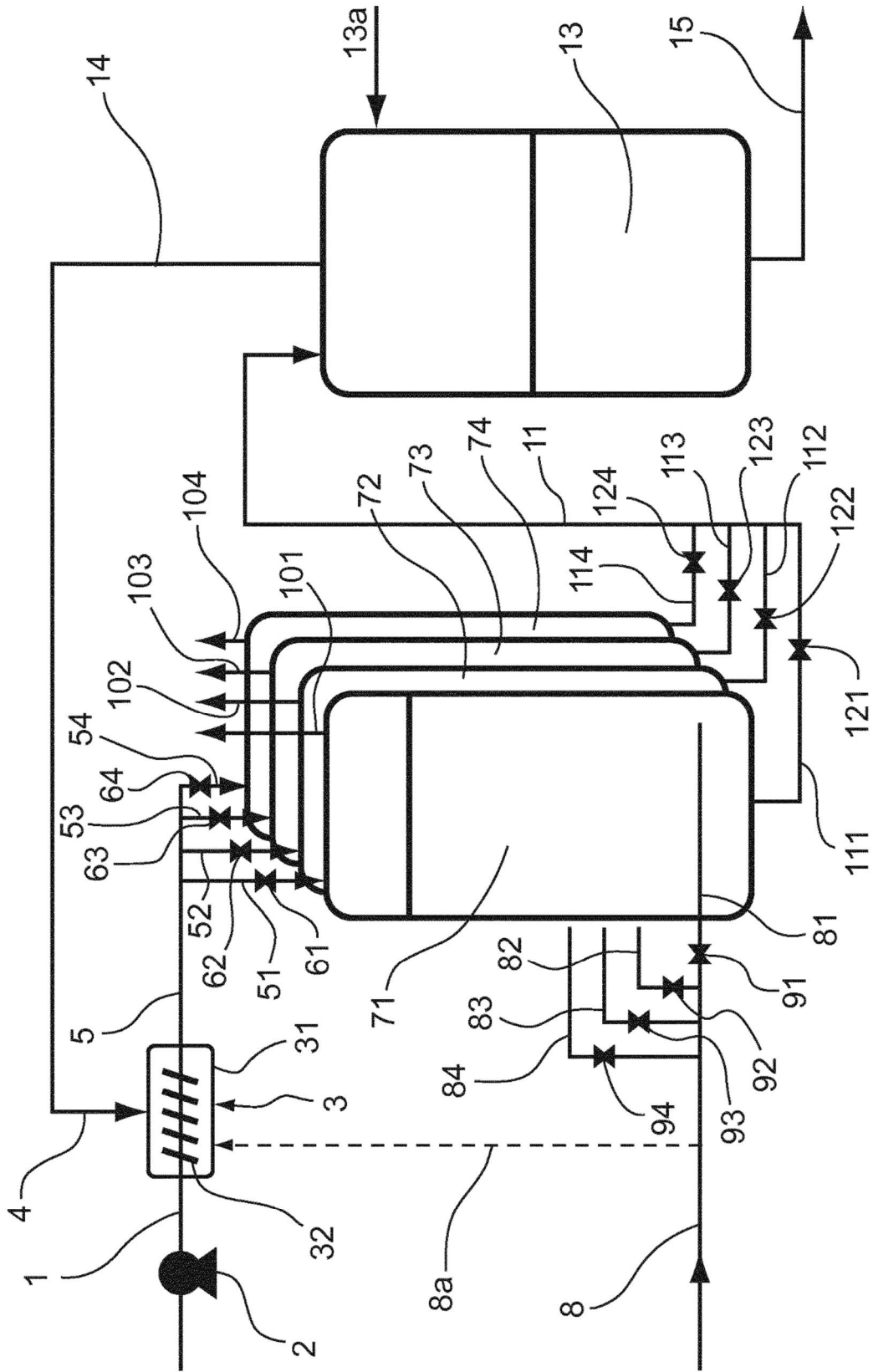
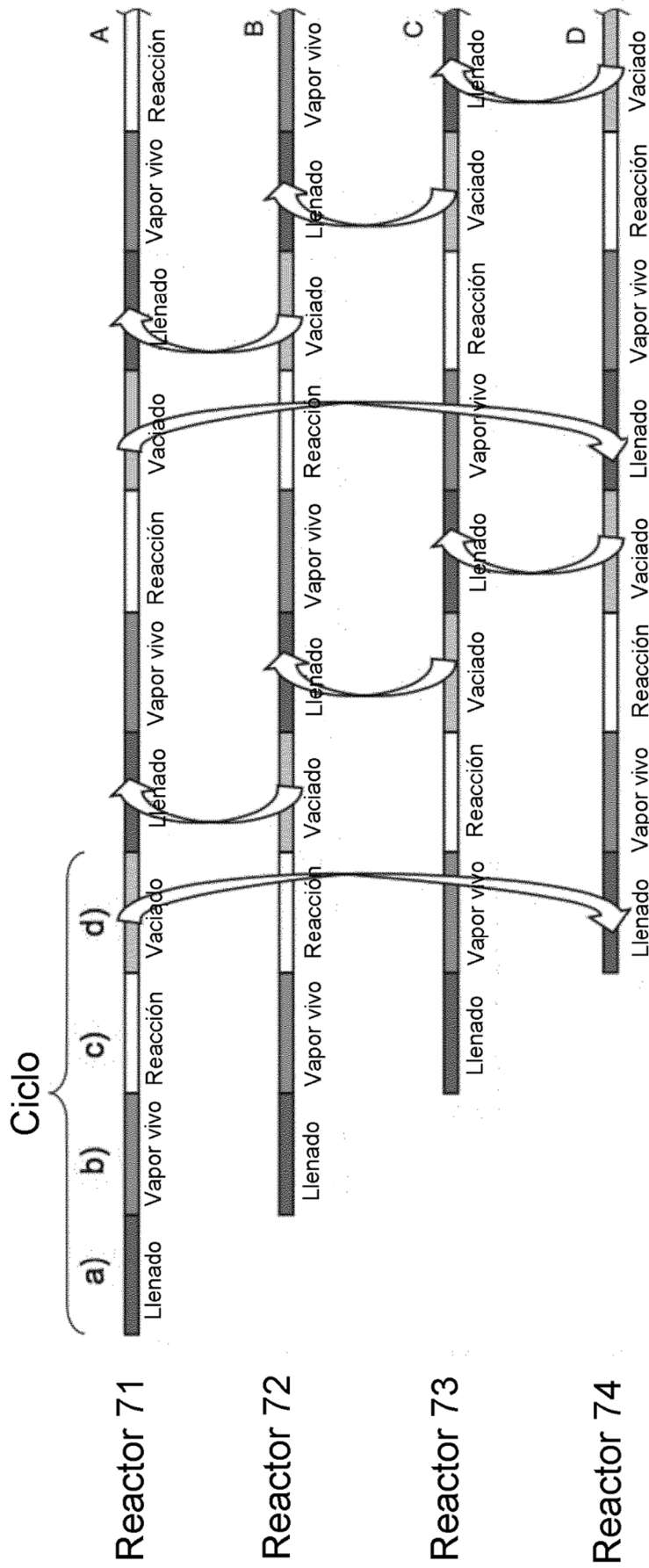


Fig. 1



**Fig. 2**



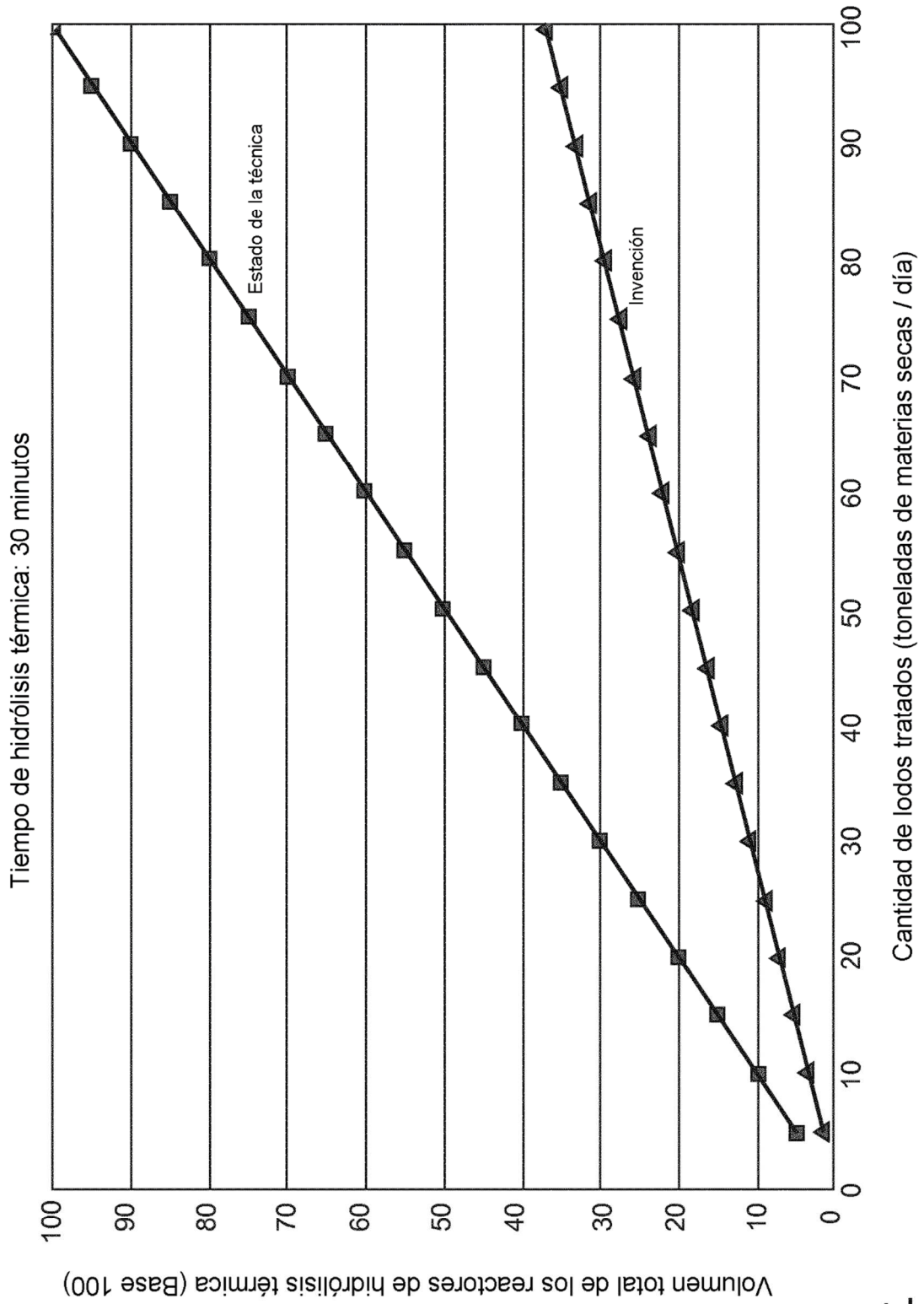


Fig. 4