

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 674**

51 Int. Cl.:

C10J 3/26 (2006.01)

C10J 3/66 (2006.01)

C10J 3/84 (2006.01)

C10K 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015** **E 15158828 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018** **EP 3067407**

54 Título: **Sistema y método para gasificación de material carbonáceo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.01.2019

73 Titular/es:

GLOCK, GASTON (100.0%)
Klagenfurter Strasse 32a
9220 Velden, AT

72 Inventor/es:

GLOCK, GASTON

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 696 674 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

Sistema y método para gasificación de material carbonáceo

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la gasificación de madera u otro material que contenga carbono según las reivindicaciones 1 y 3.

5 Por el documento WO 95/24591 son conocidos un procedimiento especial y una instalación para la gasificación de lignito, en el que, o bien en la que se gasifica lignito en un reactor, a continuación se purifica gruesamente en un ciclón, y finalmente se purifica finamente en un filtro de gas caliente. En este caso, para la reducción del contenido en azufre se añade un aditivo, por ejemplo cal (calcinada), que reduce, no obstante, la temperatura del gas de reacción de modo no deseado. Para compensar esto, al gas crudo se añade polvo de carbón fino y aire, mediante cuya reacción aumenta de nuevo la temperatura, antes del reactor, en sus conductos de transporte antes y/o después del ciclón.

Respecto al estado de la técnica se puede explicar lo siguiente: la madera está constituida químicamente por tres componentes principales:

- Celulosa
- 15 - Hemicelulosa
- Lignina
- Resto

20 Celulosa

El componente principal de todas las plantas leñosas representa celulosa con aproximadamente 50 %. La celulosa es un material estructurado en forma de cadenas a partir de unidades glucosa individuales. El componente principal de la celulosa es la celobiosa, un disacárido (azúcar doble).

Hemicelulosa

25 La hemicelulosa está constituida por hidratos de carbono poliméricos, cuyos componentes están constituidos por pentosas y hexosas. Como la celulosa, la hemicelulosa es un polisacárido (azúcar complejo).

Lignina

El tercer componente de madera es, con aproximadamente 25-30 % referido a la masa, es lignina, un polímero de unidades fenilpropano.

30 Resto

Además de celulosa, hemicelulosa y lignina, en la madera también están presentes grasas, resinas, terpenos, colorantes y taninos, así como componentes minerales.

Composición elemental

Fórmula molecular de madera:

35 $C_{6,1}H_9O_{4,2}$ (1.2)

$C_{12}H_{22}O_{11}$ (2.2)

Tipo de madera	C [% en peso]	H [% en peso]	O [% en peso]	N [% en peso]	Cl [% en peso]	Cenizas [% en peso]
Haya	49	6	44	0,1	0,001	0,9
Abeto	50	6	43	0,05	0,001	0,95

Transformación termoquímica

40 Mediante procedimientos de refinado termoquímicos (gasificación), los soportes bioenergéticos sólidos se transforman en soportes energéticos secundarios gaseosos, en primer término bajo la influencia de calor. En la gasificación, la biomasa se transforma lo más completamente posible en gases combustibles (es decir, en un denominado gas de síntesis) a temperaturas elevadas. En este caso se añade al proceso un agente de gasificación que contiene oxígeno (aire) en cantidades subestequiométricas, mediante el cual se puede transformar en monóxido de carbono el carbono

contenido, entre otras, en la biomasa. Simultáneamente, mediante la combustión parcial del material de empleo se pone a disposición el calor de proceso necesario para que el proceso de gasificación pueda tener lugar en general (gasificación autotérmica). El gas de bajo poder calorífico producido se puede emplear en quemadores para la puesta a disposición de calor y, entre otros, en motores o turbinas de gas para la generación de corriente.

5 Gasificación en lecho fijo en corriente paralela

En este tipo de gasificación, las partículas de lecho sólido (madera) no se mueven a través de la corriente gaseosa. El combustible migra a través del gasificador en forma de una carga. El residuo de gasificación se recoge en la zona inferior del gasificador. Combustible y gas siguen la misma vía.

Calentamiento y secado

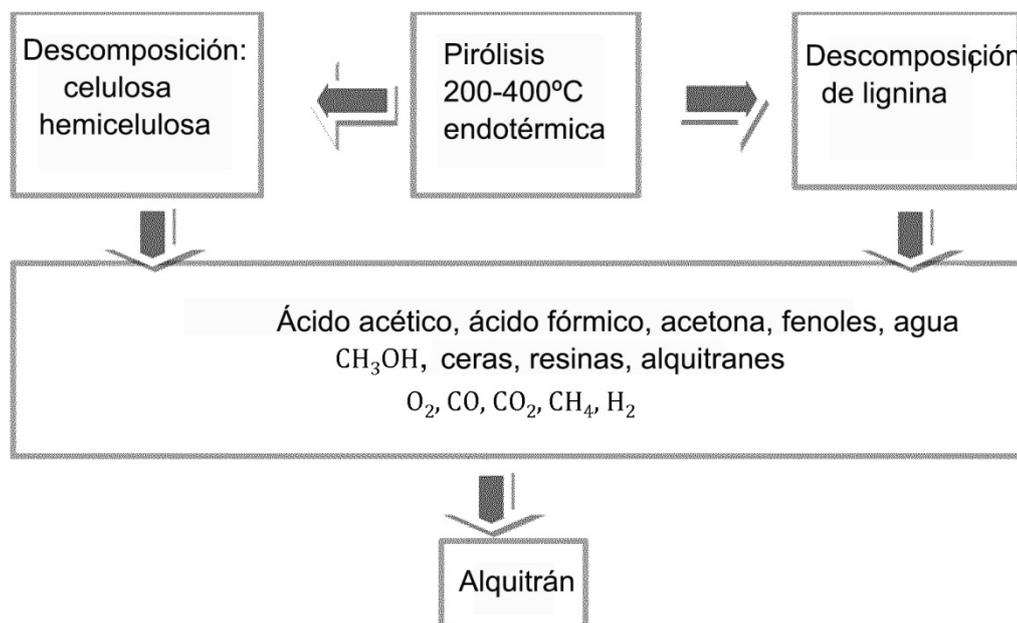
10 La primera fase está caracterizada por que la madera se calienta lentamente de fuera hacia dentro. El agua no enlazada se libera en forma de vapor de agua. Este proceso es endotérmico (se requiere energía).

Desgasificación y descomposición térmica (pirólisis)

15 La temperatura en la fase, o bien zona de pirólisis, oscila entre 200°C y 400°C. A estas temperaturas se desgasifica oxígeno (O₂) e hidrógeno (H₂). Los componentes de madera citados en el anterior capítulo se gasifican en esta fase. En la pirólisis se producen dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO), así como ácido acético (CH₃COOH), acetona (C₃H₆O), fenoles (C₆H₅OH) y agua (H₂O), a partir de celulosa y hemicelulosa. Los hidrocarburos de cadena larga producidos en la pirólisis se denominan alquitranes.

En la descomposición térmica de lignina se producen metanol (CH₃OH) e hidrocarburos aromáticos (por ejemplo benceno (C₆H₆)).

20 Como producto sólido de la pirólisis se produce carbón vegetal.



Oxidación

25 La energía necesaria para el secado, la pirólisis y la reducción se forma en esta zona. Carbono e hidrógeno se queman bajo producción de energía (por vía exotérmica). En esta zona, las temperaturas oscilan entre 650°C y 1100°C, y se producen CO₂, H₂O y CH₄ (a continuación sin subíndice).

Reducción

30 En la zona de reducción se posibilita la producción de gas combustible. En ésta tiene lugar la verdadera gasificación de carbono sólido. En la zona de reducción, los productos intermedios producidos en la oxidación previa, como CO₂ y H₂O, se reducen en el carbón vegetal incandescente. En este caso se producen CO, H₂ e hidrocarburos superiores. Esto tiene lugar a aproximadamente 1100-650°C.

La reducción se desarrolla en función de la temperatura predominante. En este caso, la reacción de hidrógeno y

carbono para dar metano se reduce en gran medida entre 400°C y 600°C. A temperaturas por encima de 1000°C ya no se forma metano. La reacción de Boudouard alcanza un buen rendimiento en monóxido de carbono a temperaturas elevadas. Esta reacción se desarrolla con relativa lentitud.

5 Existe la tendencia opuesta dependiente de la temperatura entre producción de CO elevada y producción de hidrógeno elevada. Por lo demás, la producción de hidrógeno retrocede a favor de la formación de metano. Ambos componentes tienen un efecto de aumento del poder calorífico. Un contenido en hidrógeno elevado aumenta también la problemática de detonación del motor. El metano, resistente a la detonación, es un buen gas de combustión, aunque existen experiencias que demuestran que una generación de gas llevada a un contenido en metano elevado trae consigo también una elevada carga de alquitrán del gas.

10 Desarrollo del proceso de gasificación

En primer lugar se calienta madera mediante alimentación de calor, y en este caso se evapora el agua presente en el material del gasificador. La cantidad de calor necesaria se genera mediante la combustión parcial de los gases destilados a baja temperatura producidos en este caso y la oxidación de carbono e hidrógeno.

15 El carbón vegetal producido de este modo sirve como superficie de reacción para la oxidación y reducción de carbono, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrógeno. En este caso se reduce el carbón vegetal, es decir, aumenta la superficie de partículas, por consiguiente aumenta la velocidad de reacción.

En este caso se evidencia que los gases de reacción se deben considerar en su conjunto, y la reducción, o bien oxidación, transcurren simultáneamente.

20 Ya que la reducción de dióxido de carbono a través del carbón vegetal es endotérmica, la temperatura desciende de abajo hacia arriba, con lo cual las reacciones disminuyen. No existe una separación clara entre zona de reducción y zona de oxidación.

Se supone una combustión de carbono para dar CO₂ en la zona de oxidación, puesto que a las temperaturas elevadas predominantes en la misma, de 1000-1300°C, ya no se da una estabilidad de CO₂.

25 Una parte de monóxido de carbono se quemará entonces para dar CO₂ en presencia de oxígeno. No obstante, debido a las elevadas temperaturas, éste no es estable y se reduce a CO en el carbono incandescente. Si el oxígeno se ha consumido completamente, el CO ya no se quema y permanece estable en su concentración, a pesar de la temperatura descendente. Por consiguiente, según la última consideración también se debe partir de reacciones de reducción, ya que primeramente se presenta CO₂.

30 Como se evidencia de los procesos indicados anteriormente, en la gasificación se produce una mezcla de gases combustibles y no combustibles, que se dividen de la siguiente manera:

1. Gases combustibles:

- Monóxido de carbono CO
- Hidrógeno H₂
- Metano CH₄
- Compuestos de hidrocarburo de peso molecular elevado

2. Gases no combustibles

- Dióxido de carbono CO₂
- Nitrógeno N₂
- Vapor de agua H₂O
- Cantidades reducidas de oxígeno O₂

Componentes	Proporción volumétrica	Valor de calefacción	Masa de aire mínima	Índice de metano
	[% en volumen]	[MJ/m ³]	[m ³ _{aire} /m ³ _{gas}]	
Hidrógeno H ₂	17,1-19,8	10,8	2,36	0
Oxígeno O ₂	0,4-0,6	0	-	-
Nitrógeno N ₂	45	0	-	-
Monóxido de carbono CO	20-23,8	12,6	2,41	75-100
Dióxido de carbono CO ₂	8,5-16,2	0	-	-
Metano CH ₄	1,5-2,9	35,9	9,57	100
Hidrocarburos superiores C _m H _n	0,2	≈ 50-90	Variable	-

5 Control de proceso, tiempo de residencia, temperatura y tipo de combustión, granulación y humedad influyen sobre la composición del gas de madera. Los valores caloríficos típicos para madera se sitúan en el orden de magnitud de 3,5-5,5 MJ/m³, por lo tanto, el gas de madera es un gas débil.

Ya que el 5-10 % del material de partida queda como cenizas, pero principalmente como restos de madera no gasificados, y que se deben eliminar adecuadamente, existe un interés tanto económico como también ecológico en gasificar igualmente en la mayor medida posible estos componentes de madera que se producen sin quemar en las gasificaciones de madera según el estado de la técnica. Esto es también tarea de la invención.

10 La invención soluciona esta tarea con un dispositivo con las características indicadas en la parte característica de la reivindicación 1 y con un procedimiento con las características indicadas en la parte característica de la reivindicación 3. En otras palabras: el carbón vegetal producido sin gasificar en la zona de fondo del generador de gas se traslada al filtro de gas caliente dispuesto a continuación, al menos en su mayor parte con la corriente gaseosa. Esto se puede llevar a cabo mediante selección correspondiente de la velocidad de circulación a modo de un transporte neumático, que es conocido desde hace tiempo en el transporte de material a granel. En el filtro de gas caliente se precipita carbón vegetal, así como polvo de carbón y cenizas recogidas, en la superficie del filtro, son preferentes cartuchos filtrantes. En función de la pérdida de presión en el filtro se introduce oxígeno (casi siempre en forma de aire) lo más bruscamente posible en contracorriente de los cartuchos filtrantes, con lo cual la torta de filtración se desprende en los cartuchos filtrantes y, favorecido por el choque de presión y la temperatura, se efectúa un segundo paso de gasificación, con el cual se gasifica el carbón vegetal, o bien el polvo de carbón arrastrado, en parte ampliamente predominante. La proporción aún no gasificada se gasifica definitivamente mediante el oxígeno alimentado en la parte inferior del filtro – a su vez preferentemente en forma de aire –. En función de los parámetros del proceso, que son fáciles de determinar, si no ya conocidos previamente por el constructor de la instalación y los operadores de la instalación, es posible llevar a cabo la gasificación de madera esencialmente por completo hasta cenizas minerales.

25 En el dibujo, que está constituido por una única figura, se representa una instalación según la invención de manera puramente esquemática. En este caso se prescindió de la representación de todos los componentes que no se relacionan causalmente con la invención. En especial los numerosos aparatos de medición, los órganos de regulación y bloqueo, los componentes preconectados y postconectados a la instalación, como depósitos, instalación de secado, purificación de gas producto final y traslado al usuario, son perfectamente conocidos por el especialista en el campo de instalaciones de gasificación de madera, y no requieren una explicación ulterior en relación con la invención.

30 La instalación según la invención está representada esquemáticamente en la única figura con sus elementos y componentes necesarios para la invención – aunque sin los aparatos de medición, etc. –. Ésta presenta esencialmente: un generador de gas 1 y un filtro de gas caliente 2. Virutas de madera, pellets de madera, carbón o similares, se alimentan de un depósito de reserva no representado, a través de una alimentación 3, al generador de gas 1 pasando por su cabeza, y recorren en ésta los pasos de secado, destilación a baja temperatura, oxidación y reducción, conocidos por el estado de la técnica e indicados inicialmente, alimentándose aire en la zona inferior, indicada mediante la incorporación 4, pasando a través de un conducto y un sistema distribuidor 5.

Se trata de un gasificador de madera clásico con un lecho fijo accionado en corriente paralela. En la zona inferior se

efectúa la reducción tras la oxidación, y las partes no quemadas y las cenizas se extraen con el gas producto a través de un conducto 6 en la zona de fondo del generador de gas, y se introducen en la zona media de un filtro de gas caliente 2.

5 En esta zona inferior del filtro de gas caliente 2 se introducen cartuchos filtrantes 7 desde un fondo filtrante 13 orientados hacia abajo. Si bien es suficiente un cartucho filtrante bajo ciertas circunstancias, para un funcionamiento continuo es conveniente, aunque no imprescindible, prever al menos dos cartuchos filtrantes 7 de tal naturaleza. El gas producto pasa a través de los cartuchos filtrantes y el producto, en este caso denominado gas puro, alcanza la zona superior del filtro de gas caliente 2, de la que se extrae a través de un conducto de gas puro 8 y se alimenta al procesamiento, o bien uso ulterior.

10 Los cartuchos filtrantes 7 están unidos de manera regulable a un abastecimiento de aire a presión 9, se pueden someter a sobrepresión bruscamente en su lado de gas puro por medio de este abastecimiento de aire a presión, para poder desprender y gasificar al menos parcialmente la torta de filtración acumulada en el lado de gas crudo. En la zona inferior del filtro de gas caliente 2 está prevista una extracción 10 para los componentes no gasificados y un correspondiente contenedor de cenizas 11.

15 Según la invención, como ya se ha mencionado, a través de un conducto 12 se alimenta oxígeno, a modo de ejemplo en forma de aire, en caso dado calentado y/o desecado, en la zona por debajo del fondo filtrante 13 (aproximadamente en el extremo inferior de los cartuchos filtrantes), con lo cual se produce una gasificación adicional, extremadamente completa, de los componentes de madera aún no gasificados hasta el momento, en la zona de gas crudo del filtro de gas caliente 2.

20 De este modo, la proporción de madera remanente, no gasificada, se puede reducir esencialmente a las cenizas minerales, lo que trae consigo efectos notables tanto para el medio ambiente como también desde el punto de vista económico: en el estado de la técnica, 5 a 10 % en peso de combustible empleado no es gasificable y, por lo tanto, requiere una eliminación adecuada: a través de la invención, esta proporción se reduce a menos del 1 % en peso de combustible empleado, de modo que, mediante la invención, se produce un aumento del rendimiento de 90 % a 95 % hasta 99 %, a lo que se añade aún una reducción de residuos de 10 a 20 % del desecho producido hasta el momento! A ésta se oponen los costes adicionales despreciables para el refuerzo de la corriente en el conducto 6 y los costes para el insuflado de aire de reacción a través del conducto 12 en el filtro de gas caliente 2, que no son importantes.

30 La invención no está limitada al ejemplo de realización representado, sino que se puede modificar de diversas maneras. De este modo, en instalaciones grandes se pueden combinar adecuadamente varios generadores de gas y/o varios filtros de gas caliente entre sí, para llegar a un funcionamiento continuo también en caso de mantenimiento. En el generador de gas para componentes de madera, que también son demasiado pesados para la corriente aumentada, puede estar previsto un dispositivo de descarga para tales piezas, que éstas se deban alimentar de nuevo al generador de gas a continuación, o bien eliminar, depende de la naturaleza del material de partida y de la posibilidad de una recirculación en la corriente de producción.

35 La invención se puede combinar con diversos acondicionamientos del procedimiento o del dispositivo, siempre que no se interfiera en la reacción en el filtro de gas caliente, o bien no interfieran los demás acondicionamientos del proceso de filtración.

40 Mediante la puesta en práctica del segundo paso de gasificación en el filtro de gas caliente, las condiciones de estado en el mismo no se modifican esencialmente, de modo que sería necesaria una modificación o adaptación de materiales, por consiguiente se pueden emplear todos los componentes y materiales que se tienen en cuenta por el especialista también en filtros de gas caliente convencionales.

45 La altura de entrada de las toberas u otros orificios del conducto de alimentación 12 en el filtro de gas caliente 2 está adaptada a su extremo inferior en el caso de presencia de cartuchos filtrantes 7. En éste, en el caso de desprendimiento de la torta de filtración se pasa por el material total, pasándose igualmente por el material aún no gasificado, así como durante el funcionamiento ininterrumpido. Parámetros de funcionamiento, como sobrepresión y corriente volumétrica, se pueden determinar fácilmente mediante algunos ensayos. Si se gasifican materiales diferentes, bajo ciertas circunstancias es ventajoso prever toberas a diferentes alturas, que se pueden abastecer por separado o en grupos.

50 Mediante disposición oblicua de toberas se pueden obtener tipos de circulación especiales, a través de los cuales se favorece la gasificación ulterior.

Lista de signos de referencia:

01	Gasificador	08	Conducto de gas puro
02	Filtro de gas caliente	09	Abastecimiento de aire a presión
03	Alimentación	10	Extracción

ES 2 696 674 T3

04	Incorporación	11	Depósito de cenizas
05	Sistema distribuidor	12	Conducto de alimentación
06	Conducto de producto	13	Fondo filtrante
07	Cartucho(s) filtrantes		

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para la gasificación de material que contiene carbono, en especial madera, con un generador de gas (1), al que se alimenta el material a gasificar en su zona superior y al que se alimenta oxígeno, casi siempre en forma de aire, en su zona media, y en cuya zona inferior se gasifica en un reactor de lecho sólido en su mayor parte, 5
extrayéndose el gas producto de la zona más inferior del generador de gas (1) a través de un conducto de gas producto (6), e introduciéndose en la zona inferior de un filtro de gas caliente (2), del que se separan productos sólidos, como partículas aún no gasificadas, cenizas y cuerpos ajenos, a través de un filtro con un fondo filtrante (13), preferentemente provisto de cartuchos filtrantes (7), mientras que el gas puro pasa a través y se descarga por medio de un conducto de gas puro (8), estando prevista una extracción (10) para la descarga de productos sólidos restantes 10
en la zona de fondo del filtro de gas caliente (2),

caracterizado por que

Al filtro de gas caliente (2) se alimenta oxígeno, preferentemente en forma de aire, en la zona por debajo del fondo filtrante (13), si están presentes cartuchos filtrantes (7), aproximadamente en el extremo inferior de los cartuchos filtrantes, a través de un conducto adicional (12).

15 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la corriente en el conducto de gas producto (6) a través de un soplador es tan fuerte que las partículas no gasificadas en el generador de gas se arrastran esencialmente al filtro de gas caliente (2).

20 3.- Procedimiento para la gasificación de material que contiene carbono, en especial madera, utilizándose un dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, con un generador de gas (1) y un filtro de gas caliente (2) postconectado al mismo en la corriente de producto, alimentándose oxígeno a la corriente de producto antes del filtro, preferentemente en forma de aire, y efectuándose de este modo un proceso de gasificación adicional, caracterizado por que la alimentación se efectúa en el filtro de gas caliente (2).

