



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 368 004**

51 Int. Cl.:
B01D 53/08 (2006.01)
C10L 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07008365 .4**
96 Fecha de presentación : **25.04.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1862212**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.12.2007**

54 Título: **Procedimiento y disposición para depurar gas de fermentación.**

30 Prioridad: **29.05.2006 DE 10 2006 025 226**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.11.2011

73 Titular/es: **Wolfgang Doczyck**
Kärntener Strasse 42
46047 Oberhausen, DE

72 Inventor/es: **Doczyck, Wolfgang**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 368 004 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y disposición para depurar gas de fermentación

La presente invención se refiere a un procedimiento para depurar gas de fermentación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a una disposición para la depuración y en particular la combustión de gas de fermentación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 9.

Los gases de fermentación en el sentido de la presente invención aparecen, por ejemplo, en las estaciones depuradoras, en las plantas de biogas y los vertederos por la transformación anaerobia de residuos orgánicos. Además de metano, nitrógeno y dióxido de carbono como elementos principales contienen en la mayoría de los casos también fracciones notables de hidrocarburos halogenados y no halogenados así como distintos compuestos de silicio y de diferentes longitudes de cadena, en particular, siloxanos de alto y bajo peso molecular. Los gases de fermentación de las estaciones depuradoras contienen predominantemente compuestos de silicio de alto peso molecular no polares mientras que los gases de vertedero también contienen productos de descomposición de bajo peso molecular, entre otros presenta el dimetil-silandiol y trimetil-silanol que tienen un carácter más bien apolar. Los gases de fermentación además están saturados habitualmente de vapor de agua.

Desde hace mucho tiempo se usan los gases de fermentación para el funcionamiento de los motores de gas, en particular, en las centrales de ciclo combinado (electricidad y calor). Este uso de gas de fermentación, sin embargo, aparejado con una fracción cada vez más grande en los últimos años de siloxanos en el gas de fermentación, da problemas ya que éstos compuestos de silicio causan un fuerte desgaste, altos costes así como daños en los motores de gas. Los siloxanos conducen en un proceso de combustión a la formación de compuestos minerales de silicio. Estos pueden actuar en el espacio de los cilindros como polvos así como en el aceite de engrasar como un abrasivo y se unen en la cámara de combustión formando capas tipo cristal que en ocasiones se sueltan y pueden causar graves daños en el motor. La depuración del gas de fermentación para eliminar sustancias nocivas como los compuestos de silicio, en particular, siloxanos, juega por ello un papel esencial para el uso de gases de fermentación.

El documento US 2006/0000352 A1, que representa el punto de partida de la presente invención, se refiere a la eliminación de sustancias nocivas, como los siloxanos, de una corriente de gas. En un filtro que contiene un adsorbente se adsorben las sustancias perjudiciales. Las sustancias perjudiciales adsorbidas se desorben calentando el adsorbente. El adsorbente se retira del filtro por lotes, para la desorción de sustancias nocivas se calienta y a continuación se suministra al filtro de nuevo.

Por el documento EP 1 561 506 A1 se conoce un procedimiento y una disposición para la depuración de gas de fermentación desorbiéndose las impurezas adsorbidas (sustancias nocivas) mediante depresión del adsorbente de un filtro, en particular, un filtro previo, al menos parcialmente. En particular tras el filtro desorbible por depresión está conectado otro filtro.

Mediante la adsorción en principio se pueden eliminar los siloxanos del gas de fermentación. Sin embargo en la práctica sólo se alcanza una fracción de la capacidad de carga de los adsorbentes obtenible teóricamente. La causa de esto es el resto de componentes gaseosos del gas de fermentación involucrados, como vapor de agua e hidrocarburos que limitan la capacidad de adsorción de los siloxanos por los adsorbentes de forma drástica. A plena carga del filtro el resto de componentes gaseosos involucrados han expulsado prácticamente a los siloxanos. Los siloxanos u otros compuestos que contienen silicio ya no se adsorben más sino que se separan en el filtro (adicional) colocado a continuación.

El resto de componentes gaseosos involucrados, al contrario que los siloxanos, -con una tasa de desorción comparativamente alta se desorben de nuevo por depresión. Correspondientemente la desorción al menos parcial de las impurezas del filtro (sustancias nocivas adsorbidas) mediante depresión deriva en esencia en una predepuración sencilla, rápida y económica.

Sin embargo en el estado de la técnica no se alcanza una desorción óptima.

El objetivo de la presente invención es describir un procedimiento para la depuración de gas de fermentación y una disposición para la depuración y, en particular, la combustión, de gas de fermentación, resultando posible una depuración particularmente rentable, en particular, una minimización de la cantidad de adsorbente necesario o que haya que sustituir, como, por ejemplo, carbón activo, de una forma económica o simple

El objetivo anterior se resuelve mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o mediante una disposición de acuerdo con la reivindicación 9. Los perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la presente invención estriba en extraer el adsorbente del filtro por lotes y poner el adsorbente por lotes a depresión para la desorción al menos parcial de las sustancias nocivas adsorbidas. Esto permite una desorción muy rápida y casi continua y así la regeneración del adsorbente, en particular pudiéndose mantener escaso el coste constructivo y equipar las instalaciones existentes correspondientemente de forma sencilla. Además

la tasa de desorción para lotes pequeños resulta habitualmente más alta.

Otro aspecto consiste en que el adsorbente se limpia con gas durante la disminución de la presión hasta la depresión, en particular con gas de fermentación depurado. Esto deriva en un gran aumento de la eficiencia de la desorción o de la tasa de desorción.

- 5 Un aspecto consiste en que el adsorbente se somete a depresión estando calentado. Esto deriva en un gran aumento de la eficiencia de la desorción o de la tasa de desorción.

Los aspectos mencionados se pueden combinar de forma arbitraria unos con otros y en particular se pueden combinar todos. Esto deriva en un aumento adicional de la eficiencia de la desorción o la tasa de desorción.

- 10 Otras ventajas características y propiedades y aspectos de la presente invención se desprenden de las reivindicaciones y de la siguiente descripción de una forma de realización preferida en base al dibujo. La única figura muestra una representación esquemática de una disposición como se propone para la depuración y en particular la combustión de gas de fermentación.

- 15 La disposición 1 según se propone para la depuración y combustión de gas 2 de fermentación comprende al menos un filtro 3, 4 que en el ejemplo representativo contiene un adsorbente, eventualmente también otros adsorbentes, preferentemente, carbón activo para la depuración del gas 2 de fermentación.

En el ejemplo representativo, preferentemente, están dispuestos dos filtros 3 y 4 conectados en serie o uno detrás de otro a través de una conducción 5 constituyendo así diferentes etapas de filtrado.

- 20 El filtro 3 está configurado preferentemente para recibir el adsorbente como material a granel, en particular, como un silo vertical. Así el adsorbente o el nuevo adsorbente se puede introducir o suministrarse de forma muy fácil, por ejemplo, desde arriba, en particular, mediante las llamadas "big bags" o de una forma alternativa adecuada. La extracción del adsorbente resulta posible en particular de forma muy fácil a través del orificio de extracción hecho en el extremo inferior, gracias a la fuerza gravitatoria. En esencia, también son posibles sin embargo otras soluciones constructivas. Esto se aplica análogamente, preferentemente, también al filtro 4.

- 25 La disposición 1 que se propone presenta preferentemente un motor 6 de gas al que se le puede suministrar el gas de fermentación depurado para su combustión. El motor 6 de gas es preferentemente, un motor de combustión interna habitual o adaptado. Sin embargo se puede tratar en un sentido más amplio también de una turbina de gas, una central de ciclo combinado de gas, en particular una central de ciclo combinado modular, otro dispositivo de calefacción o similar o un acumulador.

- 30 La disposición 1 presenta una bomba 7 de vacío para poder poner a depresión el adsorbente para la desorción al menos parcial de las sustancias nocivas antes adsorbidas. Sin embargo, al contrario que en el estado de la técnica no se somete a depresión al adsorbente directamente en el filtro 3 ó 4, sino que se extrae preferentemente por lotes del filtro 3 ó 4 y respectivamente sólo una carga de adsorbente se somete a depresión. En particular se regenera solamente el adsorbente del primer filtro 3, mediante desorción al menos parcial. Cuando el adsorbente se ha consumido en el filtro 3 o se tiene que sustituir se rellena preferentemente con adsorbente del filtro 4 conectado a
35 continuación del filtro 3 y se introduce nuevo adsorbente en el filtro 4.

Sin embargo en esencia también es posible regenerar el adsorbente del filtro 4 colocado a continuación del filtro 3 y/o de ambos filtros 3, 4 mediante una desorción al menos parcial. Ahora se explicará solamente la extracción del adsorbente, y su regeneración mediante la desorción al menos parcial de las sustancias nocivas adsorbidas, relativa al primer filtro 3.

- 40 Para poder extraer el adsorbente del primer filtro 3 por lotes y someterlo a depresión, la disposición 1 presenta preferentemente un dispositivo 8 de transporte y un contenedor 9 de depresión preferentemente separado del filtro 3. En particular, se trata de un contenedor de depresión económico y comercial. El volumen del contenedor 9 de depresión es preferentemente de menos de 1/5, preferentemente de menos de 1/10 del volumen de admisión del filtro 3 para el adsorbente.

- 45 El dispositivo 8 de transporte presenta preferentemente un dispositivo 10 de extracción, en particular dispuesto debajo en el filtro 3 y una bomba 11 de alimentación. Mediante el dispositivo 10 de extracción que comprende en particular una esclusa, una válvula de admisión/descarga o similar se puede retirar preferentemente una cantidad definida de adsorbente del filtro 3, o sea, o respectivamente un lote o cantidad determinados.

- 50 El adsorbente extraído se puede hacer avanzar desde el dispositivo 10 de extracción a través de una primera conducción 12 de transporte, indicada con trazo discontinuo, del recipiente de depresión. En particular se le hace avanzar con gas, preferentemente en particular, gas de fermentación depurado, que se extrae del filtro 3 por la conducción 13 y se somete a presión y se suministra con la bomba 11 de alimentación por la conducción 14. Sin embargo, en este caso también son posibles otras soluciones constructivas. A modo de ejemplo también es posible que el contenedor 9 de depresión esté dispuesto directamente a continuación del filtro 3 o en el filtro 3.
55 Alternativamente o adicionalmente a hacer avanzar el adsorbente con gas, se puede hacer de otra manera.

- Después de la regeneración del adsorbente en el contenedor 9 de depresión, que a continuación se explica aún más, o sea, en particular una desorción al menos parcial de las sustancias nocivas antes adsorbidas, el adsorbente se hace avanzar a través de una segunda conducción 15, también indicada con trazo discontinuo, llevándolo de vuelta al filtro 3, preferentemente de nuevo con gas de fermentación depurado u otro gas, sometido a presión por la bomba 11 de alimentación. O sea, en el contenedor 9 de depresión se produce sólo una regeneración del adsorbente por lotes. La extracción y la realimentación del adsorbente puede producirse muy rápidamente de modo que el filtro 3 se pueda usar para el filtrado casi ininterrumpidamente. En particular, entonces no resulta necesario conmutar a un filtro paralelo aun siendo en principio posible. O sea, la regeneración por lotes posibilita en particular un funcionamiento casi continuo
- 5
- 10 Cuando el contenedor 9 de depresión se ha rellenado con una nueva carga de adsorbente, el adsorbente preferentemente se calienta en primer lugar en el contenedor 9 de depresión. El calentamiento se produce preferentemente haciendo circular gas calentado a través el contenedor 9 de depresión. Sin embargo son posibles también otras soluciones para calentar el adsorbente de la forma deseada.
- 15 En el ejemplo representativo la disposición 1 presenta un dispositivo 16 de calentamiento que comprende preferentemente un intercambiador 17 de calor y una bomba 18 de circulación de modo que el gas, preferentemente gas de fermentación depurado se calienta con el intercambiador 17 de calor, y con la bomba 18 de circulación se hace circular cerrando un circuito a través del intercambiador 17 de calor y el contenedor 9 de depresión para calentar el adsorbente en el contenedor 9 de depresión de la forma deseada. El calentamiento del adsorbente conduce a una primera desorción de las sustancias nocivas adsorbidas.
- 20 Preferentemente en particular durante el calentamiento ya se produce un lavado con gas, en particular gas de fermentación depurado. El concepto lavar se debe entender en la presente invención como que se suministra o se mezcla un gas "fresco", o sea un gas que aún no ha sido contaminado con las sustancias nocivas adsorbidas. En el ejemplo representativo esto se produce preferentemente gracias a que mediante la bomba 7 de vacío que selectivamente está conectada directamente o a través de un circuito de calentamiento al contenedor 9 de depresión, se aspira el gas de fermentación limpio a través de una conducción 19 de aspiración del primer filtro 3 o del segundo filtro 4 al o a través del contenedor 9 de depresión y el adsorbente se limpia de la forma deseada en particular ya durante el calentamiento. Para la regulación del flujo de gas de lavado se puede usar en particular la correspondiente válvula, a modo de ejemplo, una válvula 20 de estrangulación o una servoválvula que se puedan regular correspondientemente en la conducción 19 de aspiración.
- 25
- 30 El lavado durante el calentamiento del adsorbente deriva en un aumento adicional de la tasa de desorción ya durante el calentamiento.
- Después del calentamiento del adsorbente en el contenedor 9 de depresión, se somete a depresión al contenedor 9 de depresión para conseguir una desorción adicional de las sustancias nocivas adsorbidas. Lo problemático está en que al disminuir la presión se puede suministrar menos calor al adsorbente en el contenedor 9 de depresión mediante la bomba 18 de circulación que hacer circular por el circuito la corriente de gas.
- 35
- A causa de la disminución de presión, con el adsorbente aún calentado, se posibilita con respecto a la disminución de presión habitual a temperatura ambiente un grado más alto de desorción de las sustancias nocivas adsorbidas. La desorción resulta así mucho más eficiente.
- 40 Preferentemente también durante la disminución de la presión hasta la depresión se produce otro lavado con gas del adsorbente en el contenedor 9 de depresión, en particular con el gas de fermentación ya depurado como se ha descrito ya en el caso del calentamiento. Esto a su vez lleva a un aumento de la tasa de desorción o del grado de desorción alcanzable.
- Según como se propone, por tanto, se combinan en particular el aumento de la temperatura y el lavado simultáneo con gas "fresco" para mejorar la desorción. Se combina el aumento de la temperatura y la disminución de la presión para mejorar la desorción. Alternativamente o adicionalmente como se propone se combinan además preferentemente la disminución de presión y el lavado simultáneo con gas "fresco" para mejorar la desorción. Preferentemente en particular se combinan las tres acciones para posibilitar una desorción óptima.
- 45
- La desorción o la regeneración preferida en particular, por lotes, del adsorbente lleva aparejada la ventaja de que se puede usar un contenedor 9 de depresión comparativamente más pequeño o más económico que en particular resiste también las temperaturas necesarias. Preferentemente en particular se produce un calentamiento concretamente hasta 250 °C, preferentemente en particular hasta aproximadamente 300 °C o incluso más. Lo mismo se aplica también para la bomba 7 de vacío y la bomba 18 de circulación. Ya que el volumen de gas que hay que hacer circular es menor correspondientemente a la cantidad reducida de adsorbente se pueden usar bombas 7, 18 más pequeñas y económicas.
- 50
- 55 Para poder ejecutar las funciones deseadas explicadas se prevén las correspondientes válvulas, controles y similares. En la figura se han indicado solamente a modo de ejemplo varias válvulas de la disposición 1 sin que se hayan señalado éstas en particular.

5 De acuerdo con una variante de realización preferida al menos el contenedor 9 de depresión y el dispositivo 16 de calentamiento así como la bomba 7 de vacío -preferentemente en particular todos los componentes dentro de la zona de trazo discontinuo de la única figura- forman una unidad constructiva móvil, por ejemplo, tipo contenedor fácilmente transportable o similar. Esto permite un premontaje muy económico y sencillo y/o una equipación subsiguiente de las unidades de filtros existentes. Preferentemente se tiene que montar entonces sólo el dispositivo 10 de extracción en el filtro 3 asociado y conectarse a través de la conducción 12 de transporte a la unidad constructiva. Además son necesarias solamente algunas tomas de gas o de energía o similares.

10 La disposición 1 como se propone y el procedimiento como se propone permiten por tanto una depuración óptima adaptada al caso particular respectivo en lo que se refiere al mantenimiento de un valor límite de impurezas de compuestos de silicio, en particular, siloxanos, para el motor 6 de gas posibilitando un aprovechamiento óptimo de la capacidad de carga del adsorbente, en particular del carbón activo, con compuestos de silicio, o una minimización de la cantidad necesaria de adsorbente, en particular, de carbón activo relativa al flujo total de gas 2 de fermentación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para depurar gas (2) de fermentación que contiene sustancias nocivas, en particular, compuestos de silicio, adsorbiéndose las sustancias nocivas por un filtro (3, 4) con un adsorbente, preferentemente carbón activo, extrayéndose el adsorbente del filtro (3, 4) por lotes, y desorbiéndose, al menos parcialmente, los elementos nocivos adsorbidos aumentando la temperatura del adsorbente **caracterizado porque** el adsorbente después del calentamiento y en un estado calentado para la desorción al menos parcial de sustancias nocivas se somete a depresión y a continuación se suministra de nuevo al filtro (3, 4).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el adsorbente se hace avanzar por lotes en particular gracias al gas sometido a presión, preferentemente gas de fermentación depurado hasta un contenedor (9) de depresión, en particular separado del filtro (3, 4) para la subsiguiente desorción al menos parcial de sustancias nocivas.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 **caracterizado porque** el adsorbente extraído, después de la desorción al menos parcial de las sustancias nocivas, se hace avanzar de vuelta de nuevo al filtro (3, 4), en particular, mediante el gas sometido a presión, preferentemente gas de fermentación depurado.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el adsorbente se calienta con gas calentado, preferentemente gas de fermentación depurado, en particular, calentándose el gas gracias a un intercambiador (17) de calor y haciéndose circular por el circuito a través del adsorbente a calentar.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el adsorbente se lava durante el calentamiento con gas, preferentemente con gas de fermentación depurado.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el adsorbente se lava con gas durante el descenso de la depresión para la desorción al menos parcial de las sustancias nocivas, preferentemente con gas de fermentación depurado.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el gas de fermentación depurado se quema en un motor (6) de gas.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** durante la disminución de la presión hasta la depresión para la desorción al menos parcial de sustancias nocivas el adsorbente se lava con gas de fermentación depurado u otro gas.
9. Disposición (1) para la depuración de un gas (2) de fermentación que contiene sustancias nocivas, en particular, compuestos de silicio, en particular para su combustión subsiguiente, con un filtro (3, 4) con un adsorbente, preferentemente, carbón activo, para el filtrado de los gases de fermentación mediante la adsorción de sustancias nocivas, en particular, con un motor (6) de gas dispuesto tras el filtro (3, 4) para la combustión del gas de fermentación depurado, con un dispositivo (8) de transporte para el adsorbente de modo que el adsorbente se pueda extraer del filtro (3, 4) por lotes, con un dispositivo (16) de calentamiento para calentar el adsorbente para la desorción al menos parcial de sustancias nocivas **caracterizada porque** la disposición (1) presenta un contenedor (9) de depresión separado del espacio de adsorción del filtro (3, 4) al que el adsorbente se puede hacer avanzar y en el que se pueda calentar y que la disposición (1) además presenta una bomba (7) de vacío pudiéndose poner bajo depresión la carga respectiva de adsorbente en el contenedor de depresión después del calentamiento para la desorción al menos parcial de sustancias nocivas, mediante la bomba (7) de vacío para la desorción al menos parcial de sustancias nocivas del adsorbente, y a continuación pudiéndose suministrar de nuevo al filtro (3, 4) y presentando la disposición (1) una conducción (19) de aspiración o suministro de gas con una válvula (20) asociada para suministrar gas de fermentación depurado al contenedor (9) de depresión para lavar el adsorbente con el gas de fermentación depurado durante el calentamiento y durante la disminución de presión hasta la depresión.
10. Disposición de acuerdo con la reivindicación 9 **caracterizada porque** el filtro (3, 4) admite el adsorbente a granel y/o presenta, en particular, un dispositivo (10) de extracción en el extremo inferior para la extracción por lotes del adsorbente.
11. Disposición de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10 **caracterizada porque** la disposición (1) presenta una bomba (11) de alimentación para gas, en particular, gas de fermentación depurado, para someter al gas a presión y para hacer avanzar el adsorbente por lotes hacia el contenedor (9) de depresión y/o desde éste de vuelta de nuevo al filtro (3, 4).
12. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11 **caracterizada porque** el dispositivo (16) de calentamiento presenta un intercambiador (17) de calor y preferentemente una bomba (18) de circulación asociada para calentar el gas mediante el intercambiador (17) de calor, preferentemente gas de fermentación depurado, en particular, cerrando un circuito para hacerlo circular a través del adsorbente que se va a calentar o del contenedor (9) de depresión.
13. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12 **caracterizada porque** la disposición (1) presenta

dos filtros (3, 4) conectados en serie que constituyen las diferentes etapas de filtrado para la depuración del gas de fermentación.

