



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 009**

51 Int. Cl.:

C10B 49/04 (2006.01)

C10B 53/02 (2006.01)

B27K 3/00 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

F23G 7/10 (2006.01)

A62D 3/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08762180 .1**

96 Fecha de presentación : **29.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2125994**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de carbón vegetal con alto contenido en carbono e instalación para la realización del procedimiento.**

30

Prioridad: **01.03.2007 FR 07 53581**

73

Titular/es: **THERMYA
1, rue Nicolas Appert
33140 Villenave d'Ornon, FR**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2011

72

Inventor/es: **Mateos, David**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2011

74

Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 354 009 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

5 La presente invención se refiere al sector técnico de la producción y del tratamiento de las materias orgánicas o vegetales agrícolas no alimenticias con vistas a la recuperación del carbono con vistas a su reciclaje.

10 El solicitante ha adquirido una sólida experiencia y posee una habilidad notable en el marco de la producción de carbono para la valorización de los sólidos orgánicos. El solicitante es titular en particular de numerosas patentes presentadas en el plano internacional a partir de las patentes FR nº 2 734 741, nº 2 885 909 y nº 2 888 230. El solicitante ha sido así conducido, a partir de los procedimientos e instalaciones descritos en estos documentos, a producir carbono en forma de elementos sólidos de muy alto contenido en carbono.

15 El solicitante ha sido conducido, en el marco de su investigación y desarrollo, a interesarse también en el porvenir de la biomasa no alimenticia como los desechos vegetales agrícolas que tienen un contenido en carbono no despreciable y generalmente nada o poco reutilizado.

20 La solicitud del solicitante forma parte de una situación de hecho actualmente que es la utilización de las bioenergías para disminuir la dependencia energética de un país o grupo de países con respecto al petróleo. Todo el mundo sabe que el petróleo es una energía, en los próximos años, destinada a disminuir, incluso a desaparecer si se considera la demanda mundial siempre más importante y las reservas que ya no son inagotables. Se está orientando por tanto hacia la búsqueda de productos de sustitución y las bioenergías son una posibilidad de responder a esta esperanza.

25 El problema es que la producción de bioenergías se enfoca en gran parte sobre los cultivos cerealistas y de oleaginosas que están actualmente esencialmente, incluso casi exclusivamente, destinados al consumo alimenticio de las poblaciones. Estos cultivos cerealistas y de oleaginosas tienen un valor añadido que depende del mercado. Ahora bien, si se transfieren estos cultivos a unas aplicaciones distintas tales como los biocarburantes por síntesis, corre el riesgo, a largo plazo, teniendo en cuenta los valores añadidos mucho más importantes, de llegar a una desestabilización del mercado agroalimenticio y una depauperación de la nutrición potencial de la población debido al déficit provocado por la fabricación de biocarburantes. En efecto, la fabricación de éstos exige unas superficies de cultivo considerables. En otros términos, si se prosigue en esta

30

vía, se llegará a unas situaciones conflictivas de intereses antagonistas muy importantes en detrimento de la prioridad de base que es la de la alimentación de las personas.

Es por tanto en este contexto donde el solicitante, teniendo en cuenta su propio conocimiento de la producción de carbono a partir de sólidos orgánicos, se ha interesado en la producción de carbón vegetal, es decir en la producción de carbón a partir de biomasa agrícola no alimenticia con vistas a participar, a continuación, en un aplicación ventajosa, en la integración de esta materia carbonada para la producción de biocarburantes de síntesis.

En otros términos, la gestión del solicitante ha sido poner a punto un procedimiento de fabricación de carbón denominado vegetal a partir de biomasa agrícola no alimenticia. En efecto, la biomasa agrícola no alimenticia, en el mundo, es considerable en volumen, siempre en reproducción de un año al otro, creando una fuente casi inagotable de materias primas sin molestar o agotar las tierras arables, que son limitadas.

La transferencia de los conocimientos que resultan en particular de las diferentes patentes anteriores del solicitante, como se ha recordado anteriormente, no es aplicable al tratamiento de biomasa agrícola no alimenticia para la obtención de carbón vegetal. Las investigaciones emprendidas por el solicitante han desembocado en la producción de carbón denominado vegetal introduciendo otros parámetros de producción totalmente inexistentes en la tecnología conocida citada. Ha sido preciso por tanto utilizar otro procedimiento optimizado con respecto a la técnica anterior con, en consecuencia, una instalación diferenciada.

Según una primera característica de la invención, el procedimiento es destacable porque utiliza las fases siguientes:

a) el cebado

- carterización "que es una destilación pirolítica escalonada de la biomasa que corresponde a la parte orgánica de la materia debida a la circulación de los gases calientes en la columna del reactor, con evacuación de la biomasa tratada por la base del reactor, cuando la temperatura T2 de la capa de materia por encima de la rejilla, con respecto al fondo del reactor, alcanza la temperatura T1 comprendida entre 350°C y 400°C de los gases que proceden del generador de gases calientes,

b) la transición

- utilización progresiva en una fase de transición de la introducción de aire para el enriquecimiento con oxígeno de los gases calientes que proceden del generador,

5 permitiendo la adición de aire oxidar los componentes volátiles que se encuentran en la parte baja de la columna a nivel de la rejilla y que tiene como funcionalidad, por una parte, disminuir la temperatura de los gases del generador T1 y aumentar la temperatura T2 así como la cantidad de gases debidos a la oxidación de las materias orgánicas y, por otra parte, provocar una aceleración del proceso de mineralización de la biomasa,

c) la producción

10 - utilización de la fase de producción continua y autónoma de carbón vegetal con sustitución total de los gases calientes del generador mediante la introducción exclusiva de aire comprimido a temperatura ambiente en la base de la columna que permite aumentar las transferencias térmicas entre los gases y la biomasa con vistas a la obtención de carbón vegetal con alto contenido en carbono y mantener la temperatura T2 entre 600°C y 700°C en la capa de biomasa que se sitúa justo por encima de la rejilla, introduciendo al mismo tiempo el aire comprimido y procediendo a la evacuación continua de la biomasa transformada en carbón vegetal durante el conjunto del proceso operativo, permitiendo todo esto alcanzar y mantener en continuo un ritmo acelerado de producción con adición de biomasa por la parte alta del reactor a medida que tiene lugar la evacuación del carbón vegetal a través de la rejilla en la parte baja de la columna, manteniendo al mismo tiempo la temperatura T3 en la parte alta de la columna por debajo de 65°C.

20 Según una segunda característica de la invención, la instalación de realización del procedimiento según la invención del tipo que comprende unos medios para la realización de las fases de puesta en marcha y de cebado que incluyen un generador de gases calientes pobres en oxígeno, corriente abajo, un ventilador que provoca la sobrepresión de gases calientes en la parte baja del reactor, comprendiendo el reactor una columna de gran altura cuya entrada superior permite la carga y la introducción de la biomasa en continuo y en su parte baja, una rejilla de soporte y de evacuación de la carga, y subyacente una cámara de inyección de gas que procede del generador, y un mecanismo de recuperación de los productos tratados, comprendiendo la instalación además a la salida de los gases fríos en la parte alta de la columna del reactor, una cámara térmica de postcombustión de los gases evacuados, un intercambiador de calor, un ventilador, un segundo intercambiador de calor y un aireador, y unas conducciones de conexión que permiten la realización del reciclaje de los gases con unas conexiones entre el circuito definido por los componentes por una parte, y los componentes por otra parte, es

destacable porque la instalación comprende otro circuito situado entre el reactor y el ventilador que está definido por un grupo compresor que permite proporcionar aire a presión en la fase particular de producción, y el reemplazado total de los gases calientes que proceden del generador por aire comprimido a temperatura ambiente.

5 Así, mediante el procedimiento y su instalación de realización, se obtiene carbón vegetal, con alto contenido en carbono, en forma de pedazos, de pellets o de polvo u otras configuraciones similares que pueden servir a continuación para la producción de biocarburantes de síntesis por ejemplo.

10 Para fijar el objeto de la invención, se ilustra de una manera no limitativa en las figuras de los planos, en los que:

- La figura 1 es una vista de carácter esquemático que ilustra la instalación de realización del procedimiento según la invención en su utilización global.

15 - La figura 2 es una vista de carácter esquemático de la instalación según la figura 1, pero en unas condiciones de funcionamiento en la fase denominada de cebado, es decir de "caracterización".

La figura 3 es una vista de carácter esquemático de la instalación, según la figura 1, pero en unas condiciones de funcionamiento en la fase denominada de transición.

20 La figura 4 es una vista de un diagrama que ilustra la elevación de la temperatura T2 en la columna en función del aumento de admisión de aire ambiente con la repartición aportación de calor de dicho generador y soporte de calor debido a la oxidación forzada.

La figura 5 es un diagrama con respecto a la altura de la columna y la temperatura, con la evolución de las curvas de concentración de oxígeno y evolución en temperatura.

La figura 6 es una vista de carácter esquemático de la instalación según la figura 1, pero en las condiciones de funcionamiento en la fase de producción.

25 Con el fin de concretizar el objeto de la invención, se describirá ahora de una manera no limitativa haciendo referencia a las figuras de los planos.

30 Si la figura 1 representa el conjunto de la instalación en su realización global, las figuras 2, 3 y 6 ilustran dicha instalación en las diferentes fases sucesivas de funcionamiento y las partes de instalación que no están en funcionamiento están ilustradas en trazos discontinuos cortos para facilitar la comprensión de la realización de la invención. Se distinguen por tanto las fases iniciales de puesta en funcionamiento de la instalación y las que resultan de su autonomía completa ilustrada en la figura 6.

Haciendo referencia a la figura 1, para la realización de la inicialización del procedimiento, la instalación completa de realización del procedimiento incluye los componentes siguientes, estando éstos identificados por orden sucesivo según el sentido de circulación de los gases. La instalación comprende un generador de gases calientes (1) 5 pobres en oxígeno (en aproximadamente 1% de O₂). Este generador está asociado con una llegada de aire (1a) y una válvula (6) de mando. Corriente abajo, se encuentra un ventilador (2) que provocará la proyección de una cantidad de gases calientes en la parte baja del reactor (R) definida por el tipo de biomasa a tratar. Este reactor comprende así una columna (5) de gran altura cuya entrada superior está coronada por una esclusa para 10 la introducción de la carga de biomasa a trabajar para la recuperación de carbono. En su parte baja, el reactor presenta por tanto una rejilla (4), y subyacente la cámara (3) de inyección de los gases que proceden del generador (1) y de recuperación del carbón vegetal con alto contenido en carbono. La columna del reactor en el seno de la cual se desarrolla el proceso de carterización, expuesto a continuación, contiene así la biomasa 15 previamente acondicionada en términos de tamaños y de geometría. La columna (5) presenta a su vez un perfil geométrico específico en forma de cilindro de diámetro progresivo de su parte de entrada de la biomasa hasta la base a nivel de la rejilla de soporte de la biomasa.

Se distinguen a continuación los otros componentes de la instalación a partir de la 20 salida de los gases en la parte alta de la columna del reactor a saber una cámara térmica (6) de postcombustión de los gases evacuados, con una llegada de aire (6a) controlada por una válvula (H), un intercambiador de calor (7), un ventilador (8), un intercambiador de calor (9) y un aireador (10). Unas conducciones de conexión (11-12) permiten la realización del reciclaje de los gases con, por ejemplo, unas conexiones entre el circuito 25 definido por los componentes (1-2),(8-9) por una parte, y los componentes (9-10) (1-2) por otra parte. La instalación comprende, según la invención, otro circuito situado entre el reactor (R) y el ventilador (2) que está definido por un grupo compresor (1bis) que permite proporcionar aire comprimido en la fase particular de producción como será expuesto en la continuación sobre el procedimiento.

30 La biomasa agrícola no alimenticia que procede de cualquier tipo de vegetal recolectado y acondicionado previamente para ser introducido en la parte alta de la columna del reactor mediante cualquier medio de transferencia conocido. Así, el procedimiento de fabricación de carbón vegetal con alto contenido en carbono a partir de

biomasa agrícola no alimenticia sólido utiliza varias fases sucesivas de cebado del tratamiento hasta la carterización, una fase de transición, para alcanzar la fase de producción, que se puede mantener en continuo durante un tiempo indefinido, siendo esta última fase el centro de la invención. El procedimiento, según la invención, que permite esta fabricación de carbón vegetal introduce en efecto, con respecto a los conocimientos anteriores de la obtención de carbono a partir de sólidos orgánicos, una fase nueva después de carterización, que consiste en la introducción de aire ambiente a presión que procede de una segunda fuente de producción de aire en el circuito de inyección de los gases calientes en la parte baja de la columna del reactor, aumentando con ello la presión en esta última a fin de acelerar el fenómeno de carbonización.

Conviene entonces exponer el procedimiento de fabricación de carbón vegetal haciendo referencia a las diferentes fases sucesivas de elaboración.

La puesta en marcha y el cebado de la instalación se efectúa por las fases normales de puesta en marcha y funcionamiento de una instalación de "carterización".

La fase de cebado del procedimiento es por tanto la relativa a la carterización, es decir que los gases calientes que proceden del generador (1) atraviesan la columna de reacción (1) permitiendo la extracción de la parte orgánica de la materia. Una vez estabilizado el gradiente de temperatura y las diferentes reacciones que tienen lugar en la columna de reacción, empieza la extracción de la materia mineralizada en la parte baja de la columna. En efecto, cada vez que la temperatura T2 de la capa o estrato de materia vegetal situada por encima de la rejilla (4) igual a la temperatura T1 de los gases procedentes del generador (1), la rejilla (4) es maniobrada por un medio de mando apropiado para efectuar unos movimientos de vaivén para permitir la extracción de los productos así tratados. Simultáneamente, se procede a la adición de una capa o estrato de biomasa en la parte alta de la columna que está a una temperatura T3 inferior a 65°C.

Según la figura 2, en esta fase, el generador (1bis) no está accionado y por tanto no tiene ningún efecto.

La fase siguiente del procedimiento consiste en una fase de transición que está representada en la figura 3 y explicada por el diagrama de la figura 4. Esta fase de transición tiene por objetivo introducir aire ambiente a presión en los gases calientes (T1 comprendida entre 350°C y 400°C) procedentes del generador (1). Esta adición de aire tiene por efecto rebajar la temperatura T1 y oxidar los compuestos volátiles que se encuentran en los primeros centímetros de la columna justo por encima de la rejilla (4).

Esta oxidación forzada proporciona una cuádruple consecuencia, a saber:

1) Aumentar la temperatura T2 del estrato situado justo por encima de la rejilla debida a la oxidación de la materia orgánica. La temperatura T2 pasa entonces de un valor comprendido entre 350°C y 400°C a un valor comprendido entre 600°C y 750°C.

5 2) Acelerar el proceso de mineralización de la biomasa, siendo la oxidación forzada de la materia orgánica por aportación de oxígeno una reacción muy exotérmica que tiene por efecto aumentar la cinética de la reacción.

3) Consumir la totalidad del oxígeno presente en los gases de inyección.

10 4) Hacer bajar progresivamente la temperatura de los gases de inyección a medida que aumenta la proporción de aire en los gases calientes. La temperatura T1 pasa de un valor comprendido entre 350°C y 400°C a una temperatura ambiente.

15 El diagrama de la figura 4 muestra así la reacción de temperatura en el estrato por encima de la rejilla, con respecto a la introducción de oxígeno inherente al aire complementario inyectado por el medio 1a (1a). Desde la introducción del aire complementario, T2 evoluciona del nivel de temperatura de carterización a nivel de temperatura de producción. Se constata que la aportación de calor debida a los gases calientes del generador (1) tiende a disminuir en proporción mientras que se desarrolla la aportación de calor debida a la oxidación forzada.

20 Según la figura 1, el compresor (1bis) todavía no está accionado y no tiene ningún efecto.

El diagrama representado en la figura 5 muestra así las curvas (C1) de concentración de oxígeno y (C2) de evolución de la temperatura en función de la altura de la columna del reactor.

25 Así, después de haber atravesado la rejilla (4) y los primeros centímetros de materia, los gases se recalientan y se empobrecen en oxígeno. Continuando la progresión hacia arriba, como los gases en contacto con la materia han consumido completamente el oxígeno que contenían, continúan transfiriendo el calor a medida que ascienden en la columna del reactor. Esta transferencia de calor provoca la extracción de la parte orgánica y de la parte acuosa de la biomasa produciendo así la carbonización de ésta.

30 Durante esta fase, la evacuación en la cámara (3) del carbón vegetal obtenido, se efectúa siempre por el accionamiento de la rejilla (4), mientras que la temperatura de los gases que proceden del generador T1 disminuye progresivamente y cuando la temperatura de los gases de inyección alcanza la temperatura ambiente, empieza

entonces la fase siguiente del procedimiento, es decir la fase de producción que consiste en la sustitución de los gases que proceden del generador por aire comprimido.

Según la figura 3, el compresor (1bis) todavía no está accionado y no tiene ningún efecto.

5 La fase siguiente del procedimiento es entonces la de la producción. La misma está ilustrada en la figura 6 y corresponde a la puesta en funcionamiento del generador de aire comprimido (1bis) mediante una inyección de aire comprimido que sustituye al funcionamiento del generador (1) de gases calientes.

10 La cantidad de oxígeno aportada a la columna (5) aumenta incrementando la presión del aire comprimido. El circuito de conducción de aire está por tanto modificado como aparece en la figura 6 con la sustitución del generador de gases calientes (1) por un compresor de aire. Esta inyección continua de aire comprimido permite subir hasta una presión de 5 bares en la parte baja de la columna, y en el marco de un funcionamiento en continuo del reactor. Esta puesta a presión tiene por efecto densificar el medio y por tanto
15 aumentar las transferencias térmicas entre los gases y la biomasa y favorecer así la condensación sobre los estratos superiores de los orgánicos pesados procedentes de los estratos inferiores de la columna.

 La evacuación del carbón vegetal así producido se efectúa por medio de la cámara (3) de recogida.

20 En el marco de funcionamiento en continuo y de producción del carbón vegetal, diferentes medios y parámetros permiten controlar el procedimiento así como la calidad de la mineralización. Se verifica la cantidad de aire inyectada, la temperatura T2 de consigna de disparo de la agitación, la presión del aire comprimido inyectado, y también la presión de los gases en la parte baja de la columna.

25 El control de la combustión y el no sobrepasado de la temperatura de consigna de T2 está asegurado por el control continuo de la agitación de la rejilla que asegura el caudal de evacuación del carbón vegetal, evitando así la sobregasificación del carbón.

 En otros términos, una vez las fases operativas iniciales de carterización y de transición terminadas, la instalación está en situación de producción autógena para la
30 obtención de carbón vegetal. Esto sugiere que se produce en combinación una evacuación en continuo de los productos carbonados en forma de carbón vegetal, que se produce un aprovisionamiento por la parte alta del reactor de una cantidad correspondiente de biomasa a tratar en un ciclo continuo. Esto sugiere también que el

sistema se autoalimenta con un mantenimiento y un control de las temperaturas en particular a nivel de la parte de biomasa que se encuentra inmediatamente por encima del nivel de la rejilla (4) y que corresponde al estrato que está en la última fase de producción de carbón vegetal.

5 El procedimiento, según la invención, prevé por tanto, con respecto a la técnica anterior, de manera novedosa, una introducción progresiva de aire nuevo mezclado con los gases calientes hasta alcanzar un descenso de la temperatura de los gases para pasar a continuación a una fase de producción continua autónoma de carbón vegetal por la introducción de aire comprimido hasta una cierta presión que procede de otra fuente. Los
10 productos obtenidos, según el procedimiento de la invención, son de muy alto contenido en carbono y pueden ser utilizados a continuación en la fabricación de biocarburantes.

El interés de la invención es por tanto inmediato porque utiliza la recuperación de la biomasa agrícola no alimenticia de cualquier naturaleza que, por definición, existe siempre y no está ligada a fenómenos de mercado y porque permite obtener unos productos que
15 constituyen carbón vegetal para unas aplicaciones como, por ejemplo, la síntesis de biocarburantes.

Otro interés de la invención reside en que el generador (1) de gases calientes una vez establecida la puesta en producción, es desconectado del funcionamiento de la instalación, lo cual disminuye los costes de energía ligados a su funcionamiento y la
20 instalación de producción es autógena.

La producción de carbón, a partir de biomasa agrícola no alimenticia, aporta unos productos totalmente considerables para la producción de energía por la utilización de este carbón vegetal en múltiples aplicaciones directas o indirectas, como por ejemplo la fabricación de biocarburantes, sin considerar las ventajas en el plano del entorno
25 propiamente dicho.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de carbón vegetal con alto contenido en carbono, caracterizado porque utiliza las fases siguientes:

5 a) el cebado

- carterización que es una destilación pirolítica escalonada de la biomasa que corresponde a la parte orgánica de la materia debida a la circulación de los gases calientes en la columna (5) del reactor (R), con evacuación de la biomasa tratada por la base del reactor, cuando la temperatura T2 de la capa de materia vegetal por encima de la rejilla (4), con respecto al fondo del reactor, alcanza la temperatura T1 entre 350°C y 400°C de los gases que proceden del generador de gases calientes,

10 b) la transición

- realización progresiva en una fase de transición de la introducción de aire para el enriquecimiento en oxígeno de los gases calientes que proceden del generador, permitiendo la adición de aire oxidar los componentes volátiles que se encuentran en la parte baja de la columna a nivel de la rejilla y que tiene por funcionalidad, por una parte, disminuir la temperatura T1 de los gases del generador y aumentar la temperatura T2 así como la cantidad de gases debidos a la oxidación de las materias orgánicas y, por otra parte, provocar una aceleración del proceso de mineralización de la biomasa,

20 c) la producción

- realización de la fase de producción continua y autónoma de carbón vegetal con sustitución total de los gases calientes del generador para la introducción exclusiva de aire comprimido en la base de la columna que permite aumentar las transferencias térmicas entre los gases y la biomasa con vistas a la obtención de carbón vegetal con alto contenido en carbono y mantener la temperatura T2 entre 600°C y 750°C en la capa de biomasa que se sitúa justo por encima de la rejilla, introduciendo al mismo tiempo aire comprimido y procediendo a la evacuación continua de la biomasa transformada en carbón vegetal durante el conjunto del proceso operativo, permitiendo todo esto alcanzar y mantener en continuo un ritmo acelerado de producción con adición de biomasa por la parte alta del reactor a medida que tiene lugar la evacuación del carbón vegetal a través de la rejilla en la parte baja de la columna manteniendo al mismo tiempo la temperatura T3 en la parte alta de la columna por debajo de 65°C.

2. Instalación para la realización del procedimiento según la reivindicación 1, que comprende unos medios para la realización de las fases de puesta en marcha y de cebado que incluye un generador (1) de gases calientes pobres en oxígeno, corriente abajo, un ventilador (2) que provoca la sobrepresión de gases calientes en la parte baja del reactor (R), comprendiendo el reactor una columna (5) de gran altura cuya entrada superior permite la carga y la introducción de la biomasa en continuo y en su parte baja, una rejilla (4) de soporte y de evacuación de la carga, y subyacente una cámara (3) de inyección de gas que procede del generador, y un mecanismo de recuperación de los productos tratados, comprendiendo la instalación además a la salida de los gases fríos en la parte alta de la columna del reactor, una cámara térmica de postcombustión (6) de los gases evacuados, un intercambiador de calor (7), un ventilador (8), un segundo intercambiador de calor (9) y un aireador (10), y unas conducciones de conexión (11-12) que permiten la realización del reciclaje de los gases con unas conexiones entre el circuito definido por los componentes por una parte, y los componentes por otra parte, caracterizada porque la instalación comprende otro circuito situado entre el reactor (5) y el ventilador (2) que está definido por un grupo compresor (1bis) que permite proporcionar aire a presión en la fase particular de producción, y el reemplazado de los gases calientes que proceden del generador por aire comprimido a temperatura ambiente

Fig. 2

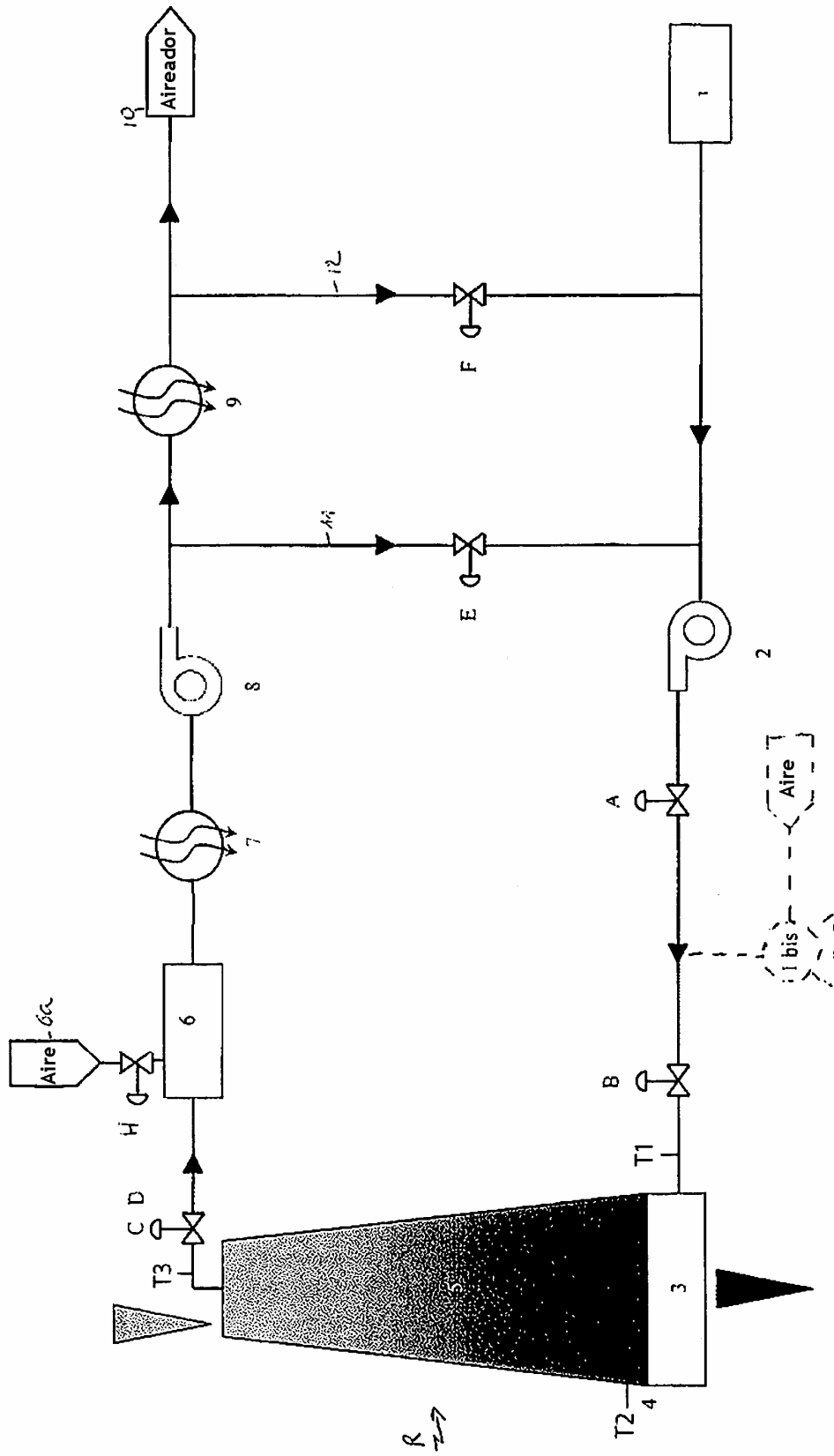


Fig. 3

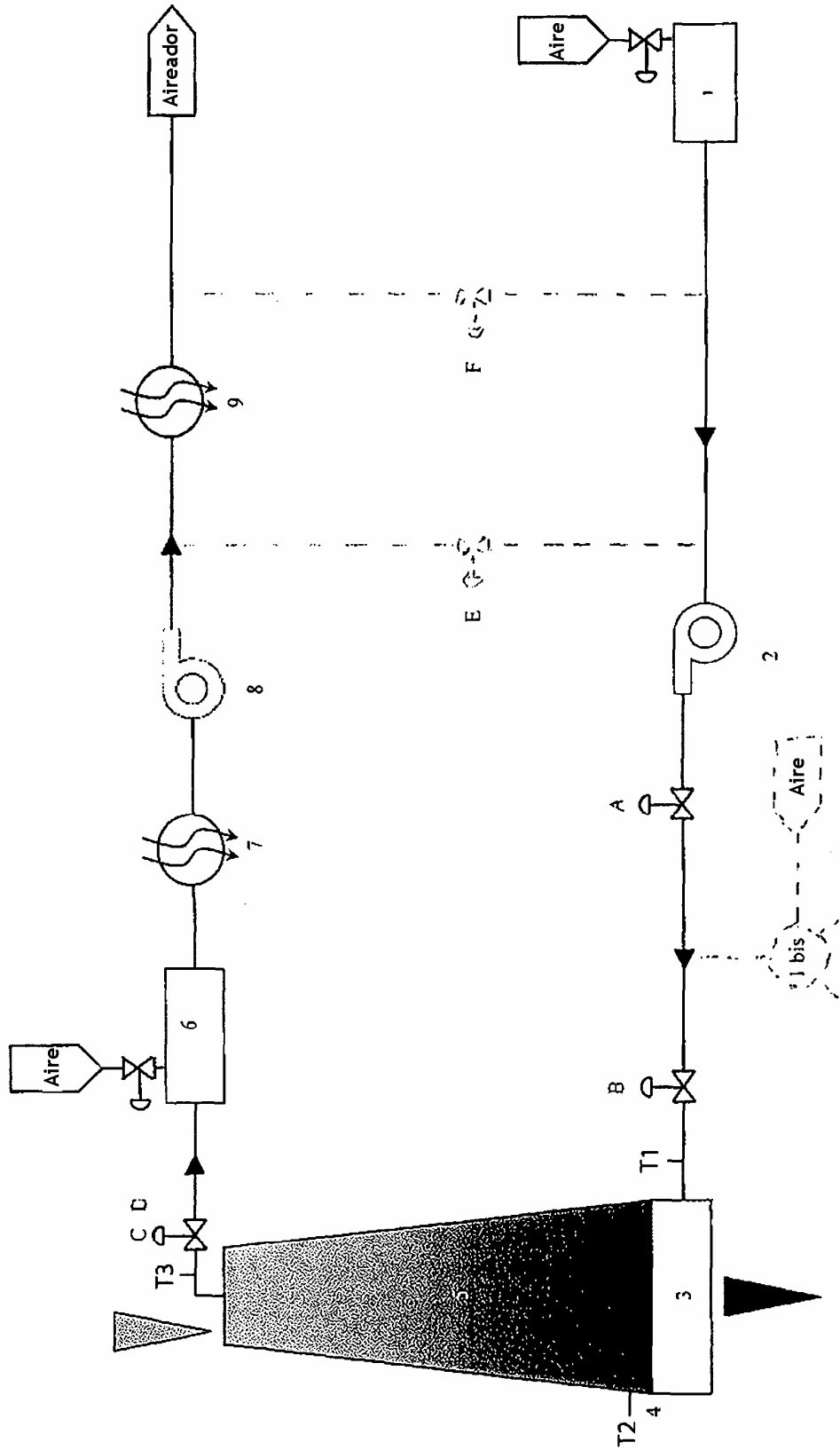


Fig. 4

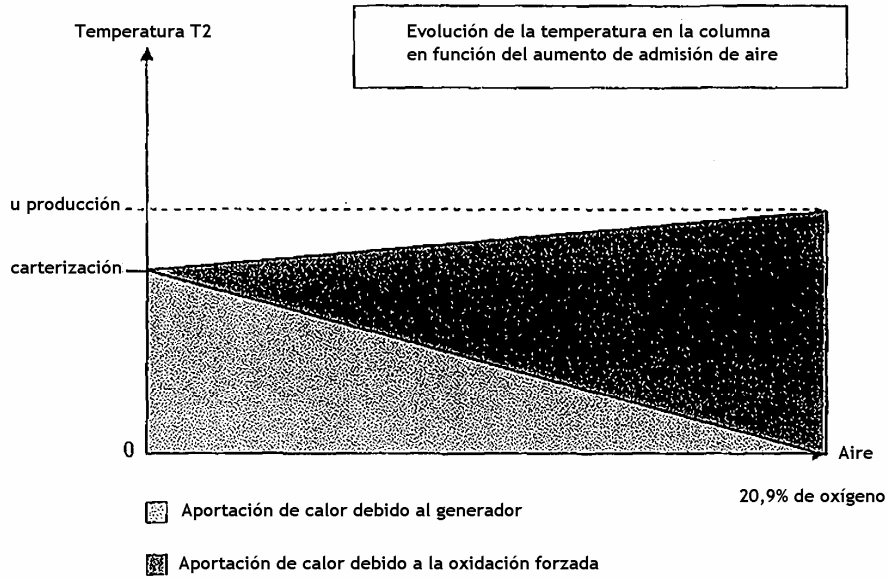


Fig. 5

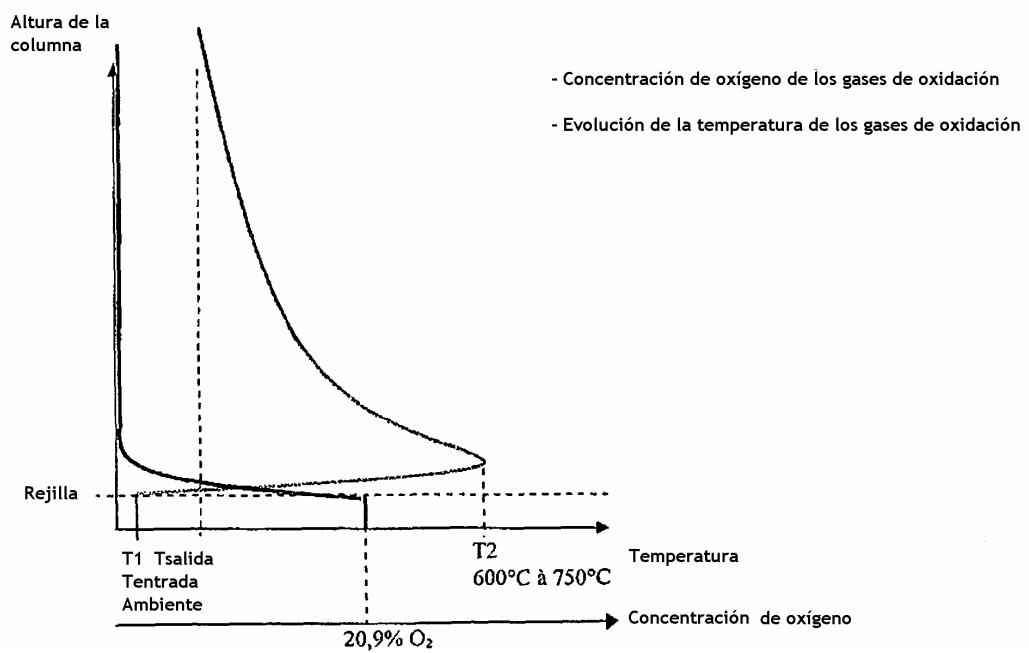


Fig. 6

