

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 584**

51 Int. Cl.:

C10L 5/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2008 E 08000952 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 1970431**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la carbonización hidrotérmica de biomasa**

30 Prioridad:

13.03.2007 DE 102007012112

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

15.03.2017

73 Titular/es:

**LORITUS GMBH (100.0%)
Bruderstrasse 3
80538 München, DE**

72 Inventor/es:

HILBER, BERNHARD

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 605 584 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

Dispositivo y procedimiento para la carbonización hidrotérmica de biomasa

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la carbonización hidrotérmica de material biológico o biomasa, en particular material vegetal, en el que durante un proceso de carbonización pueden alimentarse productos de partida y pueden extraerse productos finales.

10

Antecedentes de la invención

En los procedimientos industriales usados actualmente para la conversión de biomasa en combustible, tal como la preparación de alcohol, carbón vegetal, biogás o biodiésel, ni puede usarse cualquier tipo de biomasa ni se convierte toda la biomasa en la forma deseada. Así puede usarse por ejemplo para la preparación de biodiésel a partir de plantas oleaginosas sólo el fruto. Además debe alimentarse continuamente energía en algunos de los procesos. De manera correspondientemente mala sirven estos productos para unir a ser posible mucho carbono permanentemente y retirarlo de la atmósfera.

15

20

25

30

Markus Antonietti, director del departamento de investigación de coloides y superficie límite en el Instituto Max Planck en Potsdam ha desarrollado un procedimiento para la preparación de carbón a partir de cualquier forma de biomasa, en particular partes de plantas, lodo residual y/o excreciones. En un proceso de carbonización que transcurre rápidamente a partir de biomasa, agua y un catalizador como productos de partida en el intervalo de horas en primer lugar un líquido similar a un crudo, más tarde tierra vegetal, humus, con tiempo de permanencia aún más largo lignito y hulla como productos finales. Químicamente observado se hacen reaccionar a altas temperaturas hidratos de carbono o derivados de azúcar (sacáridos) con la acción de presión en un medio ácido con separación de agua para dar carbón. A este respecto se libre energía térmica. Las propiedades de los productos finales dependen de la cantidad de hidratos de carbono, que se han hecho reaccionar para dar carbón. El procedimiento se denomina carbonización hidrotérmica (HTK) y se ha descrito por ejemplo en más detalle en "Max Planck Forschung 2/2006", pág. 20-25.

Sin embargo, para instalaciones más grandes requiere mucha energía el procedimiento conocido con el calentamiento de la instalación al inicio del proceso conocido y el enfriamiento en el final.

35

40

A. Kruse, A. Gawlik "Biomass Conversion in Water at 330-410 °C and 30-50 MPa Identification of Key Compounds for Indicating Different Chemical Reaction Pathways", publicado en Ind. Eng. Chem. Res. 2003, 42, 267-279 describe la reacción de biomasa húmeda a 330, 370 y 410 °C así como a 30, 40 y 50 MPa. Para el procedimiento se usa un recipiente agitador para el funcionamiento discontinuo. En el recipiente agitador se calienta agua de manera controlada y entonces mediante una prensa de husillo se comprime biomasa en un recipiente agitador. Tras 15 min se distensiona la mezcla de reacción hasta presión normal y se separa en una fase de gas y líquido.

45

M.M. Titirici, A. Thomas, M. Antonietti "Back in the Black: hydrothermale carbonization of plant materials an efficient chemical process to treat the CO₂ problem?", publicado en New J. Chem. 2007, 31 787-789, describe el proceso químico de la carbonización hidrotérmica en entorno experimental.

El documento WO 99/20717 describe un dispositivo de transporte y de mezclado, que se usan para el transporte y el mezclado en un dispositivo para el prensado de briquetas de sólido.

50

Por tanto es objetivo de la invención facilitar una instalación y un procedimiento que permitan un desarrollo continuo o casi continuo. En particular debe conseguirse que puedan alimentarse productos de partida y puedan extraerse productos finales, sin que el proceso de carbonización deba interrumpirse completamente.

Sumario de la invención

55

Para solucionar el objetivo facilita la invención un dispositivo para la carbonización hidrotérmica de material biológico según la reivindicación 1.

60

La solución del objetivo se realiza también mediante un procedimiento para la carbonización hidrotérmica de material biológico según la reivindicación 18.

Ciertos aspectos adicionales de la invención y ejemplos de realización resultan de las reivindicaciones dependientes, de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos.

65

Según un ejemplo de realización se refiere la invención a un dispositivo para la carbonización hidrotérmica, en cuyo reactor de presión puede transcurrir un proceso de carbonización, en el que se transforman productos de partida, en particular biomasa, en productos finales, en particular humus y carbón. A este respecto se alimentan los productos

de partida en una entrada en intervalos predeterminados, preferentemente regulares y se extraen los productos finales en una salida en intervalos predeterminados, preferentemente regulares. En el reactor de presión se encuentra un dispositivo de transporte para desplazar un contenido del reactor desde la entrada hacia la salida. Dado que el proceso de carbonización transcurre sólo en condiciones en las que se encuentran la temperatura y la presión dentro de determinados intervalos, se miden estas en el y/o junto al reactor de presión y pueden verse influidas eventualmente por ejemplo mediante un dispositivo de calentamiento/refrigeración. En etapas de procesamiento posterior se adaptan los productos finales a otro uso.

Según otro ejemplo de realización se refiere la invención a un procedimiento para la carbonización hidrotérmica, en el que se introducen los productos de partida para el proceso de carbonización continuo en intervalos predeterminados, preferentemente regulares, en el reactor de presión y se extraen los productos finales en intervalos predeterminados, preferentemente regulares, tan pronto como el proceso de carbonización haya pasado desde una fase de inicio a una fase de trabajo. Los productos iniciales y finales se introducen o se extraen de modo que una temperatura interna del reactor y una presión interna del reactor permanezcan en un determinado intervalo, dado que en caso contrario podría colapsarse el proceso de carbonización.

Breve descripción del dibujo

Otras formas de realización de la invención ahora a modo de ejemplo y con referencia

Figura 1 un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de una instalación total para la generación de humus o carbón;

figura 2 en el ejemplo de la producción de humus un diagrama de bloques para el balance de energía;

figura 3 un diagrama de bloques para la sustitución de instalaciones de biogás hasta ahora por dispositivos de acuerdo con la invención; y

figura 4 el esquema de un ejemplo de realización de un dispositivo para la carbonización hidrotérmica.

El dibujo no está absolutamente a escala, algunas partes están representadas sólo de manera simbólica, recibiendo atención el principio de la invención.

Descripción de formas de realización preferentes

Antes de una descripción detallada de la figura 1 siguen en primer lugar explicaciones generales con respecto al proceso de carbonización y los ejemplos de realización.

En una fase inicial se llena un reactor de presión del dispositivo de acuerdo con la invención para la carbonización hidrotérmica con material biológico (biomasa) y por lo demás se llena hasta aproximadamente el 80 % con agua y un catalizador. Todo el contenido del reactor se calienta. Un proceso de carbonización puede hacerse funcionar preferentemente a temperaturas internas del reactor de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 250 °C. Preferentemente asciende la temperatura interna del reactor a aproximadamente 180-200 °C. A este respecto aumenta la presión interna del reactor con la temperatura interna del reactor y puede ascender a aproximadamente de 10 bar a 25 bar. Preferentemente asciende la presión interna del reactor a aproximadamente 16 bar. El catalizador mencionado anteriormente sirve preferentemente para el ajuste del valor de pH del contenido del reactor. Este puede ascender preferentemente a de 4 a 6,5. Preferentemente asciende el valor de pH a aproximadamente 5,5. En una realización puede ser el catalizador ácido cítrico. En otra realización pueden usarse sales. La duración del proceso de carbonización puede ascender a de aproximadamente 2 horas a aproximadamente 24 horas. A este respecto, un grado de carbonización de un producto final, o sea su parte proporcional de carbón, depende de la duración del proceso de carbonización, de la temperatura interna del reactor y de la presión interna del reactor. Cuando la temperatura interna del reactor y la presión interna del reactor son suficientemente altas, puede funcionar el proceso de carbonización continuamente sin limitación temporal condicionada por el proceso.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de una instalación total para la generación de humus o carbón con una etapa previa para la introducción de biomasa, un reactor, un dispositivo de calentamiento/refrigeración así como etapas de procesamiento posterior para el filtrado y para el prensado de los productos finales. Para la introducción puede triturarse la biomasa mecánicamente y puede mezclarse con agua y un catalizador. Después se alimentan estos productos de partida al reactor de presión, en el que tiene lugar el proceso de carbonización. El dispositivo de calentamiento/refrigeración calienta el reactor de presión en la fase inicial para provocar la carbonización y enfría el reactor, tan pronto como se desarrolle el proceso de carbonización y se libere energía térmica de manera químicamente suficiente. La energía térmica evacuada puede alimentarse a otros usos. Después de que se haya finalizado la carbonización o se haya conseguido el estado deseado, dependiendo de la duración del proceso, se extrae la carga del reactor a través de una salida. Después de que los productos finales carbonizados hayan abandonado el reactor de presión se filtran estos. El producto final extraído contiene agua, carbón y restos de los

productos de partida. A este respecto aumenta la proporción de las partes de carbón con los restos de los productos de partida con un tiempo de permanencia en el reactor. Durante la filtración se extrae agua de los productos finales, que se alimentó en la introducción o se disoció en el proceso de carbonización. Las partes constituyentes que quedan de los productos finales pueden prensarse en otra etapa de procesamiento posterior para dar briquetas.

5 En la figura 2 está representado un balance de energía a modo de ejemplo del proceso de carbonización para la producción de humus con portadores de energía. La alta proporción de energía térmica en la energía total tras el proceso de carbonización muestra que la energía térmica puede aprovecharse de manera rentable.

10 En una cadena de procedimiento de acuerdo con la invención con una planta modular para generar energía y calor en forma combinada, tal como se representa en la figura 3, puede aprovecharse el proceso de carbonización para obtener energía de manera muy eficaz a partir de biomasa en varias etapas. Como etapa intermedia para el uso de los productos finales se calienta posteriormente el carbón contenido y se convierte en gas de síntesis. El gas de síntesis puede usarse en motores de gas habituales en particular para la generación de corriente.

15 La figura 4 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para la carbonización hidrotérmica de biomasa.

20 Un reactor de presión 1 está configurado esencialmente en forma de cilindro y dispone de una pared de reactor que está realizada de modo que esta resista la presión interna del reactor de 10 bar a aproximadamente 20 bar durante el proceso de carbonización. En la pared del reactor se encuentran dispositivos de calentamiento/refrigeración 2 y dispositivos de medición de la temperatura 3, así como dispositivos de medición de la presión 15, que registran la presión interna del reactor y la temperatura interna del reactor. Los dispositivos de calentamiento/refrigeración 2 pueden envolver el revestimiento del reactor de presión 1 completa o parcialmente. Los dispositivos de medición de la temperatura 3 pueden colocarse también en otros sitios del dispositivo.

25 Mediante una bomba de entrada o de introducción 11 se introducen los productos de partida en una entrada 4 en un tubo de entrada 17 en un extremo del cilindro del reactor. La bomba de entrada 11 está configurada de manera que puedan transportarse a través también partes constituyentes sólidas de los productos de partida hasta un cierto tamaño. Mediante la bomba de entrada 11 se adaptan los productos de partida a la presión interna del reactor o se transportan bajo presión en el tubo de entrada y posteriormente por una esclusa en el espacio interno del reactor que se encuentra bajo presión. En una forma de realización es la presión generada mediante la bomba de entrada 11 algo más alta que la presión interna del reactor, para que se presionen los productos de partida en el reactor de presión 1. En otra forma de realización se desplazan los productos de partida que se alimentan al reactor por los siguientes productos de partida en el tubo de entrada 17 hacia el espacio interior del reactor. Además se calientan previamente los productos de partida en el tubo de entrada 17 mediante un dispositivo de calentamiento 16, para que puedan transferirse estos más rápidamente en el proceso de carbonización. En una realización especial puede determinarse para ello la temperatura de los productos de partida antes de la entrada 4 o en el tubo de entrada 17 mediante un dispositivo de medición de la temperatura 3, que está colocado en el tubo de entrada 17. La bomba de entrada 11 está configurada como bomba de émbolo o como bomba excéntrica, sin embargo no es importante la forma de realización especial de la bomba para una realización de acuerdo con la invención.

35 Los productos de partida se introducen en el reactor de presión 1 y se alimentan al proceso de carbonización. Tan pronto como comience el proceso de carbonización con las condiciones de presión y temperatura ajustadas en los productos de partida, se transforman sucesivamente en productos intermedios y finales, que se acumulan sobre todo en el fondo del espacio interior del reactor. Para transportar estos productos intermedios y finales más fácilmente desde el reactor, está previsto un dispositivo de transporte en el espacio interior del reactor de presión 1, para desplazar los productos a lo largo de su eje cilíndrico hacia una salida 5 o para fomentar este desplazamiento. En la forma de realización representada está previsto como dispositivo de transporte un transportador de tornillo sinfín 8. En una forma de realización, el eje de giro del transportador de tornillo sinfín 8 está dispuesto de manera paralela al eje del cilindro del reactor 1. Mediante giro del transportador de tornillo sinfín 8 se desplazan los productos intermedios, en la figura 4 de izquierda a derecha, y adicionalmente se mezclan mediante agitación entre sí así como se impide que se adhieran en la pared interna del reactor.

45 En la figura 4 están representados sólo algunas espiras del transportador de tornillo sinfín 8 a modo de ejemplo. En una forma de realización está configurado el transportador de tornillo sinfín con tornillo sinfín completo o tornillo sinfín de cinta. En otra forma de realización no comprende el transportador de tornillo sinfín ninguna espira completa y está realizado con palas o paletas, que pueden mezclar adicionalmente los productos intermedios. Además son concebibles formas de realización, en las que varios transportadores de tornillo sinfín se enganchan uno en otro. También son posibles realizaciones, en las que un transportador de tornillo sinfín no tiene ningún árbol central sino sólo espiras.

50 En la figura 4 está realizada la salida 5 como esclusa con al menos dos válvulas dispuestas una detrás de otra en dirección de flujo, que en el funcionamiento normal pueden abrirse de manera alterna para extraer una cantidad predeterminada de productos finales. Cuando se alcanza la salida 5 se han transformado los productos intermedios en productos finales y se introducen en una determinada cantidad por una primera válvula 12 en la sección de salida

5. La primera válvula 12 entonces se cierra. Entonces se abre una segunda válvula 13, que está cerrada en el funcionamiento normal y la presión entre las dos válvulas 12, 13, que proviene de la presión interna del reactor, hace que los productos finales abandonen la sección de salida 5 por la segunda válvula 13. En una forma de realización preferente son las dos válvulas 12, 13 válvulas de cono giratorio.

5 Mediante la configuración de acuerdo con la invención de los medios en la entrada y salida, en este caso en el ejemplo de realización de la bomba de entrada 11 y las válvulas 12, 13 en la sección de salida 5, puede controlarse un rendimiento del reactor de presión 1 de manera dirigida. Por medio del grado de carbonización de los productos finales puede generarse una especificación para el rendimiento. Los productos finales pueden alimentarse a una o varias etapas de procesamiento posterior 10. En una de las etapas de procesamiento posterior puede extraerse agua de los productos finales. Dado que el agua aún está caliente, puede alimentarse esta en una forma de realización preferente del dispositivo de calentamiento 16 en el dispositivo o en otra instalación. En otra etapa de procesamiento posterior pueden prensarse los productos finales para dar briquetas o pueden convertirse en gases combustibles, tal como gas de síntesis. En otra etapa de procesamiento posterior pueden almacenarse los productos finales sin otro tratamiento o pueden esparcirse, por ejemplo para una revalorización del suelo.

20 Para fomentar el desplazamiento de los productos intermedios en el interior del reactor de presión 1 hacia la salida del reactor está colocado el dispositivo de manera inclinada en descenso hacia la salida 5. El ángulo de inclinación asciende aproximadamente a 90 °.

25 Otro dispositivo de medición para controlar el contenido del reactor es un dispositivo de medición del nivel 7, a través del cual se determinan diferencias de caudales en la entrada 4 y en la salida 5 y a partir de esto se generan especificaciones para un control de la bomba de entrada 11. En otra forma de realización puede registrarse el valor de pH de los productos intermedios a través al menos un dispositivo de medición del valor de pH 6 y se lleva a un intervalo preferente a través de un dispositivo de inyección 9 mediante adición del catalizador o de agua. Para evitar una presión interna del reactor demasiado alta está colocada en el reactor de presión 1 al menos una válvula de control 14 que es una válvula de sobrepresión y que se abre a partir de una determinada presión interna del reactor. La válvula controlada 14 puede estar a este respecto autocontrolada o puede controlarse directa o indirectamente por una señal de uno de los dispositivos de medición de la presión 15. Para la activación de los dispositivos de calentamiento/refrigeración 2, del dispositivo de calentamiento 16, del transportador de tornillo sinfín 8, de la bomba de entrada 11, del dispositivo de inyección 9, de la primera y la segunda válvula 12, 13, y de la válvula controlada 14 pueden estar presentes una o varias unidades de cálculo, que reciben para ello señales de los dispositivos de medición de la temperatura 3, los dispositivos de medición de la presión 15, del dispositivo de medición del nivel 7 y del dispositivo de medición del valor de pH 6. En la entrada y en la salida pueden encontrarse otras válvulas (en este caso no representada), que se controlan manual o automáticamente y que pueden cerrarse o abrirse en casos de excepción o para trabajos de reparación o mantenimiento.

40 En otras formas de realización de la invención puede encontrarse una bomba en la salida y puede estar realizada la entrada como esclusa. En lugar de o adicionalmente al transportador de tornillo sinfín 8 pueden estar colocados otros dispositivos de transporte tal como por ejemplo una banda de transporte en el reactor de presión.

45 Aunque esta invención se ha descrito con referencia a distintas formas de realización determinadas, otras formas de realización, que son evidentes para expertos acostumbrados con vistas a la publicación, también se encuentran en el área de esta invención. De manera correspondiente se define de acuerdo con la determinación el área de la invención sólo mediante referencia a las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la carbonización hidrotérmica de material biológico, que presenta:

5 un reactor de presión (1) con una entrada (4) y una salida (5);
dispositivos de medición y control; y al menos un dispositivo de procesamiento posterior (10);

en el que

10 el reactor de presión (1) presenta medios en la entrada y/o salida para introducir en intervalos predeterminados
productos de partida en el reactor de presión y para alimentar estos al proceso de carbonización y/o para extraer
productos finales del reactor de presión,

en el que se conservan esencialmente las condiciones para un proceso de carbonización en el interior del reactor de
presión (1), y

15 el reactor de presión (1) está dispuesto esencialmente de manera vertical y en el interior del reactor de presión está
dispuesto al menos un dispositivo de transporte que se extiende desde la entrada hacia la salida, para desplazar
productos de partida durante una modificación a través de productos intermedios para dar productos finales por el
interior del reactor de presión y/o para impedir una adherencia de productos intermedios en la pared del reactor.

20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la entrada (4) comprende un medio de bomba (11),
con el que pueden introducirse productos de partida en el reactor de presión (1) contra la presión del reactor.

25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la salida (5) comprende al menos dos válvulas
dispuestas una detrás de otra en dirección de flujo, que en el funcionamiento normal pueden abrirse de manera
alterna para extraer una cantidad predeterminada de productos finales.

30 4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la salida (5) comprende una bomba, con la que
pueden transportarse productos finales desde el reactor de presión, y la entrada (4) comprende dos válvulas
colocadas una detrás de otra, que en el funcionamiento normal pueden abrirse de manera alterna para introducir una
cantidad predeterminada de productos de partida en el reactor de presión (1).

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el reactor de presión (1) está
configurado en forma de cilindro y/o la pared del reactor es adecuada para soportar diferencias entre la presión
interna del reactor y una presión de un entorno del reactor.

35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los dispositivos de control
comprenden al menos un dispositivo de calentamiento/refrigeración (2) y al menos un dispositivo de calentamiento
(16), que controla la temperatura interna del reactor y una temperatura de productos de partida.

40 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, con al menos un dispositivo de inyección (9) para un
catalizador que mejora, por ejemplo, un valor de pH en el reactor de presión (1) para el proceso de carbonización y/o
al menos una válvula de sobrepresión (14), a través de la cual puede fugarse una sobrepresión en el reactor de
presión (1).

45 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los dispositivos de medición
comprenden:

al menos un dispositivo de medición del nivel (7);
al menos un dispositivo de medición del valor de pH (6);
50 al menos un dispositivo de medición de la temperatura (3); y/o
al menos un dispositivo de medición de la presión (15);
en el que

los valores de medición pueden transferirse a al menos una unidad de cálculo para generar especificaciones para un
control del proceso.

55 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el medio de transporte está
configurado para transportar productos finales en la salida del reactor.

60 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor de presión está
equipado con una pendiente entre la entrada (4) y la salida (5) para el transporte del material biológico sometido a la
carbonización.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor de presión (1) puede
llenarse al menos parcialmente con un fluido.

65

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor de presión (1) está equipado en el interior con un transportador de tornillo sinfín (8).
- 5 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor de presión (1) está equipado en el interior con un dispositivo agitador colocado de manera centrada o excéntrica, para mezclar mediante agitación productos intermedios.
- 10 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en un dispositivo de procesamiento posterior (10) conectado posteriormente a la salida está previsto que se extraiga agua de los productos finales en una primera etapa de procesamiento posterior y se enfrían estos.
- 15 15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado por que** en una segunda etapa de procesamiento posterior de los productos finales pueden obtenerse gases combustibles mediante calentamiento.
- 20 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 y 15, **caracterizado por que** los productos finales pueden llevarse en una tercera etapa de procesamiento posterior, que está conectada posteriormente a la primera etapa de procesamiento posterior, en una forma de presentación para combustible seco.
- 25 17. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo de calentamiento/refrigeración (2) comprende conducciones con un fluido, que discurren al menos parcialmente en el y/o junto al reactor de presión (1) y alimentan al reactor de presión (1) energía térmica según la necesidad o descargan una energía térmica que se produce en el proceso de carbonización en el reactor de presión (1) y pueden alimentarse a otro uso en el reactor de presión (1), en la entrada (4), a una de las etapas de procesamiento posterior (10) y/u otras instalaciones.
- 30 18. Procedimiento para la carbonización hidrotérmica de material biológico, en el que se alimenta un reactor de presión (1) durante un proceso continuo de carbonización de manera continua o cuasicontinua con productos de partida y se extraen productos finales, en el que:
- 35 los productos de partida se introducen a través de una entrada (4) en el reactor de presión (1) y los productos finales se extraen a través de una salida (5) del reactor de presión (1) de manera que se modifiquen la temperatura interna del reactor y la presión interna del reactor sólo en límites tales que se conserven esencialmente las condiciones para un proceso de carbonización en el interior del reactor de presión (1), el reactor de presión se hace funcionar en una disposición esencialmente vertical, y
- 40 un dispositivo de transporte dispuesto en el interior del reactor de presión (1), que se extiende desde la entrada hacia la salida, desplaza productos de partida durante la modificación a través de productos intermedios para dar productos finales por el interior del reactor de presión y/o impide una adhesión de productos intermedios.
- 45 19. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado por que** se introducen productos de partida en cargas predeterminadas a través de un medio de bomba (11) por la entrada (4) en el reactor de presión (1) y se extraen productos finales en cargas predeterminadas a través de la salida (5) por medio de al menos dos válvulas dispuestas una detrás de otra en dirección de flujo, que en el funcionamiento normal se abren de manera alterna para extraer la cantidad predeterminada de productos finales.
- 50 20. Procedimiento según la reivindicación 19, **caracterizado por que** se extraen productos finales con una bomba a través de la salida (5) del reactor de presión (1) y se introducen productos de partida a través de la entrada (4) con dos válvulas dispuestas una detrás de otra, que se abren de manera alterna para introducir la cantidad predeterminada de productos de partida.
- 55 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 20, **caracterizado por que** la temperatura interna del reactor se ajusta por medio de al menos un dispositivo de calentamiento/refrigeración (2), en el que por debajo de una primera temperatura se alimenta calor al reactor de presión (1), por encima de la primera temperatura contribuye una cantidad de calor, que resulta del proceso de carbonización, a la temperatura interna del reactor y por encima de una segunda temperatura se descarga una cantidad de calor del reactor de presión (1), en el que la temperatura interna del reactor se mantiene en un intervalo, en el que la presión interna del reactor proporciona una calidad requerida de productos finales y/o no sobrepasa una presión interna del reactor máxima permitida.
- 60 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 21, **caracterizado por que** se calientan previamente los productos de partida antes de la introducción en el reactor de presión (1).
- 65 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 22, **caracterizado por que** la cantidad de calor que se descarga del reactor de presión (1) y/o una cantidad de calor que se descarga de productos finales se alimenta a otro uso en el reactor de presión (1), en etapas de procesamiento posterior y/o en otras instalaciones.
24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 23, **caracterizado por que** a los productos de partida y/o a los productos intermedios se alimenta un catalizador.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 24, en el que un caudal medio depende de los productos de partida y las propiedades deseadas dependen de los productos finales.
- 5 26. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 25, **caracterizado por que** un dispositivo agitador mezcla mediante agitación los productos intermedios.
27. Procedimiento según la reivindicación 26, **caracterizado por que** el dispositivo agitador impide una adhesión de productos intermedios en la pared del reactor.
- 10 28. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 27, **caracterizado por que** el medio de transporte mezcla mediante agitación los productos intermedios.
- 15 29. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 28, **caracterizado por que** de los productos finales, después de que hayan abandonado el reactor de presión (1) a través de la salida (5), se extra agua en una primera etapa de procesamiento posterior y estos se enfrían.
30. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 29, **caracterizado por que** de los productos finales se obtienen gases combustibles en una segunda etapa de procesamiento posterior.
- 20 31. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 30, **caracterizado por que** se llevan los productos finales en una tercera etapa de procesamiento posterior, que está conectada posteriormente a la primera etapa de procesamiento posterior, a una forma de presentación para combustible seco.

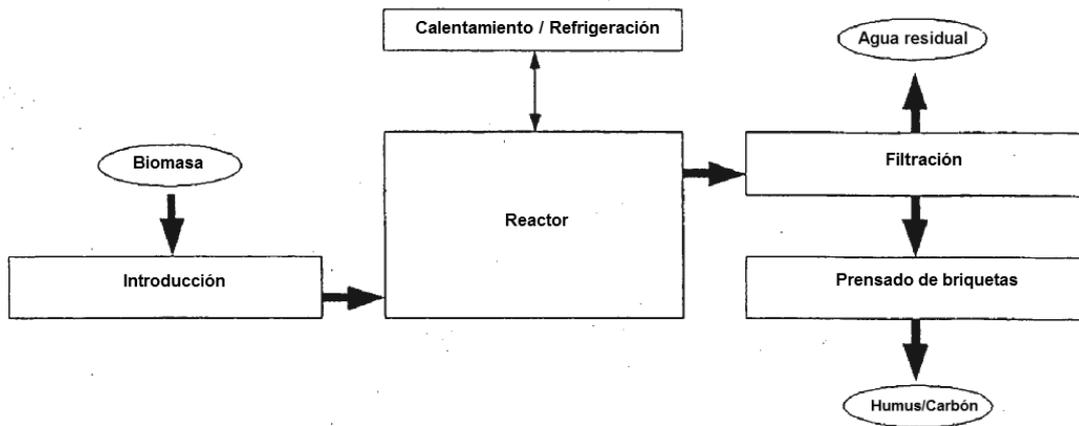


Fig. 1

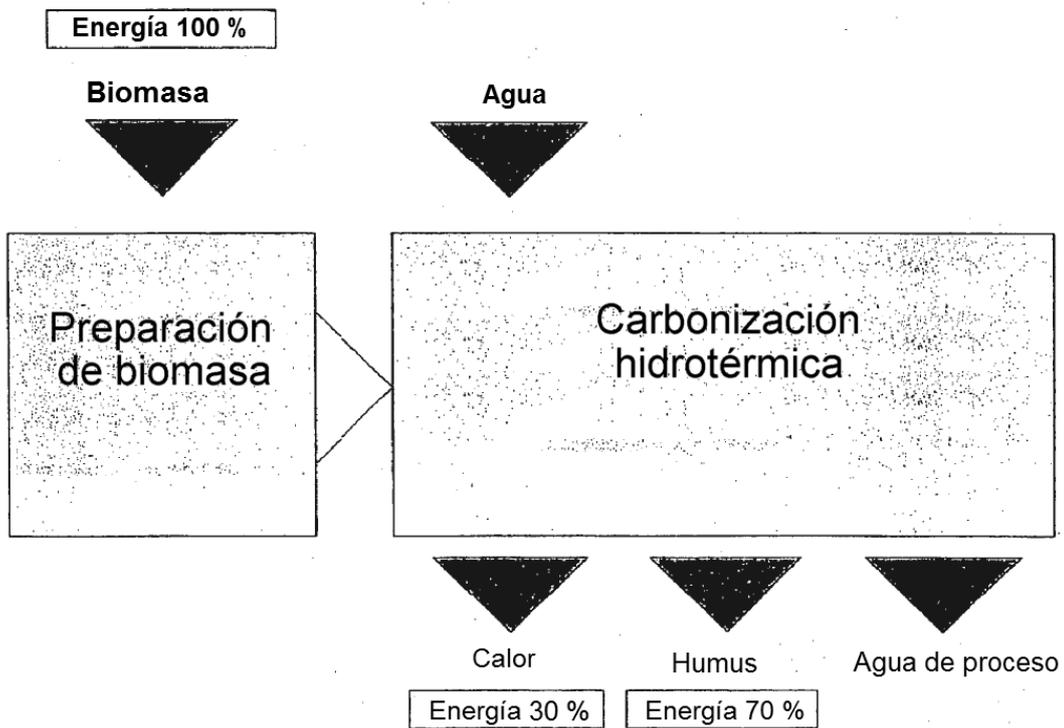


Fig. 2

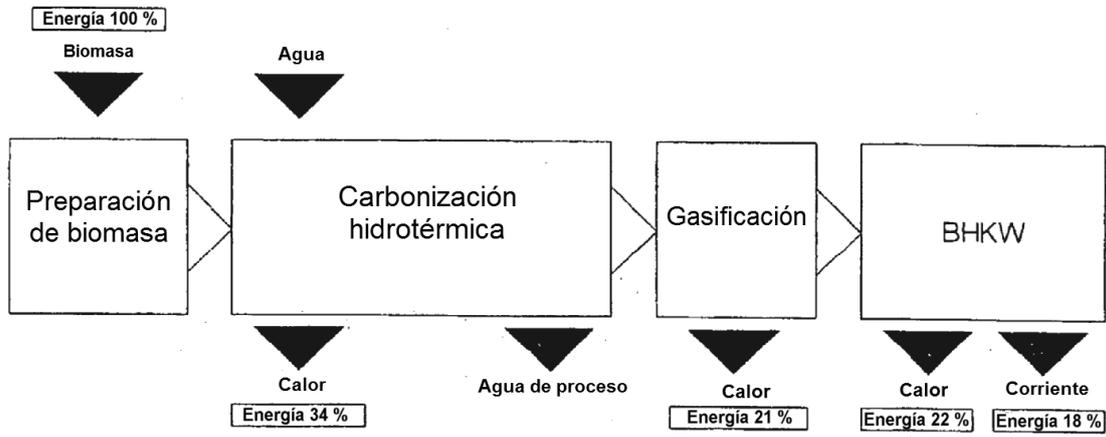


Fig. 3

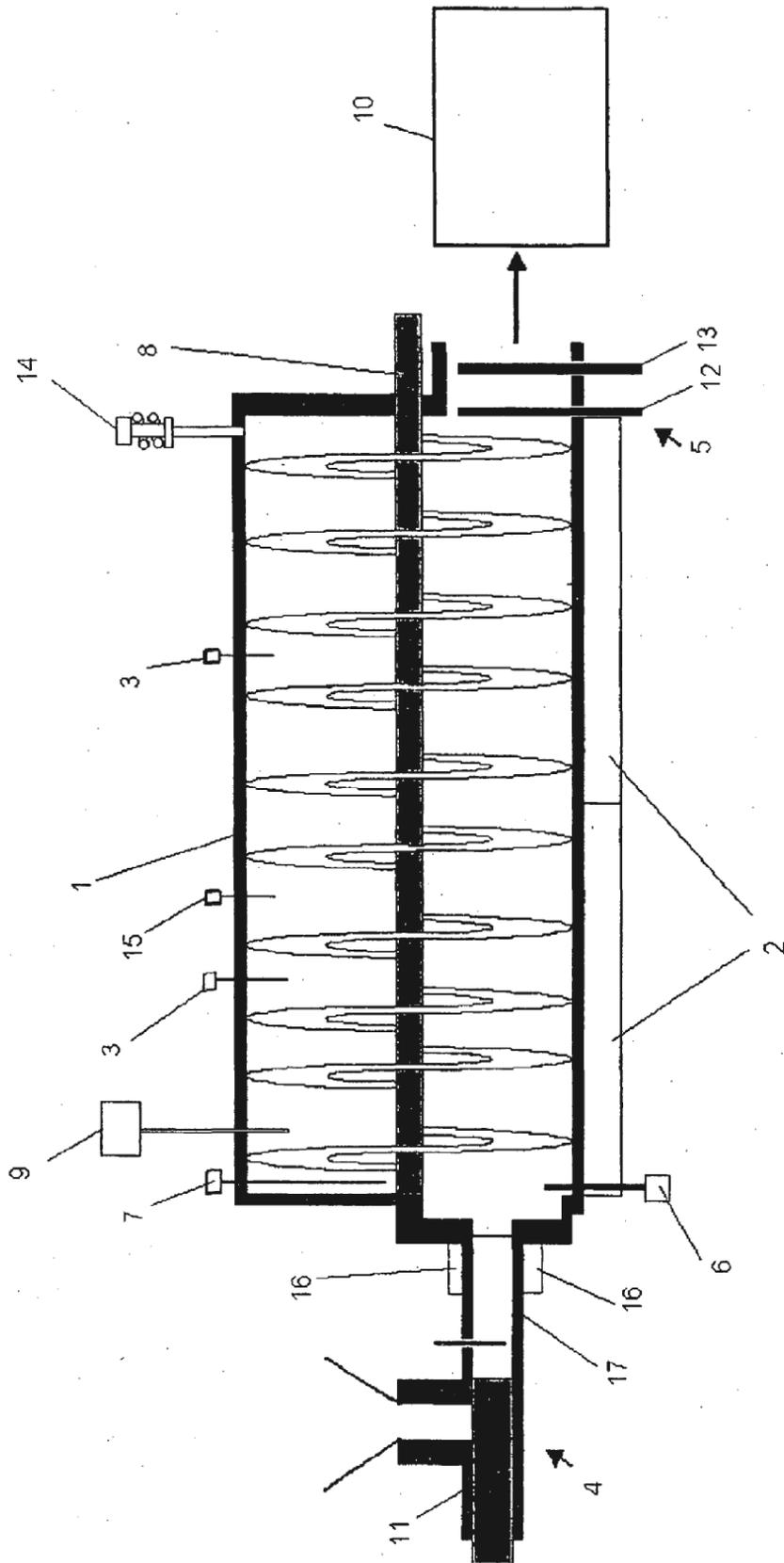


Fig. 4