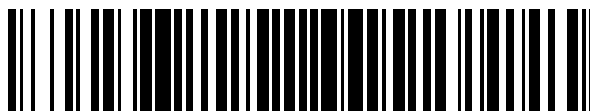


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 890**

51 Int. Cl.:

**C10L 9/08** (2006.01)

**C10L 5/36** (2006.01)

**C10L 5/44** (2006.01)

**B01D 53/00** (2006.01)

**B01D 53/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2014 PCT/NO2014/050024**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14129910**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2014 E 14754174 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 2958978**

54 Título: **Método y aparato para la preparación de combustible a partir de la biomasa**

30 Prioridad:

**20.02.2013 NO 20130279**

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

**03.09.2019**

73 Titular/es:

**ARBAFLAME TECHNOLOGY AS (100.0%)**

**Grasmo**

**2235 Matrand, NO**

72 Inventor/es:

**BRUSLETTO, RUNE y**

**PLÜCKHAHN, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 723 890 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método y aparato para la preparación de combustible a partir de la biomasa

La presente invención está relacionada con un método y un aparato para la preparación de combustibles a partir de la biomasa. Además, se mejoran los costos de fabricación y la reducción de emisiones al aire en la preparación de combustibles a partir de la biomasa.

**Antecedentes**

Las pellas producidas a partir de la biomasa están aumentando con respecto a la producción de electricidad térmica como reemplazo del carbón y es por lo tanto un contribuyente a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En los últimos años, la producción de pellas ha estado dominada por la producción sin tratamiento térmico de la biomasa, produciendo así las llamadas pellas de primera generación o "pellas blancas". Ahora el enfoque está en cambiar la producción de las llamadas pellas de segunda generación donde la biomasa se trata térmicamente para cambiar las propiedades de la biomasa. Uno de estos métodos utiliza el llamado método de explosión por vapor, donde la biomasa se trata térmicamente con vapor.

En la producción de pellas que utiliza el método de explosión por vapor como método para el tratamiento térmico, tal como se describe en la patente NO 320 971 A, o mediante otros métodos relacionados de tratamiento térmico de las biomasa o el llamado material lignocelulósico, estos métodos implican emisiones al aire que no se han considerado adecuadamente. El método de explosión por vapor de presurizar un contenedor de biomasa suministrada y después presurizar con el suministro de vapor, con una subsiguiente descarga instantánea, también proporciona una descarga de vapor y de gases volátiles de la masa que se ha estado calentando.

También hay patentes existentes y vencidas que abordan el tratamiento con vapor de la biomasa o los llamados materiales lignocelulósicos. Estos concluyen principalmente que es ventajoso aplicar vapor (vapor saturado o sobrecalentado) a un contenedor cerrado + cuya biomasa ya se ha suministrado y calentarlo a una temperatura dada en el intervalo de temperatura de 160 grados a 300 grados, dependiendo de qué desea lograr en el reactor y luego vaciar el reactor en uno o dos pasos.

Es parte de la técnica anterior variar el grado de llenado del reactor, para variar la humedad de la biomasa suministrada, y para calcular la cantidad asociada requerida de vapor, tanto para calentar la biomasa (material seco + humedad en la masa) como para crear la relación deseada de presión/temperatura en el reactor. Los intervalos de operación típicos están entre 150 y 280 grados celsius, pero resulta que las propiedades preferidas para propósitos energéticos se logran mejor si la temperatura se mantiene entre 190 y 235 grados celsius, o una presión de aproximadamente 15 a 28 bares.

Cuando se calienta la biomasa húmeda en un recipiente de presión en el que se suministra vapor, el vapor se condensará en las partículas para transferir energía a la biomasa, y su humedad se calentará al intervalo de temperatura deseado. Además, se debe suministrar una cantidad de vapor para lograr la presión y temperatura total deseada de la atmósfera que rodea la biomasa.

Un desafío de este sistema es que utiliza bastante energía para producir la cantidad necesaria de vapor (en el orden de 200-600 kg de vapor por tonelada de material). Se suministra una cierta cantidad de biomasa a la que la cantidad de vapor que se agrega se determina en función del nivel de llenado del reactor, de la presión y temperatura deseadas, de la temperatura de entrada y del nivel de humedad de la masa a ser tratada. Cuando hay poco volumen de masa en un reactor, se requiere calentar menos vapor que cuando hay más masa en el mismo contenedor/reactor, y la masa más seca requiere calentar menos vapor que un material más húmedo, mientras que la presión/temperatura de procesamiento deseadas afectará de manera subsiguiente la demanda total de vapor.

El vaciado del reactor se puede realizar vaciando en uno o más pasos, como se describe en la patente noruega número 320.971, la patente canadiense número 1.267.407 (De Long) u otros. Uno puede de este modo reducir la llamada presión de expulsión a un nivel más bajo que la presión de operación deseada. Esta presión de expulsión puede ser de 1 a 3 bares hasta la presión de procesamiento, dependiendo de lo que realmente se desee lograr. Si es solo para vaciar el reactor, es deseable una presión de expulsión más baja, y si se desea un desfibrado o un "estallido" de las fibras, se desea una presión de expulsión más alta, es decir, una mayor diferencia de presión entre el reactor y el sitio al cual la masa se descarga (a menudo cerca de la presión atmosférica o ligeramente superior para reducir el volumen).

El documento CN 102059076 A describe un dispositivo y un método para llevar a cabo una explosión por vapor en la que la cámara del reactor se presuriza con un pistón sobrealimentado y la presión se libera con un pistón de alivio de presión dispuesto de manera opuesta, la presión empleada está en el intervalo de 1,5 a 5.0 Mpa.

El vaciado/descarga de la biomasa de un reactor puede proceder en forma de un flujo a través de una tubería o paso, expandiéndose hacia un volumen de presión más baja, donde la masa se separa del vapor, de modo que la masa permanece en el tanque/separador/ciclón mientras el vapor se expande al aire libre.

El vaciado se produce rápidamente, la fuerza propulsora es la diferencia de presión. Cuanto mayor sea la diferencia

de presión, mayor será la cantidad de vapor emitido simultáneamente con la masa que se utilizará posteriormente. Cuando esto ocurre, se libera una gran cantidad de energía. Esta energía debe ser preferiblemente recuperada.

5 Durante el tratamiento térmico, los gases volátiles (volátiles) se descargan de la biomasa y se mezclan con vapor y contaminan el vapor. Los gases producidos son principalmente ácidos orgánicos y aldehídos, que son descargados y producidos con el tiempo. La cantidad de gas depende del tiempo, la temperatura y la presión. La reacción inicial primaria y predominante es la descomposición de la hemicelulosa a, por ejemplo, furfural, ácido fórmico y ácido acético. Una plétora de componentes de gas se ha observado en la mezcla. Estos gases tienen diferentes puntos de ebullición y son solubles en agua o insolubles en agua a diferentes intervalos de temperatura. Varios de estos gases tienen un fuerte olor que es característico del método y muchos encuentran el olor es desagradable, y también contiene una gran cantidad de restos de carbono que deberían reutilizarse.

10 El problema general con la recuperación de calor asociado con este tipo de proceso es que una gran cantidad de gas y vapor se descargan en unos pocos segundos, por lo que hay una gran exigencia sobre las unidades de intercambio de calor y, además, el flujo del producto es muy complejo donde los gases volátiles (no condensables) y condensables vienen con una composición de masa poco predecible. Esto puede llevar a una acumulación de presión aguas abajo del proceso que interfiere con el flujo de masa. Además de esto, está el hecho de que muchos de los componentes son toscos en el sentido de que tienen un olor fuerte y pueden provocar molestias físicas para el personal que está expuesto a ellos.

### Objeto

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método y un aparato para producir combustible a partir de biomasa de tal manera que la energía se recicle en mayor medida y se reduzca o elimine la desventaja en forma de olores desagradables.

### La presente invención

Los objetivos anteriores se consiguen mediante la presente invención que, de acuerdo con un primer aspecto, está comprendida por un método como se define en la reivindicación 1.

25 Según un aspecto adicional, la presente invención comprende un aparato como se reivindica en la reivindicación 16.

Las realizaciones preferidas de la invención se describen mediante las reivindicaciones dependientes.

30 La invención es un método y un aparato que proporciona ventajas, entre otras cosas, en la producción de pellas que hace uso del método de explosión por vapor, al permitir la recuperación de energía del vapor de descarga mientras que al mismo tiempo permite la eliminación del problema del olor que es inherente a los gases (COV) que acompañan al vapor en la composición de la descarga.

El contenedor con volumen flexible puede ser un contenedor con paredes flexibles, o un contenedor que tenga al menos una pared móvil, tal como un contenedor cilíndrico con una pared en forma de un pistón móvil. El tratamiento final de la biomasa en forma de secado y fabricación de pellas opcional no se describe más a fondo aquí, ya que esto se puede hacer de varias formas conocidas en la técnica y no constituye parte de la presente invención.

### 35 Descripción detallada del invento

A continuación, la invención se describe más a fondo a modo de ejemplos no limitativos de realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra un aparato según la presente invención en una cierta etapa del método.

La Figura 2 muestra el aparato de la Figura 1 en otra etapa del método.

40 La Figura 1 ilustra de izquierda a derecha, un reactor 11 para el tratamiento térmico de madera/pulpa/material que contiene celulosa. En el reactor 11, la masa se calienta a presión en presencia de vapor de agua y aire. La relación de mezcla entre el vapor de agua y el aire puede variar y el nivel de llenado del reactor también puede variar.

45 La temperatura y el tiempo de residencia en el reactor pueden variar y están típicamente en el intervalo de 160 a 300°C y de 1 a 15 minutos. Temperaturas más altas y el tiempo de procesamiento más largo son como elementos de control realmente indeseables porque proporcionan una mayor degradación, más pérdida de masa y problemas en el funcionamiento aguas abajo del proceso en forma de cantidades indeseables de gases no condensables, gases con olores fuertes, etc.

50 El reactor comprenderá típicamente equipos y dispositivos para controlar y monitorear el proceso, incluyendo válvulas para controlar la presión, medios para calentar y enfriar el reactor respectivamente, etc. Esto no se ilustra dado que la manera en que el proceso se ejecuta en el reactor 11 no es un tema principal de la presente invención.

El contenedor 12 es un recipiente de descarga de presión en el que se descarga la mezcla de reacción al final del

tratamiento. Al menos una porción de la presión en el reactor 11 se descarga repentinamente, expulsando así la mezcla de reacción del reactor al contenedor de descarga de presión 12.

5 El experto en la técnica apreciará que pueden estar presentes gases distintos al vapor y al aire en el reactor, siempre que no interfieran negativamente con las cantidades del proceso. Por ejemplo, la relación entre el oxígeno y el nitrógeno en el reactor es diferente de lo que ocurre en el aire, por ejemplo, mediante la adición de aire enriquecido con oxígeno u oxígeno consumido durante el proceso.

10 Al finalizar el tratamiento de reacción, la mezcla de reacción se expulsa del reactor 11 al tanque de descarga de presión 12 a través del conducto 21. Esto se realiza de una manera conocida en la técnica y, como tal, no representa nada nuevo. El sólido con una cierta cantidad de humedad se mueve al tanque de descarga de presión 12 y se transfiere a través del conducto 22 para el tratamiento posterior de cualquier manera adecuada conocida en la técnica. El gas que contiene componentes condensables, así como componentes que no son condensables en las condiciones prevalecientes, pasa a través del conducto 23 en la parte superior o cerca de la parte superior del tanque de descarga de presión 12, y se dirige directamente desde el mismo a al menos un intercambiador de calor 13.

15 El intercambiador de calor 13 enfría el flujo de gas y asegura que los componentes condensables del gas se condensan, para reducir así el volumen del flujo de gas. El calor de condensación recibido por el refrigerante se utiliza como energía de cualquier manera adecuada dentro o fuera del método actual. Típicamente, esta energía se usa para precalentar el aire para una unidad de secado o para la combustión. El condensado del intercambiador de calor 13 contiene, además del agua, componentes que deben eliminarse antes de que el agua se descargue o se recicle para su reutilización. El condensado se descarga a través del conducto 25, mientras que el gas pasa a la siguiente etapa del método a través del conducto 26.

20 Con respecto al intercambiador de calor o intercambiadores de calor 13, este o estos pueden ser intercambiadores de calor indirectos donde el refrigerante se mantiene separado de los gases de ventilación o pueden ser intercambiadores de calor directos donde el agua de refrigeración se mezcla con los gases de ventilación. También puede ser una combinación, donde el intercambio de calor es principalmente indirecto, pero donde el agua 24 se pulveriza a una velocidad limitada en el flujo de los gases de descarga al intercambiador de calor 13 para provocar la refrigeración rápida de los gases de descarga 23 y así condensar más fácilmente todos los componentes condensables en la subsiguiente etapa indirecta de intercambio de calor.

25 Si uno elige utilizar solo el intercambio de calor directo, se necesita manejar un volumen mucho mayor de fluido aguas abajo del intercambiador de calor. Por lo tanto, se prefiere que el intercambio de calor se realice al menos parcialmente como intercambio de calor indirecto.

30 La siguiente etapa del método consiste en un contenedor 14 con volumen flexible, típicamente un "globo", que al igual que otros globos tiene paredes blandas y está dimensionado para que pueda recibir la "bocanada" de gases no condensables que resultan de la expulsión de un reactor por lotes operado en condiciones normales de operación. En la Figura 1, la mezcla de reacción aún está encerrada en el reactor 11, y el contenedor 14 con volumen flexible está por lo tanto sustancialmente vacío, como se muestra en la figura.

35 Refiriéndonos ahora a la Figura 2, que muestra lo mismo que en la Figura 1, excepto que aquí se acaba de liberar la presión en el reactor, de modo que la mezcla de reacción ha sido expulsada hacia el tanque de descarga de presión 12 mientras el gas se inyecta en el contenedor 14 con volumen flexible a través del intercambiador de calor 13 y los conductos 23 y 26. Unos segundos después de que se descargue la presión, el contenedor 14 se infla con gases no condensables, como se muestra en la Figura 2. El contenedor 14 normalmente estará sobredimensionado en relación con la necesidad que puede calcularse basándose en un solo lote. Además, una válvula de seguridad puede garantizar que el contenedor 14 no explote, incluso en el caso de cantidades extremas de gases no condensables. El contenedor 14 para cada lote durante un corto período de tiempo ocupará la cantidad total de gases no condensables sin causar por ello una sobrepresión significativa, y después, de manera lenta y controlada, liberará el gas a través del conducto 40 45 27 a al menos una cámara 15 para el tratamiento posterior de los gases, asegurando que los gases no escapen a la atmósfera sin ser tratados. Aquí, cualquier componente inflamable puede quemarse y el calor de combustión puede gestionarse mediante un enfriamiento adecuado de la cámara y/o de los gases de escape.

50 El tratamiento posterior se puede realizar en múltiples cámaras 15, dispuestas en serie, en paralelo o en una combinación de serie y en paralelo. Esto no es esencial para la presente invención. Lo importante es lo que ocurre en forma de intercambio de calor en los intercambiadores de calor 13 y la acumulación temporal de gases no condensables en un contenedor 14 con volumen flexible. Esta combinación es única e indica que la energía térmica que antes no se podía gestionar en este tipo de procesos por lotes, ahora es posible recuperarla para lograr un proceso con un menor consumo neto de energía y, por lo tanto, un proceso más rentable. Además, se consigue la ventaja de que se gestionan los gases con olores nocivos o desagradables.

55 Además, es posible reducir la carga en el intercambiador de calor colocando un contenedor con un volumen flexible aguas arriba del mismo, para reducir la velocidad a la que los gases liberados pasan a través del intercambiador de calor. La desventaja de esto es que todos los componentes "sucios" todavía estarán presentes en el gas y partes de éstos se adherirán a las paredes del contenedor 14 con el volumen flexible.

5 Con respecto a la necesidad de dimensionar, un reactor típico para el propósito en cuestión puede tener un volumen de 10 m<sup>3</sup> y con una presión de 25 bares, la descarga de presión producirá hasta aproximadamente 250 m<sup>3</sup> de gas que hay que gestionar. En la práctica, la cantidad de gas será algo menor debido a que parte del volumen del reactor está ocupado por la biomasa y porque parte de la presión se puede descargar cuidadosamente antes de la descarga repentina de presión. Mediante un control adecuado del proceso, el volumen que se descarga en un auge de presión rápido que dura aproximadamente 5 segundos, puede reducirse a aproximadamente 70 m<sup>3</sup>. El calor específico de vaporización del agua es de 242 kJ/mol o 13,45 MJ/kg. Si el 50% de estos 70 m<sup>3</sup> es vapor de agua (aproximadamente 1 kg/m<sup>3</sup>), la necesidad inmediata de transferencia de calor en los intercambiadores de calor será de:

$$35\text{kg}/5\text{s} \times 13,45 \text{ MJ/kg} = 95 \text{ MW}$$

10 siempre que todos los vapores disponibles se condensen. Naturalmente, los procesos pueden controlarse para que sea más grande o más pequeño, las cifras se presentan como un ejemplo de las necesidades de tamaño, pero también para arrojar luz sobre los desafíos del éxito en la gestión de dichos "impactos" ricos en energía. Si la capacidad de condensación no es suficiente, se producirá una acumulación de presión. El requisito previo para el reposo y el escape a través de la unidad de condensación es que la capacidad sea tan grande que la caída de presión no aumente excesivamente.

15 La parte de la reducción del impacto del vapor causado por la introducción/autoproducción de gases volátiles, significa que el impacto de los gases no condensables aumenta a un volumen de 25 a 150 m<sup>3</sup> por tonelada de biomasa o hasta 30 m<sup>3</sup> por segundo. Esto debe considerarse un gran volumen inútil en relación con el tamaño del reactor. Este impacto de presión es grande y debe ser recolectado y luego transmitido como un flujo continuo. Recoger una gran cantidad de gas en poco tiempo a una presión tan baja, es una tarea exigente que, según la presente invención, se resuelve mediante el contenedor con el volumen flexible.

20 El tratamiento posterior también debe realizarse tanto con el agua como con el gas. Esto se hace según la tecnología conocida una vez que el método se lleva a cabo según la presente invención.

Ejemplo

25 Si el reactor deseado es de 10 m<sup>3</sup> y este se suministra con 5 m<sup>3</sup> de biomasa (astillas de madera o similar), entonces eso corresponde a una tonelada de masa

Variación de la humedad en el reactor por tonelada de masa

Materia seca	400	600	700	900	Kg
Calor específico masa madera	2,72 (0,65)	2,72 (0,65)	2,72 (0,65)	2,72 (0,65)	kJ/kg (Kcal/kg)
Dif. Temp.	145	145	145	145	Grados Celsius
entalpía	157.842 (37.700)	236.763 (56.550)	276.224 (65.975)	355.145 (84.825)	kJ (Kcal)
Agua	600	400	300	100	Kg
Calor específico agua	4,19 (1)	4,19 (1)	4,19 (1)	4,19 (1)	kJ/kg Kcal/kg)
dif temp	145	145	145	145	grados
entalpía	364.251 (87.000)	242.834 (58.000)	182.125 (43.500)	60.708 (14.500)	kJ (Kcal)
Suma kJ (Kcal)	522.094 (124.700)	479.598 (114.550)	458.350 (109.475)	415.854 (99.325)	suma kJ (kcal)
Energía requerida	514.800 (514,8)	472.900 (472,9)	451.900 (451,9)	410.000 (410,0)	GJ/kg (GJ/t)

## ES 2 723 890 T3

Cantidad requerida de vapor

	&0% de humedad	10% de humedad	
Requerimiento de energía	514.800 (514,8)	410.000 (410,0)	GJ/kg (GJ/t)
Entalpía de evaporación	1.870	1.870	
Entalpía de agua	920	920	
suma	2.790	2.790	
usos	1.870	1.870	
kg eq vapor	275,274	219,259	Cantidad suministrada de vapor frente a humedad del material

Además, se necesita vapor para proporcionar una presión de vapor deseada

5 El nivel de llenado del 50% significa que aproximadamente el 70% del volumen se llena con vapor para proporcionar presión de vapor, y a una presión de reducción/expulsión de 10 bares, habrá 75 kg de vapor en el reactor.

Cantidad necesaria de vapor para obtener la presión de vapor;

$$75\% \text{ del volumen} * 10 \text{ bar} * 1\text{kg/m}^3 = 75 \text{ kg}$$

A partir de esto podemos calcular el volumen de la bocanada y el volumen de gases no condensables.

Por tonelada de masa suministrada

Humedad como agua	600	100	kg
entalpía	350	350	
Entalpía de agua	306.346	111.741	
Materia seca	400	900	
Entalpía específica TS	228	228	
Entalpía TS	91.000	204.750	
Suma Diferencia entalpía	397.346	316.491	
kg evaporado	212	169	Bocanada
Según aumenta la humedad	63	50	condensado
presión	75	75	
Suma Bocanada	287	244	kg
La pérdida de masa se convierte en GNC	100	100	kg

10

Esto significa que para un volumen y un intervalo de operación típico de 180-235 °C, el volumen condensable es de 25-35 veces el volumen del reactor y los gases no condensables corresponden a la pérdida de masa en el reactor, que varía de 0-30 veces el volumen del reactor. Ambos volúmenes cambian ligeramente cuando resulta que la pérdida de masa se convierte tanto en agua como en gases no condensables dependiendo de la presión/tiempo/temperatura en el reactor. El ejemplo muestra que el impacto inmediato es enorme.

15

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para la preparación de combustibles a partir de la biomasa, donde la biomasa se somete a un tratamiento térmico en un intervalo de temperatura de 150 a 300 °C en un reactor (11) presurizado con vapor y aire, en donde la presión al final del tratamiento térmico se descarga, caracterizado en que el aumento de volumen del vapor y otros gases en la descarga de presión se acumula temporalmente en un contenedor (14) que tiene un volumen flexible, el vapor y otros gases intercambian calor en al menos un intercambiador de calor (13), para que los gases condensables se condensen y descarguen su calor de condensación en al menos un intercambiador de calor (13).
- 10 2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que se usa al menos un contenedor (14) con volumen flexible aguas abajo del intercambiador de calor (13).
3. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que el calor absorbido en el intercambiador de calor (13), se usa al menos en parte para el precalentamiento del agua de suministro.
4. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que dichos gases condensables se recogen como condensado (25) que se separa del gas (26).
5. Un método según la reivindicación 4, caracterizado en que el condensado (25) se purifica antes de la descarga.
- 15 6. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que el gas pasa a través de al menos una etapa de purificación (15) antes de que se descargue.
7. Un método según la reivindicación 6, caracterizado en que dicha etapa de purificación (15) comprende quemar los componentes combustibles, con recuperación de calor de la cámara de combustión y el gas de combustión.
- 20 8. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que la biomasa comprende un material celulósico, y al menos parte de la descarga de presión se realiza repentinamente para desfibrar la celulosa.
9. Un método según la reivindicación 8, caracterizado en que el tratamiento térmico tiene lugar en un intervalo entre 200 y 240°C durante un tiempo suficiente para ablandar la lignina.
10. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que se usa vapor saturado.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado en que se utiliza vapor sobrecalentado.
- 25 12. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que la biomasa tratada térmicamente se seca posteriormente.
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 12, caracterizado en que la biomasa tratada térmicamente se fabrica en pellas.
- 30 14. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que el tratamiento térmico tiene lugar en un período de tiempo de 1 a 30 minutos.
15. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que se utiliza biomasa con un contenido de humedad de entre el 10 y el 60% en peso.
- 35 16. Un aparato para la preparación de combustible a partir de biomasa, donde la biomasa se somete a un tratamiento térmico en un intervalo de temperatura de 150 a 300°C en un reactor (11) presurizado con vapor y aire, en donde la presión al final del tratamiento térmico se descarga, comprendiendo un reactor (11) para el tratamiento térmico y un tanque de descarga de presión (12) que recibe el material después del tratamiento, caracterizado en que comprende además: al menos un intercambiador de calor (13) para el gas que sale del contenedor de descarga de presión (12) y en al menos un contenedor (14) que tiene un volumen flexible para la acumulación temporal de gases no condensados descargados del tanque de descarga de presión (12).

40

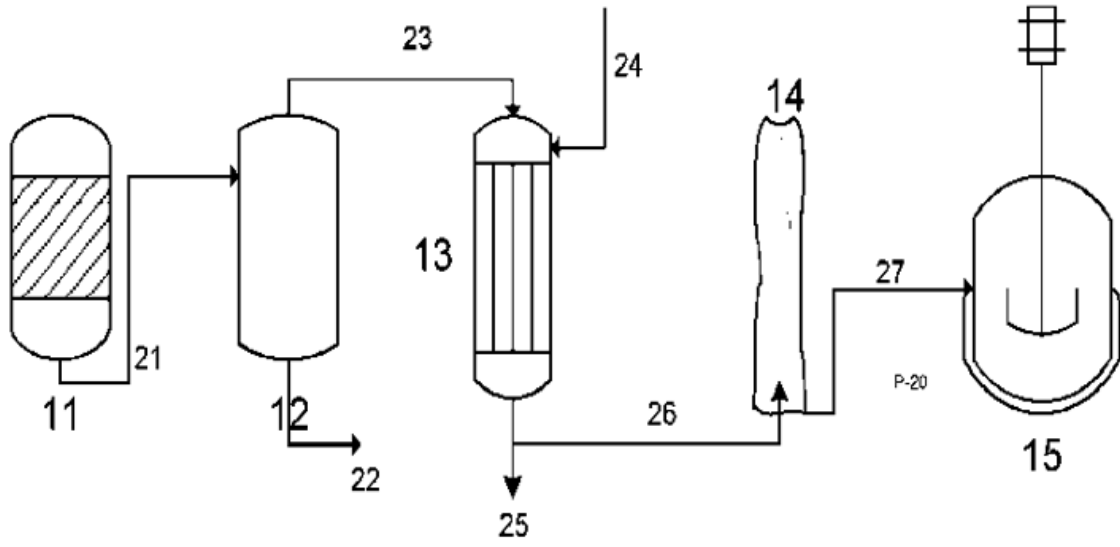


Figura 1

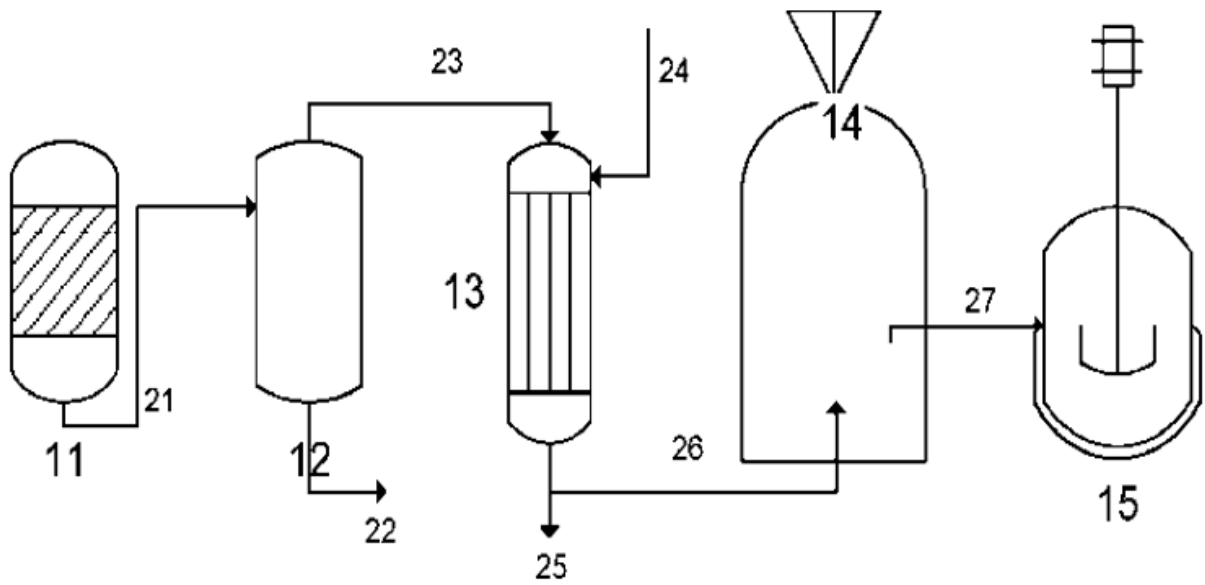


Figura 2