

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 615**

51 Int. Cl.:

C10L 5/46 (2006.01)

B09B 3/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2020** E 20204802 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2022** EP 3992269

54 Título: **Instalación de peletización para la generación de pastillas de combustible sólido recuperado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2022

73 Titular/es:

RWE GENERATION NL B.V. (100.0%)
Amerweg 1
4931 NC Geertruidenberg, NL

72 Inventor/es:

EURLINGS, JOHANNES THEODORUS
GERARDUS MARIE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 929 615 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

Instalación de peletización para la generación de pastillas de combustible sólido recuperado

El objeto de la presente invención es un procedimiento y una instalación para producir pastillas de combustible sólido recuperado a partir de residuos sólidos municipales y el uso de los mismos en torrefacción.

- 5 Los Residuos Sólidos Municipales (MSW) se generan en todo el mundo y deben ser tratados. En el hemisferio occidental, los residuos sólidos municipales se depositan en vertederos o se incineran. La incineración se centra en maximizar el uso del contenido energético de los residuos sólidos municipales en contraste con el reciclaje o la reutilización del contenido de los residuos sólidos municipales a escala molecular como, p. ej. en el reciclaje químico. La incineración genera problemas en cuanto a la emisión de contaminantes a la atmósfera lo que resulta, dependiendo de la legislación nacional o incluso local, en importantes esfuerzos tecnológicos necesarios para cumplir con las limitaciones previstas por la legislación nacional/local. Además, los productos generados por la incineración, p. ej. las cenizas volantes, las cenizas de fondo, el yeso y el carbón activo cargado de metales pesados y/o dioxinas crean nuevos desafíos con respecto a su uso y/o procesamiento posterior. Además, los residuos de eficiencia energética, es decir, la cantidad de valor calórico transferido a la energía térmica es baja y normalmente está en un intervalo del 20 al 25%. El documento US 2011/021434 A1 describe un procedimiento para preparar pastillas de combustible a partir de residuos municipales y utilizarlas como combustible.

- Alternativamente, se analizan alternativas a la incineración y el vertido de residuos sólidos municipales como estos, que se basan principalmente en la generación de pastillas de combustible sólido recuperado (SRF) a partir de residuos sólidos municipales para permitir un procesamiento posterior, no obstante, en la preparación de estas pastillas se observan diferentes limitaciones de legislaciones, es decir, en cuanto al contenido de cloro, el contenido de cenizas, el contenido de metales pesados y el valor calorífico respectivo, como se establece en las normas europeas EN 15359:2011. Para cumplir, p. ej. esta norma generalmente parte de los residuos sólidos municipales se separa, p. ej., para cumplir con las limitaciones de cloro, p. ej., separando el cloruro de polivinilo (PVC) y fracciones más finas, normalmente con un alto contenido de metales pesados, humedad, cenizas y fracción biogénica, de los residuos sólidos municipales. En consecuencia, se pierde hasta un 40% en peso [% en peso] de los residuos sólidos municipales para la producción de pastillas de combustible sólido recuperado. Además, la tecnología de separación necesaria requiere un esfuerzo tecnológico considerable, y, por tanto, invertir.

En base a esto, es un objeto de la presente invención mejorar la tecnología para generar pastillas de combustible sólido recuperado a partir de residuos sólidos municipales.

- 30 Este objeto se soluciona mediante las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes están dirigidas a realizaciones de la invención.

El procedimiento para procesar residuos sólidos municipales en pastillas de combustible sólido recuperado sin clasificar los materiales que contienen cloro y la torrefacción posterior de las pastillas según la presente invención comprende las siguientes etapas:

- 35 a) proporcionar un residuo sólido que comprenda residuos sólidos municipales;
- b) triturar la totalidad de los residuos sólidos a un residuo sólido triturado;
- c) aplicar un campo magnético a los residuos sólidos triturados para eliminar las partículas ferromagnéticas;
- d) secar los residuos sólidos triturados;
- e) separar por corrientes de Foucault de los metales no ferrosos de los residuos sólidos triturados;
- 40 f) eliminar otros residuos mediante un clasificador de densidad que genera un flujo de material previamente limpiado;
- g) moler la corriente de material previamente limpiado en un flujo de material molido;
- h) prensar el flujo de material molido a pastillas de combustible sólido recuperado; y

usando las pastillas de combustible sólido recuperado en una torrefacción con temperaturas entre 250 °C y 300 °C dando como resultado una oxidación subestequiométrica de las pastillas de combustible sólido recuperado.

- 45 Las etapas a) a h) se realizan en orden cronológico. Los residuos sólidos de la etapa a) comprenden residuos sólidos municipales. La trituración en la etapa b) resulta en un tamaño máximo de partícula de 80 mm. Aquí, la totalidad de los residuos sólidos se tritura, no se separa ninguna fracción antes de iniciar el proceso. En particular, sin componentes con alto contenido de cloro, p. ej. PVC, se separan en la etapa c) del sólido triturado. Además, no se separan fracciones más finas típicamente altas en metales pesados, humedad, cenizas y fracción biogénica aguas arriba de la etapa de trituración. En la etapa c) se aplica un campo magnético, p. ej. por un electroimán. Mediante este campo magnético, las partículas ferromagnéticas, en particular las partículas de metales ferrosos, se eliminan de los residuos sólidos triturados.
- 50

5 La etapa de secado d) reduce el contenido de humedad en las pastillas de combustible sólido recuperado, lo que es ventajoso para el uso posterior de las pastillas de combustible sólido recuperado, p. ej. en un proceso de torrefacción y gasificación para producir gas de síntesis enriquecido con hidrógeno y/o una corriente de dióxido de carbono puro como materia prima para otros procesos. El calor de secado en la etapa d) se suministra preferiblemente reciclando el calor de evaporación en el aire de escape cargado de humedad a través de una columna de lavado y un sistema de bomba de calor eléctrico como se describe, p. ej., en el documento EP 3 184 946 A. En particular, la etapa de secado se controla de tal manera que se genera un contenido de humedad del 10% en peso y menos en los residuos sólidos triturados aguas abajo de la etapa de secado.

10 En la etapa e) se usa un separador de corriente de Foucault combinado con un segundo imán para separar metales no ferrosos, en particular metales a base de cobre, aluminio y zinc. Los residuos adicionales de la etapa f) incluyen *i.a.* minerales como p. ej. vidrio, piedra y/o cerámica y otros materiales tales como el acero inoxidable.

15 La molienda en la etapa g) se realiza preferiblemente usando una trituradora de bajas RPM. Preferiblemente, debido al proceso de molienda en la etapa g) se alcanza un diámetro máximo de partícula de 30 mm [milímetro], en particular de 25 mm en la corriente de material molido. Esto asegura un prensado fiable de pastillas de combustible sólido recuperado en la etapa h).

En la etapa h) se generan las pastillas de combustible sólido recuperado de forma fiable. Esto se debe al contenido de humedad exacto en el flujo de material molido, así como al tamaño de partícula preciso en el flujo de material molido.

20 Las pastillas de combustible sólido recuperado generadas en las etapas a) a h) son particularmente útiles en la torrefacción y gasificación. Con el contenido de humedad proporcionado en la etapa d) se puede asegurar una torrefacción y gasificación de alto rendimiento. Es decir, es posible un uso de los residuos sólidos municipales con respecto a un alto rendimiento de hidrógeno y/o dióxido de carbono en una torrefacción y gasificación posteriores de las pastillas de combustible sólido recuperado.

25 El uso posterior de las pastillas de combustible sólido recuperado en una torrefacción con temperaturas entre 250 °C y 300 °C que resulta en una oxidación subestequiométrica de las pastillas de combustible sólido recuperado, es decir, un proceso de carbonización de las pastillas de combustible sólido recuperado. Las pastillas carbonizadas resultantes se gasifican posteriormente con flujo arrastrado de alimentación seca, mientras que los gases resultantes se procesan por separado, en particular mediante un proceso de craqueo térmico atmosférico. El término torrefacción se entiende como un tratamiento termoquímico de las pastillas de combustible sólido recuperado a temperaturas de 250 °C a 320 °C. Se lleva a cabo bajo presión atmosférica y sin añadir más oxígeno, p. ej. sin proporcionar aire. Durante el proceso de torrefacción, el agua contenida en las pastillas de combustible sólido recuperado se evapora al igual que los volátiles incluidos en las pastillas de SRF. Los biopolímeros incluidos en las pastillas SRF se descomponen parcialmente bajo la liberación de volátiles. El producto del proceso de torrefacción son pastillas carbonizadas y gas de torrefacción.

35 Se suprime la oxidación subestequiométrica de las pastillas de combustible sólido recuperado y la formación de óxidos a partir de metales pesados. En cambio, se generan sulfuros de metales pesados que son insolubles en agua, en comparación con los óxidos y cloruros metálicos más volátiles y bien solubles, cuya generación se ve favorecida en atmósferas oxidantes. En consecuencia, los contenidos de cloro, cenizas y metales pesados en el presente enfoque son menos críticos. Por lo tanto, se puede evitar una separación inicial de compuestos con alto contenido de cloro y compuestos de metales pesados sin impacto en el medio ambiente.

Según una realización preferida, en la etapa d) el contenido de humedad de los residuos sólidos triturados se ajusta del 5 al 10% en peso. Un contenido de humedad en este intervalo permite una etapa de prensado estable y permite una torrefacción estable y fiable de las pastillas de combustible sólido recuperado.

45 Según una realización preferida en la etapa d), el secado se realiza en un horno que se calienta por aire que es conducido aguas abajo del horno a través de una columna de lavado que está conectada térmicamente a una bomba de calor para la recuperación de energía. Esto permite un calentamiento estable y energéticamente eficiente del horno y, por lo tanto, un proceso de secado bien definido para los residuos sólidos triturados que tienen un contenido de humedad bien definido aguas abajo del horno.

50 Según otro aspecto se propone una instalación de peletización para el procesamiento de residuos sólidos que comprenden residuos sólidos municipales a pastillas de combustible sólido recuperado, que comprende los elementos:

A) una trituradora para triturar la totalidad de los residuos sólidos a un residuo sólido triturado;

B) una primera unidad de retirada de metal que incluye un imán;

C) una secadora para secar los residuos sólidos triturados;

D) una segunda unidad de retirada de metal que comprende un separador de corrientes de Foucault y un segundo imán;

E) un clasificador de densidad;

F) un molino; y

5 G) una prensa de pastillas;

donde los elementos están dispuestos y conectados de tal manera que los residuos sólidos se pueden transportar a través de los elementos A) a G) en orden alfabético.

10 Según la presente invención, dicha instalación de peletización es parte de una instalación, que comprende además una unidad de torrefacción para la oxidación subestequiométrica de las pastillas que se pueden generar en la prensa de pastillas. La instalación de peletización procesa los residuos sólidos que comprenden residuos sólidos municipales en pastillas de combustible sólido recuperado según el procedimiento según la presente invención.

Según una realización preferida, la secadora comprende un horno que se calienta por aire que es conducido aguas abajo del horno a través de una columna de lavado que está conectada térmicamente a una bomba de calor para la recuperación de energía.

15 Cabe señalar que las características individuales especificadas en las reivindicaciones pueden combinarse entre sí de cualquier manera tecnológicamente razonable deseada y formar otras realizaciones de la invención. La memoria descriptiva, en particular junto con las figuras, explica la invención más detalladamente y especifica realizaciones particularmente preferidas de la invención. Las variantes especialmente preferidas de la invención y el campo técnico se explicarán ahora con más detalle con referencia a las figuras adjuntas. Cabe señalar que el ejemplo de
20 realización mostrado en las figuras no pretende restringir la invención. Las figuras son esquemáticas y pueden no estar a escala. Las figuras muestran:

Fig. 1 una visualización de una instalación de peletización;

Fig. 2 un ejemplo de la instalación de peletización incluida en un procedimiento para preparar hidrógeno a partir de residuos sólidos; y

25 Fig. 3 un ejemplo de una secadora utilizada en la instalación de peletización.

Según la Fig. 1, una instalación de peletización 100 incluye una trituradora 102. Los residuos sólidos 103, p. ej. los residuos sólidos municipales (residuos sólidos municipales) y/o biomasa, se suministran a la trituradora 102, generando residuos sólidos triturados 104 que son transportados por una primera unidad de eliminación de metales 105 que incluye un imán para eliminar los residuos de hierro 106 de los residuos sólidos triturados 104. A
30 continuación, los residuos sólidos triturados 104 se envían a una secadora 107 en la que se elimina el agua 108 de los residuos sólidos triturados 104. Los residuos sólidos triturados 104 se transportan a continuación a una segunda unidad de eliminación de metales 109 para eliminar los residuos metálicos 110 de los residuos sólidos triturados 104, comprendiendo la segunda unidad de eliminación de metales 109 un segundo imán 139 para eliminar más metales de hierro y una corriente de Foucault para eliminar metales que no son de hierro.

35 A partir de entonces, los minerales y el acero inoxidable se eliminan como residuos adicionales 111 en un clasificador de densidad 112. En el clasificador de densidad 112, los residuos de alta densidad, como las partículas de acero inoxidable, que no se pueden eliminar con un imán ni con una corriente de Foucault, se eliminan basándose en las diferencias de densidad entre los residuos adicionales 111 y el resto de los residuos sólidos triturados 104. Lo mismo se aplica a los minerales como el vidrio o la piedra que se eliminan del resto de los
40 residuos sólidos triturados 104 en virtud de su diferencia de densidad. Ejemplos preferidos para clasificadores de densidad 112 son, p. ej. clasificadores de aire

Después de eliminar los demás residuos 111, los residuos sólidos triturados 104 se han despojado de los metales de hierro (tales como residuos de hierro 106 y residuos metálicos 110), los metales no ferrosos, acero inoxidable y minerales como otros residuos 111 así como la humedad en forma de agua 108. El resto de los residuos sólidos
45 triturados 104 es básicamente idéntico a los residuos sólidos 103 que se han introducido en la instalación de peletización 100. En particular, en la presente instalación de peletización 100 no es necesario separar, p. ej. fracciones finas de los residuos sólidos 103 o materiales que contienen cloro como p. ej. cloruro de polivinilo (PVC) o similar. Esto significa la relación de masa del flujo de material limpiado previamente 113 que está presente aguas abajo de la primera unidad de retirada de metal 105, la segunda unidad de retirada de metal 109 y el clasificador de
50 densidad 112 a la masa de los residuos sólidos 103 introducidos en la instalación de peletización 1 es más grande que para los enfoques conocidos.

El flujo de material limpiado previamente 113 se muele después en un molino 114, en particular a tamaños de partículas de menos de 25 mm para generar un flujo de material molido 115. Posteriormente, el flujo de material molido 115 se introduce en una prensa de pastillas 116 para generar pastillas de combustible sólido recuperado 117.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente la instalación de peletización 100 en la que las pastillas de combustible sólido recuperado 117 se proporcionan a una planta 1 para convertir residuos sólidos en un gas que comprende hidrógeno, en particular en gas de síntesis que comprende hidrógeno e hidrógeno. Después de preparar pastillas a partir de residuos sólidos como residuos sólidos municipales 103 y/o biomasa en la instalación de peletización 100, las pastillas respectivas 117 se transportan a la planta 1 y se proporcionan a una unidad de torrefacción 200 en la que las pastillas se oxidan subestequiométricamente a temperaturas de 250 °C a 300 °C. La torrefacción de las pastillas resulta en pastillas carbonizadas 201, que se gasifican en una unidad de gasificación 300. Otro producto de la torrefacción es el gas de torrefacción 202 que se proporciona a una unidad de procesamiento de gas de torrefacción 400. El producto de la unidad de procesamiento de gas de torrefacción 400 y la unidad de gasificación 300 es un gas de síntesis 301, 401 que comprende vapor de agua, monóxido de carbono e hidrógeno. Ambos gases de síntesis 301, 401 se introducen en una unidad de cambio de CO 500 en la que el monóxido de carbono (CO) reacciona con el vapor de agua (H₂O) a dióxido de carbono (CO₂) e hidrógeno (H₂). Gas de síntesis desplazado 501 con mayor contenido de hidrógeno en comparación con los gases de síntesis 301, 401 que se genera en la unidad de desplazamiento de CO 500 y se transfiere a una unidad de limpieza de gas 600 que separa un flujo de gas producto rica en hidrógeno 601, preferiblemente con un contenido de hidrógeno del 99,5% en volumen y más de un gas de purga 602. La instalación de peletización 100 está preferiblemente fuera del sitio, es decir, no está situada en el mismo lugar que la planta 1 para convertir los residuos sólidos en un gas que comprende hidrógeno. Es ventajoso que la instalación de peletización 100 esté fuera del sitio, ya que reduce la masa de los residuos sólidos municipales, ya que normalmente se evapora alrededor del 30 al 35% en peso del contenido de agua de los residuos municipales. Esto reduce significativamente la masa que se va a transportar. Además, la huella de las plantas químicas tal como la planta 1 puede reducirse ya que la instalación de peletización 100 permite una producción central de pastillas de combustible sólido recuperado y el posterior transporte de estas pastillas a la planta química donde se necesiten.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de una secadora 107 utilizada en una instalación de peletización 100 como en la figura 1. La secadora 107 para secar residuos sólidos triturados 104 comprende un horno 118 para acomodar los residuos sólidos triturados 104, una columna de lavado 119 que también se puede denominar depurador, bomba de calor 120 y radiador 121. El aire es aspirado hacia la secadora 107 a través de una entrada de aire de la secadora 122 que normalmente está conectada de forma fluida con la atmósfera. El aire aspirado se puede transportar al radiador 121 a través de un respiradero que no se muestra en la figura 3. La entrada de aire de la secadora 122 está conectada de forma fluida con una entrada de aire del radiador 123 del radiador 121 a través de un conducto. El aire transportado al radiador 121 se calienta en el radiador 121 y sale del radiador 121 a través de una salida de aire del radiador 124. El aire calentado se transporta hacia el horno 118, donde una entrada de aire del horno 125 está conectada de forma fluida con la salida de aire del radiador 124 a través de un conducto. Los residuos sólidos triturados 104 se disponen dentro del horno 118 y el aire transportado al horno 118 fluye a través de los residuos sólidos triturados 104 y sale del horno 118 a través de una salida de aire del horno 126. La temperatura del aire que entra en el horno 118 en un proceso de secado es de aproximadamente 80 °C, donde el aire que sale del horno 118 presenta una temperatura de aproximadamente 45 °C. La humedad relativa del aire que sale del horno 118 es aproximadamente del 100%.

El horno 118 está en comunicación fluida con la columna de lavado 119, donde la salida de aire del horno 126 está conectada de forma fluida con una entrada de aire de la columna de lavado 127. Dentro de la columna de lavado 119 el aire se pone en contacto estrecho con agua fría. De este modo, el aire húmedo y caliente se enfría de modo que la humedad del aire se condensa y el calor latente se transfiere al calor sensible del agua. Esto resulta en un calentamiento del agua de aproximadamente 18 °C a aproximadamente 25 °C a 28 °C y un enfriamiento del aire de aproximadamente 28 °C a 32 °C a aproximadamente 22 °C a 24 °C. El aire enfriado sale de la columna de lavado 119 a través de una salida de aire de la columna de lavado 128 que está en comunicación fluida con una salida de aire de la secadora 129.

El aire que sale de la columna de lavado 119 también se puede conducir a la entrada de aire de la secadora 122 a través de una línea de recirculación 130, de modo que la salida de aire de la columna de lavado 128 se conecta de forma fluida con la entrada de aire de la secadora 122. Una disposición correspondiente resulta en un menor consumo de energía del dispositivo 100. La línea de recirculación 130 no está necesariamente incluida en el dispositivo 100 y puede omitirse.

Con respecto al flujo de aire, el radiador 121 se ubica aguas abajo de la entrada de aire de la secadora 122, el horno 118 se ubica aguas abajo del radiador 121, la columna de lavado 119 se ubica aguas abajo del horno 118 y la salida de aire de la secadora 129 se ubica aguas abajo de la columna de lavado 119.

La columna de lavado 119 también comprende una salida de agua de la columna de lavado 131 que está conectada de forma fluida con una primera entrada de agua de la bomba de calor 132. Una primera salida de agua de la bomba de calor 133 está conectada de forma fluida con una entrada de agua de la columna de lavado 134. Por lo tanto, el agua circula entre la columna de lavado 119 y la bomba de calor 120. El agua se puede transportar a través de una bomba que no se muestra en la figura 3.

El agua se calienta en la columna de lavado 119 a través del aire que entra en la columna de lavado 119 a través de la entrada de aire de la columna de lavado 127 y el agua calentada sale de la columna de lavado 119 a través de la

5 salida de agua de la columna de lavado 131 y entra en la bomba de calor 120 a través de la primera entrada de la bomba de calor 132. La energía térmica del agua que entra en la bomba de calor 120 se transfiere a continuación a otro ciclo de calor que se realiza entre la bomba de calor 120 y el radiador 121. El agua que entra en la bomba de calor 120 exhibe una temperatura de aproximadamente 26 °C a 28 °C y el agua que sale de la bomba de calor 120 a través de la primera salida de la bomba de calor 133 exhibe una temperatura de aproximadamente 18 °C.

10 La primera salida de la bomba de calor 133 está conectada de forma fluida con una entrada de agua de la columna de lavado 134. Por lo tanto, el agua enfriada dentro de la bomba de calor 120 entra en la columna de lavado 119 a través de la entrada de agua de la columna de lavado 134. Por lo tanto, se realiza un ciclo de calor entre la columna de lavado 119 y la bomba de calor 120, donde la energía térmica del agua que sale de la columna de lavado 119 se transfiere a través de la bomba de calor 120 a un segundo ciclo de calor entre la bomba de calor 120 y el radiador 121.

15 Una segunda salida de bomba de calor 135 está conectada de forma fluida y, por lo tanto, térmicamente con una entrada de agua del radiador 136 y una salida de agua del radiador 137 está conectada de forma fluida y, por lo tanto, térmicamente con una segunda entrada de bomba de calor 138. El agua se transporta por lo tanto a través de bombas que no se muestran en la figura 3 entre la bomba de calor 120 y el radiador 121. En consecuencia, se realiza un segundo ciclo de calor entre la bomba de calor 120 y el radiador 121. La energía térmica del agua que sale de la columna de lavado 119 se transfiere a través de la bomba de calor 120 al radiador 121 y al aire que fluye a través del radiador 121 desde la entrada de aire del radiador 123 hasta la salida de aire del radiador 124.

20 La instalación de peletización 100 según la presente invención permite la fabricación de pastillas de combustible sólido recuperado a partir de residuos sólidos municipales sin separar partes de los residuos sólidos municipales antes de iniciar el proceso de peletización. Por lo tanto, una mayor cantidad de residuos sólidos municipales se puede utilizar realmente para fabricar pastillas de combustible sólido recuperado. La instalación de peletización 100, así como el procedimiento según la invención, se pueden utilizar en particular para fabricar pastillas de combustible sólido recuperado que se pueden utilizar en la producción de gas de síntesis enriquecido con hidrógeno y/o dióxido de carbono mediante una torrefacción de las pastillas de combustible sólido recuperado con un tratamiento de gas posterior.

Números de referencia

1	planta para convertir residuos sólidos en un gas que comprende hidrógeno
100	instalación de peletización
30	102 trituradora
	103 residuos sólidos
	104 residuos sólidos triturados
	105 primera unidad de retirada de metal
	106 residuos de hierro
35	107 secadora
	108 agua
	109 segunda unidad de retirada de metal
	110 residuos de metal
	111 otros residuos
40	112 clasificador de densidad
	113 flujo de material limpiado previamente
	114 molino
	115 flujo de material molido
	116 prensa de pastillas
45	117 pastilla de combustible sólido recuperado
	118 horno

ES 2 929 615 T3

	119	columna de lavado
	120	bomba de calor
	121	radiador
	122	entrada de aire de la secadora
5	123	entrada de aire del radiador
	124	salida de aire del radiador
	125	entrada de aire del horno
	126	salida de aire del horno
	127	entrada de aire de la columna de lavado
10	128	salida de aire de la columna de lavado
	129	salida de aire de la secadora
	130	línea de recirculación
	131	salida de agua de la columna de lavado
	132	primera entrada de la bomba de calor
15	133	primera salida de la bomba de calor
	134	entrada de agua de la columna de lavado
	135	salida de la segunda bomba de calor
	136	entrada de agua del radiador
	137	salida de agua del radiador
20	138	entrada de la segunda bomba de calor
	139	segundo imán
	200	unidad de torrefacción
	201	pastillas carbonizadas
	202	gas de torrefacción
25	300	unidad de gasificación
	301	primer flujo de gas de síntesis
	400	unidad de procesamiento de gas de torrefacción
	401	gas de síntesis
	500	unidad de cambio de CO
30	501	gas de síntesis desplazado
	600	unidad de limpieza de gases
	601	producto gas rico en hidrógeno
	602	gas de purga

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el procesamiento de residuos sólidos municipales en pastillas de combustible sólido recuperado (117) sin separar los materiales que contienen cloro y la posterior torrefacción de las pastillas (117), que comprende las siguientes etapas:

- 5 a) proporcionar un residuo sólido (103) que comprende residuos sólidos municipales;
- b) triturar la totalidad del residuo sólido (103) a un residuo sólido triturado (104);
- c) aplicar un campo magnético a los residuos sólidos triturados (104) para eliminar las partículas ferromagnéticas;
- d) secar los residuos sólidos triturados (104);
- e) separar por corrientes de Foucault de metales no ferrosos de los residuos sólidos triturados (104);
- 10 f) eliminar otros residuos (111) mediante un clasificador de densidad (112) generando un flujo de material limpiado previamente (113);
- g) moler el flujo de material limpiado previamente (113) a un flujo de material molido (115);
- h) prensar el flujo de material molido (115) en pastillas de combustible sólido recuperado (117); y
- 15 usar las pastillas de combustible sólido recuperado en una torrefacción con temperaturas entre 250 °C y 300 °C que resultan en una oxidación subestequiométrica de las pastillas de combustible sólido recuperado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa d) se ajusta el contenido de humedad de los residuos sólidos triturados (104) del 5 al 10% en peso.

- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la etapa d) el secado se realiza en un horno (118) calentado por aire guiado aguas abajo del horno (118) a través de una columna de lavado (119) conectada térmicamente a una bomba de calor (120) para la recuperación de energía.

4. Instalación, que incluye una instalación de peletización (100) para el procesamiento de residuos sólidos (103) que comprende residuos sólidos municipales a pastillas de combustible sólido recuperado (117) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende los elementos:

- A) una trituradora (102) para triturar la totalidad del residuo sólido (103) a un residuo sólido triturado (104);
- 25 B) una primera unidad de retirada de metal (105) que incluye un imán;
- C) una secadora (107) para secar los residuos sólidos triturados (104);
- D) una segunda unidad de retirada de metal (109) que comprende un separador de corriente de Foucault y un segundo imán (139);
- E) un clasificador de densidad (112);
- 30 F) un molino (114); y
- G) una prensa de pastillas (116);

- 35 donde los elementos están dispuestos y conectados de tal manera que los residuos sólidos (103) se pueden transportar a través de los elementos A) a G) en orden alfabético, que comprende además una unidad de torrefacción (200) para la oxidación subestequiométrica de las pastillas (117) generables en la prensa de pastillas (116).

5. Instalación (100) según la reivindicación 4, en la que la secadora (107) comprende un horno rotatorio (118) que se calienta por aire guiado aguas abajo del horno rotatorio (118) a través de una columna de lavado (119) que está conectada térmicamente a una bomba de calor (120) para la recuperación de energía.

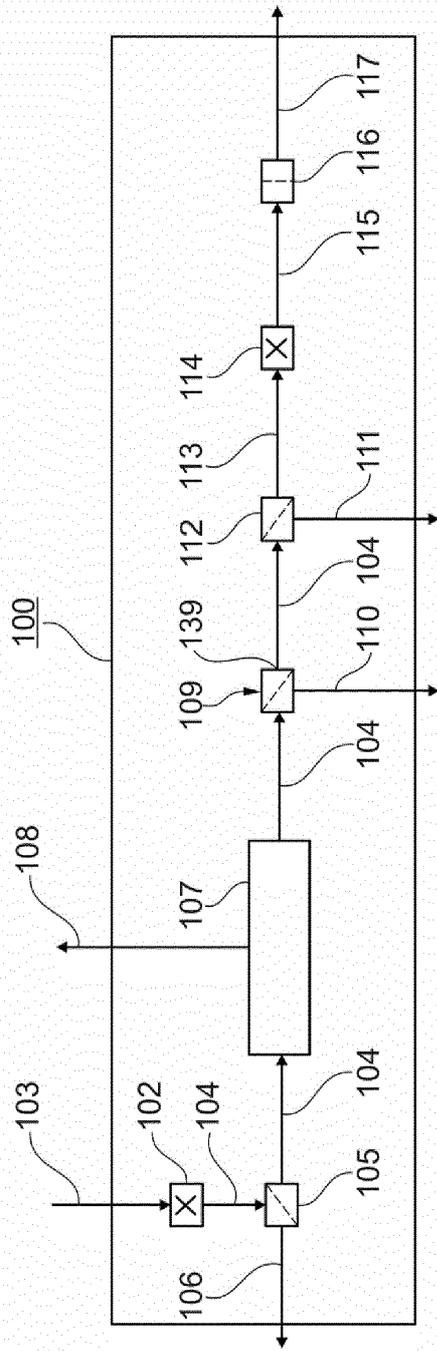


Fig. 1

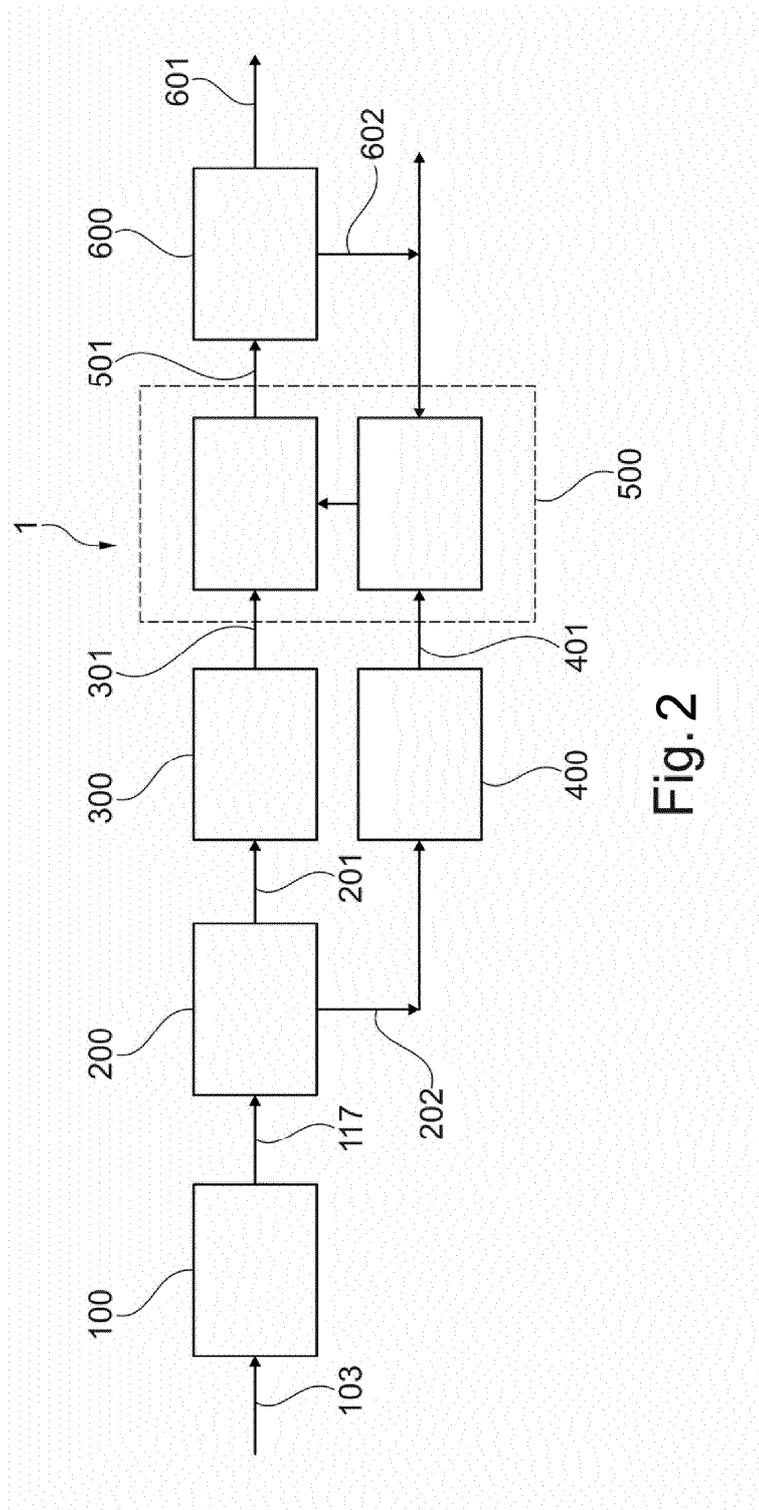


Fig. 2

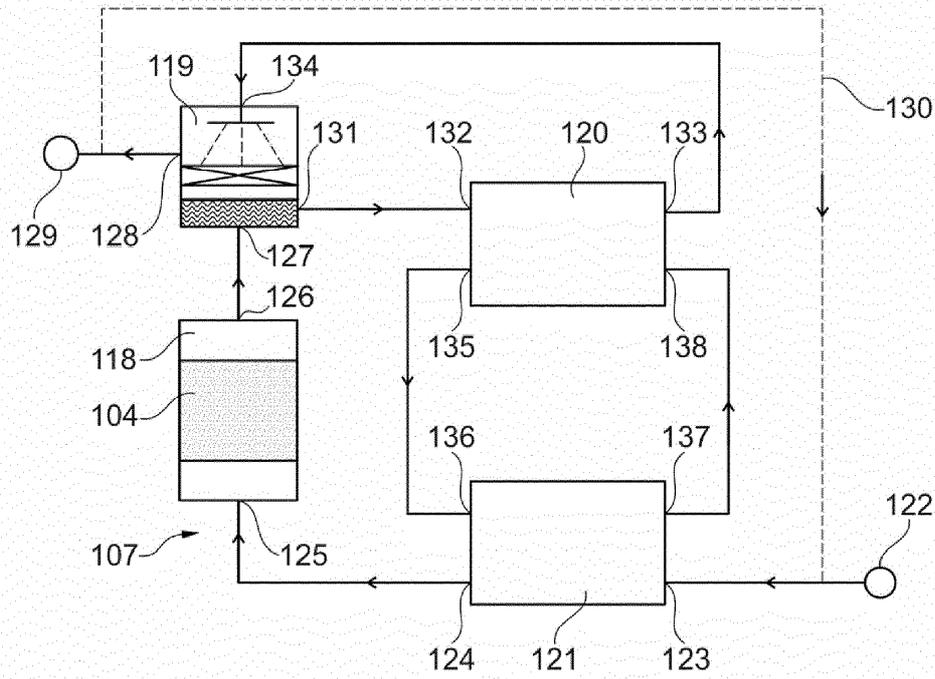


Fig. 3