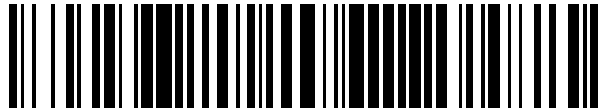


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 887**

51 Int. Cl.:

**C10J 3/06** (2006.01)  
**C10J 3/26** (2006.01)  
**C10J 3/64** (2006.01)  
**C10J 3/72** (2006.01)  
**C10J 3/82** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2013 PCT/EP2013/002765**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14040744**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2013 E 13798924 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2895579**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la producción de gas combustible a partir de un combustible sólido**

30 Prioridad:

**13.09.2012 DE 202012008777 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.05.2017**

73 Titular/es:

**BIG DUTCHMAN INTERNATIONAL GMBH  
(100.0%)  
Auf der Lage 2  
49377 Vechta, DE**

72 Inventor/es:

**SCHWARZ, ARMIN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 612 887 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 producción de gas combustible a partir de un combustible sólido

5 **Estado de la técnica**

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la producción de gas combustible a partir de un material sólido en un gasificador de depósito y comprende una zona de gasificación, en la que se puede introducir el material sólido a través de un orificio de llenado, y una zona de oxidación configurada para la oxidación del gas producido que está conectada a la zona de gasificación para conducir el gas, producido en la zona de gasificación, a la zona de oxidación.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de gasificación para la producción de un gas combustible a partir de un material sólido.

Los dispositivos de gasificación del tipo mencionado antes y los procedimientos de gasificación se usan para una gasificación lo más completa posible de sustancias sólidas, tales como materiales orgánicos o inorgánicos, materiales con contenido de carbón, en particular madera, plantas o restos de plantas, en un procedimiento controlado a fin de producir así un gas inflamable, en particular un gas combustible. Por lo general, el gas producido de esta manera se quema en un proceso siguiente a la gasificación para realizar trabajos y operar, por ejemplo, un generador de corriente.

Por el documento EP1865046A1 son conocidos un gasificador y un procedimiento de gasificación que en un gasificador de depósito produce en un proceso de tres etapas, por gasificación del material sólido, un gas de pirólisis que se convierte a continuación en un gas bruto por oxidación parcial y craqueo térmico y se convierte en un gas producto combustible por reducción. En el estado de la técnica divulgado en esta solicitud de patente, la gasificación es a veces incompleta, en particular al cambiar las propiedades del material sólido, de modo que la cantidad de energía presente en el material sólido no se aprovecha por completo.

El documento EP1865046A1 da a conocer una regulación y/o una supervisión de la calidad, especialmente del primer proceso, la gasificación, con el registro de la temperatura mediante la técnica de medición, pero también de la composición de gas obtenida, y una adaptación del aire suministrado para el proceso de gasificación. El potencial de optimización en gasificadores de depósito con cadenas de proceso multietapas radica a menudo en la calidad/pureza del gas producto, generado finalmente, que es decisiva para la combustión siguiente, la necesidad de filtros adicionales y también indirectamente para la intensidad del mantenimiento del gasificador de depósito. La eficiencia se puede reducir debido a la fuga de gases, casi inevitable, de la zona de gasificación a la zona de reducción o debido a los cambios en las propiedades del material sólido a gasificar durante el proceso de gasificación.

El documento DE102010033646A1 da a conocer un dispositivo de gasificación con una unidad de medición y un dispositivo de control.

Es objetivo de la presente invención proporcionar un gasificador o un procedimiento de gasificación que permita una gasificación más eficiente de un material sólido y, por tanto, una pureza elevada del gas producto.

Este objetivo se consigue según la invención al perfeccionarse el gasificador de depósito según la invención de tal modo que un primer dispositivo suministrador de aire y un segundo dispositivo suministrador de aire suministran aire a la zona de gasificación, estando situado el segundo dispositivo suministrador de aire a continuación del primer dispositivo suministrador de aire en dirección de procesamiento del material sólido; una unidad de medición para la determinación de una señal de medición que está configurada con el fin de determinar una cantidad cualitativa o cuantitativa de gases predeterminados en el gas bruto, generado en la zona de oxidación, o en el gas producto combustible y lo caracteriza en la señal de medición; un dispositivo de control que está acoplado a la unidad de medición para la transmisión de la señal de medición mediante la técnica de señales y está configurado de modo que controla la cantidad de aire a suministrar por el segundo dispositivo suministrador de aire en dependencia de la señal de medición.

La unidad de medición está configurada para determinar directa o indirectamente el contenido de alquitrán en el gas bruto o el gas producto generado y el dispositivo de control controla la cantidad de aire, suministrada por el segundo dispositivo suministrador de aire, en dependencia del contenido de alquitrán del gas bruto generado, que se determinó directa o indirectamente.

El primer y el segundo dispositivo suministrador de aire pueden suministrar aire a la zona de gasificación según las necesidades y de manera independiente uno de otro. El dispositivo de medición mide la cantidad cualitativa o cuantitativa de un gas predeterminado. Por gas se han de entender aquí tanto sustancias formadas por un elemento químico o un compuesto químico en estado gaseoso (por ejemplo, oxígeno, metano, monóxido de carbono, etc.) como una mezcla de gas formada por una o varias sustancias (por ejemplo, aire). El dispositivo de control, acoplado

al dispositivo de medición mediante la técnica de señales, puede regular el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire en dependencia del resultado de medición. El segundo dispositivo suministrador de aire está situado a continuación del primer dispositivo suministrador de aire en dirección de procesamiento, porque su control responde a procesos que se están desarrollando en la zona de gasificación.

5 Sobre la base de la cantidad cualitativa o cuantitativa, detectada mediante la técnica de medición, de un gas predeterminado en una etapa seleccionada del proceso de gasificación se puede optimizar según la invención el suministro de aire en un plano predeterminado de la zona de gasificación y es posible responder de manera flexible a cambios en las propiedades características de los productos de proceso durante el recorrido por la cadena de proceso. Según la invención se comprobó que esto permite evitar una pérdida de eficiencia respecto a la pureza del gas producido, que es provocada por el paso no deseado de materiales de proceso producidos desde la zona de gasificación hasta la zona de reducción. Aunque los dispositivos y procedimientos convencionales están destinados a menudo a reducir lo más posible el paso, casi inevitable, de gas de pirólisis de la zona de gasificación directamente a la zona de reducción y para forzar un recorrido a través de la zona de oxidación, la presente invención soluciona el problema al oxidarse los gases de fuga mediante el suministro de aire desde un segundo dispositivo suministrador de aire directamente hasta la zona de gasificación. La cantidad necesaria de aire del segundo dispositivo suministrador de aire se controla aquí en dependencia de las necesidades. Esto se lleva a cabo según la invención con ayuda del dispositivo de medición, que mide directa o indirectamente el contenido de alquitrán del gas bruto o del gas producto generado, y en dependencia del valor de medición obtenido que proporciona información sobre la contaminación provocada por el gas de pirólisis no oxidado, y el dispositivo de control, conectado mediante la técnica de señales, regula el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire en dependencia de este valor.

25 Por medio del dispositivo de gasificación, perfeccionado según la invención, se cuenta con un dispositivo de medición y un procesamiento mediante la técnica de señales que, sobre la base del contenido de alquitrán medido, permite sacar conclusiones sobre el nivel de los gases de fuga resultantes. Para una oxidación segura de estos gases en la zona de gasificación, el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire se puede regular en dependencia del valor de medición obtenido con ayuda del dispositivo de control conectado mediante la técnica de señales. En caso de un contenido de alquitrán elevado en el gas bruto o en el gas producto generado se aumenta el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire y en caso de un contenido de alquitrán bajo, medible, o no existente se puede reducir el suministro de aire.

35 Según la invención, la unidad de medición puede estar configurada también de modo que mida el contenido directo o indirecto de CO del gas producto generado y en dependencia del valor de medición, procesado mediante la técnica de señales, se adapte el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire con ayuda de la unidad de control conectada mediante la técnica de señales.

40 Con el dispositivo de gasificación perfeccionado según la invención, el contenido de CO determinado, al igual que el contenido de alquitrán, puede proporcionar información sobre la eficiencia de la respectiva conversión deseada del material. Esta última es máxima en la zona de reducción cuando el gas bruto procedente de la zona de oxidación y el material sólido pirolizado, el coque, procedente de la zona de gasificación están lo más calientes posible al chocar, en el caso ideal a una temperatura aproximada de 1000 °C. En dependencia del contenido de CO en el gas producto obtenido finalmente, que se detectó mediante la técnica de medición, se puede regular el suministro de aire a partir del procesamiento mediante la técnica de señales con ayuda del dispositivo de control, conectado mediante la técnica de señales, de tal modo que el coque se vuelve a calentar lo más posible antes de entrar en la zona de reducción.

50 Según la invención, los dispositivos suministradores de aire se pueden usar por separado, pero también en combinación entre sí. En una forma de realización preferida es posible realizar una filtración y/o un enfriamiento previos del gas antes de medirse los componentes de gas en el gas producto.

55 Mediante el dispositivo de gasificación, perfeccionado según la invención, se consigue gasificar un material sólido en una zona de gasificación grande, sin que tengan lugar transferencias no deseadas del material producto generado, por ejemplo, del gas bruto no oxidado, como gas de fuga, o del coque calentado de manera insuficiente.

60 La zona de oxidación está conectada a la zona de gasificación para conducir a la zona de oxidación el gas de pirólisis producido en la zona de gasificación. Preferentemente, la zona de gasificación y la zona de oxidación están separadas entre sí por al menos una pared. La conexión de la zona de oxidación a la zona de gasificación para conducir el gas de pirólisis, producido en la zona de gasificación, a la zona de oxidación se puede llevar a cabo preferentemente mediante una conexión de fluidos en determinadas secciones, por ejemplo, mediante uno o varios orificios en la pared. Tal estructura del dispositivo de gasificación, en particular tal división espacial de la zona de gasificación y de la zona de oxidación, permite mejorar el desarrollo del proceso de gasificación.

65 Se prefiere también que la pared tenga en una parte, superior en posición operativa, de la zona de oxidación orificios inclinados hacia abajo, a través de los que el gas de pirólisis, generado en la zona de gasificación, llega a la zona de oxidación debido a las condiciones de presión y flujo locales. Los orificios se configuran preferentemente al finalizar

la pared inclinada a la altura del respectivo orificio y al continuar, de manera desplazada radialmente hacia el interior, justo por encima del orificio. Las paredes inclinadas de la zona de oxidación, que se solapan así ligeramente, pueden impedir una entrada no deseada del material sólido en la zona de oxidación o un bloqueo de los orificios debido al material sólido suministrado.

5 Se prefiere en particular que la zona de gasificación y la zona de oxidación estén en contacto térmico, preferentemente mediante la al menos una pared que separa entre sí la zona de gasificación y la zona de oxidación. Esto posibilita un aprovechamiento particularmente ventajoso del calor de proceso generado.

10 En una primera forma de realización preferida está previsto que la zona de oxidación, respecto a su sección transversal, esté rodeada al menos parcialmente, con preferencia completamente, por la zona de gasificación. Según esta forma de realización, la zona de oxidación está dispuesta centralmente dentro del dispositivo de gasificación al quedar rodeada al menos en un área, pero con preferencia completamente por la zona de gasificación respecto a una sección transversal a través del dispositivo de gasificación. De esta manera se configura  
15 en particular una zona de gasificación anular alrededor de la zona de oxidación y, por consiguiente, es posible una transferencia de calor efectiva de la zona de gasificación a la zona de oxidación y viceversa. Se ha de entender que mediante el suministro de gas de pirólisis de la zona de gasificación a la zona de oxidación tiene lugar, por una parte, un transporte de calor convectivo, pero que además puede tener lugar un transporte de calor por conducción de calor directa debido a que la zona de oxidación queda rodeada por la zona de gasificación. En particular, esta  
20 forma de realización se puede implementar de tal modo que el dispositivo de gasificación está diseñado como gasificador de depósito y la zona de oxidación está diseñada como cámara de oxidación dispuesta centralmente dentro del gasificador de depósito y rodeada por una zona de gasificación anular.

25 En otra forma de realización preferida, una unidad de medición de temperatura mide la temperatura en la cámara de oxidación o en la proximidad inmediata de la misma. Sobre la base de los resultados de medición, procesados mediante la técnica de señales, se puede regular el suministro de aire a la zona de gasificación, preferentemente desde el primer dispositivo suministrador de aire, de modo que en la zona de oxidación impera preferentemente una temperatura aproximada de 1000 °C.

30 Se prefiere también que el material sólido se pueda suministrar a la zona de gasificación en posición operativa a través de un orificio de suministro de material sólido solo por el uso de la fuerza de gravedad.

35 Con una forma de realización configurada de esta manera se puede conseguir un suministro eficiente y robusto del material sólido, porque no hay ningún dispositivo de suministro mecánico que pueda interrumpir el proceso en caso de un mal funcionamiento.

40 Se prefiere también perfeccionar el dispositivo de gasificación, según la invención, mediante una zona de reducción que se encuentra conectada a la zona de oxidación para suministrar el gas bruto generado en la zona de oxidación y que está configurada para reducir químicamente el gas bruto suministrado a la misma. En la zona de reducción se puede producir un gas combustible a partir del gas de pirólisis preparado en la zona de oxidación, en particular con ayuda del coque que se transporta de la zona de gasificación a la zona de reducción y se compone de restos de material sólido desgasificados. En este caso se puede conseguir también una filtración de componentes sólidos a través del coque en la zona de reducción. De manera alternativa o adicional pueden estar previstos también otros procedimientos de filtración, por ejemplo, mediante velas filtrantes o similares.

45 Se prefiere también que la zona de reducción del tipo explicado al inicio o arriba se disponga por debajo de la zona de gasificación en dirección de la fuerza de gravedad de modo que quede en contacto directo y el material sólido pueda pasar directamente de la zona de gasificación a la zona de reducción por el efecto de la fuerza de gravedad. En este caso, una sección de la zona de oxidación debería estar configurada para separar la zona de gasificación de la zona de reducción en dirección de flujo del gas producido. En esta zona de reducción se puede conseguir, como se explicó antes, un gas combustible a partir del gas bruto pirolizado y oxidado o craqueado que procede de la zona de oxidación y, por tanto, un efecto filtrante adicional.

50 Un sensor CH<sub>4</sub> representa una realización preferida de la unidad de medición para la determinación del contenido de alquitrán en el gas bruto o en el gas producto generado y proporciona información indirecta sobre el contenido de alquitrán del gas por medio del contenido de CH<sub>4</sub> determinado y se puede usar para regular el suministro de aire en el segundo plano de suministro de aire con ayuda del procesamiento mediante la técnica de señales.

55 El gas de pirólisis, generado durante la gasificación del material sólido, representa una mezcla de monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H<sub>2</sub>), vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), así como una serie de gases en trazas e impurezas en forma de hidrocarburos de cadena larga (alquitranes). Durante la oxidación parcial siguiente en la zona de oxidación se oxidan los componentes fácilmente inflamables. Se trata de una reacción exotérmica, por lo que la temperatura aumenta. Ésta se regula a un valor de 1.000 °C aproximadamente, descomponiéndose (craqueo) los hidrocarburos de cadena larga no oxidados (alquitranes) en moléculas de cadena  
60 corta. Durante la oxidación parcial de los componentes fácilmente inflamables se generan en la cámara de oxidación productos de combustión típicos, tales como H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>. Estos gases se convierten de manera endotérmica en H<sub>2</sub> y  
65

5 CO en la zona de reducción al chocar con el coque producido en la zona de gasificación. La temperatura disminuye entonces, porque la energía térmica se transforma en energía química. Los gases de fuga no oxidados y no craqueados, que evitan la cámara de oxidación, circulan a través de la zona de reducción, sin participar en las reacciones endotérmicas. Por consiguiente, vuelven a aparecer en el gas producto terminado. El contenido de estas impurezas se puede determinar mediante una medición de CH<sub>4</sub> (metano) en el gas producto.

10 Con respecto a una realización de la unidad de medición para la determinación del contenido de CO se ha de preferir una forma de realización, en la que el segundo dispositivo suministrador de aire está situado directamente delante del punto de transición de la zona de gasificación a la zona de reducción.

15 Otra forma de realización preferida prevé tanto un dispositivo suministrador de aire adicional en el área de la zona de gasificación para la oxidación de gases de fuga salientes como otro dispositivo suministrador de aire directamente delante del punto de transición de la zona de gasificación a la zona de reducción para el calentamiento optimizado del coque.

20 Otro aspecto de la invención es un dispositivo de gasificación del tipo mencionado al inicio que presenta también un dispositivo de aspiración de gas con un orificio de aspiración situado lateralmente en el dispositivo de gasificación y que está caracterizado por que el dispositivo de aspiración de gas comprende un anillo de aspiración configurado con el fin de lograr una distribución uniforme de la velocidad en la sección transversal del gasificador para el gas a aspirar al garantizar el anillo una sección transversal de salida máxima para el gas en el lado opuesto al orificio de salida, que se estrecha en dirección al lado orientado hacia el orificio de salida.

25 Este aspecto de la invención se puede implementar en combinación con las formas de realización preferidas que ya se explicaron.

30 En una forma de realización preferida, el dispositivo de aspiración se encuentra situado en forma de anillo alrededor de la zona de reducción, garantizando el anillo de aspiración en el lado opuesto al orificio de salida en dirección de la fuerza de gravedad el orificio máximo para el gas inflamable, que se estrecha continua o también gradualmente en dirección al lado orientado hacia el orificio de salida.

Otro aspecto de la invención es un procedimiento de gasificación para la producción de gas combustible a partir de un material sólido, que presenta las etapas:

- 35 - suministrar material sólido a una zona de gasificación,
- gasificar el material sólido en la zona de gasificación mediante pirólisis o gasificación,
- suministrar el gas de pirólisis, producido en la zona de gasificación, a una zona de oxidación y
- suministrar aire a la zona de gasificación,

40 y está caracterizado por que en la zona gasificación se gasifica aire procedente de al menos dos dispositivos suministradores de aire, estando situado el segundo dispositivo suministrador de aire a continuación del primer dispositivo suministrador de aire en dirección de procesamiento del material sólido y por que el suministro de aire mediante el segundo dispositivo suministrador de aire se controla en dependencia de la medición de la cantidad cualitativa o cuantitativa de gases predeterminados, tanto gases brutos como mezclas de gases, en el gas bruto generado en la zona de oxidación o en el gas producto combustible. El procedimiento de gasificación, según la invención, se puede ejecutar en particular con el dispositivo de gasificación descrito antes y está caracterizado por que mediante el suministro de aire, controlable individualmente, en distintos planos de la zona de gasificación se pueden impedir salidas no deseadas de materiales de proceso de la zona de gasificación a las zonas de proceso contiguas.

50 El procedimiento se puede perfeccionar adicionalmente al controlarse individualmente el suministro de aire en la zona de gasificación para sectores de gasificación que están repartidos de manera regular o irregular por la sección transversal.

Otra variante prevé las etapas de proceso adicionales siguientes:

- 55 - suministrar aire a la zona de oxidación y convertir el gas de pirólisis en un gas bruto en un proceso estequiométrico mediante oxidación parcial y craqueo en la zona de oxidación,
- suministrar el gas bruto de la zona de oxidación a una zona de reducción,
- suministrar material sólido, pirolizado parcial o completamente, a la zona de reducción y
- 60 - reducir el gas bruto para formar un gas combustible en la zona de reducción mediante el material sólido pirolizado.

65 Con ayuda de la unidad de medición se mide el contenido de alquitrán en el gas bruto o en el gas producto generado y el suministro de aire se adapta mediante el segundo dispositivo suministrador de aire en correspondencia con el respectivo resultado de medición que se ha procesado mediante la técnica de señales.

Con ayuda del suministro de aire, controlado en dependencia del contenido de alquitrán, se puede impedir el paso

directo de componentes del gas de pirólisis producido a la zona de reducción sin una oxidación previa. El contenido de alquitrán indirecto se puede determinar aquí con un sensor CH<sub>4</sub>.

5 Cuando se suministra aire en dependencia del contenido de CO, resulta ventajoso en especial el suministro directamente delante del punto de transición de la zona de gasificación a la zona de reducción, porque el material sólido pirolizado, el coque, se vuelve a calentar inmediatamente antes de entrar en la zona de reducción y la reducción siguiente del gas bruto con ayuda del coque en este caso se puede desarrollar de una manera particularmente efectiva.

10 El procedimiento de gasificación se puede perfeccionar alternativamente o en paralelo al comprender la etapa de aspiración del gas combustible con un dispositivo de aspiración de gas, presentando el dispositivo de aspiración de gas un orificio de aspiración situado lateralmente en el dispositivo de gasificación y estando configurado con el fin de lograr una distribución uniforme de la velocidad en la sección transversal del gasificador para el gas a aspirar, caracterizado por que el dispositivo de aspiración de gas presenta un anillo de aspiración que garantiza una sección transversal de salida máxima para el gas en el lado opuesto al orificio de salida, que se estrecha en dirección al lado orientado hacia el orificio de salida.

La invención se explica a continuación en detalle mediante formas de realización preferidas, no limitantes, a modo de ejemplo. Muestra:

20 Figura 1 una vista lateral en corte longitudinal de una forma de realización preferida del dispositivo de gasificación según la invención.

25 La figura 1 muestra una forma de realización preferida del presente gasificador de depósito 1. A través del orificio de suministro de material sólido 9 se puede suministrar el material sólido a la zona de gasificación 2 que encierra la zona de oxidación 3, situada centralmente, por todos los lados en una sección transversal horizontal. En una forma de realización cilíndrica, como se muestra en la figura 1, esto da como resultado una zona de gasificación con una forma anular marcada alrededor de la zona de oxidación, que está separada de la zona de oxidación por la pared 14 de la misma, pero que queda en contacto térmico con la zona de oxidación en caso de una configuración correspondiente de la pared 14. A la zona de oxidación 3 se suministra aire a través de un tubo de suministro de aire 11 que está encerrado mediante un tubo de envoltura 12 y discurre con preferencia centralmente en dirección longitudinal a lo largo de eje central del gasificador. Sin embargo, el tubo de suministro de aire puede estar dispuesto también por fuera del eje longitudinal o lateralmente en dirección radial y discurrir en paralelo al mismo. La zona de oxidación presenta preferentemente una configuración en forma de campana, facilitando la parte superior 13, que se inclina de arriba hacia abajo en forma de cono, el suministro del material sólido a la zona de gasificación solo por la fuerza de gravedad.

40 En la parte superior de la zona de oxidación 3, la pared 14 presenta orificios 15 inclinados hacia abajo, a través de los que el gas de pirólisis, generado en la zona de gasificación, llega a la zona de oxidación debido a las condiciones de presión y flujo locales. Los orificios se configuran al finalizar la pared inclinada a la altura del respectivo orificio y al continuar, de manera desplazada radialmente hacia el interior, justo por encima del orificio. Las paredes inclinadas 13 de la zona de oxidación, que se solapan así ligeramente, impiden una entrada no deseada del material sólido en la zona de oxidación o un bloqueo de los orificios debido al material sólido suministrado.

45 Una cantidad de aire, regulable individualmente, se suministra a la zona de gasificación 2 a través de toberas de aire 4, 5, 6 que discurren en dirección radial al eje central del gasificador y están repartidas a distancias regulares o irregulares por la circunferencia del gasificador de depósito. El dispositivo suministrador de aire 4 en el primer plano inyecta aire con el fin de mantener la temperatura necesaria para el proceso que se desarrolla en la parte superior del gasificador de depósito. Una unidad de medición de temperatura (7) mide la temperatura en la cámara de oxidación o en la proximidad inmediata de la misma y el suministro de aire mediante el dispositivo suministrador de aire 4 se regula de manera correspondiente sobre la base de los resultados de medición, procesados mediante la técnica de señales, de modo que en la zona de oxidación impera preferentemente una temperatura aproximada de 1000 °C.

55 Aunque la mayor parte del gas de pirólisis generado sigue el recorrido previsto a través de la zona de oxidación, no se puede evitar que una fracción pase directamente de la zona de gasificación a la zona de reducción 8. A fin de evitar una contaminación del gas de pirólisis oxidado como resultado de lo anterior se sigue suministrando aire a la zona de gasificación con ayuda de un segundo dispositivo suministrador de aire 5, situado a continuación del primer dispositivo suministrador de aire 4 en posición operativa, para oxidar los gases de fuga directamente en la zona de gasificación 2. La cantidad necesaria de aire a suministrar se determina con la unidad de medición 10 que mide directa o indirectamente el contenido de alquitrán del gas producto generado y se regula con ayuda de una unidad de control, conectada mediante la técnica de señales, en dependencia del valor de medición procesado mediante la técnica de señales.

65 Esta oxidación de los gases de fuga provoca aumentos de temperatura locales del material sólido pirolizado, el coque, que debe reducir el gas de pirólisis oxidado en la zona de reducción por medio de una reacción endotérmica,

por lo que un aumento previo de la temperatura tiene efectos positivos. Para regular la temperatura del coque independientemente de la cantidad de aire inyectada en el segundo plano de suministro de aire, sin una oxidación previa de los gases de fuga mediante un segundo dispositivo suministrador de aire o de manera adicional a esto, como muestra la figura 1, se inyecta aire en la zona de gasificación mediante otro dispositivo suministrador de aire 6  
5 inmediatamente antes de pasar el coque de la zona de gasificación 2 a la zona de reducción 8, de modo que el gas de pirólisis oxidado y el coque chocan entre sí en la zona de reducción a una temperatura de 1000 °C. Una medición del contenido de CO en el gas producto final puede proporcionar información sobre la eficiencia del proceso de reducción. La unidad de medición 10 mide directa o indirectamente el contenido de CO en el gas producto, de modo  
10 que con el procesamiento del valor de medición mediante la técnica de señales, la unidad de control puede regular el suministro de aire del tercer dispositivo suministrador de aire 6 en dependencia del resultado de medición obtenido.

En la parte inferior del dispositivo de gasificación representado en la figura 1, el gas producido se aspira a través de un orificio de salida 16. Para conseguir una distribución uniforme de la velocidad del gas producido en la sección transversal del gasificador, un anillo de aspiración 17, que encierra la zona de reducción, está configurado de tal  
15 modo que presenta la sección transversal de salida máxima 18 en el lado opuesto al orificio de salida, que se estrecha a medida que se aproxima al orificio de salida, por lo que el lado situado directamente delante del orificio de salida garantiza la sección transversal de salida mínima.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de gasificación (1) para la producción de un gas producto combustible a partir de un material sólido, que comprende:
- 5 una zona de gasificación (2), en la que se puede introducir el material sólido a través de un orificio de suministro de material sólido (9) y se produce un gas de pirólisis a partir del material sólido,  
 una zona de oxidación (3) para la oxidación del gas de pirólisis producido, que está conectada a la zona de gasificación (2) para conducir el gas de pirólisis, producido en la zona de gasificación (2), a la zona de oxidación (3),
- 10 **caracterizado por**
- un primer dispositivo suministrador de aire (4) y un segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) suministran aire a la zona de gasificación (2), estando situado el segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) a continuación del primer dispositivo suministrador de aire (4) en dirección de procesamiento del material sólido,
- 15 una unidad de medición (7; 10) para la determinación de una señal de medición que está configurada con el fin de determinar una cantidad cualitativa o cuantitativa de gases predeterminados del gas producto combustible y caracterizarlo en la señal de medición, y
- un dispositivo de control que está acoplado a la unidad de medición (7; 10) para la transmisión de la señal de medición mediante la técnica de señales y está configurado de modo que controla la cantidad de aire a suministrar por el primer y/o el segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) en dependencia de la señal de medición,
- 20 estando configurada la unidad de medición (7; 10) para determinar directa o indirectamente el contenido de alquitrán en el gas bruto o en el gas producto generado y controlando el dispositivo de control la cantidad de aire, suministrada por el segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6), en dependencia del contenido de alquitrán del gas bruto o del gas producto generado, que se determinó directa o indirectamente.
- 25
2. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la zona de gasificación (2) y la zona de oxidación (3) están en contacto térmico, encerrando la zona de oxidación (3) la zona de gasificación (2) en una sección transversal del gasificador de depósito en dirección de paso del material sólido o encerrando la zona de gasificación (2) la zona de oxidación (3) en una sección transversal del gasificador de depósito en dirección de paso del material sólido y estando subdividida la zona de gasificación (2) preferentemente en varios sectores de gasificación, repartidos de manera regular o irregular por la sección transversal, con un suministro de aire controlable individualmente.
- 30
3. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la zona de gasificación (2) está dispuesta en posición operativa en dirección de la fuerza de gravedad por debajo de un orificio de suministro de material sólido (9) para el suministro de materiales sólidos condicionado por la fuerza de gravedad.
- 35
4. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** una zona de reducción (8) que se encuentra conectada a la zona de oxidación (3) para suministrar el gas bruto generado en la zona de oxidación (3) y que está configurada para reducir químicamente el gas bruto suministrado a la misma.
- 40
5. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** una zona de reducción o, respecto a la reivindicación 4, la zona de reducción (8) está dispuesta en dirección de la fuerza de gravedad por debajo de la zona de gasificación (2) y conectada a la misma para el paso directo, condicionado por la fuerza de gravedad, de material sólido de la zona de gasificación (2) a la zona de reducción (8) y preferentemente una sección de la zona de oxidación (3) está dispuesta de modo que separa la zona de gasificación (2) de la zona de reducción (8) en dirección de flujo del gas producido.
- 45
- 50
6. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la unidad de medición (7; 10) es un sensor CH<sub>4</sub> que está configurado para proporcionar información indirecta sobre el contenido de alquitrán en el gas bruto o en el gas producto mediante el procesamiento con ayuda de la técnica de señales.
- 55
7. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que la unidad de medición (10) está configurada para medir directa o indirectamente el contenido de CO en el gas producto generado y el dispositivo de control está configurado de modo que controla la cantidad de aire suministrada por el segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) en dependencia del contenido de CO en el gas producto generado, que se determinó directa o indirectamente mediante la unidad de medición (10).
- 60
8. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el segundo dispositivo suministrador de aire se encuentra directamente delante del punto de transición de la zona de gasificación (2) a la zona de reducción (8).
- 65
9. Dispositivo de gasificación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que presenta también un dispositivo de aspiración de gas que tiene un orificio de aspiración (16), situado lateralmente en el dispositivo de



gasificación, y está caracterizado por que el dispositivo de aspiración de gas comprende un anillo de aspiración (17) configurado con el fin de lograr una distribución uniforme de la velocidad en la sección transversal del gasificador para el gas a aspirar al garantizar el anillo una sección transversal de salida máxima (18) para el gas en el lado opuesto al orificio de salida, que se estrecha en dirección al lado orientado hacia el orificio de salida.

5 10. Procedimiento de gasificación para la producción de un gas producto combustible a partir de un material sólido, con las etapas:

- suministrar material sólido a una zona de gasificación (2),
- 10 - gasificar el material sólido en la zona de gasificación (2) mediante pirólisis o gasificación,
- suministrar el gas de pirólisis, producido en la zona de gasificación (2), a una zona de oxidación (3) y
- suministrar aire a una zona de gasificación (2),

15 **caracterizado por que** un segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) está situado a continuación de un primer dispositivo suministrador de aire (4) en dirección de procesamiento del material sólido y por que el suministro de aire mediante el segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) se controla en dependencia de la medición de una cantidad cualitativa o cuantitativa de un gas predeterminado en el gas bruto generado en la zona de oxidación (3) o en el gas producto combustible, ejecutándose una medición directa o indirecta del contenido de alquitrán en el gas bruto o en el gas producto generado y alimentándose la cantidad de aire, suministrada por el segundo dispositivo

20 suministrador de aire (5; 6), en dependencia de las señales de medición procesadas mediante la técnica de señales.

11. Procedimiento de gasificación de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el suministro de aire a una zona de gasificación (2) se controla individualmente para sectores de gasificación que están repartidos de manera regular o irregular en la sección transversal.

25 12. Procedimiento de gasificación de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, que presenta también las etapas:

- suministrar aire a la zona de oxidación (3) y convertir el gas de pirólisis en un gas bruto en un proceso estequiométrico mediante oxidación parcial y craqueo en la zona de oxidación (3),
- 30 - suministrar el gas bruto de la zona de oxidación (3) a una zona de reducción (8),
- suministrar material sólido, pirolizado parcial o completamente, a la zona de reducción (8) y
- reducir químicamente el gas bruto para formar el gas producto combustible en la zona de reducción (8) mediante el material sólido pirolizado.

35 13. Procedimiento de gasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que se mide el contenido de CH<sub>4</sub> en el gas producto generado para obtener información indirecta sobre el contenido de alquitrán en el gas bruto o el gas producto y controlar el suministro de aire del segundo dispositivo suministrador de aire (5; 6) en dependencia de la medición.

40 14. Procedimiento de gasificación de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** se mide el contenido de CO en el gas producto, generado en la zona de reducción (8), y se controla la cantidad de aire suministrado por el segundo dispositivo suministrador de aire en dependencia del contenido de CO determinado.

45 15. Procedimiento de gasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, comprendiendo el procedimiento también:

aspirar el gas inflamable con un dispositivo de aspiración de gas que presenta un orificio de aspiración (16) situado lateralmente en el dispositivo de gasificación y configurado con el fin de conseguir una distribución uniforme de la velocidad en la sección transversal del gasificador para el gas a aspirar.

50 **caracterizado por que** el dispositivo de aspiración de gas presenta un anillo de aspiración (17) que garantiza una sección transversal de salida máxima (18) para el gas en el lado opuesto al orificio de salida, que se estrecha en dirección al lado orientado hacia el orificio de salida.

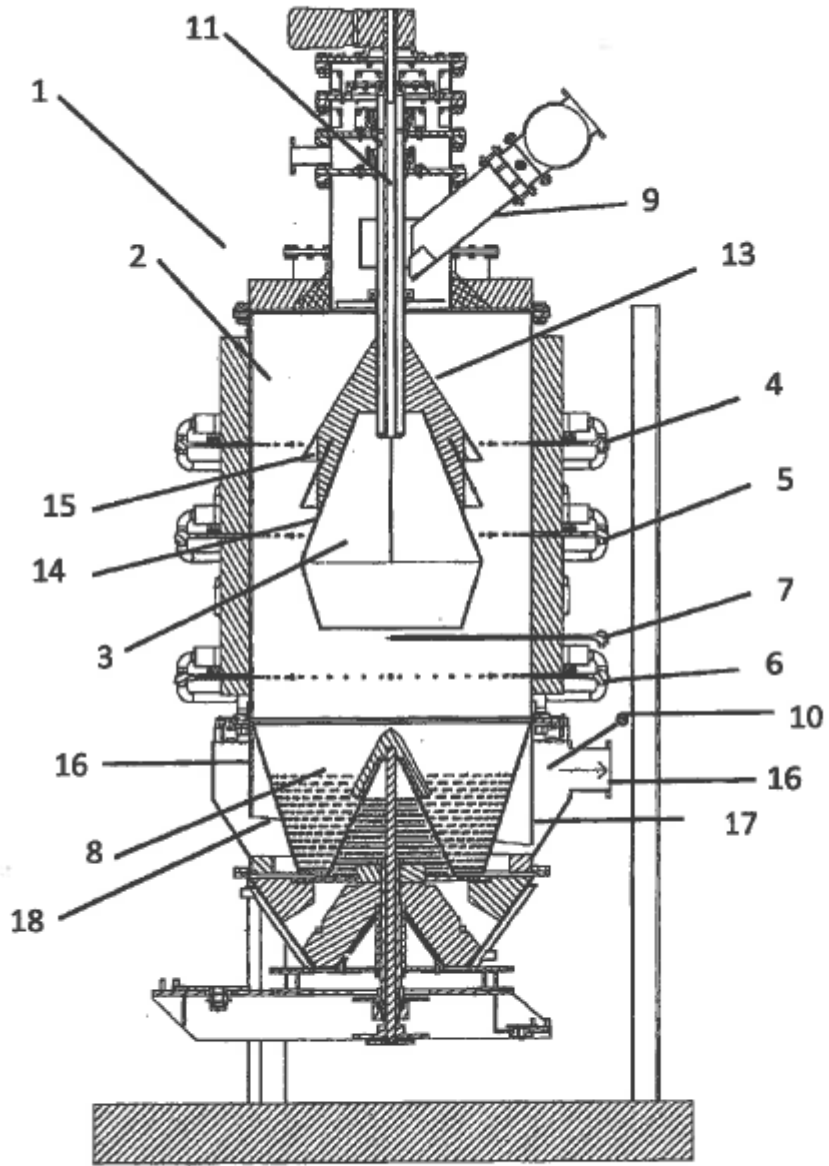


Fig. 1