



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 986 313**

⑮ Int. Cl.:

B01J 19/00 (2006.01)
C02F 11/08 (2006.01)
B01J 3/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2016 E 19172034 (1)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024 EP 3542895**

⑮ Título: **Aparato y procedimiento para el tratamiento de fangos con componentes orgánicos**

⑯ Prioridad:

29.04.2015 EP 15165677

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2024

⑯ Titular/es:

SCW SYSTEMS B.V. (100.0%)
Diamantweg 36
1812 RC Alkmaar, NL

⑯ Inventor/es:

ESSING, GERARDUS CORNELIS OTTO
BERNARD y
HENDRY, DOUGLAS SCOTT

⑯ Agente/Representante:

GONZÁLEZ PESES, Gustavo Adolfo

ES 2 986 313 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

Aparato y procedimiento para el tratamiento de fangos con componentes orgánicos

La invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para el tratamiento de fangos con componentes orgánicos, por ejemplo, una biomasa, que presentan un contenido en agua de al menos un 50%, de modo preferente de al menos un 60%, de modo preferente de al menos un 70%. El aparato comprende un intercambiador de calor para calentar los fangos, de modo preferente, para introducir el líquido, por ejemplo, agua, en los fangos en un estado supercrítico (dado que la presión y la temperatura supercrítica del agua son de 221 barias y de 374° C, respectivamente), y un reactor para convertir al menos una parte de los componentes orgánicos en los fangos, por ejemplo, en vapores permanentes, por ejemplo, hidrógeno y / o metano, por ejemplo, calentando de modo más acusado la corriente dentro del reactor,

10 en el que al menos el reactor comprende uno o más tubos.

Las materias primas con componentes orgánicos constituyen un enorme recurso potencial para proporcionar energía renovable y productos de valor añadido, especialmente en áreas agrícolas en las que es abundante el derroche de biomasa y / o en las que los cultivos energéticos especializados pueden ser elaborados de una manera económica y eficiente.

15 Como se analiza en el trabajo de Marrone, Ph. A. "Oxidación supercrítica del agua -- Estado actual de la actividad comercial a gran escala para la destrucción de desechos", Journal of Supercritical Fluids 79 (2013), páginas 283 – 288, el agua supercrítica es un medio único que ha sido estudiado para una serie de aplicaciones distintas de manera creciente y cada vez más diferenciadas. Por encima de su punto crítico termodinámico (374° C, 221 barias), el agua, como todos los fluidos supercríticos, existe como una única fase densa con propiedades de transporte comparables

20 con un gas y propiedades disolventes comparables a las de un líquido. A diferencia de otros fluidos supercríticos, sin embargo, el agua experimenta un cambio considerable en su comportamiento disolvente entre las condiciones ambientales y supercríticas. Cuando el agua es calentada bajo presión, pierde una cantidad suficiente de su enlace de hidrógeno para pasar de un disolvente altamente polar a un disolvente no polar. El resultado es que el agua supercrítica se convierte en un muy bien disolvente para materiales no polares.

25 El documento US 546 1648 divulga un reactor de oxidación con agua supercrítica que comprende una trampa que conecta con una sección de enfriamiento corriente abajo de un reactor con eje rotativo que presenta una extensión helicoidal.

Constituye un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato mejorado y un procedimiento de tratamiento de fangos con componentes orgánicos, por ejemplo, una biomasa.

30 Con este fin, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1. En otra forma de realización, unos tornillos de transporte están alojados en todos los tubos del intercambiador de calor y del reactor.

El uso de uno o más tornillos se ha encontrado que proporciona un transporte de sólidos continuo y eficaz, los cuales de otro modo tendrían tendencia a acumularse dentro del sistema, por ejemplo, adhiriéndose a las paredes del (de los) tubo(s) o a fijarse en el fondo del (de los) tubo(s). Los sólidos son transportados hacia y al interior de unas trampas sólidas y desde allí eliminados del sistema. De este modo, la presente invención facilita el tratamiento continuo de materias primas con un contenido relativamente alto de componentes orgánicos y / o de sólidos, mejora el intercambio de calor, reduce el riesgo de atascos y / o prolonga los intervalos de mantenimiento destinados a la limpieza del intercambiador de calor y / o de los tubos del reactor.

40 En una forma de realización, los o al menos un tornillo, de modo preferente algunos o todos los tornillos, presenta (presentan) un centro abierto, que provee, de modo preferente, un flujo sin obstrucciones de los fangos o de al menos del líquido de los fangos a través del centro del respectivo tubo, permitiendo así, por ejemplo, fuertes variaciones en la velocidad del flujo.

En una forma de realización, los o al menos un tornillo, de modo preferente, algunos o todos los tornillos, comprende (comprenden) un elemento helicoidal, de modo preferente, una banda de tornillo.

45 En otra forma de realización, al menos un tornillo, de modo preferente, algunos o todos los tornillos comprende, por ejemplo, está (están) revestido(s) con o contiene, un agente, por ejemplo, un catalizador, que interactúa con la conversión de los componentes orgánicos de los fangos. Dicho agente se puede emplear, por ejemplo, para potenciar la conversión y / o para producir más metano a temperaturas más bajas, ejemplos incluyen un revestimiento de un metal, por ejemplo, de cobre o níquel.

50 En otra forma de realización comprende un motor para accionar el tornillo o los tornillos de transporte. En un perfeccionamiento, el aparato comprende una zona de alta presión, que abarca al menos el reactor y el intercambiador de calor, en el que al menos un motor está situado fuera de la zona de alta presión, por ejemplo, en las inmediaciones del reactor a presión atmosférica, en otro perfeccionamiento, la zona de alta presión está cerrada herméticamente y al menos un motor está magnéticamente acoplado al tornillo o tornillos de transporte. En un ejemplo, los tornillos comprenden unas extensiones en saliente que forman parte de la zona cerrada herméticamente y los motores están situados en las inmediaciones o cerca de estas extensiones para establecer un acoplamiento magnético

suficientemente fuerte entre los (extensiones de los) tornillos en la zona de alta presión y los motores al exterior de la zona de alta presión.

En otro perfeccionamiento, el motor está conectado por medio de una transmisión situada en la zona de alta presión, hacia dos o más tornillos de transporte, de modo preferente, todos los tornillos de transporte. de este modo, en principio, únicamente se requiere un solo motor y por tanto un solo cierre hermético de alta presión.

En una forma de realización, el diámetro exterior del o del al menos un tornillo de transporte, de modo preferente, algunos o todos los tornillos, se sitúa (se sitúan) en el intervalo del 0% al 15% inferior al diámetro interno del tubo en el que está alojado, de modo preferente, introduciendo un suficiente juego para posibilitar la expansión de los tornillos resultante de las variaciones de la temperatura o de la rotación.

10 La invención se refiere además a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13.

En una forma de realización, se lleva a cabo tanto el incremento de la presión y de la temperatura y la conversión de al menos una parte de los componentes orgánicos de los fangos dentro de un tubo y los sólidos que se sedimentan a partir de los fangos son transportados a través de los tubos por medio del tornillo alojado en los tubos.

15 A continuación se analizará con mayor detalle la invención con referencia a las figuras, las cuales muestran esquemáticamente una forma de realización de acuerdo con la presente invención.

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de una forma de realización de un aparato / procedimiento para la conversión hidrotérmica, por ejemplo, la gasificación de agua supercrítica, de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección esquemática de un aparato que comprende un tornillo de transporte de acuerdo con la presente invención.

20 La Figura 1 muestra un sistema 1 para el tratamiento de fangos con componentes orgánicos, por ejemplo, una biomasa, que presenta un contenido en agua de al menos un 50%, que comprende un separador de sólidos – líquidos 2, como por ejemplo, un tornillo de presión, un filtro de presión, una centrifugadora o una secadora para deshidratar los fangos de alimentación y un depósito 3 para contener los fangos deshidratados. El depósito está conectado a una bomba 4 la cual, a su vez, está conectada a o está integrada con un intercambiador de calor 5 para añadir calor residual a los fangos. Corriente abajo del intercambiador de calor 5 se encuentra una bomba de alta presión 6 y un intercambiador de calor 7 para presurizar y calentar el agua de los fangos hasta condiciones supercríticas o próximas a las supercríticas.

25 En el presente ejemplo, el intercambiador de calor comprende una o más secciones de intercambiador de calor de tubo en tubo contracorriente 7A, por ejemplo, dos, cuatro o más secciones de intercambiador de calor de tubo en tubo, que se extienden horizontalmente y en paralelo unas con otras y que están conectadas en serie. Corriente abajo de la bomba 6 y del intercambiador de calor 7 se encuentra otro intercambiador de calor, que sirve como reactor 8. En el presente ejemplo, el reactor comprende uno o más tubos 8A, por ejemplo, dos tubos 8A, los cuales son externamente calentados.

30 El extremo corriente abajo del reactor y opcionalmente también el intercambiador de calor 7 está conectado a una trampa de sólidos 9 para eliminar los sólidos del sistema, por ejemplo, sales y minerales precipitados y / o inorgánicos.

35 Como se indica mediante la línea continua 10 en la Figura 1, el extremo corriente abajo del reactor 5 está conectado al tubo exterior del intercambiador de calor 7, para proporcionar un intercambio de calor contracorriente entre los fangos (relativamente calientes) convertidos y los fangos (relativamente fríos) antes de la conversión. Los tubos exteriores del intercambiador de calor 7 están conectados a un separador de gas / líquido para separar los productos gaseosos del líquido.

40 Como se muestra con mayor detalle en la Figura 2, un tornillo de transporte, en este ejemplo una banda de tornillo 15 está alojado en todos los tubos 7A, 8A del intercambiador de calor 7 y del reactor 8.

45 El sistema comprende además una zona de alta presión, que abarca al menos el reactor 8 y el intercambiador de calor 7 y un motor 16 situado por fuera de la zona de alta presión. El motor está conectado, por medio de una transmisión 17, el cual puede estar situado en la zona de alta o baja presión, con todas las bandas de tornillo de transporte 15 para accionarlas todas en la misma dirección de rotación. Para asegurar el transporte de los sólidos en la dirección del flujo de los fangos (indicada mediante las flechas), en este ejemplo la helicoidalidad de los tornillos cambia de un tornillo al siguiente.

50 Durante el funcionamiento, en un ejemplo, la biomasa húmeda (estiércol) que presenta un contenido en agua de un 90% es deshidratada por medio de un tornillo de presión 2 hasta un contenido en agua de un 70% (sólidos totales en un 30%) y los fangos engrosados y viscosos son alimentados al depósito 3. Desde allí, los fangos son bombeados (a 1.000 litros / hora) hacia el intercambiador de calor 5 y mezclados con agua hasta un contenido en agua del 75%, y un volumen de 2.000 nL/h. los fangos son entonces presurizados y calentados (240 – 250 barias, y 370 – 390° C) y alimentados al reactor, donde los fangos son calentados en mayor medida (hasta 550 – 600° C) para convertir al

menos una parte de los componentes orgánicos de los fangos en un producto gaseoso, por ejemplo hidrógeno y metano. Durante el calentamiento y la conversión y tanto en el estado subcrítico como en el estado supercrítico, los sólidos que se sedimentan a partir de los fangos son continuamente transportados a través de los tubos 7A, 8A por medio de los tornillos 15, los cuales rotan a, por ejemplo, de 5 a 10 rpm, e introduciéndose en la trampa de sólidos 9.

5 El agua es alimentada al intercambiador de calor 7 para recuperar el calor de alta temperatura, esto es para calentar los fangos más fríos corriente arriba. Despues de salir el intercambiador de calor (a 2.000 nL/h, 240 – 250 barias y de 250 a 300° C), el líquido es alimentado al separador de gas / líquido para hacer posible que producto gaseoso escape y permita su recogida. La trampa de sólidos es vaciada a intervalos regulares.

10 El procedimiento y el sistema de acuerdo con la presente invención permite el tratamiento continuo de materias primas con un contenido relativamente elevado de componentes orgánicos y / o de sólidos, reduciendo al tiempo el riesgo de atasco y / o de mantenimiento de la prolongación de los intervalos para limpiar el intercambiador de calor y / o los tubos del reactor y / o mejorar el intercambio de calor entre los fangos viscosos altamente sólidos y relativamente fríos situados en los tubos interiores con el fluido relativamente caliente de los tubos exteriores.

15 La invención no está restringida a las formas de realización antes descritas, las cuales pueden ser modificadas de diversas maneras dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, el tornillo puede comprender un tubo con una serie de aberturas en su pared y con un elemento helicoidal, por ejemplo, un alambre, enrollado alrededor de y fijado, por ejemplo, soldado a aquella. El tornillo puede estar fabricado en metal o, por ejemplo, en un material sintético, como por ejemplo un polímero de ingeniería. En otro ejemplo, el tornillo presenta un centro sólido.

REIVINDICACIONES

- 1.- Aparato (1) para el tratamiento de unos fangos con componentes orgánicos, por ejemplo una biomasa, que presentan un contenido en agua de al menos un 50%, que comprende un intercambiador de calor (7) para situar el agua de los fangos en un estado supercrítico, y un reactor (8) para convertir al menos una parte de los componentes orgánicos de los fangos, en el que el reactor (8) comprende uno o más tubos (8A) y al menos un tornillo de transporte (15) está alojado en al menos uno de los uno o más tubos (8A), comprendiendo el aparato una trampa de sólidos (9) de un extremo corriente abajo del reactor, y al menos un tornillo (15) que se extiende a través de la trampa de sólidos (9) en el que el aparato comprende un conducto de retorno (10) configurado para reciclar el agua caliente procedente de la trampa de sólidos hacia los tubos exteriores del intercambiador de calor para proporcionar un intercambio de calor contracorriente entre el agua caliente procedente de la trampa de sólidos y los fangos antes de la conversión en el intercambiador de calor (7).
- 5 2.- Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor (7) y el reactor (8) comprenden cada uno, uno o más tubos (7A; 8A) y un tornillo de transporte (15) está alojado en al menos un tubo (7A) del intercambiador de calor (7) y en la al menos un tubo (8A) del reactor (8).
- 10 3.- Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que un tornillo de transporte (15) está alojado en todos los tubos (7A; 8A) del intercambiador de calor (7) y del reactor (8).
- 15 4.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el o al menos un tornillo (15), de modo preferente, alguno o todos los tornillos (15), presentan un centro abierto.
- 20 5.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el o al menos un tornillo, de modo preferente algunos o todos los tornillos, comprende un elemento helicoidal (15).
- 6.- Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el o al menos un tornillo, de modo preferente alguno o todos los tornillos, comprende una banda de tornillo (15).
- 25 7.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos un tornillo (15), de modo preferente alguno o todos los tornillos (15), comprende un agente, que interactúa con la conversión de los componentes orgánicos en el fango.
- 8.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un motor (16) para accionar el tornillo de transporte o tornillos (15).
- 30 9.- Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende una zona de alta presión, que abarca al menos al reactor (8) y al intercambiador de calor (7), en el que el al menos un motor 16) está situado fuera de la zona de alta presión.
- 10.- Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la zona de alta presión está sellada y el al menos un motor (16) está acoplado de forma magnética al tornillo o tornillos de transporte (15).
- 35 11.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende dos tornillos de transporte (15) con helicoidalidad opuesta.
- 12.- Aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el diámetro exterior del o de al menos un tornillo de transporte (15), de modo preferente, algunos o todos los tornillos, se sitúa en el intervalo entre un 0% y un 15% inferior al diámetro interno del tubo (7A; 8A) en el que está alojado.
- 40 13.- Procedimiento de tratamiento de fangos con componentes orgánicos, por ejemplo una biomasa, que presenta un contenido en agua de al menos un 50%, en un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- el incremento de la presión y la temperatura de los fangos para situar el agua de los fangos en un estado supercrítico,
- la conversión de al menos una parte de los componentes orgánicos de los fangos y
- en el que al menos la conversión de al menos una parte de los componentes orgánicos de los fangos se lleva a cabo dentro del tubo (8A),
- 45 **caracterizado por**
- el transporte de los sólidos se deposita a partir de los fangos a través del tubo (8A) por medio de un tornillo (15) alojado en el tubo (8A) y hacia y dentro de una trampa de sólidos (9);

en el que el agua caliente es reciclada a partir de la trampa de sólidos hacia los tubos exteriores de un intercambiador de calor para proporcionar un intercambio de calor contracorriente entre el agua caliente procedente de la trampa de sólidos y los fangos antes de la conversión en el intercambiador de calor.

14.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que

- 5 El incremento de la presión y la temperatura se lleva a cabo dentro de un tubo (7A) y los fangos son transportados a través de los tubos (7A) por medio de uno o más tornillos (15) alojados en los tubos (7A).

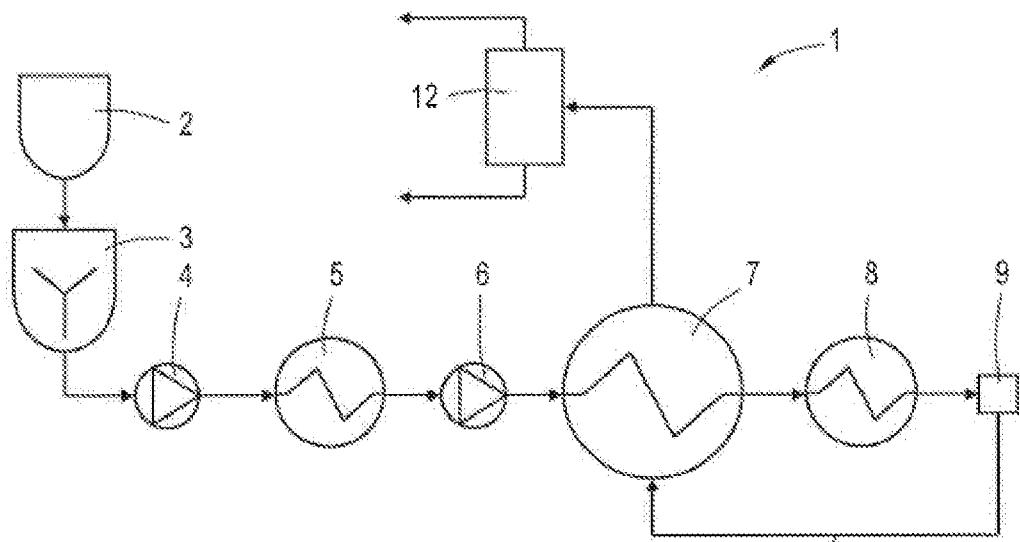


Fig.1

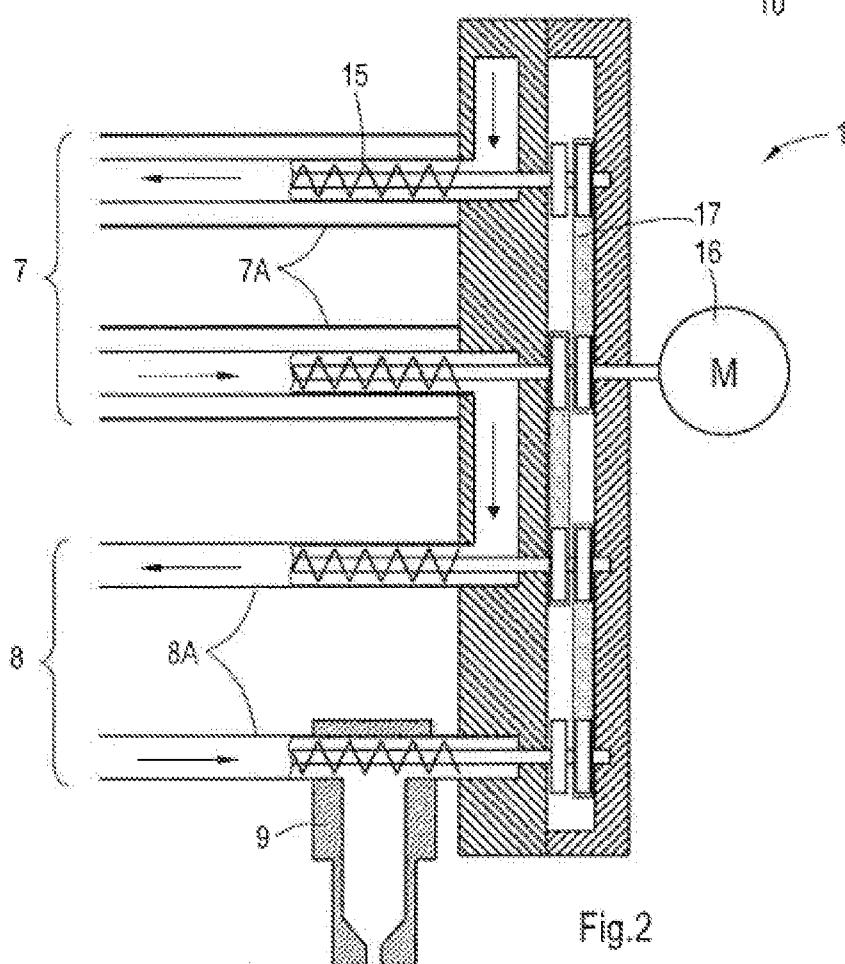


Fig.2