

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 236**

51 Int. Cl.:

B01J 3/04 (2006.01)

B01J 8/10 (2006.01)

C10L 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2012 E 12000742 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2484434**

54 Título: **Reactor continuo para la carbonización hidrotermal**

30 Prioridad:

05.02.2011 DE 102011010573

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

22.06.2020

73 Titular/es:

GRENOL IP GMBH (100.0%)

Artzbergweg 6

40882 Ratingen, DE

72 Inventor/es:

HOFER, LOTHAR y

BOYE, JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 768 236 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

Reactor continuo para la carbonización hidrotermal

Los reactores HTC (HTC: Hydrothermale carbonization) realizados hasta ahora y para los que se han presentado solicitudes de patente tienen sustancialmente una estructura como reactores por lotes.

5 El documento US 20100184176 A1 da a conocer un dispositivo de descomposición hidrotermal para biomasa comprendiendo: una alimentación de biomasa que alimenta material de biomasa bajo presión normal hasta bajo presión elevada; un dispositivo de descomposición hidrotermal que permite mover el material de biomasa alimentado poco a poco en el interior de un cuerpo principal del dispositivo desde los dos extremos del mismo en un estado consolidado y que permite también introducir agua a presión caliente de otro extremo de un tramo de alimentación para el material de biomasa en el cuerpo principal para poner el material de biomasa y el agua a presión caliente en sentido opuesto en contacto uno con el otro y someterlo a una descomposición hidrotermal, y que eluye un componente de lignina y un componente de hemicelulosa en el agua a presión caliente para separar el componente de lignina y el componente de hemicelulosa del material de biomasa; y un descargador de biomasa, que evacua desde el lado en el que se alimenta el agua comprimida caliente al cuerpo principal del dispositivo un residuo sólido de biomasa bajo presión elevada hasta presión normal.

10 El documento WO 2008/120662 A1 da a conocer un dispositivo de reacción hidrotermal continuo altamente eficiente para el tratamiento de biomasa, que realiza la separación de componentes de la biomasa como recursos útiles, así como un procedimiento para controlar este dispositivo. El dispositivo de reacción hidrotermal continuo es un dispositivo de reacción de alta presión hidrotermal continuo que comprende una unidad de abastecimiento de material, que está formada por una amasadora de pulverización de material, una bomba de lodo que es capaz de controlar una velocidad de transporte de material y una bomba de alimentación de disolvente; un reactor tubular de metal resistente a la corrosión cuya temperatura se controla mediante un calentador de temperatura de varias etapas y un calentador isotérmico y un refrigerador del tipo refrigeración por agua; y una unidad expulsora de material que está formada por una válvula magnética de cierre dúplex, que está provista en su centro de una cámara amortiguadora de presión, estando expuesta la biomasa en el reactor tubular a condiciones de reacción de alta presión hidrotermales estrictamente controladas.

15 El documento EP 1 005 903 A1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento de sustancias mediante la coexistencia de una sustancia de objeto con agua que se mantiene a una temperatura por encima de 200°C para realizar reacciones químicas como la separación de cadenas de moléculas, la recombinación y el desacoplamiento de moléculas cerradas, reacciones de oxidación y reducción. Una fase mixta que contiene un objeto y un medio líquido se somete en el dispositivo de reacción supercrítico al estado supercrítico del medio, estando previstas alimentaciones en el extremo superior y una salida de producto en el extremo inferior. En el interior del dispositivo, la zona supercrítica está prevista arriba y la zona subcrítica abajo y la sustancia de objeto y los productos de la reacción se conducen en una dirección hacia el extremo inferior de la cámara de reacción.

20 El documento EP 0 045 931 A2 da a conocer un procedimiento continuo para la preparación de una resina vinílica mediante homopolimerización, copolimerización o polimerización por injerto de cloruro de vinilo en suspensión acuosa en presencia de uno o varios activadores que se descomponen formando radicales, sustancias tensioactivos y otros aditivos en al menos dos zonas de reacción, en las que la mezcla de polimerización se mantiene suficientemente en movimiento para que los polímeros formados no se depositen, polimerizándose en la primera zona de reacción hasta una reacción de un máximo del 10 % en peso respecto a los monómeros de partida, enfriándose después de salir de la última zona de reacción, expandiéndose y liberándose de los monómeros que no han reaccionado y procesándose después de la separación de la cantidad principal del baño acuoso para obtener un polvo seco de polímeros, manteniéndose en todas las zonas de reacción un flujo de injertos de la mezcla de polimerización, moviéndose en la primera zona de reacción la mezcla de polimerización suficientemente para ajustar la morfología de granos deseada e impidiéndose en particular en la segunda zona de reacción la formación de depósitos de polímeros en las superficies que entran en contacto con la mezcla de polimerización.

25 El documento WO 2008/138637 A2 da a conocer un procedimiento para el control del proceso de una instalación para la carbonización hidrotermal de biomasa incluidos la separación y el uso de los productos, así como un dispositivo correspondiente. Esto incluye un procedimiento y un dispositivo para el control del calentamiento previo de biomasa y la refrigeración de una reacción para la carbonización hidrotermal (HTC) de biomasa, retirándose de un reactor HTC vapor de agua mediante al menos una válvula controlada por presión y/o temperatura, que puede usarse posteriormente para el calentamiento previo. Además, incluye un procedimiento para la separación de la mezcla de productos a continuación de una reacción de carbonización hidrotermal en una instalación HTC sin previa expansión a presión ambiente para poder realizar la separación de forma eficiente y poder recircular y volver a usar el agua separada.

30 El documento DE 10 2008 028 953 A1 da a conocer un procedimiento para la preparación de carbón vegetal mediante carbonización hidrotermal (HTC) de biomasa de cualquier tipo mediante desintegración, inundación en una solución acuosa, adición de un catalizador químico, llenado en un recipiente de reacción, aumento de la presión y calentamiento así como mantenimiento de la temperatura durante una fase de reacción relativamente larga con

posterior refrigeración de la solución acuosa, separación de las partículas de carbón del agua de reacción, caracterizado por que el proceso se realiza en un recipiente de reacción que se mantiene continuamente a un alto nivel de la presión, pero que funciona de forma intermitente, llenándose un recipiente de calentamiento previo dispuesto delante del recipiente de reacción y dispuesto por encima de este sin presión, que comienza tras la inundación con la válvula de llenado cerrada mediante la apertura de la válvula de salida una compensación de la presión con el recipiente de reacción, transportándose el material de partida precalentado mediante fuerza de gravedad y subsidiariamente con apoyo por una bomba de lavado al recipiente de reacción.

El documento WO 2009/127727 A1 da a conocer un procedimiento de carbonización hidrotermal para la preparación de material similar a carbón usándose biomasa, comprendiendo una etapa (i) del calentamiento de una mezcla reactiva que comprende agua y biomasa para obtener una mezcla reactiva que comprende biomasa activa; y una etapa (ii) de la adición de un iniciador de polimerización a la mezcla reactiva obtenida en la etapa (i) para polimerizar la biomasa activada y obtener una mezcla reactiva que comprende un material similar a carbón.

El documento WO 2008/095589 A1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para la carbonización hidrotermal de biomasa, haciéndose reaccionar biomasa con agua y al menos un catalizador en un recipiente a presión mediante aumento de la temperatura y/o de la presión para obtener sustancias como carbón, aceite y/o sustancias similares. Para mejorar la carbonización hidrotermal de biomasa se propone alimentar a un recipiente a presión realizado sustancialmente como tubería con al menos una abertura de salida controlable y al menos una abertura de salida controlable a través de la al menos una abertura de entrada controlable biomasa, agua y/o al menos un catalizador, controlándose las condiciones de temperatura y presión en el recipiente a presión de tal modo que el material de relleno alimentado al recipiente a presión, formado por biomasa, agua y catalizador, se transporta en la tubería, reaccionando la biomasa, el agua y el catalizador entre sí y retirándose a través de la al menos una abertura de salida controlable al menos un producto de reacción del material de relleno.

El documento WO 2011/117837 A2 da a conocer un reactor de flujo laminar para la preparación de hidrocarbano de una mezcla de sólido y líquido de agua y un componente que contiene carbono, tratándose la mezcla de sólido y líquido a una temperatura de 0-300°C y a una presión de 5 a 70 bar, que está formado por unidades de reactores tubulares con tramos de retención en gran medida verticales y desviadores que cambian la dirección, fluyendo la mezcla de sólido y líquido más lentamente por los tramos de retención que por los demás tramos de tubo, puesto que presentan diámetros más grandes.

Una idea que va más allá prevé construir estos reactores de tal modo que están divididos en varios reactores por lotes conectados entre sí. Se conoce por ejemplo un tipo de reactor en el que tres recipientes a presión están dispuestos en serie y en los que el proceso de la carbonización puede avanzar respectivamente en los reactores a presión separados unos de otros por grifería. Esto tiene la gran ventaja de que puede ahorrarse de este modo energía de calefacción, puesto que en cada caso hay que calentar solo al primer reactor a la temperatura de reacción pudiendo seguir el proceso propiamente dicho como proceso exotérmico. El calor excedente de los reactores dispuestos a continuación se aprovecha en este caso para el calentamiento de la biomasa delante y en el interior del primer reactor. El vaciado y el llenado de los reactores individuales se realiza por lotes, empezándose con el vaciado del último reactor, después el vaciado del reactor anterior que va unido con el llenado del último reactor hasta el llenado del primer reactor, que debe haberse vaciado previamente al segundo reactor. La grifería de separación entre los reactores sirve para impedir que llegue biomasa no carbonizada antes de tiempo al siguiente reactor. Los reactores están dispuestos uno encima del otro para que, al abrir la grifería de separación, el material a carbonizar llegue por vía natural gracias a la fuerza de gravedad al siguiente reactor. En los reactores hay respectivamente un agitador que sirve para la homogeneización, acelera la transición de calor y favorece por otro lado el proceso de entrega al siguiente reactor.

En esta descripción se ve que este procedimiento puede llamarse en el mejor de los casos un procedimiento casi continuo.

El objetivo de la invención es poner a disposición un aparato o un dispositivo que permita realizar un proceso continuo.

Este objetivo se consigue mediante un reactor de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 y un uso de acuerdo con la reivindicación 15.

La instalación reivindicada está formada sustancialmente por un reactor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el proceso HTC tiene lugar durante el tiempo de permanencia. La biomasa se introduce de forma ventajosa de forma desintegrada mediante un dispositivo transportador y se vuelve a evacuar en el extremo del reactor con ayuda de un dispositivo transportador como producto acabado, en particular como carbón y/o sustancias similares y agua.

Los dispositivos de deshidratación, preferentemente una delante de la entrada y una detrás de la salida, hacen que llegue la menor cantidad de agua posible al reactor, estando disponible el producto producido en la salida de la forma más seca posible.

Por lo tanto, el reactor puede estar formado por un recipiente a presión o por tramos correspondientes y el transporte en el interior del reactor queda garantizado por un dispositivo transportador, de forma ventajosa en forma de un

tornillo sin fin de transporte con o sin árbol, que también se encarga de mezclar el biomaterial y mejorar el suministro y la evacuación de calor. El suministro y la evacuación de energía térmica se posibilita o garantiza preferentemente con ayuda de un fluido portador de calor desde el exterior a través de una doble camisa. De forma ventajosa, el tornillo sin fin está equipado con un árbol hueco, mediante el que puede tener lugar un intercambio de la energía térmica con ayuda de este portador de calor.

Otras configuraciones ventajosas resultan de las reivindicaciones subordinadas.

El reactor puede tener diferentes formas:

1. En caso de diámetros pequeños, está realizado en una variante no de acuerdo con la invención como tubo doblado con una hélice de tornillo sin fin flexible como mecanismo de transporte. En conjunto, el reactor tiene aspecto de un resorte helicoidal sobredimensionado que tiene una línea central vertical (véase la Figura 2).
2. En caso de diámetros más grandes, el reactor está formado por tramos tubulares rectos, que están conectados entre sí con ayuda de piezas de conexión en T. De forma ventajosa, cada tramo de tubo realizado de forma recta tiene un dispositivo transportador, de forma ventajosa en forma de un tornillo sin fin de transporte, que se encarga del transporte, de la mezcla y de la transmisión de calor. El reactor en conjunto tiene una forma similar a la que se ha descrito arriba (véase la cifra 1, con la Figura 2), solo que el resorte helicoidal no tiene una sección transversal circular sino cuadrada (véase la Figura 1).
3. La Figura 3 muestra otra variante de un reactor que trabaja de forma continua con dos tramos de tubos de reactor rectos. Se trata de un reactor en el que la energía de calentamiento se aporta con ayuda de manguitos calentadores que funcionan eléctricamente.
4. La Figura 4 muestra otra variante de un reactor HTC que trabaja de forma continua como combinación de un reactor tubular y de recipiente a presión, que están conectados entre sí en el punto más alto. El calentamiento se realiza en el reactor primario dispuesto de forma ascendente. En el reactor secundario en forma de un recipiente a presión se evacua energía térmica excedente y se sigue usando preferentemente como energía de calentamiento.

Descripción del reactor novedoso:

La Figura 1, la Figura 2, la Figura 3 y la Figura 4 muestran este reactor en diferentes formas de construcción.

El reactor está concebido como reactor que trabaja de forma continua. El funcionamiento y el proceso están basados en solicitudes de patente conocidas, ya presentadas y en patentes ya concedidas.

El objetivo planteado que ha resolverse es hacer que el proceso de la carbonización pueda tener lugar de forma continua, sin el montaje de válvulas de cierre, que conducen a tiempos de espera, posibles averías y un modo de trabajo discontinuo.

Esto se ha conseguido de acuerdo con la invención por que el proceso tiene lugar en un reactor tubular o en una combinación de un reactor tubular y uno de recipiente a presión, sin válvulas de cierre, y preferentemente con respectivamente un dispositivo transportador para sustancias sólidas en la entrada y un dispositivo transportador adecuado para ellas en la salida, que son adecuados de la misma manera como esclusa de presión y de vaciado para líquidos y sustancias sólidas.

La incrustación de material carbonizado en el interior del reactor se impide porque en la parte del reactor en la que hay sobre todo sustancias sólidas y comienza la carbonización, el reactor está realizado como tubo y tiene un agitador que impide una aglomeración y una incrustación. El calor necesario se suministra por un lado desde el exterior con ayuda de una doble pared, por la que fluye el fluido portador de calor calentado y por otro lado desde el interior mediante el árbol del agitador, que está realizado como árbol hueco doble y por el que fluye o circula también fluido portador de calor.

La incrustación en la parte restante del reactor, que está formado dado el caso por un tubo realizado casi de forma helicoidal (véase la Figura 1 y la Figura 2), se impide de forma ventajosa mediante agitadores helicoidales que también pueden encargarse del transporte. Las Figuras muestran estos reactores, que están formados por trozos de tubo rectos o doblados y que están conectados entre sí con ayuda de piezas en T de tal modo que asemejan una forma helicoidal. La forma helicoidal se ha elegido de forma ventajosa para ahorrar espacio o espacio constructivo y poder conseguir que los dispositivos de aislamiento sean económicos. En esta parte del reactor, el calor se suministra desde el exterior a través de la doble pared. De forma ventajosa, el mismo dispositivo también es adecuado para la evacuación de calor excedente que se genera por el proceso.

De forma ventajosa, el reactor se instala de tal modo que el contenido a carbonizar se apila en el reactor de tal modo que en el punto más alto también hay la temperatura más elevada. Para ello, la biomasa se introduce en el reactor o procesador y se calienta hasta el punto más alto, de modo que en el posterior desarrollo del proceso mantiene la temperatura o se refrigera presentando al salir del reactor de forma ventajosa una temperatura por debajo de 100°C

para que pueda impedirse una evaporación brusca a presión atmosférica.

La Figura 1 muestra una instalación completa con dispositivo transportador (1) que transporta la sustancia sólida a una presión elevada, por encima de la presión de la reacción, al procesador. Este material se transporta a la primera parte del reactor (2). Aquí se calienta a la temperatura de reacción, de forma ventajosa entre 160°C y 230°C y se mezcla de forma ventajosa. El proceso de transporte a la otra parte del reactor (4) se realiza sustancialmente mediante un dispositivo transportador (3) aquí no visible en el interior de la primera parte del reactor (2), mediante el dispositivo transportador (1) y el dispositivo transportador (7) al final de la otra parte del reactor (4) y el dispositivo transportador del mismo. Los dos dispositivos transportadores (1, 7) que introducen y evacúan el material transportan de forma ventajosa de forma sincronizada.

La otra parte del reactor (4) está dividida en trozos de tubo rectos, para poder producir o fabricarlos mejor, poder transportar y montar mejor los tramos individuales y para poder desmontar y mantener bien las herramientas mezcladoras.

Para un reactor hecho de tubos doblados (véase la Figura 2), la herramienta mezcladora está formada por

un tornillo sin fin que de forma ventajosa es flexible y que está arrollado preferentemente de forma similar a un resorte helicoidal; o

un árbol que de forma ventajosa es flexible, en el que están montados elementos mezcladores, agitadores o transportadores individuales, que pueden transportar, mezclar y/o limpiar la superficie del reactor.

El accionamiento de estas herramientas transportadoras o mezcladoras se realiza de forma ventajosa con ayuda de motores reductores eléctricos, cuyos árboles se asoman a la cámara de mezcla y que están estanqueizados hacia el exterior con ayuda de juntas de árbol. Estas juntas pueden estar realizadas de forma ventajosa como prensaestopas o como juntas de anillo deslizante, que son más confortables y tienen una vida útil más larga.

Para un reactor hecho de tubos rectos (véanse las Figura 1 y la Figura 3), la herramienta mezcladora está formada por un tornillo sin fin que de forma ventajosa es rígido con un árbol central.

El accionamiento de estas herramientas transportadoras o mezcladoras se realiza de forma ventajosa con ayuda de motores reductores eléctricos o accionamientos por cadena, cuyos árboles se asoman a la cámara de mezcla y que están estanqueizados hacia el exterior con ayuda de juntas de árbol. Estas juntas pueden estar realizadas de forma ventajosa tanto como prensaestopas o, de forma más confortable y con una vida útil más larga, como juntas de anillo deslizante.

En el extremo del reactor está dispuesto el dispositivo transportador (7) que evacua la mezcla de agua y carbón o sustancias similares de forma selectiva y continua del sistema. Los dispositivos transportadores también son capaces de transportar materiales difíciles, como por ejemplo arena o piedras pequeñas. Esto son materiales que pueden estar contenidos en los biorresiduos, por ejemplo, cuando se usa como material de carga restos de poda en verde o lodos de clarificación.

El portador de calor que fluye por las dobles camisas (5, 6) evacua el calor restante, que puede seguir aprovechándose o devolverse al proceso.

La Figura 2 muestra un reactor HTC que trabaja de forma continua, en el que los trozos de tubo del reactor (2) están realizados en una forma helicoidal doblada y están equipados respectivamente con un dispositivo transportador flexible y sin árbol, aquí no visible.

La parte de entrada del reactor (6) está realizada de forma recta y está dispuesta a continuación de la parte helicoidal del reactor.

El accionamiento (1) del dispositivo mezclador y transportador (aquí no representado) transporta el biomaterial de la entrada (5) a la otra parte doblada del reactor (2). La entrega tiene lugar de forma ventajosa en el punto más alto del reactor.

La parte helicoidal del reactor (6) está formada por partes individuales, que representan respectivamente un trozo de tubo de 360° en el que está contenido respectivamente un dispositivo mezclador y transportador provisto del accionamiento (3).

En la salida del reactor (4) se encuentra la esclusa de presión (aquí no representada).

La Figura 3 muestra un reactor de laboratorio que trabaja de forma continua, que está formado por dos trozos de tubo rectos, que están equipados respectivamente con un dispositivo transportador (8) aquí no representado.

En el punto de conexión (1), los trozos de tubo se convierten el uno en el otro y el dispositivo transportador del tubo de entrada se asoma al espacio del segundo tubo, donde el material es cogido y transportado más allá por el segundo dispositivo transportador.

El tubo de entrada (2) y por lo tanto su contenido son calentados a la temperatura de reacción con ayuda de calor externo, de forma ventajosa mediante manguitos calentadores (3). El segundo tubo (4) está provisto de tres tramos de doble camisa (5) por los que fluye el fluido portador de calor pudiendo encargarse de una evacuación del calor.

Los dispositivos transportadores en la entrada (6) y en la salida (7) no están representados aquí explícitamente.

5 La Figura 4 muestra un reactor que trabaja de forma continua que está formado por un reactor primario configurado en forma de tubo ascendente y un reactor secundario conectado con el mismo, configurado en forma de un recipiente a presión.

10 En el reactor primario, el biomaterial a carbonizar se transporta de forma continua mediante una bomba de alta presión. El transporte se favorece con ayuda de un tornillo sin fin que se encuentra en el interior de esta parte del reactor. El tornillo sin fin se encarga al mismo tiempo de una mezcla del biomaterial. Al mismo tiempo, el material se calienta, de forma ventajosa mediante un líquido portador de calor que fluye por las dobles paredes del reactor, de modo que se alcanza preferentemente en el punto más alto del reactor la temperatura más elevada, preferentemente de aproximadamente 220°C. Aquí, el material llega a través de una derivación del reactor primario al reactor secundario, donde sigue realizándose el proceso de carbonización.

15 Durante el proceso que tiene lugar de forma continua, el material carbonizado desciende por la fuerza de gravedad hacia abajo y es refrigerado de forma ventajosa continuamente con ayuda del líquido portador de calor. La mayor densidad del agua más fresca y del carbón que se ha obtenido favorecen este proceso, de modo que se impiden de forma natural mezclas de material no carbonizado y carbonizado.

20 En la parte inferior del reactor secundario, la mezcla de carbón y agua se evacua de forma ventajosa a una temperatura por debajo de 100°C mediante una esclusa, preferentemente una bomba de desplazamiento positivo.

Una modificación de acuerdo con la invención del tubo del reactor conduce de forma ventajosa a otro aumento claro de la rentabilidad del reactor (véase la Figura 5).

25 Para ello, se instala en una zona parcial del tubo del reactor (12) una criba cilíndrica, preferentemente una criba de barras, de forma especialmente preferible una criba de chapa perforada, de forma particularmente preferible una criba de malla (signo de referencia 11 en la Figura 5). La distancia entre la superficie de la criba y la superficie del reactor resulta sustancialmente por el flujo volumétrico descrito a continuación.

30 Los lados frontales correspondientes de la criba cilíndrica (11) se unen estrechamente con nervios correspondientemente configurados con la pared exterior del tubo del reactor, terminando un nervio anular a los dos lados de la criba cilíndrica (11) a ras con la pared exterior del reactor. Además, es especialmente ventajoso que se arrolle un refuerzo en forma de tornillo sin fin mediante barras de cantos planos u otros perfiles arrollables en el exterior alrededor de la criba (11), apoyándose el mismo en la pared interior del tubo exterior del reactor. Desde el espacio intermedio formado entre la criba (11) y la pared del reactor se retira a través de una tubería (17) líquido cribado mediante la criba (11) del reactor (12) y se alimenta a un intercambiador de calor (14, WT). El intercambiador de calor (14, WT) calienta el líquido retirado, preferentemente mediante un circuito de aceite térmico.

35 El líquido retirado y ahora calentado se vuelve a alimentar mediante una bomba (13) al reactor (12). La alimentación del líquido se realiza en la dirección de flujo de la biomasa detrás de la criba (11) instalada en el reactor (12) (designado en la Figura 5 con el signo de referencia 18).

40 La ventaja de esta construcción del reactor es que se retira líquido, en particular agua, del proceso en curso, se calienta este líquido a una temperatura deseada y se vuelve a alimentar al proceso. En la zona entra la retirada (tubería 17) y la alimentación (signo de referencia 18 en la Figura 5) del líquido (del agua) se establece o mantiene por lo tanto una zona de temperatura independiente del proceso restante. La biomasa que se encuentra en el proceso sigue transportándose en la dirección de flujo (16) y se calienta en poco tiempo mediante el flujo circulante de líquido (flujo de agua).

45 Ha resultado ser ventajoso que un tornillo sin fin de transporte que gira en la criba (11) libere la superficie de la criba de depósitos o de la torta de filtro que se forma. Aquí es especialmente ventajosa la configuración del borde exterior de la hélice del tornillo sin fin que gira en el interior mediante una forma similar a un cepillo de alambre o un borde rascador configurado de forma similar.

También es posible y recomendable mantener la superficie de la criba libre mediante un dispositivo rascador no realizado en forma de tornillo sin fin.

50

REIVINDICACIONES

5 1. Reactor para la carbonización hidrotermal continua de biomasa o biomaterial (proceso HTC), que está realizado en forma de tubo de trozos de tubo rectos o doblados, estando conectados los trozos de tubo mediante piezas en T en ángulo recto u oblicuas de tal modo unos con otros que forman un cuerpo de reactor continuo, presentando al menos la mayor parte de los tozos de tubo dispositivos mezcladores y transportadores,

caracterizado por que

el reactor presenta en una zona parcial de un tubo del reactor (12)

- 10 - una criba cilíndrica (11) que termina mediante un nervio anular a los dos lados de la criba (11) a ras con la pared del reactor en la zona parcial del tubo del reactor (12) y forma un espacio intermedio entre la criba (11) y la pared del reactor en la zona parcial del tubo del reactor (12),
- una tubería (17) para la retirada de líquido del espacio intermedio entre la criba (11) y la pared del reactor en la zona parcial del tubo de reactor (12),

y

- 15 - una bomba (13) para la alimentación (18) de líquido retirado, que está prevista en la dirección de flujo de la biomasa detrás de la criba (11),

estando configurada la zona entre la tubería (17) y la bomba (13) como zona de temperatura independiente del proceso restante de la carbonización hidrotermal de biomasa o biomaterial (proceso HTC), que presenta un intercambiador de calor (14).

20 2. Reactor para la carbonización hidrotermal continua de biomasa o biomaterial (proceso HTC), que está formado por una combinación de trozos de tubo rectos o doblados y un recipiente a presión, estando conectados los trozos de tubo mediante piezas en T en ángulo recto u oblicuos de tal modo unos con otros que forman un cuerpo de reactor continuo, presentando al menos la mayor parte de los trozos de tubo dispositivos mezcladores y transportadores,

caracterizado por que

25 el reactor presenta en una zona parcial de un tubo del reactor (12)

- una criba cilíndrica (11) que termina mediante un nervio anular a los dos lados de la criba (11) a ras con la pared del reactor en la zona parcial del tubo del reactor (12) y forma un espacio intermedio entre la criba (11) y la pared del reactor en la zona parcial del tubo del reactor (12),
- 30 - una tubería (17) para la retirada de líquido del espacio intermedio entre la criba (11) y la pared del reactor en la zona parcial del tubo de reactor (12),

y

- una bomba (13) para la alimentación (18) de líquido retirado, que está prevista en la dirección de flujo de la biomasa detrás de la criba (11),

35 estando configurada la zona entre la tubería (17) y la bomba (13) como zona de temperatura independiente del proceso restante de la carbonización hidrotermal de biomasa o biomaterial (proceso HTC), que presenta un intercambiador de calor (14).

40 3. Reactor de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** los dispositivos mezcladores y transportadores están realizados en forma de tornillos sin fin para seguir transportando el biomaterial a carbonizar e impedir una incrustación en la pared del reactor, asomándose los dispositivos mezcladores y transportadores preferentemente al tubo del reactor anterior.

4. Reactor de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** los dispositivos transportadores y mezcladores tienen forma de un tornillo sin fin rígido con árbol.

5. Reactor de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** los dispositivos transportadores y mezcladores tienen la forma de un tornillo sin fin flexible sin árbol.

45 6. Reactor de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** los dispositivos transportadores y mezcladores tienen un árbol flexible que está fijado en las herramientas mezcladoras y transportadoras, preferentemente en forma de paletas.

7. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** cada dispositivo transportador y mezclador es accionado por un accionamiento dispuesto en el exterior.

8. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado por que** los accionamientos de los dispositivos transportadores y mezcladores se conectan como accionamiento por cadena para conseguir una sincronización.
- 5 9. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que**, en la entrada del reactor, un dispositivo transportador de sustancias múltiples transporta el biomaterial a carbonizar bajo presión al reactor.
10. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que**, en el extremo final del reactor, una esclusa de presión deja salir nuevamente bajo presión la mezcla de agua y carbón carbonizado.
- 10 11. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** cada tramo del reactor está equipado o provisto de al menos un tramo de doble camisa, que está realizado para la transmisión de calor mediante un fluido portador de calor.
12. Reactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 11, **caracterizado por que** unos árboles de los dispositivos transportadores están realizados como tubos dobles concéntricos, que están realizados para la transmisión de calor y por los que fluye fluido portador de calor.
- 15 13. Procedimiento para crear una zona de temperatura regulable mediante calentamiento y/o refrigeración en el interior de un reactor (2, 12) que trabaja de forma continua para la carbonización hidrotermal continua de biomasa o de biomaterial (proceso HTC) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por** la retirada de líquido del proceso mediante una tubería (17) de un espacio intermedio entre la criba (11) y la pared del reactor en una zona parcial de un tubo del reactor (12), calentamiento y/o refrigeración de este líquido del proceso en el exterior del tubo del reactor (12) y volver a introducir el líquido del proceso calentado y/o refrigerado en el tubo del reactor (12) mediante una bomba (13) para la alimentación (18) de líquido retirado.
- 20 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** el calentamiento o la refrigeración de biomasa o de biomaterial se realiza en el tubo del reactor (12) mediante la introducción de líquido calentado o refrigerado según el principio de contracorriente.
- 25 15. Uso de un reactor (2, 12) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 para aumentar la parte de sustancia seca del producto de reacción o final del reactor (2, 12), **caracterizado por que** el aumento de la parte de sustancia seca tiene lugar gracias a la retirada de líquido del proceso del reactor (2, 12).

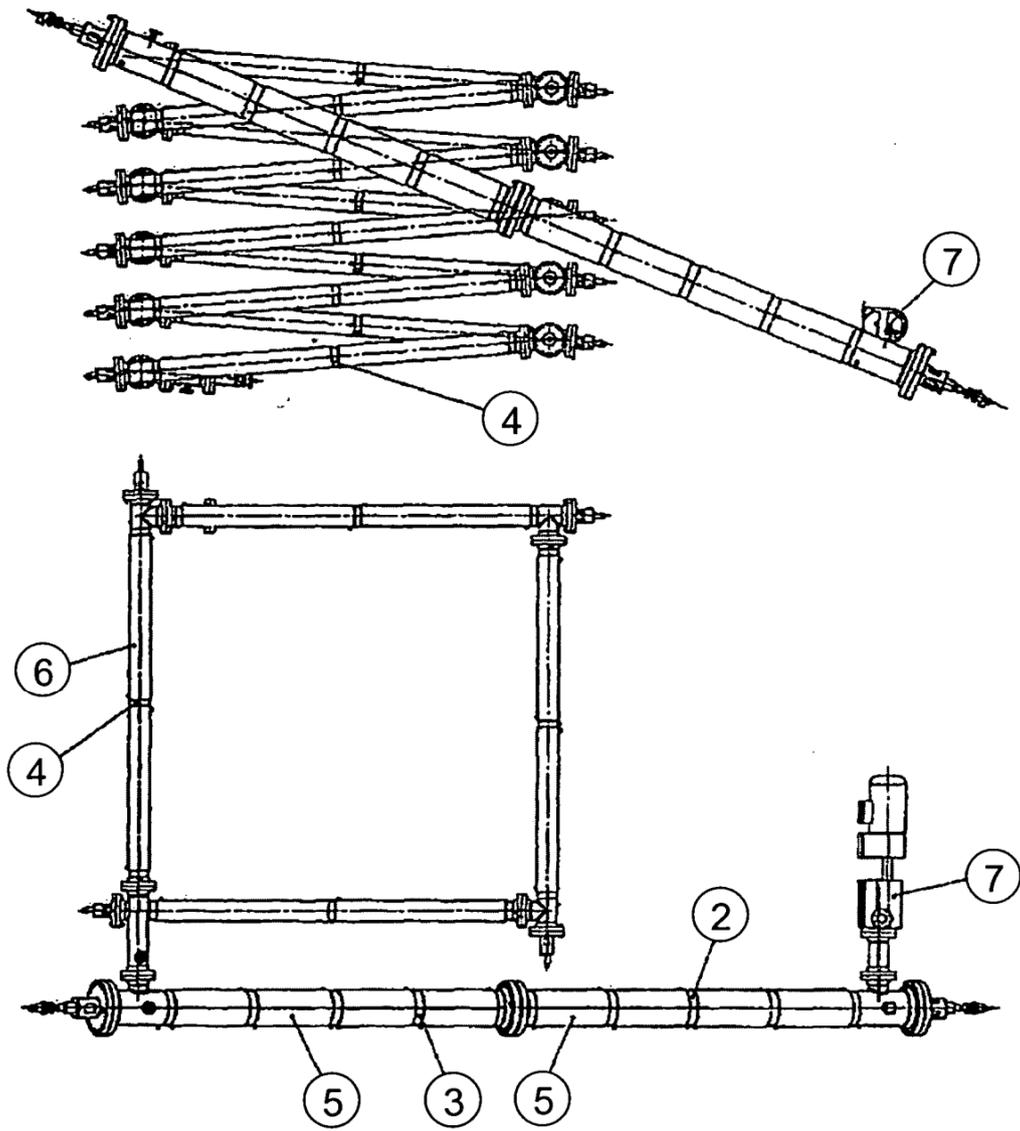


Fig. 1

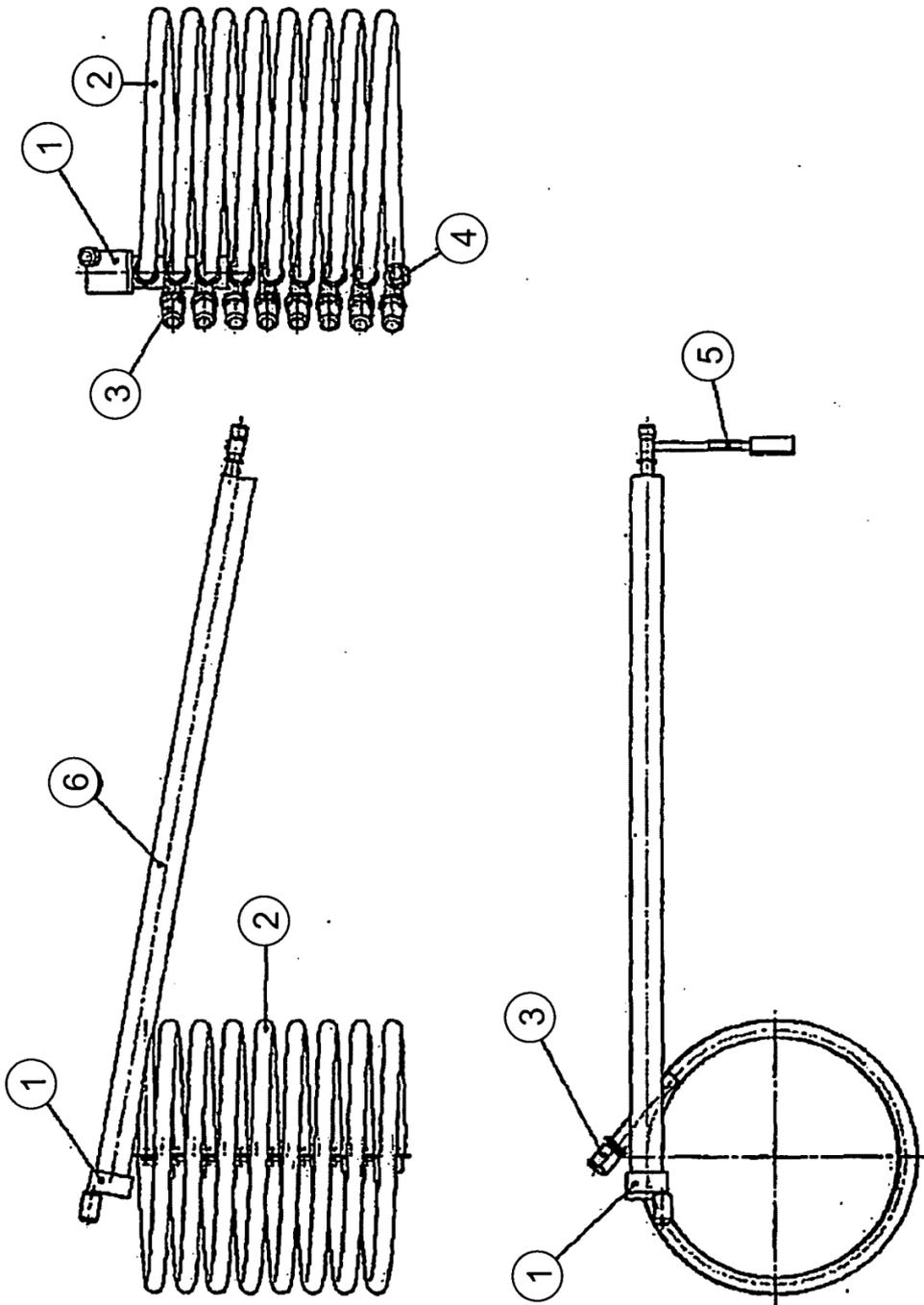


Fig. 2

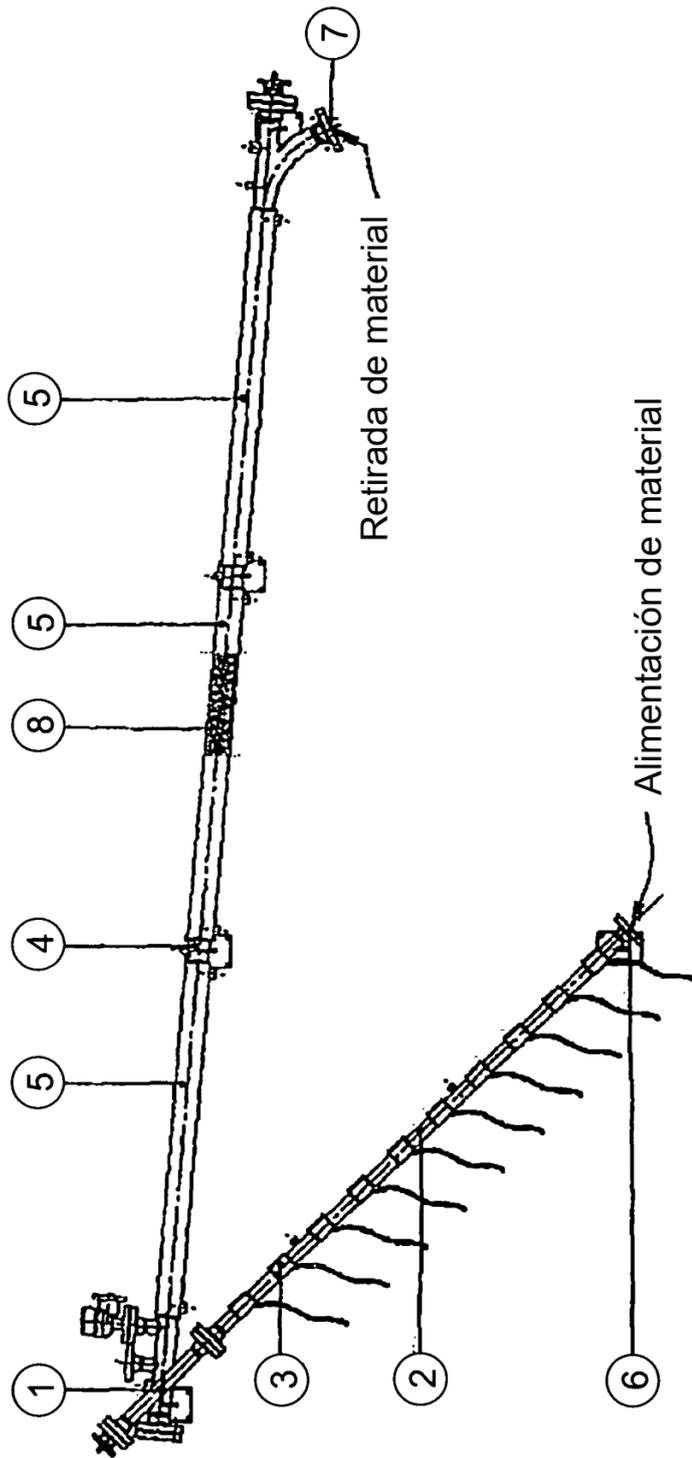


Fig. 3

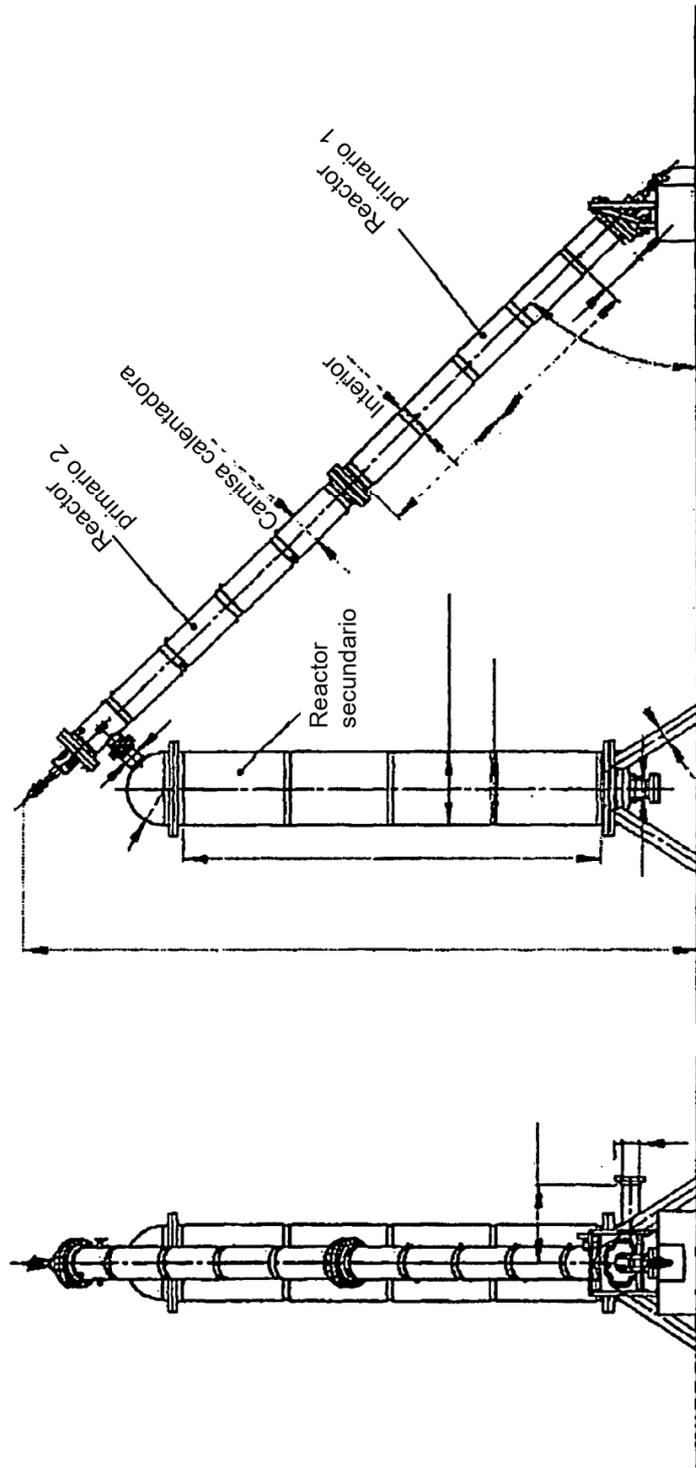


Fig. 4

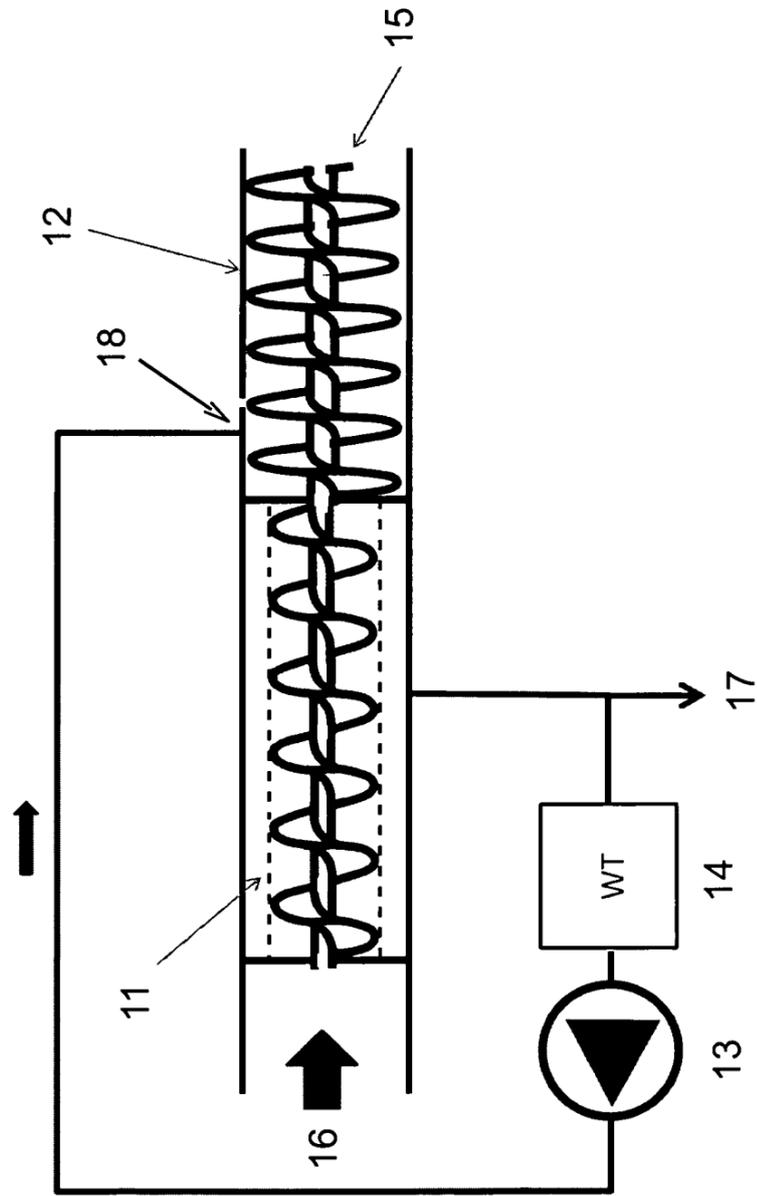


Fig. 5