

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 002**

21 Número de solicitud: 201731262

51 Int. Cl.:

C10L 5/42 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

28.10.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.04.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

24.07.2019

Fecha de concesión:

18.09.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

25.09.2019

73 Titular/es:

VARELA RODRÍGUEZ, Hiram (100.0%)

Beiramar, 9, 1ºB

15172 Oleiros (A Coruña) ES

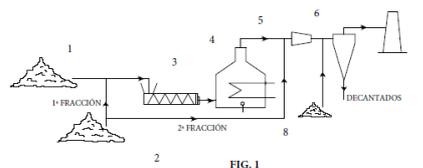
72 Inventor/es:

VARELA RODRÍGUEZ, Hiram

54 Título: **Sistema integral de combustión de estiércol**

57 Resumen:

Sistema integral de combustión de estiércol. Se preconiza un sistema que permite la combustión de estiércol para su aprovechamiento energético, al tiempo que se minimiza el efecto nocivo de las sustancias tóxicas y corrosivas que se generan. Se contempla la adición de serrín de madera, tanto aguas arriba como aguas debajo de una caldera de biomasa. Igualmente se contempla la adición de diatomita aguas debajo de la caldera. El serrín y diatomita poseen la capacidad de secuestrar una pluralidad de las sustancias tóxicas y corrosivas que se producen en la combustión del estiércol, y se hacen precipitar por medio de un separador ciclón.



ES 2 711 002 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

SISTEMA INTEGRAL DE COMBUSTIÓN DE ESTIÉRCOL

5

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un sistema industrial para la combustión de estiércol, con el fin de revalorizarlo en forma de energía térmica. El sistema resulta particularmente interesante en granjas e industrias agropecuarias en general, donde se críen animales productores de estiércol. Además, la combustión del estiércol constituye una forma de neutralizar los riesgos medioambientales que éste supone.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15

En el estado de la técnica previo a la presente invención se conocen diversas tecnologías para la revalorización de estiércol mediante un proceso que comprende una fase de combustión. En el documento P201500746 se divulga un procedimiento para la revalorización de sustancias orgánicas, el cual comprende un sistema de incineración del sólido retenido que se obtiene tras el paso por un filtro. El calor generado se emplea como fuente de energía de un sistema de evaporación de múltiple efecto que deshidrata al permeado que atraviesa el filtro. En el documento EP0973695 se divulga una instalación con un reactor que permite el aprovechamiento de un residuo orgánico mediante la producción de biogás y su posterior combustión. Ambos documentos incluyen en su definición de sustancias orgánicas al estiércol producido en granjas.

20

25

En ninguno de los documentos citados en el párrafo anterior se hace mención a la problemática que supone la incineración de sustancias orgánicas, y más particularmente de estiércol. Se trata de un producto cuya combustión puede liberar grandes cantidades de sustancias tóxicas y corrosivas, tales como amoníaco, ácido nítrico, sulfúrico, etc., la cuales por una parte deterioran la caldera de combustión y por otra constituyen un problema de contaminación ambiental, pues son liberadas a través de la chimenea de la caldera.

30

Se hace necesario pues un sistema que gestione adecuadamente la combustión del estiércol.

35

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Por todo lo indicado en el apartado anterior, se hace necesario el desarrollo de nuevas técnicas que permitan mejorar el procedimiento de combustión de estiércol.

Mediante el término “estiércol” se entiende en el presente documento a una materia orgánica que comprende al menos heces y/o orines de animales. Adicionalmente, puede incluir otras materias que estén presentes en el medio. Por ejemplo, es típica en las granjas la obtención de una mezcla que comprende estiércol y paja seca, o bien estiércol y agua de limpieza, etc.; estos materiales están por tanto también incluidos en la definición de estiércol.

A lo largo de este documento se emplea el término “serrín”. Por “serrín” se entiende el resultado de dividir a una cantidad de madera inicial en partículas pequeñas, con un tamaño inferior a los 5 mm. El hecho de dividir a la madera en partículas pequeñas aumenta notablemente su área superficial, lo cual condiciona su capacidad de adsorción de tóxicos y corrosivos. De forma preferente, el tamaño de las partículas será inferior a los 2 mm, y de forma aún más preferente será inferior a 0,8 mm. El material que el experto en la materia entendería por “virutas de madera”, se considera en este documento dentro de la definición de serrín,

Una forma muy rentable de revalorizar el estiércol comprende su incineración, ya que habitualmente su poder calorífico inferior, en base seca, se sitúa por encima de las 3.700 Kcal/Kg. El calor generado se puede transformar después en otras formas de energía, como la eléctrica, o bien para generar agua caliente de calefacción o de limpieza de una granja, etc. En el presente documento se preconiza un sistema que gestiona el proceso de combustión del estiércol. El uso final que se le dé a la energía térmica obtenida, no forma parte esencial de la presente invención.

La combustión de estiércol resulta complicada, pues presenta las siguientes desventajas:

1. Se tienden a formar sustancias altamente tóxicas, contaminantes y corrosivas, como el ácido sulfúrico, amoníaco y ácido nítrico.
2. El estiércol trae en la práctica un grado de humedad elevado, lo que disminuye su poder calorífico y complica su transporte en tornillos sinfín.

Las sustancias corrosivas dañan el hogar de combustión de la caldera de biomasa, llegando al extremo de ser necesaria su sustitución en un corto período de tiempo, en ocasiones inferior a los dos años. Esto provoca unas sustanciales pérdidas

económicas. Por otra parte, además del daño en el hogar, pueden condensar en la chimenea, lo que genera un desgaste muy rápido de la misma. Por último, las sustancias corrosivas del estiércol suelen ser tóxicas, y una vez salen al aire exterior a través de la chimenea, provocan serios problemas de contaminación ambiental, tales como la lluvia ácida.

5 El estiércol contiene en su composición azufre. Durante la reacción de combustión, el azufre se oxida hasta SO_2 , y eventualmente puede oxidarse todavía más, hasta SO_3 . El trióxido de azufre, en presencia de agua reacciona y produce H_2SO_4 . Dado que el estiércol proporciona normalmente abundante cantidad de agua, la producción de ácido sulfúrico es importante. Este ácido tiene un gran poder de corrosión de los materiales que habitualmente conforman el hogar de combustión de una caldera, así como de la chimenea. El efecto corrosivo del ácido sulfúrico es especialmente notable en la chimenea en aquellos casos en que se alcanza el llamado punto de rocío ácido. Consiste en la temperatura para la cual el ácido sulfúrico que transportan los gases de salida condensa, pasando de estado gas a líquido. Estos condensados se acumulan en las paredes de la chimenea y son altamente corrosivos. La temperatura a la cual se produce el rocío ácido varía en función del proceso, pero suele estar por encima de los 150°C. Esto provoca que en la práctica los humos de la caldera se emitan a temperaturas elevadas, por encima de 200°C, con el fin de tener un margen de seguridad con respecto al punto de rocío. Estas temperaturas resultan ser una desventaja en el aspecto del rendimiento térmico, pues mayores temperaturas de los gases de salida significan mayores pérdidas energéticas.

15 Otro componente corrosivo muy presente en el estiércol es el amoníaco. Y aunque menos habitual, se puede formar ácido nítrico a partir del amoníaco, si se dan las condiciones de temperatura adecuadas en la caldera. El amoníaco puede oxidarse hasta NO , el cual una vez formado se puede oxidar todavía más, hasta NO_2 . Y el NO_2 en presencia de agua produce ácido nítrico. Aún si no se llega a formar ácido nítrico, los óxidos de nitrógeno, como el NO y el NO_2 , son unos contaminantes atmosféricos muy nocivos.

20 En el caso particular del estiércol, el contenido en amoníaco es especialmente elevado, muy por encima de otras biomásas de combustión habituales, como puede ser la madera. El contenido en agua es también elevado, lo que promueve las reacciones químicas citadas.

25 En resumen, los compuestos tóxicos y corrosivos mencionados dan lugar a los siguientes problemas: corrosión del hogar de combustión, corrosión de la chimenea,

emisiones contaminantes a la atmósfera, lluvia ácida, etc.

Los inventores han observado en el serrín seco de madera un producto que disminuye los efectos negativos asociados a la combustión del estiércol. Un primer beneficio que aporta es la reducción de humedad del estiércol. El estiércol de forma habitual puede tener un grado de humedad comprendido entre el 30 y el 50% en base húmeda. Esta humedad complica e incluso impide su normal combustión en una caldera, principalmente debido al hecho de que una humedad alta dificulta el transporte del estiércol a través de un tornillo sinfín. Si el estiércol se mezcla previamente con serrín seco, se obtiene una mezcla con una humedad inferior a la de partida. Por ejemplo, si partimos de 10 Kg de estiércol con un 50% de humedad en base húmeda, y lo mezclamos con 10 Kg de serrín con un 5% de humedad en base húmeda, obtenemos una mezcla de serrín y estiércol que resulta tener un 27,5% de humedad en base húmeda. De esta forma, se obtiene un producto con una humedad reducida y que permite ser desplazado por un tornillo sinfín de forma adecuada.

Un segundo efecto mejorante del serrín sobre el estiércol comprende la dilución de las sustancias tóxicas y corrosivas presentes en el estiércol. Una mezcla con un 50% en peso de serrín y un 50% de estiércol, reduce a aproximadamente la mitad la concentración de amoníaco, y por tanto también la concentración de ácido nítrico. Por otra parte, la formación de ácido sulfúrico se reduce en este ejemplo en torno a un 30%. Estas reducciones implican que el hogar de combustión y chimenea sufrirán menos y alargarán su tiempo de vida.

Un tercer efecto mejorante del serrín sobre el estiércol comprende la adsorción de sustancias corrosivas sobre su superficie, tales como el NH_3 , SO_2 , SO_3 , NO , NO_2 , H_2SO_4 y HNO_3 . Este fenómeno se produce tanto antes como después de la combustión del serrín en la caldera. Tras su combustión, se forman cenizas de serrín. Los inventores han comprobado que las cenizas del serrín poseen un carácter básico. Esto supone que sobre ellas tenderán a adherirse y reaccionar los ácidos sulfúrico y nítrico. Al hacerlo, ya no son expulsados a la atmósfera con los gases de salida sino que reaccionan con las cenizas y precipitan antes de llegar a la chimenea, evitando su salida a la atmósfera.

Por otra parte, el serrín previo a la combustión, posee un pH dependiente de la especie de árbol de la que proviene, de modo que no es tan eficaz como sus propias cenizas, siempre básicas, para secuestrar el H_2SO_4 y HNO_3 . Sin embargo, debido a su naturaleza porosa y el pequeño diámetro de sus partículas, el serrín sin combustión resulta muy eficaz para adsorber el resto de sustancias citadas en este documento.

Las cenizas del serrín, por el contrario, carecen de su porosidad. Es conocido por el experto en la materia que una sustancia orgánica, con partículas de granulometría pequeña y de naturaleza porosa, tal como el serrín de madera, es un buen medio de adsorción de contaminantes.

5 En resumen, el serrín tras su combustión, es decir cenizas de serrín, es un agente con capacidad de retención de los ácidos sulfúrico y nítrico. Y el serrín sin combustión, posee capacidad de retención del NH_3 , SO_2 , SO_3 , NO y NO_2 , debido entre otros factores a su granulometría y porosidad.

De lo descrito hasta ahora se desprende que resulta particularmente interesante la división del serrín en dos fracciones. Una primera fracción para incorporación con el estiércol, antes de la entrada a la caldera, para que entre en combustión y se formen cenizas de serrín. Una segunda fracción, para ser añadida a la salida de la caldera, de modo que no sufra combustión y no forme cenizas.

Adicionalmente, los investigadores han comprobado experimentalmente que la diatomita resulta ser una sustancia de especial interés para la adsorción específica del SO_2 y del SO_3 . La diatomita es una sustancia conocida por el experto en la materia de los procesos y tecnologías de filtración, donde se emplea como un polvo con capacidad de adsorber partículas en disolución y/o suspensión en agua. Dado que la mayor parte del SO_2 y SO_3 se forman tras la combustión del estiércol, el punto idóneo para la adición de la diatomita se encuentra aguas abajo de la caldera, al igual que la segunda fracción de serrín, ya mencionada.

Es decir, la primera fracción del serrín se adiciona al estiércol aguas arriba de la caldera, y la segunda fracción y la diatomita son a adicionar aguas abajo de la caldera. Para garantizar una correcta mezcla entre los gases de salida de la caldera y la segunda fracción del serrín y la diatomita, se debe establecer un régimen de flujo turbulento, tal y como conocerá el experto en la materia. Los regímenes turbulentos se caracterizan por la presencia de una gran cantidad de torbellinos, los cuales aceleran la mezcla de todas las sustancias presentes. Por otra parte, los inventores han comprobado que la adsorción sobre partículas de serrín y/o diatomita es mayor si la mezcla se produce con un incremento de temperatura. Es decir, si se mezclan gases de salida con serrín y/o diatomita en un proceso a temperatura constante, la capacidad de adsorción de sustancias corrosivas por parte del serrín y/o diatomita es inferior que si dicha mezcla ocurre con una temperatura en ascenso. A modo de ejemplo ilustrativo, se ha encontrado especialmente interesante la presencia de un aumento del 25% de la temperatura durante el proceso de mezcla. Una explicación a este

fenómeno puede ser que cuando la temperatura está en aumento, es decir varía con respecto al tiempo, se inducen unos gradientes térmicos que provocan el fenómeno físico de la termoforesis, el cual tiende a aglomerar partículas. El fenómeno de la termoforesis es conocido por el experto en la materia y no se consideran necesarias mayores explicaciones.

Una forma de provocar tanto un flujo turbulento como un incremento de temperatura, comprende la disposición de un soplador de aire aguas abajo de la caldera, y de forma particularmente interesante un soplador que comprima el aire a su salida hasta 2,2 bares de presión absoluta. En una caldera típica los gases salen a una presión ligeramente inferior a la atmosférica, que tras pasar por el mencionado soplador toman una presión absoluta de 2,2 bares. La agitación que provoca el soplador produce un régimen turbulento, y el incremento de presión hasta los 2,2 bares incrementará la temperatura aproximadamente el 25% mencionado; por ejemplo desde 100°C hasta 125°C.

Una desventaja aparece en relación al uso de la diatomita con el soplador: presenta tendencia a erosionar y desgastar prematuramente los álabes del mismo. Por tanto, se contempla la solución que comprende la adición de la diatomita aguas abajo del soplador; al contrario que la segunda fracción del serrín, que se introduce preferentemente aguas arriba, por no presentar este efecto de erosión.

La presente invención contempla como realización particular que después del soplador se sitúe una chimenea, y entre el soplador y la chimenea se disponga un separador ciclón, dispositivo ampliamente conocido por experto en la materia. Este separador permite la decantación de las partículas sólidas que la corriente gaseosa lleve en suspensión. Más específicamente, permite la decantación de las partículas de serrín y diatomita, las cuales llevan adsorbida una alta carga de sustancias tóxicas y corrosivas. Al ser decantadas, se evita que sean emitidas a la atmósfera, se recogen en un recipiente a tal efecto y pueden ser tratadas de forma selectiva para su descontaminación.

30 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Esquema unifilar de un sistema para combustión de estiércol objeto de la presente invención.

5 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En la **Figura 1** se observa un esquema unifilar de una realización particular de la presente invención. El objetivo principal de la misma es incinerar estiércol (1) para la producción de aceite térmico a alta temperatura en una caldera de biomasa (4). El sistema minimiza los riesgos tradicionalmente asociados a la combustión de estiércol (1).

Se dispone de una acumulación de estiércol (1) a incinerar, la cual se deposita sobre un tornillo sinfín (3) que alimenta a una caldera de biomasa (4). En dicho tornillo (3) se deposita también una primera fracción de serrín de madera (2), de forma que se obtiene una mezcla de estiércol (1) y serrín (2), la cual es transportada por el tornillo (3) hacia el interior de la caldera (4). La propia acción del tornillo (3) contribuye a mezclar adecuadamente el estiércol (1) y el serrín (2). El tornillo (3) dosifica la mezcla hacia el interior de la caldera (4), donde entra en combustión y produce cenizas.

La mezcla de estiércol (1) y serrín (2) arde en la caldera (4) y produce energía térmica. Fruto de esta combustión se producen unos humos calientes que abandonan la caldera (4) a través de un conducto de salida que pasa por un soplador (5), el cual comprime los gases desde 1 bar hasta 2.2 bares de presión absoluta. Entre la caldera (4) y el soplador (5) se introduce una segunda fracción de serrín (2), que entra sin haber pasado por la caldera (4); es decir, es un serrín sin quemar.

Aguas abajo del soplador (5) se introduce diatomita (8), una sustancia con gran poder de adsorción del SO_2 y el SO_3 . El soplador (5) impulsa tanto a la mezcla de estiércol (1) con la primera fracción del serrín (2), como a la diatomita (8) y segunda fracción del serrín (2), hacia un separador ciclón (6). Este separador (6) permite decantar las cenizas que se hayan formado, así como la diatomita (8) y las partículas de la segunda fracción del serrín. Los materiales decantados contienen una carga importante de las sustancias tóxicas y corrosivas, y se llevan a un servicio de descontaminación.

Los gases que abandonan el separador ciclón (6), libres de una gran carga tóxica y corrosiva, son conducidos hasta una chimenea (7), por la que salen a la atmósfera.

REIVINDICACIONES

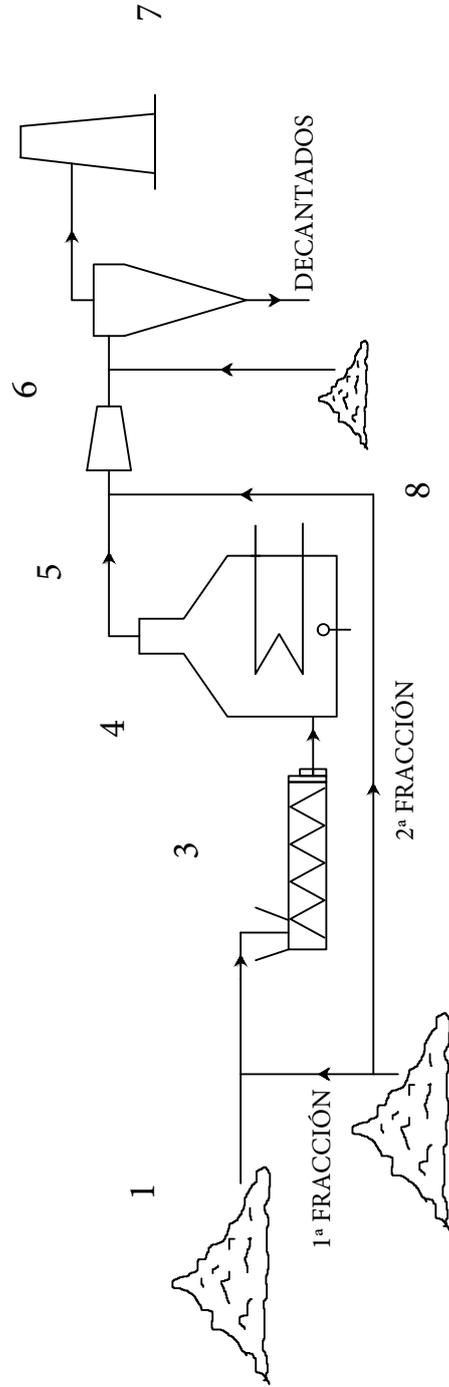
1.- Sistema integral de combustión de estiércol, para su revalorización como energía
térmica, que comprende una caldera de biomasa provista de un soplador que comprime
5 los gases que salen de la misma, y donde se introduce en la caldera una mezcla de
dicho estiércol con serrín de madera, llamada primera fracción de serrín, para reducir
los efectos negativos de las sustancias tóxicas y corrosivas del estiércol, **caracterizado**
por que se añade una cantidad adicional de serrín, llamada segunda fracción de serrín,
aguas abajo de la caldera, para reducir en mayor medida los efectos negativos de las
10 sustancias tóxicas y corrosivas del estiércol.

2.- Sistema según la reivindicación anterior, donde se adiciona diatomita aguas abajo
de la caldera, de modo tal que se reduzcan los efectos negativos de los agentes tóxicos
y corrosivos.

15

3.- Sistema según la reivindicación anterior, donde la segunda fracción del serrín se
introduce aguas arriba del soplador y la diatomita aguas abajo del soplador, minimizando
así la erosión sobre el mismo.

20



2

FIG. 1