

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 734**

21 Número de solicitud: 201500746

51 Int. Cl.:

C02F 1/04 (2006.01)

B01D 1/26 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

15.10.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.04.2017

71 Solicitantes:

**PORTELL HIELO, Anna María (100.0%)
Garriguella, 49
17491 Peralada (Girona) ES**

72 Inventor/es:

PORTELL HIELO, Anna María

54 Título: **Instalación y procedimiento para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua**

57 Resumen:

Instalación y procedimiento para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua. La instalación comprende:

- unos medios para la alimentación de residuo orgánico,
- un separador sólido-líquido (4), por el cual discurre el residuo orgánico,
- un equipo de secado mecánico (11) de los lodos retenidos en el separador sólido-líquido (4),
- una caldera de biomasa (12), alimentada con un combustible que comprende los lodos secos que salen del equipo de secado mecánico (11),
- un sistema de evaporación de múltiple efecto (7) con aporte de calor por la caldera de biomasa (12) y por donde circula el residuo permeado procedente del separador sólido-líquido (4),
- un precalentador (9) del residuo orgánico previo a su entrada al sistema de evaporación de múltiple efecto (7) y con aporte de calor por los gases que lo abandonan, los cuales se condensan.

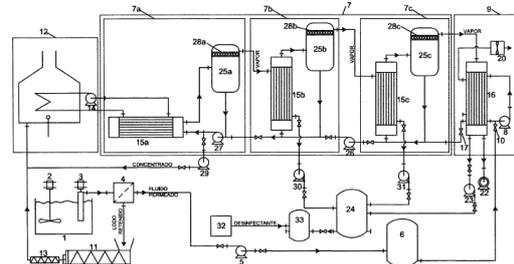


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Instalación y procedimiento para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua.

5

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas para el tratamiento, depuración y revalorización de residuos orgánicos con presencia de agua, tales como purines, efluentes agrícolas, aguas residuales, etc. Se aborda el desarrollo de una instalación para la depuración de residuos y el procedimiento que lleva a cabo.

ESTADO DE LA TÉCNICA

15 A fecha actual la depuración de residuos orgánicos acuosos, tales como purines de cerdo, efluentes agrícolas, lodos de mataderos, etc. es un problema de compleja solución y por lo general costoso. En ciertos casos ha sido rentable la instalación de grandes plantas depuradoras, pero a nivel de pequeñas y medianas explotaciones las soluciones son todavía muy precarias.

20

En el caso de los purines, una solución muy extendida han sido las plantas de biogás, en las cuales el residuo es metanizado por medio de una acción bacteriana y el gas es posteriormente quemado para producir energía. Estas instalaciones están pensadas para trabajar sobre grandes cantidades de residuo enviadas por un gran número de empresas, soslayando la posibilidad de solucionar el problema *in situ* en cada explotación. Por otra parte, no consiguen eliminar la totalidad del residuo, puesto que permanece un gran volumen de fluido contaminante que ha de ser procesado en otras industrias y en muchas ocasiones han resultado ser procesos poco rentables cuando no se dispone de subvenciones.

30

Las soluciones *in situ* para las granjas productoras de purines se han centrado especialmente en la separación sólido-líquido. Con este proceso se consigue extraer una fracción importante de los sólidos, los cuales son tradicionalmente revalorizados como

abono agrícola, y se genera un fluido permeado con una carga de contaminantes inferior a la de entrada, de modo que se puede verter sobre los campos de una forma menos restrictiva. De todas formas, este permeado continúa siendo un fluido tóxico susceptible de provocar serios problemas ambientales, con lo cual el problema no se soluciona
5 completamente.

Alternativas como la ósmosis inversa y los procedimientos de coagulación y floculación han sido experimentadas alcanzando a veces buenos resultados pero siendo normalmente desechadas por el excesivo coste energético del tratamiento, además de que
10 seguían presentando el problema de la no depuración completa.

La invención objeto de la presente solicitud se enfoca hacia la resolución de estos problemas, para lograr estaciones depuradoras que puedan ser instaladas en pequeñas y medianas explotaciones y funcionar de manera autónoma y barata, a la vez que depuren la
15 totalidad del residuo o su gran mayoría.

El Estado de la Técnica más próximo a la presente invención, es a juicio de los inventores el reflejado en el documento de patente ES2387289_A1. En él se describe una instalación y procedimiento que busca objetivos semejantes a los de esta solicitud, pero
20 adolece de ciertos problemas. Por una parte, el secado de los lodos residuales mediante el humo de una caldera donde se incinera la biomasa tiende a ser muy poco rentable y normalmente la energía contenida en el humo no será suficiente para el secado, además de que implica la necesidad imperativa de instalar un extractor de humos de elevado consumo energético. Por otra parte, el empleo de los condensados como fuente de energía para el
25 precalentamiento requiere de unos intercambiadores de calor costosos y un bombeo excesivo. La solución general que se muestra en la presente solicitud, conduce a un importante ahorro energético con respecto a los sistemas expuestos hasta aquí.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

30

Los residuos orgánicos con presencia de agua procedentes de todo tipo de industrias poseen una fracción de materia seca que habitualmente presenta un poder calorífico inferior elevado, lo cual permite su aprovechamiento como biomasa combustible. En otras

aplicaciones, como en el caso de los purines de origen ganadero, esta biomasa también se puede revalorizar como abono agrícola y fertilizante.

La invención de esta solicitud hace uso del poder calorífico de una fracción sólida
5 separada mediante su combustión en una caldera de biomasa. El calor desprendido se emplea para evaporar el agua del residuo acuoso restante, la cual se condensa posteriormente, de modo que por una parte obtenemos agua descontaminada, apta para diferentes usos como riego, vertido a caudal público, etc, y por otra parte la fracción sólida se ha purificado mediante su combustión, la cual genera unas cenizas reaprovechables en
10 industrias como la agraria (fertilizantes, acondicionamiento de suelos, etc). Los gases desprendidos comprenden un CO₂ neutro al tratarse de materia orgánica y los óxidos de nitrógeno están ausentes o en una proporción muy pequeña, dependiendo de los residuos a tratar.

15 El primer proceso que se lleva a cabo es la adecuación del residuo a depurar a un sistema de evaporación de múltiple efecto. Esta adecuación consiste en un homogeneizado, trituración y separación sólido-líquido. Es importante para el correcto funcionamiento del sistema que el residuo entre en condiciones lo más homogéneas posible. De lo contrario algunos equipos como los de filtrado pueden sufrir alteraciones en su funcionamiento. Para
20 lograr que las condiciones físicas del residuo a tratar sean constantes se dispone de dispositivos de agitación y mezcla en las fosas o depósitos que lo acumulan. Posteriormente, cuando el sistema de la invención demanda residuo, éste es impulsado desde su recipiente por medio de un sistema de bombeo con acción mecánica trituradora, reduciendo el tamaño de las partículas sólidas que superan una determinada granulometría.
25 Por último, el residuo ya triturado se impulsa hasta un dispositivo de separación sólido-líquido. En este equipo se separan la mayor parte de los sólidos disueltos y en suspensión, siendo habitual para un equipo de microfiltración de 100 micras con presencia de torta filtrante y malla de polipropileno con doble cruzamiento un porcentaje de sólidos totales retenidos del 75% ó más. Para los sólidos en suspensión se comprueba que este porcentaje
30 es mayor. En la presente invención se contemplan mallas de filtrado de hasta incluso 1 micra.

Mediante la separación sólido-líquido mencionada logramos las siguientes ventajas:

- Separación de una gran parte de los sólidos en suspensión, tales como coloides orgánicos.

5 Estos componentes suelen dar problemas en los sistemas de evaporación de múltiples efectos, especialmente en los de circulación natural, que trabajan mejor cuando los sólidos se encuentran disueltos y no precipitan ni flocculan.

- Bajo grado de ensuciamiento de los evaporadores. Uno de los mecanismos que más condicionan el ensuciamiento en las aplicaciones que tratan residuos con contenido orgánico es el de deposición de partículas en suspensión y termoforesis de las
10 mismas. Como el separador sólido-líquido retiene una gran parte de la materia seca en suspensión, este efecto se ve reducido.

- Generación de un caudal pequeño de residuo concentrado en forma de lodo, a la salida de los evaporadores. El concentrado que sale de los evaporadores posee una fracción sólida rica en materia orgánica de alto poder calorífico, por tanto su
15 destino es la combustión en la caldera de biomasa. Para esto puede ser necesario un proceso de secado, que requerirá de una energía directamente proporcional a lo grande que sea el caudal a tratar. Logrando una retención de sólidos superior al 70%, este caudal es muy pequeño.

20 Una vez filtrado el residuo, la fracción del mismo que ha permeado la malla filtrante del separador sólido-líquido es impulsada hasta un sistema de evaporación de múltiple efecto, donde se separa el agua contenida. Este fluido permeado contiene inicialmente un porcentaje de materia seca muy bajo, habitualmente inferior al 5% y siendo común un 2,5%. Otra característica notable es que su viscosidad, que para la mayoría de
25 aplicaciones es inferior a los 15cP, se ha reducido mucho con respecto a la propia del residuo crudo, que puede llegar a ser superior a los 200cP. Estos valores bajos de viscosidad facilitan en gran medida la circulación del producto en los evaporadores, especialmente en los de circulación natural, ya que carecen de bomba de recirculación y dependen de la formación de burbujas en ebullición.

30

A la fracción del residuo que ha sido retenida por el separador sólido-líquido le llamamos “lodo retenido” y recibe un tratamiento de secado mecánico, preferentemente por compactación con tornillo sin fin. Todo proceso de secado mecánico tiende a ser más

barato que cualquier proceso de secado térmico, siendo ésta una ventaja de la que hace uso la invención. Los compactadores que han sido ensayados para el desarrollo de la presente solicitud, ejercen una presión muy elevada sobre el lodo retenido gracias a motores de 3Kw de potencia y tornillo sin fin con hélice engrosada en su tramo final de compactación.

5 Además, se aprecia un efecto abrasivo que causa un aumento de la temperatura del lodo, lo cual acelera el proceso de secado. Concretamente, se han medido valores de humedad para los lodos compactados de en torno al 15% - 25% en base seca. Estos resultados permiten su combustión directa en la caldera de biomasa, sin necesidad de secado térmico y con el ahorro energético que ello implica.

10

La caldera de biomasa recibe por tanto el aporte de la materia seca obtenida de 2 fuentes: la compactación de los lodos retenidos y el producto concentrado que sale del sistema de evaporación de múltiple efecto. La biomasa sale del compactador con un grado de humedad muy bajo y no necesita posteriores secados, sin embargo el concentrado
15 contiene un grado de humedad elevado, de entre el 40% y el 80% en base húmeda. Para la invención objeto de la presente solicitud esta característica no es problema, ya que el caudal de concentrado generado es pequeño de modo que se puede verter sobre el lodo compactado, humedeciéndolo, de modo que se obtiene una biomasa final para alimentar a la caldera que contiene un grado de humedad que se ha incrementado desde el 15% - 25%
20 mencionado pero que sigue siendo lo bastante bajo como para permitir una correcta combustión. Esta característica, lograda gracias al efecto del separador sólido-líquido de alto rendimiento y el compactador mecánico, permite un importante ahorro energético y de infraestructura, al no necesitar un secador térmico.

25 La caldera posee un hogar de combustión en el cual se incinera la biomasa y el calor desprendido se transmite preferentemente a un circuito de aceite térmico, el cual transmite la energía calorífica al sistema de evaporadores de múltiple efecto. También se contempla la opción de agua caliente, agua sobrecalentada, etilenglicol o cualquier otro fluido apto para la transferencia térmica, si bien el aceite será una opción preferida. El
30 poder calorífico inferior de la fracción sólida de los residuos orgánicos acuosos genéricos suele estar comprendido entre 3.600 y 5.000 Kcal/Kg, para unos sólidos totalmente secos.

Una importante ventaja obtenida por la invención de la presente solicitud es que al

no necesitar un secadero, o bien uno de reducidas dimensiones, no es necesario el empleo del humo de la combustión como fuente de calor para dicho secado. Algunas alternativas del estado de la técnica actual emplean los humos en un módulo de secado directo o indirecto, de modo que estos han de salir necesariamente de la caldera con una temperatura 5 elevada, de entorno a 250°C ó más con lo cual el rendimiento térmico de la misma es bajo. En la presente invención, una temperatura de fluido térmico inferior a 160°C ya es suficiente para hacer funcionar los evaporadores, con lo cual los humos abandonan la caldera a una temperatura de entorno a 200°C ó menos, lográndose rendimientos altos. Por otra parte, el hecho de enfriar los humos en un dispositivo de secado a continuación de la 10 caldera implica que estos salen a la atmósfera a una temperatura demasiado baja para mantener un tiro natural suficiente. Este fenómeno unido al hecho de que hay que conducir los humos por canalizaciones complejas que suelen tener una elevada pérdida de carga implica la necesidad de instalar potentes ventiladores de extracción, con el consecuente encarecimiento del proceso. Por otra parte, en general el calor que pueden ceder los humos 15 no es suficiente para secar volúmenes grandes o medios de producto, como prueba el hecho de que una caldera habitual expulsa en los humos tan sólo un 15% del calor de la combustión. Es un valor muy limitado para ser aplicado como fuente de calor en un secadero. Con la presente invención se solucionan estos inconvenientes. Un compactador de sólidos con tornillo sin fin como el contemplado consume mucha menos energía por 20 toneladas secada y procesa caudales mucho mayores.

El fluido permeado posee baja viscosidad y es impulsado hasta el mencionado sistema de evaporadores de múltiple efecto. En estos equipos el residuo es circulado y sometido a ebullición. El agua que contiene se evapora, se separa de partículas 25 contaminantes en un separador de vahos y se condensa posteriormente. El condensado obtenido de esta manera está descontaminado, pudiéndose emplear en servicios como el de riego agrícola, etc., y constituye la gran mayoría del agua que contiene el residuo orgánico crudo que entra a la depuradora objeto de la invención, en torno a un 80% - 95%. La restante cantidad de agua es evaporada a la atmósfera.

30

Un detalle importante es el hecho de que el condensado se obtiene a una temperatura elevada, entre 80°C y 100°C, y puede emplearse para muy diversas aplicaciones. Cuanto mayor sea la temperatura alcanzada en el fluido térmico calentado

dentro de la caldera, mayor será la temperatura de los condensados. Para el caso mencionado de 160°C para un aceite térmico, el condensado se obtiene en torno a 93°C. Esta característica confiere una ventaja a las calderas de aceite térmico frente a las de agua caliente o sobrecalentada, pues estos últimos fluidos necesitan presiones muy elevadas para aproximarse a los 160°C, de modo que en la práctica industrial son equipos difíciles de encontrar o muy caros y con instalaciones de mayor complejidad. Otro aspecto importante son las posibilidades de revalorización de los condensados a tan elevadas temperaturas: sirven como agua de calefacción, agua de limpieza, etc. Este reaprovechamiento reduce en gran medida el período de retorno de las inversiones y supone una novedad y mejora con respecto a los sistemas del estado de la técnica actual en los que los condensados calientes son empleados para precalentar el residuo permeado que entra a los evaporadores. Según este último método, es necesaria una sucesión de intercambiadores de calor que enfrían la temperatura del condensado en torno a 30°C, cediendo calor al residuo. Esta técnica posee el inconveniente de que normalmente aplica un número elevado de intercambiadores (usualmente tantos como evaporadores) y al dejar el condensado a una temperatura de en torno a 50°C – 60°C ya no es aprovechable en muchos sistema de calefacción, por ejemplo de los típicos en las granjas de porcino. Esto último es un inconveniente serio porque dados los costes de calefacción predominantes resulta más rentable una revalorización del condensado como fluido de calefacción industrial que de precalentador del fluido permeado de entrada. Además, como explicaremos más adelante, la invención provee un mecanismo alternativo para el mencionado precalentamiento que resulta muy económico.

El sistema de evaporación de efecto múltiple consta de una pluralidad de evaporadores conectados entre sí y de los cuales al menos uno se encuentra a vacío. Cada evaporador se compone a su vez de un intercambiador de calor, que aporta la energía calorífica al fluido permeado para mantenerlo en su punto de ebullición, y un separador de vahos, que consiste en un dispositivo que purifica el vapor de agua generado en la mencionada ebullición, eliminando o minimizando las gotas de residuo arrastradas y demás componentes contaminantes. En un ejemplo de realización este separador de vahos es de tipo centrífugo: la mezcla de vapor de agua y líquido arrastrado entra tangencialmente a gran velocidad a un depósito de sección cilíndrica, de modo que las partículas de líquido quedan adheridas a las paredes por medio de la fuerza centrífuga originada mientras que el vapor asciende y abandona el separador libre de líquidos. En otra realización de la

invención, este separador es de tipo gravimétrico: se dispone de un depósito cilíndrico vertical con una sección lo bastante grande como para hacer que la velocidad de ascenso de la mezcla vapor de agua-líquido sea lo suficientemente baja para que las partículas más pesadas (de líquido) desciendan por su propio peso, permitiendo una salida de vapor de
5 agua limpio por su parte superior. Los sistemas de evaporación de múltiple efecto son una tecnología ampliamente desarrollada desde hace décadas y por tanto en el presente documento nos limitaremos a señalar aquellas características diferenciadoras.

En muchas realizaciones de la invención hay por lo menos un evaporador a una
10 presión superior a la atmosférica, lo cual es posible gracias a la elevada temperatura que alcanza el aceite térmico de la caldera, ventaja que no se obtendría con agua caliente o sobrecalentada. Al poseer una presión superior a la atmosférica, se pueden purgar los gases incondensables directamente al exterior sin necesidad de una bomba de vacío, con la ventaja que ello implica. Además, esta presión facilita la instalación de superficies rascadas
15 en los intercambiadores de calor. Un problema habitual cuando se evaporan aguas residuales son precisamente las incrustaciones de material coloidal en las superficies de intercambio térmico, más aún en el caso de presencia de ebullición porque las burbujas que se forman tienden a ejercer un mecanismo desecante. Para evitar esto, una solución muy eficaz es la implementación de intercambiadores de superficie rascada mecánicamente.
20 Estos constan de un motor exterior que se conecta a través de un eje que atraviesa un cierre mecánico con unas cuchillas o rascadores que impiden la adhesión de las partículas sólidas a las superficies calientes. El cierre mecánico presenta una serie de fugas inevitables que son menos dañinas en el caso de presión interna superior a la atmosférica, pues simplemente se expulsa al exterior parte del vapor en vez de entrar aire atmosférico al
25 sistema (caso de evaporador a vacío), lo cual es un inconveniente por tratarse de un gas incondensable que ha de ser venteado mediante una bomba de vacío. Mediante una realización de la invención con alimentación del fluido permeado hacia los evaporadores a contracorriente del vapor, se hace coincidir el evaporador/es a presión superior a la atmosférica con el que maneja el producto más concentrado y por tanto el que más
30 requerimiento de superficie rascada tiene.

La aplicación de un sistema de evaporadores de múltiple efecto representa una gran ventaja con respecto a muchas alternativas del estado de la técnica actual tales como las

plantas de biogás o cogeneración: la relativa escasa energía necesaria para la evaporación. Esto es posible gracias a que el vapor de agua que se genera en un efecto, actúa como fluido calefactor en el siguiente efecto, en el cual el residuo se encuentra a una presión inferior y por tanto con un punto de ebullición más bajo que la temperatura de condensación del vapor que recibe del efecto anterior. Esto permite que la cantidad de energía necesaria para evaporar 1 Kg real de agua en una realización con 3 ó 4 efectos sea bastante inferior a las 540 Kcal, ventaja que no está presente en muchas de las tecnologías alternativas.

10 Como es sabido, el precalentamiento de un fluido que entra en un sistema de evaporadores mejora el rendimiento térmico del sistema. Si por ejemplo el fluido entra a una temperatura de 25°C, y el primer evaporador en el que entra se halla a 60°C, el calor que hay que suministrar al fluido para elevar su temperatura esos 35°C es un calor que ya no puede ser aprovechado para evaporar agua. Si bien es cierto que la invención
15 funcionaría igualmente sin necesidad de precalentamiento, el rendimiento sería menor. Como se indicó anteriormente, a diferencia de otras soluciones en el estado de la técnica actual la presente invención no emplea los condensados para el precalentamiento. En su lugar emplea el calor de condensación del vapor que abandona el sistema de evaporación de múltiple efecto, lo cual es posible siempre que éste supere una temperatura mínima.
20 Este vapor suele tener pocas aplicaciones en la industria debido a que sale del sistema desde el evaporador que tiene la menor presión y temperatura. A modo de ejemplo, en muchas aplicaciones industriales este vapor sale a una temperatura inferior a 40°C, con lo cual el rango de aplicaciones que puede tener es muy pequeño, exceptuando que se le dote de una mayor presión y se inyecte de nuevo al sistema o que se haga condensar en una
25 bomba de calor, en ambos supuestos con aplicación de un compresor. Esta alternativa requiere de un equipo de elevado consumo energético y en muchos casos resultará antieconómico. Lo habitual en el estado de la técnica es que la temperatura del vapor que sale del sistema sea intencionadamente baja para así necesitar una temperatura moderada en el fluido calefactor que genera la caldera, por ejemplo de 110°C. Con una temperatura
30 así de baja los rendimientos térmicos son más altos que para el caso de aproximadamente 160°C, pero presentan el inconveniente de una menor temperatura de los condensados y no poder aprovechar adecuadamente el calor de condensación del vapor que sale del sistema (a través del evaporador con menor presión y temperatura).

En las aplicaciones de sistemas de evaporación de múltiple efecto con una temperatura baja del vapor de salida del sistema, su calor de condensación se suele emplear para el calentamiento sensible de una corriente de agua de enfriamiento, la cual cede el calor ganado al aire ambiente por medio de torres de refrigeración, torres de 5 enfriamiento evaporativo, etc. Por tanto, el calor de condensación no recibe un aprovechamiento energético útil y además se hace necesaria una instalación compleja que en algunas condiciones puede requerir un consumo energético elevado.

La invención objeto de la presente solicitud contempla una temperatura del vapor 10 que abandona el sistema de evaporadores superior a un mínimo que permita su aprovechamiento eficaz como fluido calefactor que cede su calor de condensación para el precalentamiento del fluido permeado. Esta temperatura se encuentra preferentemente entre 60°C y 80°C. La fracción del residuo que ha permeado el filtro se encuentra normalmente a temperatura ambiente y en el precalentado eleva su temperatura hasta un 15 valor cercano a aquel del vapor que sale del sistema, por medio de un intercambiador de calor gas-líquido. Este precalentamiento del fluido permeado va unido a una condensación del vapor, con lo cual además de precalentar, el intercambiador gas-líquido también actúa como un condensador. La condensación del vapor que abandona los evaporadores es importante porque reduce el caudal que ha de aspirar la bomba de vacío que se sitúa a 20 continuación. Si bien es cierto que con una bomba de vacío lo bastante grande y potente no sería necesario condensar el vapor, su condensación al estado líquido disminuye el caudal de gas a retirar por parte de la misma y reduce los costes.

Un aspecto importante a tener en cuenta es si el calor sensible que absorbe el fluido 25 permeado en su precalentamiento es suficiente como para condensar todo el vapor que se desea. En algunos casos esto es así, por ejemplo cuando el número de evaporadores es elevado, pero por lo general no lo será. Para evitar este problema y hacer que el fluido permeado sea capaz de absorber más calor que el calor sensible que gana al aumentar su temperatura, se debe facilitar la evaporación de una fracción del mismo de modo que 30 intervenga un calor latente de cambio de estado. La solución consiste en un intercambiador de calor gas-líquido en el cual la fracción líquida (fluido permeado) se encuentra en contacto con la atmósfera, de modo que por un proceso de transferencia de materia se genere un enfriamiento evaporativo de la misma. Ésta no se encuentra a la temperatura de

ebullición mientras es precalentada, pero sí tiene una temperatura que supera a la del ambiente en un valor suficiente como para acelerar debidamente un proceso de evaporación. Cada kilogramo de agua evaporada absorbe unas 540Kcal y esta evaporación será mayor cuando mayor sea la diferencia de temperaturas, la velocidad del aire ambiente 5 y la velocidad del residuo precalentado. La invención contempla por tanto posibilidades de actuación sobre 3 parámetros que indiquen directamente en la capacidad del precalentador a la hora de condensar el vapor.

En un ejemplo de realización de la invención, el precalentador es un intercambiador 10 de calor vertical de carcasa y tubos, del tipo de película descendente. El vapor calefactor discurre por el interior de los tubos, en sentido descendente y en un único paso. El fluido permeado a precalentar es bombeado hasta la zona superior de los tubos, donde se halla un distribuidor que otorga al líquido una forma de película. Así, el permeado cae por gravedad por el exterior de los tubos, formando una película cuyo grosor será en la 15 mayoría de los casos inferior a los 3mm. Este grosor depende de la viscosidad del fluido y se puede variar cambiando el caudal bombeado. Una vez que el fluido permeado llega a la parte inferior de los tubos, es recogido en un colector y bombeado nuevamente hasta el distribuidor de la zona superior, moviéndose en un circuito cerrado. La carcasa contiene en su interior aire atmosférico que es continuamente renovado, ya sea por el fluir natural del 20 mismo a través una pluralidad de aberturas practicadas o por un mecanismo de impulsión forzada de aire mediante ventilador o soplador. Siempre que el sistema de evaporadores demande residuo, se desvía hacia él una fracción del fluido permeado del circuito cerrado del precalentador, que tiene una temperatura cercana a la del evaporador en el que entra.

25 El precalentador que se ha descrito hasta aquí, constituye una importante ventaja con respecto al estado de la técnica actual por incorporar las siguientes características:

- El precalentado se puede efectuar con un solo equipo compacto, en lugar de los múltiples intercambiadores líquido-líquido que describen algunas de las alternativas.
- No emplea como fluido de calentamiento a los condensados, con lo cual estos se 30 pueden dedicar a fines más rentables como el servicio de calefacción y agua de limpieza, que precisa de altas temperaturas.
- El fluido de calentamiento es el vapor que sale del sistema de evaporadores de múltiple efecto, de modo que se consigue revalorizar su calor de condensación.

- El fluido precalentado se encuentra abierto a la atmósfera de modo que se evapora sin necesidad de ebullición, generando esto una mayor absorción de calor que permite condensar el vapor todo lo deseado. De esta forma el precalentador ejerce las funciones de condensador, pero con el ahorro de los sistemas complejos que suele llevar asociados (circuito de agua de enfriamiento, torre de refrigeración, etc.)
- Se produce un notable ahorro de agua, puesto que el fluido que enfría al vapor es el propio fluido permeado a concentrar en los evaporadores, que logra por tanto un concentrado inicial antes de entrar a los mismos. En el caso del empleo de agua de enfriamiento tradicional, ésta se evapora normalmente al ambiente en una torre de refrigeración y ha de ser repuesta mediante agua de red, con el perjuicio ecológico que ello implica.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las modalidades detalladas en las figuras se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación.

La Figura 1 muestra un esquema de la instalación de la invención. Se aprecia el sistema en su conjunto con todos los elementos principales y las interacciones entre ellos. Las conducciones dibujadas presentan a veces el símbolo de una válvula. Se han representado solamente aquellas con valor ilustrativo para el esquema considerado, existiendo una pluralidad de válvulas y elementos de control y medida que no se han representado por no ser necesario para la comprensión de la invención.

La Figura 2 muestra una realización particular del precalentador, siendo visibles sus detalles constructivos principales, así como los accesorios que lo complementan.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se expone a modo de ejemplo una realización de la invención, la cual se muestra con el fin de ayudar a la mejor comprensión de la misma y sus posibilidades técnicas, pero con un carácter ilustrativo y no limitativo de su alcance. En primer lugar se describe la instalación para depuración de residuos orgánicos con presencia

de agua, y más adelante el procedimiento.

La depuradora de residuos orgánicos con presencia de agua, capta el fluido contaminado a depurar preferentemente de una fosa o depósito (1). Estos medios lo
5 contienen para su almacenamiento y homogeneizado mediante una pluralidad de removedores (2). La remoción garantiza que el fluido entra a la depuradora en un estado diluido y homogéneo, asegurando así un mejor funcionamiento del dispositivo de microfiltración (4), que recibe residuo mediante una bomba sumergida con capacidad de trituración de sólidos (3). En el presente ejemplo de realización, este dispositivo consiste
10 en un chasis cilíndrico que contiene en su interior un subchasis con telas filtrantes también cilíndricas con poros de 40 micras, las cuales son atravesadas por el fluido gracias a un tornillo sin fin que se dispone longitudinalmente en su interior y que fuerza al fluido hacia el exterior por medio de una acción centrífuga. Se distingue una corriente de fluido en sentido longitudinal, impulsado por la bomba de alimentación, y otra corriente en sentido
15 transversal, aquella que atraviesa los poros. Esta técnica recibe el nombre de filtrado tangencial y reduce notablemente el grado de colmatación de los filtros. Además, el separador sólido-líquido contemplado posee en el tornillo sin fin unos mecanismos que rozan y arrastran el exceso de sólidos depositados sobre los filtros, de modo que la colmatación se llega a evitar completamente.

20

A la salida del dispositivo de microfiltración (4) el residuo orgánico se ha dividido en dos componentes: fluido permeado y lodos retenidos. El primero es un líquido de baja viscosidad, fácil bombeo y bajo contenido en materia seca; se conduce con una bomba (5) hasta un depósito acumulador o nodriza (6) desde el cual será enviado, cada vez que el
25 proceso lo requiera, hasta el sistema de evaporación de múltiple efecto (7), pasando primero por el precalentador (9). La impulsión desde el depósito nodriza (6) hasta el precalentador (9) se realiza en el ejemplo mediante la bomba (8) del precalentador (9), previa apertura de la conducción mediante una válvula (10).

30 El lodo retenido normalmente adopta la forma de un líquido de elevada viscosidad o un semisólido. Se conduce hasta el compactador de residuos (11) para someterlo a un proceso de secado mecánico. En esta realización de la invención la boca de salida del filtro (4) está situada por encima de la tolva de entrada del compactador (11), de modo que el

lodo se desplaza por gravedad, sin necesidad de otros medios. En otras realizaciones de la invención, se dispondría de unos medios que comprenden un tornillo sin fin.

El compactador de residuos (11) consigue secar mecánicamente los lodos retenidos por medio de la compresión y abrasión que ejerce un tornillo sin fin dispuesto a lo largo de un chasis cilíndrico. En este proceso se elimina la mayor parte de la humedad contenida por los sólidos, hasta dejarlos en un porcentaje admitido por la caldera (12) en el proceso de combustión. La compresión ejercida por el tornillo sin fin es regulable mediante la disposición de unos contrapesos en una tapa que obtura la boca de salida del chasis cilíndrico, de modo que a mayor peso, mejor escurrido y menor grado de humedad. Una vez secos, los lodos son llevados hasta la tolva de alimentación de la caldera de biomasa (12), mediante unos medios que comprenden un tornillo sin fin (13). En la caldera (12) los sólidos de lodo serán quemados y su poder calorífico inferior será empleado para el calentamiento de fluido térmico, el cual se impulsa con una bomba (14) hasta el intercambiador de calor (15a) del primer evaporador (7a) y recorre un circuito cerrado.

El fluido permeado que se obtiene a la salida del dispositivo de microfiltración (4), una vez en el precalentador (9) eleva su temperatura, aumentando el rendimiento térmico de la instalación. El precalentador (9) se representa con mayor detalle en la Figura 2. Comprende una bomba de circulación (8) y un intercambiador de calor de carcasa y tubos vertical (16), que funciona según el principio de película descendente. También dispone de dos válvulas de control (10 y 17) y opcionalmente de un depósito al nivel del suelo, no representado, que se comunica con el intercambiador (16) para acumulación por gravedad del fluido que desciende y sobre el cual actuaría la bomba de circulación (8). En la realización ilustrada, el fluido que desciende es acumulado en el propio fondo del intercambiador (16), inundando una porción de los tubos (19). Desde ahí es bombeado hacia un distribuidor (18) situado en la zona superior del intercambiador (16). Este distribuidor (18) habitualmente comprende una placa horizontal nivelada que contiene unas perforaciones circulares que son atravesadas por los tubos (19), manteniendo una tolerancia pequeña con respecto a la placa. El fluido permeado se vierte sobre la placa y cae por gravedad a través de estas tolerancias, en forma de una película por el exterior de los tubos (19). Una vez llega a la parte inferior de los mismos, es ascendido nuevamente por medio de la bomba (8), completándose un ciclo cerrado que se repite de manera

constante. La bomba de circulación (8) de la presente realización de la invención es centrífuga y autocebante, pudiendo ser sumergida en el caso de disponer del mencionado depósito al nivel del suelo, de modo tal que elimina la posibilidad de cavitación en el supuesto de que se formen burbujas de aire en el fluido.

5

El precalentador (9) de esta realización de la invención contempla un sistema de ventilación forzada que succiona el vapor generado por el fluido permeado durante su calentamiento en su recorrido descendente por los tubos (19). Un ventilador o soplador (20) se posiciona en la zona superior del intercambiador (16) y aspira el contenido gaseoso
10 que contiene la carcasa, la cual cuenta con una pluralidad de aberturas (21) en el presente ejemplo. La corriente de aire ascendente que genera se ve aumentada por el efecto chimenea que posee la carcasa vertical: constituye una columna de gas caliente cuya densidad es inferior a la del aire atmosférico exterior. Tenemos por tanto una corriente de gas que fluye a contracorriente del fluido permeado, lo cual acelera un proceso de
15 transferencia de materia; una fracción del agua del fluido se evapora, enfriándolo. Este proceso genera una capacidad de enfriamiento del precalentador (9) que lo habilita como dispositivo condensador del vapor que abandona el sistema de evaporación de múltiples efectos (7), el cual discurre por el interior de los tubos (19).

20 Cada vez que el sistema de evaporación de múltiple efecto (7) demanda fluido, éste es enviado desde el precalentador (9) por medio de la apertura de una válvula de control (17). Este caudal fluye sin necesidad de bombas impulsoras, puesto que el fluido se desplaza hasta el tercer evaporador (7c), que se encuentra a una presión inferior a la atmosférica por medio de la acción de la bomba de vacío (22) que se conecta con su
25 volumen, a través del interior de los tubos (19) del intercambiador de calor (16). La entrada de fluido permeado frío, proveniente del depósito nodriza (6), se permite mediante la apertura de otra válvula de control (10).

La potencia de enfriamiento del precalentador (9) actuando como condensador, es
30 regulable mediante dos parámetros: la velocidad de circulación del fluido, controlada mediante la bomba (8), y la velocidad de gas, controlada mediante el ventilador (20). Los condensados se forman en el interior de los tubos (19) y descienden por gravedad hasta el fondo del intercambiador (16), para ser luego impulsados con una bomba (23) hasta el

depósito de acumulación de condensados (24).

El sistema de evaporación de múltiple efecto (7) consta de una pluralidad de evaporadores en un número tal que permita la autosuficiencia de la materia seca quemada 5 en la caldera (12) como combustible. En el ejemplo ilustrativo de la figura, se muestra una instalación con 3 evaporadores (7a, 7b, 7c). Estos los enumeramos comenzando por aquél cuyo fluido a alta temperatura es el aceite térmico generado en la caldera, que sería el primero (7a). La instalación del ejemplo muestra una alimentación del fluido permeado a 10 contracorriente del vapor de agua generado. Este último se produce en los tres evaporadores (7a, 7b, 7c), cada uno generando aproximadamente un tercio del total. El sentido del desplazamiento del vapor es desde el primer evaporador (7a) hasta el tercero (7c), mientras que el fluido permeado entra al sistema por el tercero (7c) y sale como concentrado del primero (7a). Alternativas técnicas como la alimentación en corriente 15 directa o mixta, se encuentran dentro del alcance de la invención pero preferentemente se dispondrá de alimentación en contracorriente porque es aquella que demanda menor potencia en la caldera (12).

Cada uno de los evaporadores individuales (7a, 7b, 7c) consta de dos equipos: intercambiador de calor (15a, 15b, 15c) y separador de vahos (25a, 25b, 25c). Los 20 intercambiadores (15a, 15b, 15c) son del tipo de carcasa y tubos y se caracterizan porque contienen dos conducciones independientes, ambas con sus correspondientes toberas de entrada y salida: una carcasa y unos tubos dispuestos longitudinalmente en el interior de la misma. En el interior de la carcasa circula el fluido a mayor temperatura, cuyo flujo se representa por las líneas que inciden transversales al intercambiador (15a, 15b, 15c), 25 mientras que en el interior de los tubos circula el fluido a menor temperatura, el cual recibe calor del fluido de la carcasa y eleva su temperatura hasta el punto de ebullición. Su flujo se representa por las líneas que indican longitudinales al intercambiador (15a, 15b, 15c). La temperatura de ebullición del fluido interior a los tubos siempre será inferior a la del fluido calefactor que circula por la carcasa, puesto que su presión es inferior. Partiendo del 30 primer evaporador (7a), los sucesivos evaporadores (7b, 7c) tienen siempre una presión en el fluido interior a los tubos que es inferior a la presión del evaporador precedente; esto se logra gracias a la bomba de vacío (22), que se actúa sobre el último evaporador (7c). El primero de los evaporadores (7a) presenta ciertas ventajas, ya explicadas, cuando se diseña

para contener una presión superior a la atmosférica.

Para el desplazamiento del fluido permeado a depurar entre cada dos evaporadores consecutivos, se dispone una bomba centrífuga autocebante (26, 27). Esto es necesario en 5 el caso de alimentación a contracorriente, puesto que el fluido permeado ha de vencer la mayor presión existente en el siguiente evaporador. Para el caso de alimentación en corriente directa, no son necesarias las bombas. El fluido es llevado desde el tercer evaporador (7c) hasta el segundo (7b) mediante la bomba indicada en la figura (26), y para desplazarlo desde el segundo (7b) hasta el primero (7a) se podría emplear una bomba 10 independiente pero en el ejemplo de realización se lleva a cabo aprovechando la bomba de recirculación (27) del primer evaporador (7a).

El fluido a mayor temperatura empleado en el primer evaporador (7a) es el aceite térmico producido en la caldera de biomasa (12). En los sucesivos evaporadores (7b, 7c), 15 el fluido a mayor temperatura es el vapor generado en la ebullición interior a los tubos del evaporador precedente. Así, el tercero (7c) recibe calor del vapor producido en el segundo (7b); y el segundo (7b) recibe calor del vapor producido en el primero (7a).

Los separadores de vahos del ejemplo ilustrado (25a, 25b, 25c), son unos depósitos 20 situados en la parte más alta del circuito cerrado que sigue el fluido a depurar. Su función es permitir un flujo ascendente de vapor de agua libre de contaminantes, los cuales precipitan por gravedad. Además, disponen de un desnebulizador (28a, 28b, 28c) situado en su zona superior, caracterizado por comprender una rejilla metálica que provoca la coalescencia de las partículas contaminantes, pero dejando pasar el vapor de agua.

25

Cuando el fluido permeado entra en el tercer evaporador (7c), su concentración en materia seca es mínima. Conforme recorre evaporadores, su concentración va aumentando, siendo esta máxima cuando llega al primero (7a), del cual sale como un producto concentrado en contaminantes. Para su desplazamiento se emplea una bomba (29), que 30 dependiendo del grado de concentración deseado, será centrífuga o de desplazamiento positivo. Según se aprecia en la figura, los evaporadores tercero (7c) y segundo (7b) son de circulación natural. El fluido permeado a depurar permanece en ellos moviéndose en circuito cerrado por la diferencia de densidades que provoca la formación de burbujas

debido a la ebullición. Sin embargo, el primer evaporador (7a) es del tipo denominado de circulación forzada y tubo sumergido. Esto es así para evitar dos inconvenientes que presentan los evaporadores de circulación natural cuando manejan productos de elevada viscosidad (en torno a 120cP ó más): escasa velocidad de circulación, lo cual deriva en un bajo coeficiente global de transmisión de calor, y ensuciamiento por incrustaciones. Al disponer de un evaporador de circulación forzada, que no depende de la formación de burbujas para inducir el movimiento, el caudal del fluido es una constante que podemos modular. Por otra parte, al disponer del intercambiador (15a) en modo horizontal y bajo el efecto de una determinada carga hidrostática, se evita la formación de burbujas en su interior, las cuales potenciarían el ensuciamiento. En definitiva, este tipo de evaporador se emplea como unidad de concentración final y acabado.

Como alternativa al evaporador de circulación forzada y tubo sumergido (7a), otra realización de la invención contempla un evaporador de superficie rascada. Este tipo de evaporador posee un intercambiador de calor cuya superficie de contacto con el fluido a evaporar se encuentra bajo la acción mecánica de unas cuchillas que retiran la suciedad y aumentan la turbulencia.

En todos los evaporadores excepto en el último (7c), se genera un vapor en el interior de los tubos que actúa como fluido calefactor en el siguiente evaporador, concretamente llenando el espacio interior a la carcasa y condensando por el exterior de los tubos que contiene, de modo que cede su calor latente de condensación. Este condensado se acumula en la zona inferior de los intercambiadores (15b, 15c) y se encuentra a una temperatura próxima a la de saturación para la presión existente en la cámara. Esto implica temperaturas incluso superiores a 90°C y que permiten por tanto un aprovechamiento de los condensados como fluido de calentamiento en sistemas de calefacción, agua caliente para limpieza, etc. Para llevar a cabo esta revalorización, los condensados son impulsados mediante bombas (30, 31) hasta el depósito de acumulación de condensados (24), el cual se encuentra aislado térmicamente. El vapor que se genera en el último evaporador (7c), abandona el sistema de evaporadores (7) y es conducido hasta el precalentador (9): entra por su parte superior, recorre el interior de los tubos (19) en un único paso y lo abandona por su parte inferior. Aquí se condensa todo o parte del mismo, cediendo un calor que se emplea para elevar la temperatura del fluido permeado que aún no ha entrado al sistema de

evaporación de múltiple efecto (7), y también para evaporar una parte del mismo. Este condensado se bombea (23) también al depósito de acumulación de condensados (24). El vapor que abandona el precalentador (9), contiene una elevada proporción de gases incondensables y es succionado por la bomba de vacío (22), la cual eleva su presión hasta 5 la atmosférica y permite su descarga al aire ambiente.

La función del sistema de evaporación de múltiple efecto (7) es recibir una alimentación consistente en un fluido contaminado a depurar, y hacerlo circular a través de la secuencia de evaporadores (7c, 7b, 7a); en el ejemplo ilustrativo, el fluido entra diluido 10 al sistema por el tercer evaporador (7c), y recorre la secuencia hasta llegar al primer evaporador (7a) y salir de éste en forma de concentrado con una alta proporción de contaminantes. Los condensados constituyen la mayor parte del agua que contenía el fluido permeado antes de entrar al sistema de evaporadores (7), y se encuentran libres de contaminantes. El concentrado alcanza valores típicos de humedad comprendidos entre un 15 50% y un 65% en base húmeda, gracias al evaporador de acabado (7a) que dispone de un intercambiador (15a) con circulación forzada y tubo sumergido. Estos valores de humedad son lo bastante bajos como para que el concentrado sea vertido directamente sobre la tolva de la caldera (12), mezclándose con la biomasa secada previamente con el compactador (11) y quemándose el conjunto en el hogar de combustión. De todas formas, considerando 20 la alternativa de un evaporador de acabado que comprende un intercambiador de superficie rascada, los valores de humedad llegan a ser todavía menores, inferiores al 50%.

La invención objeto de la presente solicitud contempla un sistema de desinfección del agua descontaminada que se ha separado del residuo orgánico. Este sistema comprende 25 los tratamientos que sean necesarios para cada nivel de exigencia, incluida la potabilización. A estos efectos la invención comprende un dispositivo de desinfección (32) que aplica ozono y/o ión cloruro. La aplicación del mismo se prevé sobre un depósito intermedio (33) para tal fin, el cual se alimenta de agua proveniente del depósito de acumulación de condensados (24). El agua así tratada, se bombea desde el depósito 30 intermedio (33) hasta los puntos de consumo.

Todos los elementos de la instalación de la invención pueden agruparse en uno o varios módulos constituyendo una máquina o unidad operativa completa.

El procedimiento para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua de la invención, aunque puede deducirse de la descripción de la instalación sin mayores explicaciones, se expone a continuación con mención a sus etapas.

- 5 - Recepción y acondicionado del residuo orgánico a depurar en un medio con remoción mecánica, con el fin de garantizar su homogeneidad.
- Separación sólido-líquido del mismo mediante filtración, obteniendo un fluido permeado, a concentrar posteriormente, y un lodo retenido, siendo la materia seca de
10 ambas fracciones una biomasa a quemar en una etapa posterior.
- Secado mecánico de los lodos retenidos en el filtrado, a fin de reducir su humedad hasta un valor que permita su posterior combustión.
- 15 - Separación del agua contenida en el fluido permeado, mediante su evaporación y posterior condensación y llevando el residuo hasta un grado de concentración que facilite su combustión. La evaporación emplea como fuente de energía el calor de la combustión de la biomasa de residuos orgánicos tratados anteriormente, la cual proviene de las dos fracciones mencionadas.
- 20 - Acumulación de los condensados generados en la evaporación, con posibilidad de revalorización dada su temperatura.
- Obtención de un residuo concentrado, con un grado de humedad que facilite su
25 combustión, tras la aplicación de la separación de agua por evaporación.
- Mezcla del residuo concentrado con los lodos retenidos que fueron secados mecánicamente, para su combustión conjunta.
- 30 - Precalentamiento del fluido permeado entrante antes de ser evaporado, aprovechando el calor de condensación que libera un vapor obtenido en la evaporación del fluido permeado precedente.

- Condensación de la totalidad o parte del vapor del paso anterior mediante el propio precalentado, que logra el enfriamiento necesario gracias a que permite la evaporación preliminar de una parte del fluido permeado antes de entrar a la evaporación propiamente dicha.

5

- Desinfección y/o potabilización de los condensados mediante aplicación de agentes como el ozono o ión cloruro.

- La evaporación que se aplica al fluido permeado para la separación de agua
10 comprende un sistema de múltiple efecto, formado por una pluralidad de etapas sucesivas que presentan presiones y temperaturas distintas, entre las cuales al menos una se encuentra a vacío.

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

1. Instalación para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua, tales como purines, aguas residuales urbanas, efluentes agrícolas y similares, donde el residuo es
5 sometido a un proceso de concentración y/o secado para posteriormente aprovechar la energía procedente de la combustión de toda o parte de la materia seca que contiene; **caracterizada porque comprende:**

- unos medios para la alimentación de residuo orgánico,
- 10 – un separador sólido-líquido (4) que emplea microfiltración, por el cual discurre el residuo orgánico,
- un equipo de secado mecánico (11) de los lodos retenidos en el separador sólido-líquido (4),
- una caldera de biomasa (12), alimentada con un combustible que comprende los
15 lodos secos que salen del equipo de secado mecánico (11),
- un sistema de evaporación de múltiple efecto (7), con n etapas sucesivas (7a, 7b,...7n), donde al menos un evaporador se encuentra a vacío, con aporte de calor por la caldera de biomasa (12) y por donde circula el fluido permeado procedente del separador sólido-líquido (4), para la obtención de agua
20 descontaminada en forma de condensados, y un residuo orgánico concentrado.
- un precalentador (9) del fluido permeado previo a su entrada al sistema de evaporación de múltiple efecto (7) y con aporte de calor por los gases que lo abandonan, que eleva la temperatura del fluido hasta un valor por debajo su temperatura de ebullición, pero permitiendo la evaporación de una parte del
25 mismo con el fin de generar un enfriamiento adicional que lo capacita además como condensador de los mencionados gases que abandonan el sistema de evaporación de múltiple efecto (7).

2. Instalación según reivindicación 1 **caracterizada porque** los medios para la
30 alimentación del residuo orgánico comprenden una bomba de aspiración sumergida y con acción trituradora (3) desde una fosa y/o depósito (1).

3. Instalación según reivindicaciones 1 ó 2 **caracterizada porque** el separador sólido-líquido (4) efectúa un filtrado tangencial con la ayuda de por lo menos un tornillo sin fin, es autolimpiante de modo tal que evita la colmatación y posee una pluralidad de filtros con poros de diámetro comprendido entre 1 y 200 micras.

5

4. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** el equipo de secado mecánico (11) comprende un compactador de sólidos que emplea un tornillo sin fin para ejercer una presión sobre el residuo a secar.

10 5. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** el vacío presente en el sistema de evaporación de múltiple efecto (7) se genera mediante unos medios que comprenden una bomba de vacío (22).

15 6. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** cada etapa del sistema de evaporación de múltiple efecto (7a, 7b, ... 7n) comprende un intercambiador de calor (15a, 15b, ... 15n) donde se produce la ebullición del residuo y un separador de vahos (25a, 25b, ... 25n) que permite separar el vapor de agua de las partículas contaminantes.

20 7. Instalación según reivindicación 6 **caracterizada porque** al menos una de las etapas (7a, 7b, ...7n) comprende un intercambiador de calor acondicionado para operar correctamente a concentraciones y/o viscosidades del residuo más elevadas que las habituales para un intercambiador con circulación natural.

25 8. Instalación según reivindicación 7, **caracterizada porque** aquellas etapas (7a, 7b,... 7n) que estén acondicionadas para el grado elevado de concentración y/o viscosidad comprenden un intercambiador de calor con circulación forzada del residuo y sometido a una carga hidrostática que dificulta la formación de burbujas.

30 9. Instalación según reivindicación 7, **caracterizada porque** aquellas etapas (7a, 7b,... 7n) que estén acondicionadas para el grado elevado de concentración y/o viscosidad comprenden un intercambiador de calor de superficie rascada.

10. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 **caracterizada porque** el intercambiador de calor de la primera etapa (15a) recibe calor de un fluido térmico proveniente de la caldera de biomasa (12).

5 11. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** la caldera de biomasa (12) recibe adicionalmente como combustible el residuo orgánico concentrado que sale del sistema de evaporación de múltiple efecto (7).

10 12. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** el precalentador (9) comprende un intercambiador de calor gas-líquido (16), en el cual el líquido (residuo orgánico) presenta una interfase de contacto con el aire atmosférico, de modo que se potencia un proceso de evaporación del mismo sin necesidad de alcanzar la ebullición.

15 13. Instalación según reivindicación 12 **caracterizada porque** el precalentador (9) comprende unos medios de impulsión del líquido en circuito cerrado, de modo tal que se genera una agitación de la interfase que acelera el proceso de evaporación.

20 14. Instalación según reivindicación 13 **caracterizada porque** el intercambiador de calor (16) del precalentador (9) es vertical de carcasa y tubos, circulando el gas por el interior de los tubos y el líquido por su exterior en forma de película descendente que una vez llega al fondo es impulsada de nuevo hasta la zona superior para volver a caer por gravedad, impulsión producida con unos medios que comprenden una bomba (8).

25 15. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 **caracterizada porque** comprende unos medios de impulsión del aire atmosférico y demás gases en contacto con el fluido residual, tales como un soplador o ventilador (20), acelerando de esta manera la evaporación.

30 16. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** los condensados obtenidos del sistema de evaporación de múltiple efecto (7) y aquellos obtenidos en el precalentador (9) actuando como condensador, se almacenan en un depósito de acumulación condensados (24).

17. Instalación según reivindicación 16 **caracterizada porque** los condensados son revalorizados como fluido de calentamiento en procesos térmicos, sistemas de calefacción, agua de limpieza o riego.

5 18. Instalación según reivindicaciones 16 o 17 **caracterizada porque** incorpora un dispositivo (32) que aplica desinfectante, tal como ozono y/o ión cloruro, a un depósito intermedio (33) que se alimenta de condensados provenientes del depósito de condensados (24).

10 19. Procedimiento para depuración de residuos orgánicos con presencia de agua, tales como purines, aguas residuales urbanas, efluentes agrícolas y similares, donde el residuo es sometido a un proceso de concentración y/o secado para posteriormente aprovechar la energía procedente de la combustión de toda o parte de la materia seca que contiene **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:

15

- separación mecánica aplicada al residuo orgánico con el fin de obtener un fluido permeado y unos lodos retenidos,

- secado mecánico de los lodos retenidos, reduciendo su humedad hasta un grado que permita su combustión,

20 - combustión de los lodos una vez secados, para el aprovechamiento de esta energía,

- separación del agua contenida en el fluido permeado hasta producir un concentrado, mediante un proceso de evaporación con presencia de vacío y que emplea la energía desprendida en la combustión de los lodos secos,

25 - precalentamiento del fluido permeado antes de su entrada al proceso de evaporación, mediante el calor cedido por los gases provenientes de la evaporación del residuo precedente, y permitiendo una evaporación preliminar del fluido permeado, gracias a una interfase que mantiene con la atmósfera, para lograr un mayor enfriamiento y por tanto una mayor condensación de los gases mencionados.

30

20. Procedimiento según reivindicación 19 **caracterizado porque** la etapa de separación mecánica comprende un microfiltrado.

21. Procedimiento según reivindicaciones 19 o 20 **caracterizado porque** la etapa de separación del agua mediante un proceso con presencia de vacío comprende una secuencia de evaporaciones a distintas presiones y temperaturas y con separaciones de fases líquido-vapor.

5

22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21 **caracterizado porque** el residuo concentrado obtenido tras el proceso de evaporación es mezclado con el lodo seco obtenido en el secado mecánico para una combustión conjunta.

10

23. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22 **caracterizado porque** el agua separada del residuo a través de la evaporación es desinfectada mediante la adición de agentes como el ozono y/o ión cloruro.

15

24. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23 **caracterizado porque** durante el precalentamiento del fluido permeado se regula su velocidad y la de una corriente de aire circundante, con el fin de modular su velocidad de evaporación y por tanto la tasa de condensación de los gases.

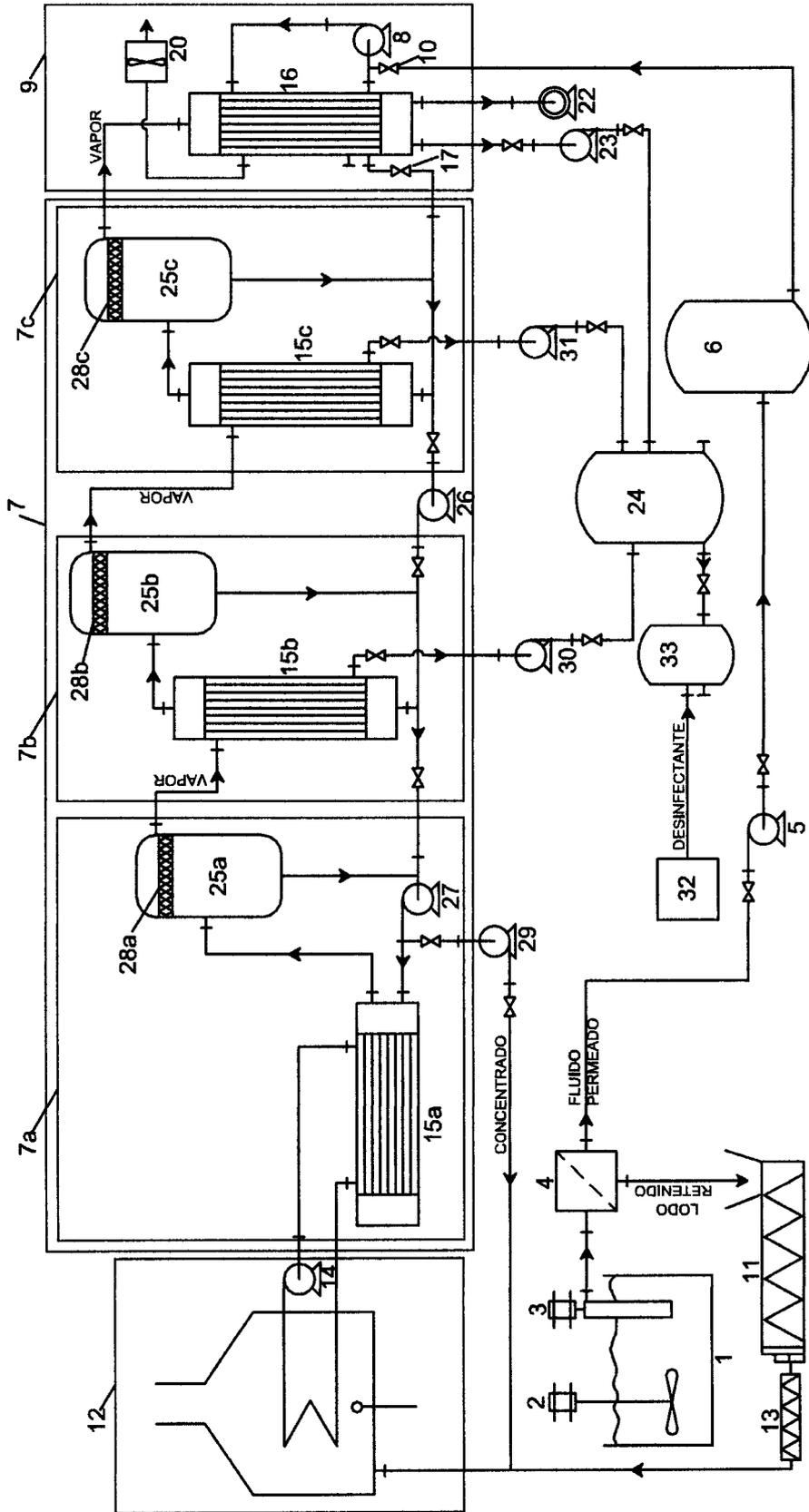


Fig. 1

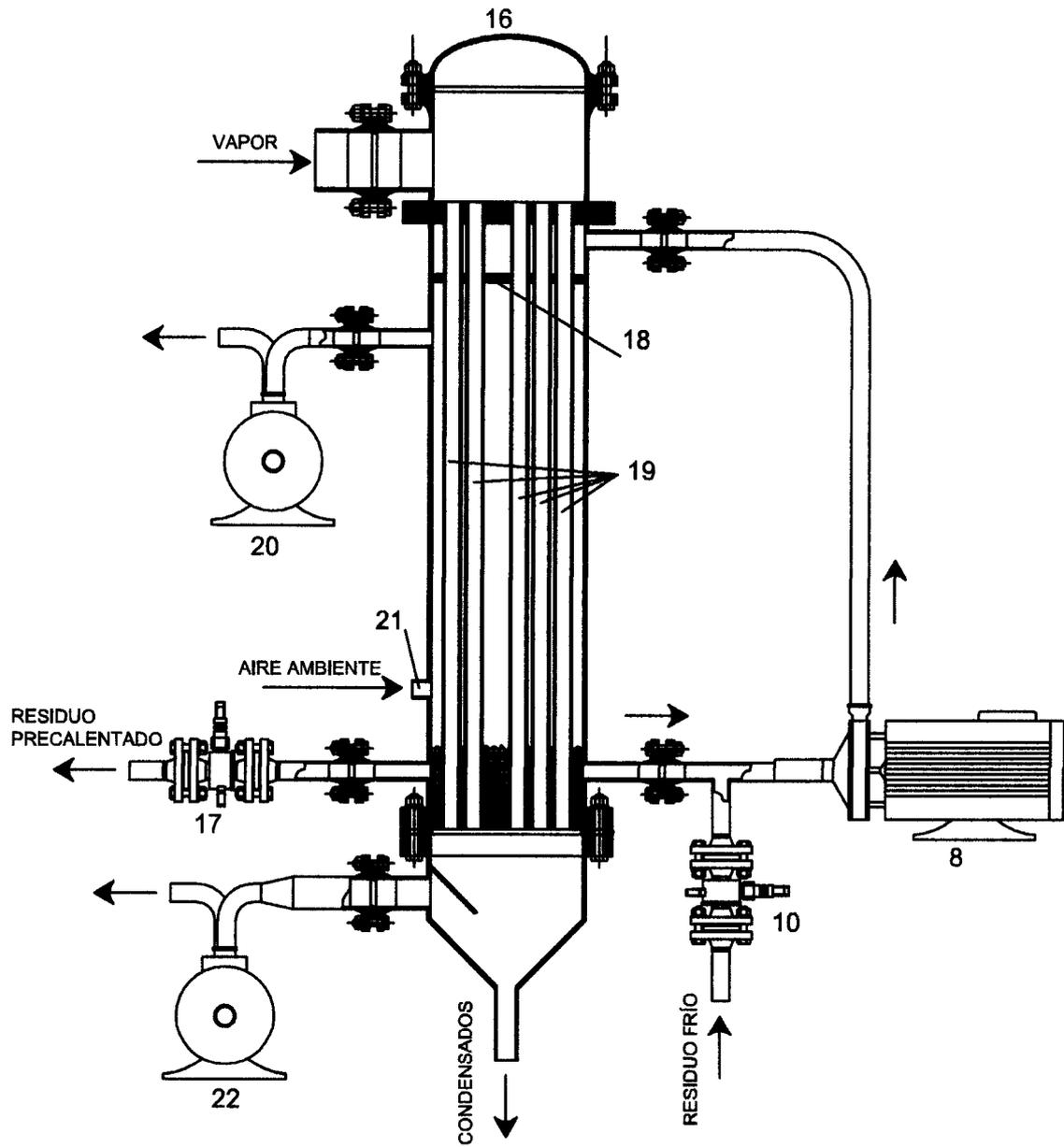


Fig. 2



②① N.º solicitud: 201500746

②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.10.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C02F1/04** (2006.01)
B01D1/26 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 3716458 A (GREENFIELD et al.) 13.02.1973, columna 3, línea 65 – columna 12, línea 25; figura 1.	1-24
A	JP S59392 A (EBARA INFILCO) 05.01.1984, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE, figura 1.	1-24
A	US 2005217134 A1 (LASONDE) 06.10.2005, figuras 1-2; párrafos [66-73].	1-24
A	JP 2006212605 A (NIPPON SHARPO SEIZO KK) 17.08.2006, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, figura 1.	1-24
A	CN 203346370 U (UNIV HUNAN) 18.12.2013, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE, figura 1.	1-24

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
15.06.2016

Examinador
A. Rúa Aguete

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F, B01D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTE, XPESP, CAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.06.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-24	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-24	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3716458 A (GREENFIELD et al.)	13.02.1973
D02	JP S59392 A (EBARA INFILCO)	05.01.1984

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es una instalación y procedimiento para la depuración de residuos orgánicos obteniéndose un fluido depurado apto para su uso en sistemas de calefacción y aguas de riego o limpieza en el que se aprovecha la energía contenida en los lodos permeados y del vapor caliente a la salida del sistema de evaporación del fluido permeado.

El documento D1 divulga una instalación para la depuración de residuos orgánicos que comprende medios para la alimentación de residuo orgánico, una centrífuga como sistema separador sólido-líquido, una caldera de biomasa alimentada con un combustible que comprende los lodos secos, un sistema de evaporación de múltiple efecto con aporte de calor por la caldera de biomasa y un precalentador del fluido permeado previo a su entrada al sistema de evaporación y con aporte de calor por parte de los gases de salida del sistema evaporador. (Ver fig.1). También se encuentra divulgado el procedimiento para la depuración de residuos orgánicos con presencia de agua que comprende las etapas de separación mecánica, secado por un sistema de evaporación y de compactación por prensado de los lodos retenidos como paso previo a su incineración en una caldera de biomasa para el aprovechamiento de esta energía en la etapa de evaporación del fluido permeado en un sistema de evaporación de múltiple efecto y precalentamiento del fluido permeado antes de su entrada al proceso de evaporación, con aprovechamiento del calor cedido por los gases provenientes de la evaporación del fluido permeado. El condensado del sistema de evaporación se recircula a la caldera de biomasa para su combustión (Ver fig.1; columna 8, líneas 15-21). A diferencia de la instalación y procedimiento objeto de la invención la etapa de secado de los lodos retenidos es mediante un sistema de evaporación lo que resulta una opción de mayor consumo energético.

El documento D2 divulga una instalación para la depuración de residuos orgánicos que comprende medios para la alimentación de residuo orgánico, un separador sólido-líquido, un equipo de secado por evaporación de los lodos retenidos, un sistema de evaporación simple con aporte de calor por la caldera de biomasa y un precalentador del fluido permeado a la entrada del evaporador. También se encuentra divulgado el procedimiento para la depuración de residuos orgánicos con presencia de agua que comprende las etapas de separación sólido-líquido, secado de los lodos retenidos por medio de un sistema de evaporación múltiple, combustión de los lodos secos para el aprovechamiento de su energía en la etapa de evaporación del fluido retenido y precalentamiento del fluido permeado antes de su entrada en el evaporador. (Ver resumen EPODOC/EPO; figura). A diferencia de la instalación y procedimiento objeto de la invención la etapa de secado de los lodos retenidos es mediante un costoso y complejo sistema de evaporación múltiple.

Ninguno de los documentos D1 a D2 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un procedimiento e instalación para la depuración de residuos orgánicos con presencia de agua en los que la etapa de secado previa a la incineración consista únicamente en un secado mecánico por compactación con tornillo sin fin, lo que resulta una opción de menor consumo energético y menos costosa para el acondicionamiento de los lodos necesario para una combustión eficiente en la caldera de biomasa.

Por lo tanto, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1 a 24 de la solicitud es nueva e implica actividad inventiva. (Art. 6 y 8 LP).