

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 040**

51 Int. Cl.:

C10L 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2012 PCT/DE2012/100364**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13079061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2012 E 12823237 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2785819**

54 Título: **Método y dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa**

30 Prioridad:

02.12.2011 DE 102011055989

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

24.09.2018

73 Titular/es:

**REICHHART, THOMAS (100.0%)
Freiung 1
92551 Stulln, DE**

72 Inventor/es:

REICHHART, THOMAS

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 683 040 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

Método y dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa

5 [0001] La invención se refiere a un dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa según el preámbulo de la reivindicación 10.

[0002] Como biomasa, en el sentido de la invención, se entienden todas las materias primas renovables, es decir biomasa vegetal, así como biomasa animal derivada de la misma, y sus productos metabólicos, es decir por ejemplo forraje verde, astillas de madera, vegetales y residuos vegetales, paja, silaje, residuos provenientes de la agricultura, fangos de aguas residuales y pastas de papel, etc.

10 [0003] Del estado de la técnica se conocen métodos y dispositivos para la carbonización hidrotérmica de biomasa. La carbonización hidrotérmica imita el proceso de producción natural de lignito. De este modo, la biomasa como sustancia inicial se deshidrata y se carboniza en un reactor bajo una presión en el rango de entre 10 bar y 35 bar y temperaturas en el rango de entre 180 °C y 240 °C, en donde en la salida del reactor puede extraerse después una
15 de la suspensión de carbón a través de un proceso de secado y/o de deshidratación. Esas partículas de carbón obtenidas después del proceso de secado y/o de deshidratación producen un polvo de carbón que contiene casi todo el carbono de la biomasa procesada y que presenta un valor calorífico esencialmente idéntico al valor calorífico del lignito fósil.

20 La carbonización hidrotérmica es una reacción exotérmica, es decir que durante el proceso de deshidratación y de carbonización se libera energía de reacción en forma de calor.

[0004] Además, es conocido el hecho de realizar la carbonización hidrotérmica de forma continua o casi continua en un método continuo, en donde el proceso de carbonización en la cámara interna del reactor se mantiene durante la introducción de nueva biomasa que debe ser carbonizada, o bien durante la extracción de la suspensión de carbón. De este modo, durante la introducción de la nueva biomasa que debe ser carbonizada o bien durante la extracción
25 de la suspensión de carbón, es necesario mantener con fluctuaciones de presión y de temperatura lo más reducidas posible, por una parte, la presión del reactor y por otra parte, la temperatura en la cámara interna del reactor.

[0005] Por la solicitud DE 10 2009 055 976 A1 se conoce un dispositivo que comprende una instalación de tratamiento, un dispositivo de transferencia y una instalación de gasificación de flujo de entrada. Con la ayuda del dispositivo se genera un gas de síntesis de biomasa a través de la gasificación del flujo de entrada. De este modo, la
30 biomasa en la instalación de tratamiento es suministrada a un dispositivo de trituración que, aguas abajo, mediante una primera compuerta, está conectado a una instalación de carbonización a la que se aplica presión, para la generación hidrotérmica de carbón de carbonización de la biomasa. La instalación de carbonización comprende un dispositivo de precalentamiento y un reactor de carbonización dispuesto aguas abajo del dispositivo de precalentamiento y, aguas abajo, mediante una segunda compuerta, está conectado con al menos un dispositivo de separación de sólido-líquido, para proporcionar un combustible.

[0006] Para no provocar un descenso de temperatura considerable en el reactor por la introducción de nueva biomasa, es conocido el hecho de extraer vapor de agua de la cámara interna del reactor y utilizar ese vapor de agua para precalentar la biomasa.

40 [0007] En ese caso se considera una desventaja el hecho de que para calentar la biomasa deba extraerse un volumen de vapor de agua relativamente grande, lo cual hace que la presión en la cámara interna del reactor y, con ello, también la temperatura, estén sujetas a intensas fluctuaciones, afectando con ello de forma desventajosa el proceso de carbonización.

[0008] Partiendo de esta base, el objeto de la invención consiste en indicar un método y un dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa en un proceso continuo, los cuales posibiliten un calentamiento eficiente de
45 la biomasa antes de la introducción en el reactor a través de la energía térmica que se produce durante el proceso y un proceso de deshidratación y de carbonización lo más uniforme posible, continuo, en la cámara interna del reactor.

[0009] El objeto, según el preámbulo de la reivindicación 1 independiente, se soluciona a través de sus características distintivas. Un dispositivo para la carbonización hidrotérmica de biomasa es objeto de la reivindicación 10 dependiente.

5 [0010] En el método según la invención se suministra biomasa, a través de un dispositivo transportador, a un dispositivo de precalentamiento, en el que se calienta la biomasa. La biomasa calentada es suministrada a por lo menos un reactor, en el cual la biomasa se deshidrata y se carboniza y la suspensión de carbón que se produce durante la carbonización es extraída del reactor. En al menos un reactor se extrae agua de deshidratación producida por la deshidratación, en estado líquido, del reactor. El agua de deshidratación es suministrada directamente al dispositivo de precalentamiento y en el dispositivo de precalentamiento se mezcla con la biomasa. Como el agua en estado líquido, en comparación con el vapor de agua, presenta una mayor cantidad de energía térmica por unidad de volumen, a través de la extracción de un volumen definido de agua de deshidratación, en estado líquido, desde el reactor se suministra al dispositivo de precalentamiento una mayor cantidad de energía térmica que durante la extracción del mismo volumen de vapor de agua. De este modo, para alcanzar una entrada de calor determinada en la biomasa debe extraerse un volumen de agua de deshidratación más reducido en comparación con la utilización de vapor de agua, con lo que apenas se altera el proceso de carbonización que se realiza allí.

En particular al utilizar biomasa con un elevado contenido de materia seca, a través del mezclado de la biomasa con el agua de deshidratación, se alcanza un precalentamiento mejorado, más uniforme, de la biomasa, en comparación con sistemas de intercambiador de calor usados tradicionalmente, ya que los intercambiadores de calor, al utilizarse biomasa relativamente más seca, en particular con un contenido de materia seca superior al 20%, tienden a que se produzcan costras en las superficies de transferencia térmica, reduciendo con ello el grado de efectividad de los intercambiadores de calor.

[0011] Por suministro directo del agua de deshidratación al dispositivo de precalentamiento se entiende un suministro por ejemplo mediante tuberías, sin otros dispositivos, en particular evaporadores para expandir el agua. Por suministro directo puede entenderse sin embargo también una tubería o un sistema de tuberías que contenga al menos un dispositivo de bloqueo, en particular una válvula para cerrar el dispositivo de precalentamiento y/o el reactor.

[0012] Según la invención, la extracción del agua de deshidratación desde al menos un reactor tiene lugar en función del flujo volumétrico del suministro de biomasa. Una extracción del agua de deshidratación controlada de ese modo provoca un proceso de carbonización lo más homogéneo posible en la cámara interna del reactor, en donde los parámetros del proceso que provocan la carbonización, en particular la presión y la temperatura en la cámara interna del reactor, pueden mantenerse casi constantes a través de la extracción controlada del agua de deshidratación.

[0013] En un ejemplo de realización preferido, el agua de deshidratación suministrada al dispositivo de precalentamiento presenta una temperatura idéntica o esencialmente idéntica a la temperatura de la mezcla de biomasa - agua en el reactor. De este modo, a la biomasa que debe ser calentada se suministra una cantidad de calor elevada. Debido a la presión elevada del agua de deshidratación extraída del reactor, preferiblemente se utiliza un dispositivo de precalentamiento en forma de una cámara que puede cerrarse a presión, de modo que la expansión del agua de deshidratación puede tener lugar en el dispositivo de precalentamiento.

[0014] Con mayor preferencia, la extracción del agua de deshidratación desde al menos un reactor tiene lugar en función de la temperatura del reactor en el interior del reactor y/o de la presión del reactor en el interior del reactor. Una extracción del agua de deshidratación controlada de ese modo provoca un proceso de carbonización lo más homogéneo posible en la cámara interna del reactor, en donde los parámetros del proceso que provocan la carbonización, en particular la presión y la temperatura en la cámara interna del reactor, pueden mantenerse casi constantes a través de la extracción controlada del agua de deshidratación.

[0015] Según la invención, antes de la introducción de la biomasa en el reactor, la presión en el dispositivo de precalentamiento aumenta a una presión por lo menos idéntica a la presión en el reactor, en donde el dispositivo de precalentamiento está formado por una cámara que puede cerrarse de forma hermética a la presión. Gracias a este aumento de presión en el dispositivo de precalentamiento puede suprimirse un dispositivo de bombeo, el cual provoca una transferencia de la biomasa calentada desde el dispositivo de precalentamiento hacia la cámara interna del reactor. Más bien puede tener lugar una transferencia que solo tiene lugar a través del efecto de la gravedad sobre la biomasa, así como sobre la mezcla de biomasa y agua de deshidratación, es decir que la biomasa o bien la

mezcla de biomasa mencionada se deja caer desde el dispositivo de precalentamiento dispuesto por encima del reactor, hacia la cámara interna del reactor. Como alternativa es posible aumentar la presión en el dispositivo de precalentamiento por encima de la presión en la cámara interna del reactor, de modo que tiene lugar una transferencia provocada por sobrepresión desde el dispositivo de precalentamiento hacia la cámara interna del reactor. A través de esta sobrepresión en el dispositivo de precalentamiento se evita de manera efectiva que la salida del dispositivo de precalentamiento, así como la entrada del reactor se atasquen.

[0016] En otro ejemplo de realización preferido, el proceso de deshidratación y/o de carbonización tiene lugar en varias etapas del proceso, en donde las etapas individuales del proceso se realizan, al menos parcialmente, en diferentes reactores conectados en serie. Una disposición en cascada de estos reactores logra que pueda aumentarse el rendimiento de la biomasa que debe procesarse, sin que deban utilizarse reactores con una altura del reactor demasiado elevada. Después de la realización de una primera etapa del proceso en un primer reactor, la mezcla de biomasa - líquido allí contenida se transfiere a por lo menos otro reactor, y allí se realiza al menos otra etapa del proceso, del proceso de carbonización. La extracción de la suspensión de carbón que se origina a través del proceso de carbonización tiene lugar desde la salida del último reactor de la cascada de reactores.

[0017] De manera especialmente preferida, en el caso de usar varios reactores, o bien una cascada de reactores, la transferencia de la mezcla de biomasa - líquido desde un reactor hacia el siguiente reactor tiene lugar a través de una diferencia de presión existente en las cámaras internas del reactor. Con ello pueden evitarse dispositivos de bombeo que son propensos a fallos provocados por materias extrañas contenidas en la biomasa.

[0018] En un ejemplo de realización especialmente preferido, se estabiliza la temperatura de al menos un reactor a través de una conducción de gases o vapores a través de este. En particular, a través de un intercambiador de calor proporcionado en al menos un reactor, el cual en particular es un intercambiador de calor tubular, se pueden conducir gases de combustión de un proceso de combustión o vapor de agua. Estos gases de combustión provienen, en particular, de un horno de biomasa o de una planta de cogeneración. Para controlar la temperatura del gas de combustión o del vapor pueden proporcionarse dispositivos de mezclado que permitan un mezclado controlado de una parte deseada de aire fresco o frío hacia el gas de combustión o bien vapor. Así, la entrada de calor hacia la cámara interna del reactor puede controlarse a través de la parte añadida de aire fresco o frío.

[0019] De manera especialmente preferida, en los conductos de gas de combustión que provocan una desviación del gas de combustión o del vapor desde los reactores, se introduce un intercambiador de calor, mediante el cual se logra aprovechar el calor residual de la energía térmica contenida en el gas de combustión o vapor. Con ello, la eficiencia de la instalación puede aumentarse aún más.

[0020] De manera especialmente preferida, en el conducto de descarga conectado a la salida del reactor con el que se desvía la suspensión de carbón desde el reactor, se proporciona igualmente un intercambiador de calor, mediante el cual de la suspensión de carbón caliente se extrae energía térmica, que es preferiblemente conducida a un acumulador de calor. Con ello puede alcanzarse nuevamente un aumento de la eficiencia.

[0021] De manera especialmente preferida, en el conducto de descarga para la suspensión de carbón se proporciona un dispositivo de filtrado, en particular un filtro de malla para bordes, mediante el cual pueden separarse las materias extrañas en la suspensión de carbón. Estas materias extrañas pueden ser, por ejemplo, materiales plásticos que se aglomeran en el reactor a través del efecto del calor y que pueden filtrarse de forma sencilla y barata a través del dispositivo de filtrado.

[0022] La invención también se refiere a un dispositivo para la carbonización hidrotérmica continua de biomasa, en el cual la biomasa es transportada mediante un dispositivo transportador hacia un dispositivo de precalentamiento en el que la biomasa es calentada. Además, el dispositivo presenta al menos un reactor, en el cual la biomasa se deshidrata y se carboniza. En el reactor se proporciona un dispositivo de extracción para el agua de deshidratación producida por la deshidratación y el dispositivo de deshidratación se acopla al dispositivo de precalentamiento de forma directa, mediante una conexión en comunicación de fluidos. Con ello puede suministrarse agua de deshidratación en estado líquido directamente desde al menos un reactor al dispositivo de precalentamiento y puede tener lugar una entrada de calor hacia la biomasa contenida en el dispositivo de precalentamiento. La utilización de agua de deshidratación en estado líquido ofrece la ventaja esencial de que el agua en estado líquido presenta una masa específica elevada en comparación con el vapor de agua y, con ello, la entrada de calor por unidad de

volumen extraído de agua de deshidratación en estado líquido es mayor que la entrada de calor producida por la misma unidad de volumen de vapor de agua.

5 [0023] Según la invención, el dispositivo de precalentamiento está formado por una cámara que puede cerrarse de forma hermética a la presión. Con ello, el agua de deshidratación que está bajo presión puede suministrarse al dispositivo de precalentamiento sin una expansión previa, en donde a través de dicho suministro la presión aumenta en el dispositivo de precalentamiento. Según la invención, el dispositivo de precalentamiento se proporciona por encima de al menos un reactor, de modo que una transferencia de la biomasa precalentada hacia el reactor puede tener lugar a través de una caída condicionada por el efecto de la gravedad. Gracias a ello pueden evitarse bombas, etc., para el transporte de la biomasa acuosa.

10 [0024] De manera especialmente preferida, el dispositivo de extracción para extraer el agua de deshidratación se forma en una sección media del reactor, la cual está dispuesta entre la sección superior del reactor en donde tiene lugar la carga de la biomasa y una sección inferior del reactor en donde tiene lugar la extracción de suspensión de carbón. En esa área, durante el proceso de carbonización, se encuentra presente una capa de agua de deshidratación que puede suministrarse, por ejemplo, a través de un dispositivo de bombeo o a través de la
15 diferencia de presión predominante entre la cámara interna del reactor y el dispositivo de precalentamiento, hacia este último.

[0025] En un ejemplo de realización especialmente preferido, el reactor contiene un intercambiador de calor que está diseñado para conducir gases de combustión o vapor de agua. En particular, dicho intercambiador de calor es un
20 intercambiador de calor tubular que, por ejemplo, está diseñado con un dispositivo de limpieza automatizado para eliminar residuos de gas de escape producidos por la conducción de gases de combustión. Los gases de combustión pueden provenir, por ejemplo, de una combustión de biomasa en un horno de biomasa, de un flujo de gas residual de una planta de cogeneración, etc. De manera especialmente preferida, se controla la temperatura del flujo de gas de combustión de tal manera que, a través del mezclado de una parte de aire frío o fresco, se produzca una entrada de calor necesaria, controlada, hacia la cámara interna del reactor, o bien hacia la biomasa o el líquido
25 allí contenidos.

[0026] En otro ejemplo de realización preferido se proporcionan al menos dos reactores, en donde una salida del primer reactor está conectada a la entrada del segundo reactor. Con ello se produce una disposición de reactores en cascada, en donde el proceso de carbonización con sus diferentes etapas del proceso se desarrolla distribuido en los diferentes reactores, y a través de la conexión con comunicación de fluidos de la salida del primer reactor con la
30 entrada de al menos otro reactor puede tener lugar una transferencia del producto de reacción de la primera etapa del proceso hacia al menos otro reactor. Dicha transferencia puede tener lugar mediante dispositivos de bombeo o preferiblemente mediante diferencias de presión entre los reactores.

[0027] De manera especialmente preferida, después de la salida desde la que se transporta la suspensión de carbón producida por el proceso de carbonización, en la dirección de transporte, se proporciona un dispositivo de filtrado, mediante el cual se logra una separación de materias extrañas. En particular se aglomeran materias extrañas más
35 pequeñas, por ejemplo materiales plásticos o láminas, por el efecto del calor en la cámara interna del reactor, de modo que a continuación pueden ser filtradas de forma sencilla y barata mediante el dispositivo de filtrado. El dispositivo de filtrado puede ser en particular un filtro de malla para bordes. Gracias a ello no es necesario separar o eliminar todas las materias extrañas en el área de carga de la biomasa o del dispositivo transportador que introduce la biomasa al dispositivo de precalentamiento. En particular las materias extrañas pequeñas que son difíciles de
40 eliminar pueden permanecer en la biomasa y a continuación separarlas de la suspensión de carbón a través del dispositivo de filtrado.

[0028] Por agua de deshidratación, en el sentido de la invención, se entiende líquido que se encuentra presente en el reactor, el líquido contenido por la biomasa o mezclado y/o moléculas de agua disociadas de la biomasa durante
45 el proceso de deshidratación.

[0029] La expresión "esencialmente", en el sentido de la invención, significa desviación del valor respectivamente exacto alrededor de +/- 10%, preferiblemente alrededor de +/-5% y/o desviaciones en forma de modificaciones no significativas para el funcionamiento.

[0030] Se deducen otros perfeccionamientos, ventajas y posibilidades de aplicación de la invención de la lectura de la siguiente descripción del ejemplo de realización y de las figuras. Todas las características descritas y/o representadas con imágenes, en sí mismas o en cualquier combinación, son en principio objeto de la invención, independientemente de su resumen en las reivindicaciones o de sus remisiones. También el contenido de las reivindicaciones pasa a formar una parte de la descripción.

[0031] A continuación, la invención se explica en detalle mediante un ejemplo de realización con relación a las figuras. Estas muestran:

Figura 1 a modo de ejemplo, un dispositivo según la invención para la carbonización hidrotérmica de biomasa con un reactor individual, en una representación esquemática;

10 Figura 2 a modo de ejemplo, un dispositivo según la invención para la carbonización hidrotérmica de biomasa con varios reactores dispuestos en cascada, en una representación esquemática.

[0032] En las Figuras 1 y 2, el signo de referencia 1 indica instalaciones para la carbonización hidrotérmica (HTC). En este caso, la instalación 1 está diseñada para realizar un método HTC como método continuo, es decir que la instalación 1 posibilita un funcionamiento continuo o casi continuo al introducirse la biomasa en el reactor, o bien al extraerse el carbón desde el reactor 5, 5', sin que el proceso de carbonización en la cámara interna del reactor se interrumpa por completo.

[0033] La biomasa procesada en la instalación 1, la cual en particular puede ser biomasa con un contenido de materia seca $\geq 30\%$, se introduce en una entrada de alimentación de biomasa 2 en la instalación 1 y, mediante un dispositivo transportador 3, es suministrada de forma controlada, así como temporalmente de forma intermitente, al dispositivo de precalentamiento 4. El dispositivo transportador 3 puede ser un transportador de tornillo, una cinta transportadora, un transportador de placa de empuje o, en el caso de biomasa con una cantidad de agua elevada, también puede ser una bomba. En el dispositivo de precalentamiento 4, el cual preferiblemente es un recipiente cerrado resistente a la presión, separado de conductos de entrada y de salida, la biomasa se calienta, a saber, a través de la introducción directa del agua de deshidratación en la biomasa y a través del mezclado del agua de deshidratación con la biomasa, donde el agua de deshidratación se produce, al menos parcialmente, por deshidratación en el reactor 5, 5'. Dicha agua presenta una temperatura en el rango de entre 180 °C y 240 °C y, debido a su masa específica elevada, puede utilizarse de forma óptima para una entrada de calor en la biomasa previamente calentada. Durante el suministro del agua de deshidratación, preferiblemente, el dispositivo de precalentamiento 4 está cerrado de forma hermética a la presión.

[0034] Para la extracción del agua de deshidratación desde el reactor 5, 5' se proporciona, preferiblemente, un dispositivo de extracción 5.1, 5.1' en la sección media del reactor 5b, 5b' que se sitúa entre la sección superior y la sección inferior del reactor 5a, 5a', 5c, 5c', mediante el cual el agua de deshidratación puede extraerse de forma controlada, preferiblemente mediante al menos una válvula, y mediante una conexión en comunicación de fluidos directa, puede suministrarse al dispositivo de precalentamiento 4.

[0035] Después del precalentamiento, al menos parcial, de la biomasa, preferiblemente la presión dentro del dispositivo de precalentamiento 4, la cual ya ha aumentado a través del suministro del agua de deshidratación, aumenta a una presión al menos idéntica a la presión en el interior del reactor 5, en donde se consideran preferidas presiones de 10 bar a 33 bar. El aumento de presión tiene lugar mediante un generador de presión 9 o un acumulador de presión acoplado al generador de presión 9. Después del aumento de la presión en el dispositivo de precalentamiento 4, la biomasa precalentada, o bien la mezcla de la biomasa con el agua de deshidratación, es suministrada al reactor 5 mediante la entrada 5.2. En caso de que en el dispositivo de precalentamiento 4 predomine la misma presión que en el reactor 5, la biomasa se introduce en el reactor 5 condicionada por el efecto de la gravedad. Se prefiere un aumento de la presión en el dispositivo de precalentamiento 4 por encima de la presión en el reactor 5, de modo que se evite de modo efectivo que la salida del dispositivo de precalentamiento 4, así como la la entrada 5.2 del reactor 5 se atasquen.

[0036] Después de la introducción de la biomasa en el reactor 5, esa biomasa se somete a la carbonización hidrotérmica, en donde a partir de la biomasa, en el proceso de deshidratación, se disocian moléculas de agua, produciéndose partículas de carbón que se acumulan en la sección inferior del reactor 5a.

[0037] Para aumentar la tasa de rendimiento de la biomasa procesable es posible realizar las etapas del proceso que conducen a la carbonización de la biomasa en varios reactores 5, 5' dispuestos en cascada (Figura 2). En ese caso, la salida 5.3 del primer reactor 5 está conectada con la entrada 5.2' de al menos otro reactor 5', de manera que un primer subproceso de carbonización se realiza en el primer reactor 5 y otro subproceso de carbonización se realiza en al menos otro reactor 5'. En el caso de una disposición en cascada de los reactores 5, 5'; la extracción exclusiva de la suspensión de carbón tiene lugar en la salida 5.3' del otro reactor 5'.

[0038] Asimismo, en el caso de proporcionarse varios reactores 5, 5'; según la invención se prevé que en al menos otro reactor 5' se proporcione igualmente un dispositivo de extracción 5.1' del agua de deshidratación que igualmente es suministrada al dispositivo de precalentamiento 4 para la entrada de calor en la biomasa.

[0039] En un ejemplo de realización preferido, a la biomasa introducida en el reactor se añaden igualmente catalizadores que provocan una acidificación o una alcalinización de la biomasa, en donde a través del grado de la adición de estos catalizadores se determina la estructura de las partículas de carbón que se producen. Además, a través de la adición adecuada de catalizadores puede acelerarse el proceso de carbonización. Desde la salida 5.3 del reactor 5, o bien desde la salida 5.3' del otro reactor 5', en el caso de reactores 5, 5' dispuestos en cascada, se extrae una suspensión de carbón acuosa que es guiada sobre un intercambiador de calor 10, para aprovechar el calor residual. Preferiblemente, la extracción de la suspensión de carbón tiene lugar de forma continua, en particular controlada mediante el nivel de llenado en los reactores 5, 5'. Mediante el intercambiador de calor 10, de la suspensión de carbón se extrae al menos parcialmente la energía térmica allí contenida. Esa energía térmica es suministrada a un acumulador de calor 11, de modo que este actúa como tampón intermedio para la energía térmica extraída.

[0040] La suspensión de carbón es conducida además sobre un dispositivo de filtrado 8, el cual preferiblemente se proporciona aguas abajo del intercambiador de calor 10, de modo que la suspensión de carbón ya enfriada, al menos en su mayor parte, pasa a través del dispositivo de filtrado 8, separándose así las materias extrañas contenidas en la suspensión de carbón. Estas materias extrañas pueden ser materiales plásticos contenidos en la biomasa, metales, etc. Preferiblemente, en el área de la entrada de alimentación de biomasa 2 o del dispositivo transportador 3 se proporciona otra unidad de separación de materias extrañas, mediante la cual se separan materias extrañas gruesas de la biomasa que debe ser procesada. La suspensión de carbón filtrada a través del dispositivo de filtrado es suministrada a un dispositivo de secado y de deshidratación 12, en el cual la suspensión de carbón se convierte en partículas de carbón en forma de polvo o carbón pulverizado. Ese carbón pulverizado puede ser soplado directamente hacia un sitio de almacenamiento o puede ser conducido a un dispositivo de peletización, en el cual las partículas de carbón se reticular a través de la adición de almidón, en particular de maíz, y/o de fécula de patata, y se comprime formando pellets.

[0041] El líquido que se produce durante el proceso de deshidratación, en función de la biomasa utilizada, puede utilizarse de forma directa como abono o, si se utiliza biomasa que contenga fosfato o metales pesados, puede depositarse y filtrarse, de modo que esos fosfatos y metales pesados, al menos en su mayor parte, se eliminen del líquido. Una parte del líquido extraído de la suspensión de carbón mediante el dispositivo de secado y de deshidratación 12 puede reutilizarse internamente en el proceso y ser suministrada al generador de presión 9, de modo que el líquido puede utilizarse para aumentar la presión en el dispositivo de precalentamiento 4.

[0042] Preferiblemente la instalación 1 se conecta a un dispositivo de calentamiento 13, el cual puede ser por ejemplo un horno de biomasa, una unidad de cogeneración o un dispositivo de calentamiento que utilice combustible fósil. Los gases que se producen desde el dispositivo de calentamiento 13, en particular gases de combustión, son suministrados al reactor 5, así como a los reactores 5, 5', mediante conductos de gas de combustión 13.1. En el interior de los reactores 5, 5' se proporciona respectivamente al menos un intercambiador de calor 6, el cual en particular es un intercambiador de calor tubular y presenta varios elementos tubulares 6.1 dispuestos preferiblemente de forma vertical, los cuales se conectan a los conductos de gas de combustión 13.1 y a través de los cuales circula gas de combustión. Con ello se provoca un calentamiento de la biomasa o líquido contenidos en el interior del reactor. Después de circular a través del intercambiador de calor 6, los gases de combustión son conducidos desde los reactores 5, 5' y preferiblemente son conducidos a un intercambiador de calor 7, mediante el cual se extrae energía térmica residual del gas de combustión y se suministra al acumulador de calor 11.

[0043] Preferiblemente, en los conductos de gas de combustión 13.1, entre el dispositivo de calentamiento 13 y los reactores 5, 5'; se proporciona un dispositivo de mezclado que permite mezclar el gas de combustión con una

5 cantidad controlada de aire frío o aire fresco. Así, la temperatura del gas de combustión, así como la entrada de calor hacia los reactores 5, 5', es controlada mediante el intercambiador de calor 6. La entrada de calor requerida, hacia los reactores 5, 5'; depende de forma determinante de la biomasa utilizada, así como de la parte de materia seca de esa biomasa, en donde una biomasa con una parte de materia seca más elevada necesita una entrada de calor más reducida que una biomasa con una parte de materia seca aumentada. A través del suministro controlado de gas de combustión puede satisfacerse la demanda de calor respectivamente requerida en función de la biomasa procesada.

[0044] La invención se ha descrito más arriba mediante un ejemplo de realización. Se entiende que son posibles numerosas modificaciones y variaciones, sin que por ello se abandone la idea de la invención.

10 Lista de referencias

[0045]

- | | | |
|----|-----------|---|
| | 1 | Instalación HTC |
| | 2 | Entrada de alimentación de biomasa |
| | 3 | Dispositivo transportador |
| 15 | 4 | Dispositivo de precalentamiento |
| | 5, 5' | Reactor |
| | 5a, 5a' | Sección inferior del reactor |
| | 5b, 5b' | Sección media del reactor |
| | 5c, 5c' | Sección superior del reactor |
| 20 | 5.1, 5.1' | Dispositivo de extracción |
| | 5.2, 5.2' | Entrada |
| | 5.3, 5.3' | Salida |
| | 6 | Intercambiador de calor |
| | 6.1 | Elemento tubular |
| 25 | 7 | Intercambiador de calor |
| | 8 | Dispositivo de filtrado |
| | 9 | Generador de presión |
| | 10 | Intercambiador de calor |
| | 11 | Acumulador de calor |
| 30 | 12 | Dispositivo de secado y de deshidratación |
| | 13 | Dispositivo de calentamiento |
| | 13.1 | Conducto de gas de combustión |

REIVINDICACIONES

1. Método para la carbonización hidrotérmica continua de biomasa, en donde se suministra biomasa, a través de un dispositivo transportador (3), a un dispositivo de precalentamiento (4), en el que se calienta la biomasa, en donde la biomasa calentada es suministrada a por lo menos un reactor (5), en el cual la biomasa se deshidrata y se carboniza y en donde suspensión de carbón que se produce durante la carbonización es extraída del reactor (5), en donde en al menos un reactor (5, 5') el agua de deshidratación producida por la deshidratación, en estado líquido, es extraída del reactor (5, 5') en función del flujo volumétrico del suministro de biomasa, suministrándose el agua de deshidratación directamente al dispositivo de precalentamiento (4) y mezclándose en el dispositivo de precalentamiento (4) con la biomasa, caracterizado por que antes de la introducción de la biomasa en el reactor (5) la presión en el dispositivo de precalentamiento (4) es aumentada mediante un generador de presión (9), a través de la introducción de un líquido y/o de un gas, a una presión al menos idéntica a la presión en el reactor (5), en donde el dispositivo de precalentamiento (4) está formado por una cámara que puede cerrarse de forma hermética a la presión.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que el agua de deshidratación suministrada al dispositivo de precalentamiento presenta una temperatura idéntica o esencialmente idéntica a la temperatura de la mezcla de biomasa-agua en el reactor (5, 5').
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la extracción de agua de deshidratación desde al menos un reactor (5) tiene lugar en función de la temperatura del reactor y/o de la presión del reactor.
4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso de deshidratación y/o de carbonización tiene lugar en varias etapas del proceso, en donde las etapas del proceso se realizan al menos de forma parcial en diferentes reactores (5, 5'), conectados en serie unos con otros.
5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la transferencia del producto de reacción desde un reactor (5) hacia al menos otro reactor (5) tiene lugar mediante al menos un dispositivo transportador o a través de al menos una diferencia de presión entre los reactores (5, 5').
6. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se estabiliza la temperatura de al menos un reactor (5, 5') a través de la conducción de gases o vapores a través de este.
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado por que como gases se utilizan gases de combustión de un proceso de combustión o vapor de agua y/o los gases o vapores son conducidos a través de un intercambiador de calor (6) proporcionado en al menos un reactor.
8. Método según una de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que los gases o vapores utilizados para la estabilización de temperatura, después de su conducción a través de al menos un reactor (5, 5'), son guiados a través de otro intercambiador de calor (7).
9. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la suspensión de carbón extraída del reactor (5, 5') es guiada a través de un dispositivo de filtrado (8) para la separación de materias extrañas.
10. Dispositivo para la carbonización hidrotérmica continua de biomasa, con un dispositivo transportador (3) para biomasa, hacia un dispositivo de precalentamiento (4), en el cual la biomasa es calentada, con al menos un reactor (5, 5'), en el cual la biomasa se deshidrata y se carboniza, en donde en el reactor (5, 5') se proporciona un dispositivo de extracción (5.1, 5.1') para el agua de deshidratación producida por la deshidratación, y de modo que el dispositivo de extracción (5.1, 5.1'), mediante al menos una conexión en comunicación de fluidos, se acopla directamente al dispositivo de precalentamiento (4), caracterizado por que se proporciona un generador de presión (9) para aumentar la presión en el dispositivo de precalentamiento (4) a través de la introducción de un líquido y/o de un gas, a una presión al menos idéntica a la presión en el reactor (5), y por que el dispositivo de precalentamiento (4) está formado por una cámara que puede cerrarse de forma hermética a la presión, la cual se proporciona por encima de al menos un reactor (5, 5').
11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que el reactor contiene un intercambiador de calor (6) que está diseñado para conducir gases de combustión o vapor de agua.

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por que se proporcionan al menos dos reactores (5, 5'), en donde una salida (5.3) del primer reactor (5) está conectada a la entrada (5.2') del segundo reactor (5').

5 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que se proporcionan al menos dos reactores (5, 5') y por que los reactores (5, 5') se diseñan y acoplan unos a otros de tal manera que en los reactores (5, 5') pueden realizarse respectivamente etapas del proceso determinadas de la carbonización hidrotérmica.

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que en la dirección de transporte después de la salida (5.3, 5.3') del reactor (5, 5') se proporciona un dispositivo de filtrado (8) para la separación de materias extrañas.

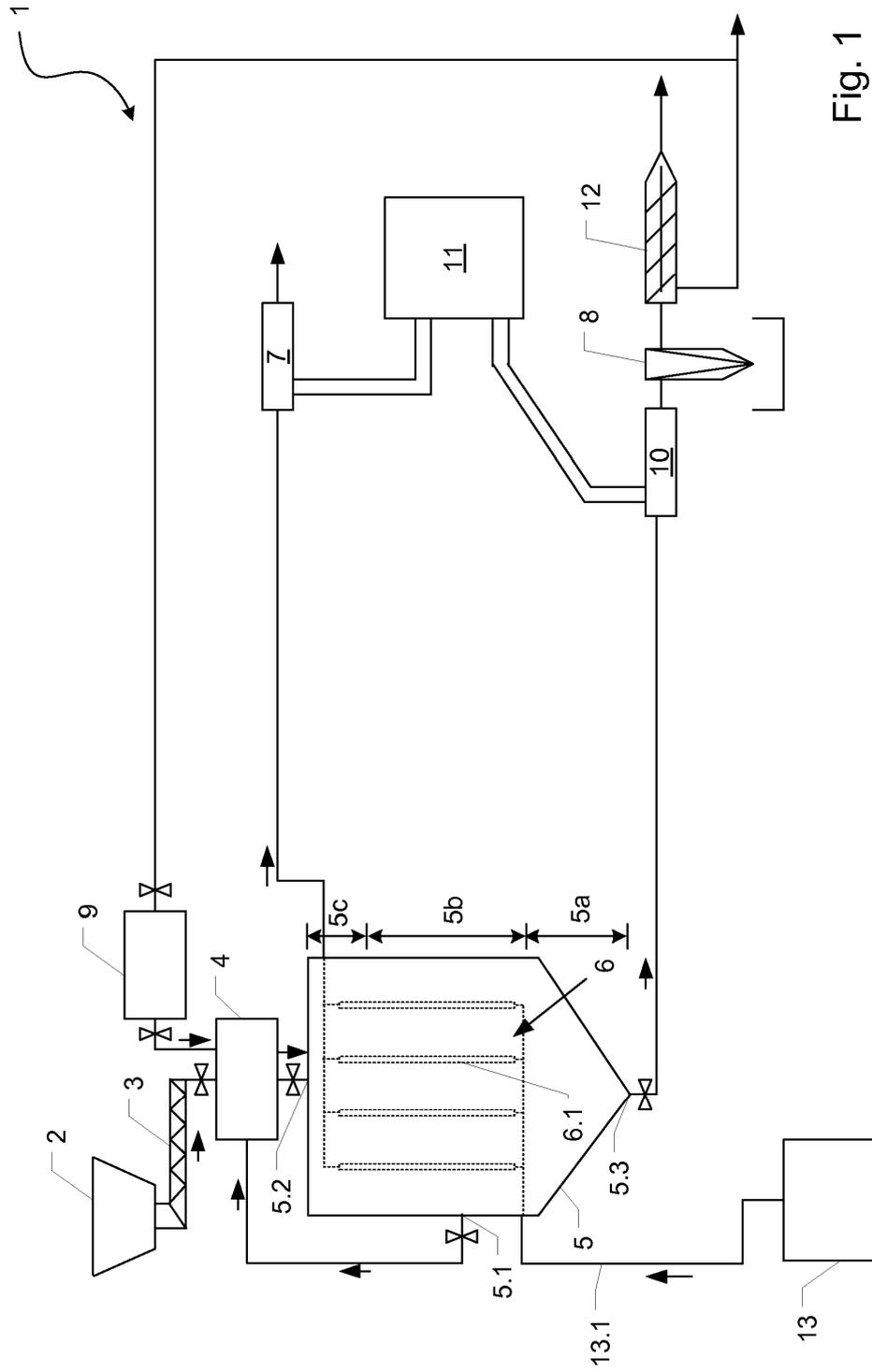


Fig. 1

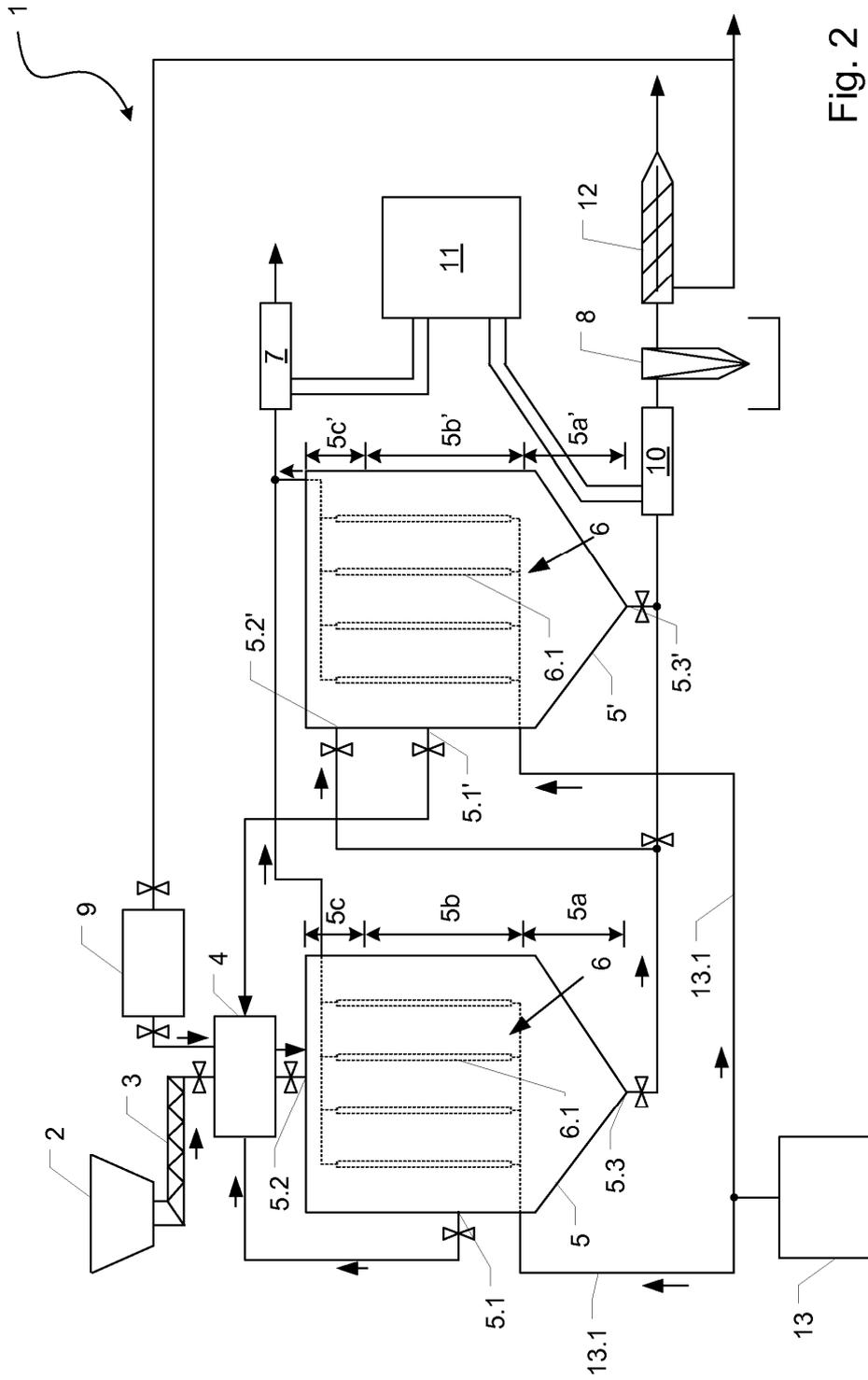


Fig. 2