

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 523**

51 Int. Cl.:

C10J 3/56 (2006.01)

C10J 3/72 (2006.01)

C10J 3/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/FI2013/051138**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14096524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13811248 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2935526**

54 Título: **Procedimiento y aparato para controlar un gasificador**

30 Prioridad:

20.12.2012 FI 20126352

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

04.07.2017

73 Titular/es:

**AMEC FOSTER WHEELER ENERGIA OY (100.0%)
Metsänneidonkuja 8
02130 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**PALONEN, JUHA;
KOKKI, SAMI y
HÄKKINEN, KATJA**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 621 523 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

Procedimiento y aparato para controlar un gasificador

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar un gasificador. Particularmente, la invención se refiere al hecho de controlar la temperatura de un gasificador de lecho fluidizado circulante que gasifica combustible uniforme, especialmente lleno de material volátil que contiene combustible, como por ejemplo residuos forestales u otra biomasa, provistos de una mezcla de oxígeno y vapor como agente gasificante.

Técnica anterior

Ventajosamente, se puede utilizar un gasificador de lecho fluidizado circulante provisto de una mezcla de oxígeno y vapor como un agente gasificante para gasificar, por ejemplo, biocombustibles. Generalmente, se sabe que una temperatura elevada en las partes inferiores del lecho incrementa el riesgo de aglomeración de dicho lecho. Por otra parte, una temperatura baja en las partes superiores del gasificador puede dejar una cantidad relativamente elevada de alquitranes en el gas producto, lo que reduce la eficiencia de gasificación y puede provocar incrustaciones de los refrigerantes del gas y las unidades de filtración.

La patente US nº 6.117.199 divulga un gasificador de lecho fluidizado circulante típico en el que se introduce gas que contiene oxígeno como gas fluidizante a través de una rejilla inferior. El material que se va a gasificar se suministra al gasificador entre 3 y 6 m sobre la rejilla inferior para su conversión en gas producto y en carbón residual en una zona de reducción en las partes superiores del gasificador. El carbón residual se separa del gas producto y retorna al gasificador para su oxidación en una zona de oxidación en la parte inferior del gasificador. La circulación del material de lecho distribuye el calor generado en las reacciones de oxidación de modo que la temperatura se encuentra entre 970 °C y 1200 °C en la zona de oxidación y entre 70 °C y 120 °C más baja en las partes superiores del gasificador.

La patente de los Estados Unidos nº 4.400.181 divulga un gasificador de lecho fluidizado circulante presurizado que utiliza una mezcla de vapor y oxígeno como agente de gasificación para la gasificación del carbón, que se suministra en el gasificador en la parte central del reactor de gasificación. El perfil de temperatura se controla suministrando el agente de gasificación al gasificador a dos niveles y retornando el carbonizado primario separado a dicha parte central del gasificador y un carbonizado secundario más fino a una parte inferior de dicho gasificador.

La patente US nº 4.968.325 divulga un gasificador de lecho burbujeante presurizado para gasificar biomasa mediante gas que contiene oxígeno sin vapor, por ejemplo, oxígeno. El gas que contiene oxígeno se suministra a una sección inferior del gasificador y se introduce la biomasa en la zona de máxima velocidad, en una parte central del lecho, de manera que se obtenga una distribución eficiente de la biomasa en el lecho.

La publicación de solicitud de patente US nº 2010/0146856 A1 divulga el suministro de una carga de suministro de alto valor calorífico, tal como carbón, con un oxidante en una primera zona de gasificación y una carga de suministro de alto contenido en oxígeno y de bajo valor calorífico, tal como biomasa, a una segunda zona de gasificación del gasificador para controlar la distribución de la temperatura en dicho gasificador.

La publicación de patente japonesa nº 57115489 A divulga un gasificador de lecho fluidizado en el que se suministra una parte gruesa de carbón en polvo a la parte inferior de un lecho de gasificación fluidizado y se suministra una parte fina del carbón en polvo a una parte superior ampliada del gasificador. Una ventaja del procedimiento es que los alquitranes generados se descomponen catalíticamente y se gasifican en la parte superior del gasificador.

La solicitud de patente europea EP 2 147 965 A1 divulga un gasificador de lecho fluidizado que tiene múltiples entradas sólidas para la materia prima. Las partículas separadas del gas de síntesis producido se retornan a la parte inferior del gasificador de lecho fluidizado.

También se ha sugerido que el perfil de temperatura de un gasificador de lecho fluidizado circulante que prevé una mezcla de oxígeno y vapor como agente de gasificación se puede controlar introduciendo gas fluidizante con un contenido de oxígeno relativamente bajo, como gas producto recirculado, a través de una rejilla inferior de la cámara de gasificación e introduciendo una cantidad controlada de una mezcla de oxígeno y vapor como gas secundario, y posiblemente también como gas terciario, en partes más altas de la cámara de gasificación. Sin embargo, de acuerdo con cálculos de modelos recientes que prevén una mezcla de oxígeno y vapor como un gas fluidizante de rejilla, el suministro de cantidades razonables de oxígeno y vapor adicionales como gas secundario y terciario más arriba en la cámara de gasificación no cambia considerablemente el perfil de temperatura, pero el efecto principal del suministro de gas adicional es que aumenta la temperatura media en el gasificador. En cualquier caso, el uso de gas producto recirculado como gas fluidizante requiere un equipo para hacer recircular el gas y provoca problemas de seguridad relacionados con el transporte y la manipulación de gas producto combustible. Además, el uso de

cantidades elevadas de gas secundario y terciario con alto contenido de oxígeno aumenta el riesgo de puntos calientes locales y la sinterización en la parte superior del gasificador.

5 Debido a la necesidad de minimizar la concentración de alquitrán en el gas producto, es importante que la temperatura en la parte superior del gasificador sea suficientemente elevada, por ejemplo entre 870 °C y 900 °C. En el caso de que la temperatura en la parte inferior del gasificador sea claramente superior a la de la parte superior del gasificador, el mantenimiento de una temperatura suficiente en la parte superior puede resultar en una temperatura demasiado elevada en la parte inferior del gasificador y provocar problemas de funcionamiento, especialmente la aglomeración del lecho. Una diferencia de temperatura relativamente importante entre las partes superior e inferior de un gasificador de lecho fluidizado parece prevalecer especialmente en altas presiones de funcionamiento del gasificador y con contenidos de oxígeno elevados del gas fluidizante. Por lo tanto, resulta deseable encontrar nuevas vías para incrementar simultáneamente la temperatura en las partes superiores del gasificador y reducir la temperatura del lecho de manera que se obtenga un perfil de temperatura lo más uniforme posible.

15 Otro intento de unificar el perfil de temperatura de un gasificador de lecho fluidizado circulante incluye disponer un intercambiador de calor para enfriar las partículas en circulación antes de que se introduzcan en el lecho. Sin embargo, de acuerdo con los cálculos del modelo, el enfriamiento de las partículas circulantes sorprendentemente no enfría el lecho localmente de forma que afecte al perfil de temperatura en el gasificador, sino que el perfil permanece más o menos inalterado y solo desciende la temperatura media del gasificador.

20 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento sencillo y eficiente para controlar la distribución de la temperatura en un gasificador de lecho fluidizado circulante.

Exposición de la invención

25 De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para controlar un gasificador de lecho fluidizado circulante tal como se estipula en la reivindicación 1.

30 Cuando se utiliza la presente invención, el combustible, o material que se va a gasificar preferentemente es biocombustible. De forma alternativa, el combustible puede ser cualquier combustible con alto contenido volátil, como por ejemplo cualquier tipo de biomasa, turba, residuos municipales, agrícolas e industriales, fangos cloacales o combustible derivado de residuos (CDR). En muchos casos, el combustible está húmedo, es decir, presenta un contenido de humedad relativamente elevado. En algunos casos, el combustible también puede ser un combustible fósil de elevada volatilidad, como lignito. De acuerdo con la presente invención, el combustible es uniforme, es decir, se suministra el mismo tipo de combustible por las entradas a la parte central del gasificador y por las entradas a la parte inferior del gasificador.

35 Las entradas de suministro de combustible se pueden equipar con cualquier tipo de suministradores de combustible que resulten adecuados para dicho propósito. Dependiendo principalmente del tipo de combustible y de la presión en el gasificador, los suministradores de combustible pueden comprender, por ejemplo, tornillos transportadores adecuados, transportadores neumáticos o transportadores de pistón.

40 En un gasificador de lecho fluidizado circulante convencional, según se describe, por ejemplo, en la patente US nº 6.117.199, en la patente US nº 4.400.181 y en la patente US nº 4.968.325, se suministra gas oxigenado a una parte inferior del gasificador y se suministra material para gasificar a una parte central del gasificador. Debido al retorno del carbonizado separado a las condiciones de oxidación en la parte inferior del gasificador, la temperatura de dicha parte inferior del gasificador tiende a ser demasiado elevada y/o la temperatura de la parte más alta del gasificador tiende a ser demasiado baja.

45 De acuerdo con la presente invención, la distribución vertical de temperatura, o el perfil de temperatura, del gasificador se controla suministrando una parte del material que se va a gasificar a la cámara gasificadora a través de puntos de suministro de combustible ubicados en la parte inferior del gasificador. Las partículas de lecho se distribuyen a lo largo de la cámara gasificadora de un gasificador de lecho fluidizado circulante, pero la densidad de las partículas de lecho es más elevada en la parte inferior del gasificador y, de forma correspondiente, la parte inferior de un gasificador fluidizado circulante también se denomina el área del lecho del gasificador. Por lo tanto, también se puede decir que en un gasificador de acuerdo con la presente invención se prevén entradas de suministro de combustible adicionales o añadidas en el área del lecho del gasificador.

50 Una idea básica subyacente a la presente invención es que el combustible nuevo que se suministra a la parte inferior del gasificador no se oxida rápidamente y, por lo tanto, no libera calor adicional en dicha parte inferior del gasificador. Por el contrario, introduciendo combustible nuevo en el área de lecho, se hace descender la temperatura de dicho lecho debido a la energía consumida en los procesos de secado y desvolatilización del combustible. El combustible nuevo también consume oxígeno disponible en la oxidación parcial a CO y, por lo tanto, ralentiza la oxidación del carbonizado en la parte inferior del gasificador.

65

De acuerdo con la presente invención, el esquema de suministro de combustible, es decir, la división del combustible que se va a suministrar por las entradas de suministro de combustible en el área de lecho y en la parte central del gasificador, se utiliza como herramienta para controlar el perfil de temperatura del gasificador. Sin embargo, se puede realizar un control adicional del perfil de temperatura, por ejemplo, regulando los caudales de suministro de la mezcla de oxígeno y vapor por las aberturas de suministro de gas secundaria y terciaria.

La entrada en la parte central del gasificador para suministrar la primera parte del combustible, denominada primera entrada, típicamente se sitúa a una altura que se encuentra entre el 10 % y el 50 %, preferentemente entre el 15 % y el 30 %, de la altura total del gasificador. Ventajosamente, la primera entrada se encuentra entre 3 y 6 m por encima de la rejilla inferior. La primera entrada también se podría denominar entrada de combustible convencional, porque corresponde a las ubicaciones de suministro de combustible que se muestran, por ejemplo, en la patente US nº 6.117.199, en la patente US nº 4.400.181 y en la patente US nº 4.968.325. La primera entrada puede ser una entrada individual o puede comprender varias entradas distribuidas en el perímetro del gasificador y/o a diferentes alturas en la parte central del gasificador. El número de entradas de suministro de combustible depende principalmente de la geometría y del tamaño del gasificador, del tipo de dispositivos de suministro de combustible y del tipo de combustible, es decir, de la eficiencia con la que se puede distribuir el combustible desde una entrada individual.

La entrada en la parte inferior del gasificador para suministrar la segunda parte del combustible, denominada segunda entrada, típicamente se sitúa a una altura que es menor el 10 % de la altura total del gasificador. Preferentemente, la segunda entrada se encuentra a menos de 3 m, con mayor preferencia, entre 0,5 m y 2,5 m, sobre la rejilla inferior. La segunda entrada difiere de una entrada de combustible convencional, tal como se ha descrito con anterioridad, en que se encuentra a un nivel claramente inferior. La segunda entrada puede ser una entrada individual o puede comprender varias entradas distribuidas en el perímetro del gasificador y/o a diferentes alturas en la parte inferior del gasificador. Debido a la ubicación de las segundas entradas, la presión del lecho es más elevada en las segundas entradas que en las primeras entradas. Por lo tanto, los suministradores de combustible conectados a las segundas entradas pueden ser de un tipo diferente a los que están conectados a las primeras entradas, aunque el combustible introducido por las primera y segunda entradas sea el mismo.

La proporción de los flujos de combustible suministrados por las primera y segunda entradas puede variar dependiendo, por ejemplo, del tipo y del tamaño de partícula del combustible. Preferentemente, se suministra como máximo el 50 % de combustible, con mayor preferencia entre el 10 % y el 50 %, a través de las primeras entradas y, preferentemente, por lo menos el 50 %, con mayor preferencia entre el 50 % y el 90 % del combustible se suministra a través de las segundas entradas. Típicamente, la relación de los flujos de combustible suministrado a través de las primera y segunda entradas varía en función de las variaciones en la calidad del combustible, como por ejemplo el tamaño de partícula o la humedad, de modo que se obtenga un perfil de temperatura deseado en el gasificador.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, el perfil de temperatura del gasificador se mide midiendo la temperatura por lo menos en dos niveles de altura del gasificador y se hace variar la proporción de los flujos de combustible suministrado a través de la primera y la segunda entradas en función del perfil de temperatura medido. De acuerdo con otra forma de realización preferida de la presente invención, se mide la calidad del combustible, por ejemplo, el tamaño de partícula o la humedad del combustible, y se hace variar la relación de los flujos de combustible suministrado a través de las primera y segunda entradas en función de la calidad del combustible medido.

Los flujos de oxígeno y vapor que, de acuerdo con la presente invención, actúan tanto como agente gasificante como como gas fluidizante, se pueden introducir en el gasificador como flujos separados, pero, preferentemente, se introducen como una mezcla que se forma en los canales de suministro de gas, en una caja de viento por debajo de la rejilla inferior o, a lo sumo, en las boquillas de suministro de gas de la rejilla inferior. Generalmente, la mayor parte de la mezcla de oxígeno y vapor se suministra a través de la rejilla inferior, pero una parte de la mezcla también se puede suministrar como gas secundario o gas terciario a niveles más altos del gasificador. Se puede prever que el contenido de oxígeno de la mezcla sea diferente en diferentes puntos de suministro de gas, pero, preferentemente, se suministra la misma mezcla a través de la rejilla inferior y a través de boquillas o aberturas de suministro de gas del gas secundario y terciario.

Preferentemente, el contenido de oxígeno de la mezcla de oxígeno y vapor se encuentra entre el 23 % y el 65 % (en peso). La presión en el gasificador preferentemente se encuentra entre 1 bar y 30 bar. El funcionamiento del gasificador según la presente invención no requiere la recirculación de gases ni el enfriamiento de sólidos en recirculación. De este modo, el rendimiento de gas y la eficiencia del proceso son elevados.

La breve descripción anterior, así como otros objetivos, características y ventajas de la presente invención, se apreciarán mejor haciendo referencia a la descripción detallada siguiente de las formas de realización preferidas actualmente, aunque sin embargo ilustrativas, de la presente invención, tomadas en conjunción con el dibujo adjunto.

Breve descripción del dibujo

La figura 1 es un diagrama esquemático de un gasificador según una forma de realización de la presente invención.

5 Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un gasificador de lecho fluidizado circulante 10 según la presente invención. El material que se va a gasificar, o el combustible, se introduce en una cámara gasificadora 12 a través de una primera entrada de suministro de combustible 14 situada en la parte central de la cámara gasificadora, aquí aproximadamente a 5 m sobre la rejilla inferior 16, y una segunda entrada de suministro de combustible 18 situada en la parte inferior del gasificador, aquí aproximadamente 1,5 m sobre la rejilla inferior. En la práctica, se pueden prever varias entradas de suministro de combustible en la parte central y en la parte inferior del gasificador, pero, en aras de la simplicidad, solo se muestra una entrada de suministro de combustible en la parte central del gasificador y en la parte inferior del gasificador en la figura 1.

Un lecho de material particulado 20 formado en la cámara gasificadora se fluidiza con una mezcla 22 de oxígeno y vapor inyectada en la cámara gasificadora a través de boquillas 24 o aberturas en la rejilla inferior 16. Las líneas en zigzag en la figura 1 indican simbólicamente que la densidad del lecho es más elevada en la parte inferior del gasificador y disminuye continuamente hacia la parte superior del gasificador. La mezcla de oxígeno y vapor se forma mezclando flujos de oxígeno 26 y vapor 28 en una cámara de mezcla 30 dispuesta en un canal de suministro de gas 32 aguas arriba de una caja de viento 34 dispuesta por debajo de la rejilla inferior 16 de la cámara gasificadora 12. Si se desea, se pueden inyectar corrientes adicionales de la mezcla de oxígeno y vapor en la cámara gasificadora a través de boquillas secundarias y terciarias de suministro de gas 36, 38 dispuestas en la parte superior de la cámara gasificadora.

El combustible suministrado a la cámara gasificadora a través de la primera y la segunda entradas de suministro de combustible 14, 18 se seca, se vaporiza, se gasifica y se oxida parcialmente en diferentes procesos en el gasificador, y el gas producto formado en los procesos se descarga del gasificador por un canal de descarga de gas 40 para su posterior procesamiento y utilización. Un separador de ciclón 42 dispuesto en conexión con la parte superior de la cámara gasificadora 12 separa partículas, incluyendo las partículas de carbonizado, del gas producto que se descarga de la cámara gasificadora por una abertura de salida 44 en la parte superior de la cámara gasificadora. Las partículas, incluidas las partículas de carbonizado, separadas del gas producto en el separador de ciclón 42 se retornan mediante un canal de retorno 46 a la parte inferior de la cámara gasificadora.

Las partículas de carbonizado retornadas se oxidan en la parte inferior de la cámara gasificadora. El proceso de oxidación libera calor que se utiliza parcialmente en el secado, la vaporización y la gasificación del combustible. Con el fin de evitar el sobrecalentamiento y la posible aglomeración del lecho en la parte inferior del gasificador, se introduce una parte de combustible en el gasificador, tal como se ha indicado anteriormente, a través de la entrada de suministro de combustible inferior o segunda 18.

Más en general, el perfil de temperatura en la cámara gasificadora 12 se controla variando la relación de los flujos de combustible suministrados al gasificador a través de las primera y segunda entradas de suministro de combustible 14, 18. Suministrando una parte del combustible mayor por la entrada de suministro de combustible inferior 18, se reduce la temperatura en el área de lecho o en la parte inferior del gasificador. De este modo, se puede reducir la temperatura en el área del lecho al mismo tiempo que la temperatura en la parte superior del gasificador se mantiene lo suficientemente elevada como para que se minimice la cantidad de alquitranes en el gas producto. Idealmente, se puede mantener una temperatura uniforme por toda la cámara gasificadora 12.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, la proporción de los flujos de combustible suministrados al gasificador a través de la primera y segunda entradas de suministro de combustible 14, 18 se determina controlando los reguladores de flujo 48, 50 de los flujos de combustible, que pueden ser de cualquier tipo adecuado, mediante un controlador 52 de acuerdo con la información obtenida de termopares u otro tipo de termómetros 54, 56 en las partes superior e inferior de la cámara gasificadora. De forma alternativa, la relación de los flujos de combustible suministrados al gasificador a través de la primera y segunda entradas de suministro de combustible 14, 18 se determina controlando los reguladores de flujo 48, 50 mediante el controlador 52 de acuerdo con una o más características de la calidad del combustible, como por ejemplo el contenido de humedad o el tamaño de partícula, obtenidas midiendo la calidad del combustible, por ejemplo, mediante una sonda 58 en un depósito de combustible común 60, o analizando regularmente muestras del combustible. Debido a que la medición del perfil de temperatura se refiere al estado predominante en el gasificador, pero la medición de la calidad del combustible se refiere al futuro, resulta especialmente útil, especialmente en el caso de algunos combustibles, controlar la relación de los flujos de combustible a través de las primera y segunda entradas de suministro de combustible 14, 18 tanto de acuerdo con una medición del perfil de temperatura como con una medición de la calidad del combustible o análisis de combustible.

El perfil de temperatura se puede ajustar adicionalmente mediante otros procedimientos, por ejemplo, variando los flujos de gas a través de las boquillas de gas secundario y terciario 36, 38. La presión en el gasificador típicamente

se encuentra entre 1 bar y 30 bar, aunque preferentemente es de por lo menos 4 bar. Ventajosamente, el contenido de oxígeno del gas fluidizante, así como el del gas secundario y terciario, se encuentra entre el 23 % y el 65 % en peso.

5 Para analizar el efecto de la presente invención en el perfil de temperatura de un gasificador de lecho fluidizado de circulación se utilizaron cálculos de simulación tridimensional. De acuerdo con un primer ejemplo calculado, correspondiente a un gasificador convencional que presenta una altura total de 18 m, en el que la totalidad del combustible se suministró al gasificador a través de una entrada a la parte central del gasificador, más particularmente 3,5 m por encima de la rejilla inferior, la temperatura en el área del lecho era de 940 °C cuando en la parte superior del gasificador era de 870 °C. Por lo tanto, existía un riesgo de sinterización del lecho y/o de una gran cantidad de alquitranes en el gas producto.

15 En un segundo ejemplo, se suministró el 50 % del combustible a través de una entrada situada a 3,5 m por encima de la rejilla, mientras que el resto del combustible se suministró a la parte inferior del gasificador, a menos de 1 m por encima de la rejilla. Mediante este cambio, la diferencia de temperatura entre el área del lecho y la parte superior del gasificador se redujo en 45°C aproximadamente. En un tercer ejemplo, se suministró el 80 % del combustible a la parte inferior del lecho y sólo se suministró el 20 % a la ubicación convencional a 3,5 m aproximadamente por encima de la rejilla. Mediante este cambio, las temperaturas en la totalidad de la cámara del gasificador permanecieron dentro de 15 °C. En un cuarto ejemplo, cuando se suministró la totalidad del combustible a la parte inferior del lecho, las temperaturas volvieron a ser relativamente uniformes en la totalidad del gasificador, pero la temperatura del lecho era incluso inferior que en la parte superior del gasificador.

25 Los cálculos realizados muestran que a) seleccionando las ubicaciones de suministro de combustible de una manera adecuada y b) cambiando la relación de suministro de combustible entre los puntos de suministro en la dirección vertical, se puede influir en el perfil de temperatura del gasificador de un modo muy efectivo. Utilizando este procedimiento de control, junto con el posible uso de gases de suministro secundarios y/o terciarios, el contenido de oxígeno del gas fluidizante se puede mantener elevado y se puede evitar el uso de gas de recirculación. La cantidad de puntos de suministro en cada nivel, así como la capacidad de suministro de cada punto de suministro, está dimensionada de manera que se puedan conseguir los rangos de suministro y las relaciones de suministro requeridos.

35 La presente invención permite ampliar la distribución del tamaño de partícula y la calidad del combustible o el contenido de humedad del material que se va a gasificar. Dicho de otro modo, regulando los caudales del flujo de suministro en los diferentes niveles de suministro de combustible se minimiza la sensibilidad del proceso de gasificación a las variaciones en las características del combustible.

40 Los aspectos importantes en el desarrollo de la gasificación utilizando una mezcla de oxígeno y vapor como agente de gasificación han sido maximizar la temperatura de la parte superior del gasificador, maximizar el contenido de oxígeno del gas fluidizante y maximizar la presión de funcionamiento. La presente invención, es decir, la división del suministro de combustible en diferentes niveles verticales y el control del caudal de flujo de suministro en cada nivel, ofrece una manera eficiente de controlar el perfil de temperatura del gasificador y de optimizar libremente tanto la eficiencia del oxígeno del gas fluidizante como la presión de funcionamiento.

45 Aunque la invención se ha descrito en el presente documento a título de ejemplos en referencia a lo que actualmente se considera que son las formas de realización preferidas, se deberá entender que la invención no está limitada a las formas de realización divulgadas, sino que pretende cubrir varias combinaciones o modificaciones de sus características, así como muchas otras aplicaciones incluidas dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar un gasificador de lecho fluidizado circulante que comprende las etapas de:

- 5 (a) suministrar una primera parte de material particulado que se va a gasificar a través de por lo menos una entrada en una parte central del gasificador en la que dicha por lo menos una entrada en la parte central del gasificador se encuentra a una altura entre el 10 % y el 50 % de la altura total del gasificador, de manera que se forme un lecho de material en el gasificador;
- 10 (b) suministrar oxígeno y vapor a través de una rejilla inferior a una parte inferior del gasificador, de manera que se fluidice el lecho;
- (c) descargar un gas producto y unas partículas arrastradas desde una parte superior del gasificador;
- 15 (d) separar las partículas del gas producto y retornar una parte de las partículas separadas a la parte inferior del gasificador;
- (e) oxidar una parte de las partículas retornadas en la parte inferior del gasificador para generar calor, y
- 20 (f) transferir calor y productos oxidantes desde la parte inferior del gasificador hasta la parte central del gasificador para generar el gas producto

caracterizado por la siguiente etapa:

- 25 (g) suministrar una segunda parte de material particulado que se va a gasificar a través de por lo menos una entrada en la parte inferior del gasificador en la que dicha por lo menos una entrada en la parte inferior del gasificador se encuentra a una altura inferior al 10 % de la altura total del gasificador, y medir el perfil de temperatura en el gasificador y determinar la relación entre la primera y segunda partes de material particulado que se va a gasificar sobre la base del perfil de temperatura medido, de manera que se controle la distribución
- 30 vertical de temperatura en el gasificador.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la por lo menos una entrada en la parte central del gasificador se encuentra a una altura entre el 15 % y el 30 % de la altura total del gasificador.

35 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la por lo menos una entrada en la parte central del gasificador se encuentra entre 3 m y 6 m por encima de la rejilla inferior y la entrada en la parte inferior del gasificador se encuentra a menos de 3 m por encima de la rejilla inferior.

40 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que por lo menos una entrada en la parte inferior del gasificador se encuentra entre 0,5 m y 2,5 m por encima de la rejilla inferior.

45 5. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el oxígeno y el vapor se suministran a través de la rejilla inferior como una mezcla, que se forma en canales de suministro de gas que conducen a la rejilla inferior, en una caja de viento por debajo de la rejilla inferior o en boquillas de suministro de gas de la rejilla inferior.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el material que se va a gasificar es biomasa, turba, residuos municipales, agrícolas o industriales, fangos cloacales, combustible derivado de residuos o lignito.

50 7. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que entre el 10 % y el 50 % del material que se va a gasificar se suministra a través de la por lo menos una entrada en la parte central del gasificador y entre el 50 % y el 90 % del material que se va a gasificar se suministra a través de la por lo menos una entrada en la parte inferior del gasificador.

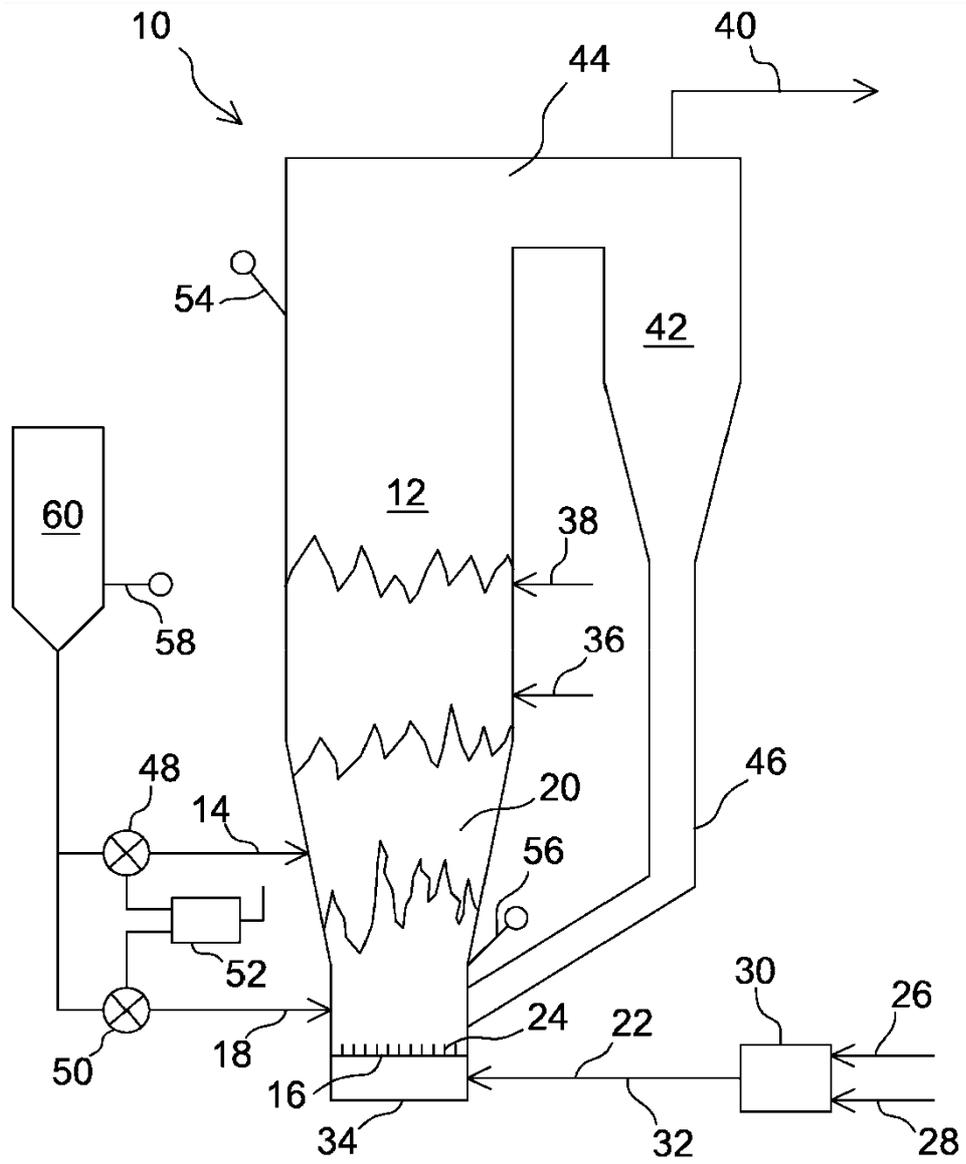


Fig. 1