

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 988**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/78** (2006.01)

**B01D 53/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2017 E 17177645 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3406321**

54 Título: **Proceso y aparato de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras**

30 Prioridad:

**25.05.2017 CN 201710379460**

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

**17.01.2020**

73 Titular/es:

**JIANGNAN ENVIRONMENTAL PROTECTION  
GROUP INC. (100.0%)**

**Harneys Fiduciary (Cayman) Limited, 4th Floor,  
Harbour Place, 103 South Church Street, P.O.**

**Box 10240**

**Grand Cayman, KY**

72 Inventor/es:

**LOU, JING;**

**XU, CHANGXIANG;**

**XU, XIANGJUN y**

**LUO, YONGYING**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 737 988 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

Proceso y aparato de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras

5

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras y un aparato del mismo. Más en particular, la presente invención se refiere a un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras y un aparato del mismo, en el que una sección de oxidación comprende al menos una cámara de oxidación y al menos una cámara de mezcla de amoníaco, y un absorbente de amoníaco se añade a la cámara de mezcla de amoníaco.

10

15 **Técnica Anterior**

En la actualidad, el proceso de desulfuración de piedra caliza y el proceso de desulfuración a base de amoníaco son procesos corrientes en todo el mundo para eliminar dióxido de azufre de gases. En el proceso de desulfuración de piedra caliza, se producen grandes cantidades de aguas residuales y escorias de yeso durante la desulfuración, y se requiere una gran inversión y costes de funcionamiento para tratar estas aguas residuales y escorias residuales. Además, en el proceso de desulfuración de piedra caliza, mientras se elimina 1 tonelada de dióxido de azufre, se producen de manera síncrona aproximadamente 0,7 toneladas de dióxido de carbono. Con el proceso de desulfuración a base de amoníaco, básicamente no se producen aguas residuales ni escorias residuales, y el desulfurante de amoníaco que se alimenta se convierte en un fertilizante de sulfato de amonio útil, por tanto es más respetuoso con el medio ambiente.

20

25

Las patentes chinas CN 1283346C y CN 1321723C divulgan un proceso para eliminar SO<sub>2</sub> del gas de combustión de carbón usando amoníaco como agente de eliminación, de modo que la concentración de SO<sub>2</sub> en el gas limpio sea inferior a 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Sin embargo, la cantidad de amoníaco sin reaccionar en el gas limpio puede ser de hasta 12 mg/Nm<sup>3</sup>. En las patentes, no se presta atención a la formación de aerosoles.

30

La patente china CN 100428979C describe un proceso de desulfuración a base de amoníaco y un aparato del mismo por cristalización dentro de una torre, en el que la torre de desulfuración está diseñada para ser de una estructura de múltiples secciones, que incluye sucesivamente una sección de oxidación, una sección de cristalización, una sección de absorción de enfriamiento, una sección de absorción principal, y una sección de deshidratación-desempañado de abajo a arriba. En el proceso, la capacidad de evaporación del gas de combustión se usa para cristalización para reducir el consumo de energía de funcionamiento, la concentración de SO<sub>2</sub> en el gas limpio es menor que 200 mg/Nm<sup>3</sup>, y el contenido de amoníaco en el gas limpio puede ser tan bajo como 3 mg/Nm<sup>3</sup>.

35

40

La patente china CN 103301705B divulga un aparato y un proceso para controlar partículas finas en gases de combustión desulfurados, en los que se proporcionan un separador de líquido de absorción para eliminar la mayoría de las gotitas de más de 10 µm y un separador de gas de combustión para eliminar partículas finas por relavado y lavado con agua después de una sección de absorción, logrando de este modo una tasa de eliminación de partículas finas no menor de un 60 %.

45

La patente china CN105727699A divulga una torre de desulfuración y un depósito de circulación de oxidación dispuesto fuera de la torre de desulfuración. El amoníaco se añade a las cámaras de absorción-circulación primaria y secundaria localizadas en la parte inferior y en comunicación con la cámara de oxidación.

50

Sin embargo, todavía existe la necesidad de obtener un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras y un aparato del mismo que pueda inhibir además el amoníaco sin reaccionar y la formación de aerosol.

55 **Sumario de la invención**

Para abordar los problemas de amoníaco sin reaccionar y la formación de aerosol sufridos por los procesos de desulfuración a base de amoníaco de la técnica anterior, los autores de la presente invención han realizado investigaciones con diligencia. Los resultados muestran que, al adoptar los medios técnicos para controlar las soluciones en diferentes zonas de un aparato de desulfuración a base de amoníaco para tener diferentes composiciones a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras y la adición de amoníaco en diferentes secciones, se pueden lograr la desulfuración eficaz así como el control del amoníaco sin reaccionar y la formación de aerosol. Por tanto, se completa la presente invención.

60

Por lo tanto, en un aspecto, la presente invención se refiere a un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras, en el que una sección de oxidación comprende una

65

cámara de oxidación y una cámara de mezcla de amoníaco en comunicación fluida entre sí, y un absorbente de amoníaco se añade a la cámara de mezcla de amoníaco.

5 El ciclo de absorción-oxidación del proceso de desulfuración a base de amoníaco comprende circulación de líquido entre la cámara de oxidación y una sección de absorción de pulverización secundaria y circulación de líquido entre la cámara de mezcla de amoníaco y una sección de absorción de pulverización primaria, y existe una comunicación entre las dos circulaciones al menos a través de la comunicación fluida entre la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco, y en el que la sección de absorción de pulverización primaria está localizada corriente arriba de la sección de absorción de pulverización secundaria, con relación al flujo de una corriente de gas que se va a tratar.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un aparato de desulfuración a base de amoníaco, que comprende:

15 una sección de absorción de pulverización primaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un primer líquido de pulverización pulverizado desde la parte superior de la misma y una corriente de gas que entra desde la parte inferior de la misma, permitir extraer el primer líquido de pulverización contactado desde la parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de reflujo, y permitir que la corriente de gas absorbida preliminarmente entre en una sección de absorción de pulverización secundaria, por ejemplo, a través de una partición con una tapa de gas;

20 la sección de absorción de pulverización secundaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un segundo líquido de pulverización pulverizado desde la parte superior de la misma y la corriente de gas que entra desde la sección de absorción de pulverización primaria, y permitir extraer el líquido de pulverización contactado desde la parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de reflujo; y

una sección de oxidación, que comprende:

30 una cámara de oxidación, configurada para permitir el contacto y la reacción entre al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria o parte del líquido de reflujo combinado desde las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria y un gas que contiene oxígeno, y permitir extraer al menos parte de la fase líquida desde la parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización secundaria o las secciones de absorción de pulverización tanto primaria como secundaria; y

35 una cámara de mezcla de amoníaco, configurada para estar en comunicación fluida con la cámara de oxidación en la parte superior y/o lateral de la misma, permitir que al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria o parte del líquido de reflujo combinado desde las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria entren desde la parte superior de la misma y se mezclen con un absorbente de amoníaco, y permitir extraer una corriente de líquido desde la parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización primaria o las secciones de absorción de pulverización tanto primaria como secundaria.

45 En un modo de realización, el aparato comprende además una sección de enfriamiento y concentración corriente arriba de la sección de absorción de pulverización primaria, en el que la sección de enfriamiento y concentración está configurada para permitir que se trate una corriente de gas, por ejemplo, un gas de combustión producido en calderas de carbón, que se lave y se enfríe por un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en la corriente de gas, y permitir que la corriente de gas enfriada entre en la sección de absorción de pulverización primaria, por ejemplo, a través de una partición con una tapa de gas.

### Breve descripción de los dibujos

55 Se proporcionan dibujos para ayudar a comprender la presente invención. Sin embargo, los dibujos no pretenden limitar la presente invención de manera inconsistente con las reivindicaciones. En los dibujos, la figura 1 es un diagrama esquemático de un proceso de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un ciclo de absorción de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. La figura 3 es un diagrama esquemático de aberturas de una cámara de mezcla de amoníaco de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

60 En los dibujos, los números de referencia similares se refieren a corrientes o unidades similares, en los que: 1 quiere decir una torre de absorción, 2 quiere decir una cámara de oxidación, 3 quiere decir una sección de enfriamiento y concentración, 4 quiere decir un amoníaco acuoso, 5 quiere decir amoníaco líquido, 6 quiere decir una cámara de mezcla de amoníaco, 7 quiere decir aire, 8 quiere decir una sección de absorción de pulverización primaria, 9 quiere decir una sección de absorción de pulverización secundaria, 10 quiere decir una

tapa de gas, 11 quiere decir una bomba de circulación de absorción de pulverización primaria, y 12 quiere decir una bomba de circulación de absorción de pulverización secundaria.

**Descripción de los modos de realización preferentes**

5 En un aspecto, la presente invención proporciona un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras, en el que una sección de oxidación comprende una cámara de oxidación y una cámara de mezcla de amoníaco en comunicación fluida entre sí, y un absorbente de amoníaco se añade a la cámara de mezcla de amoníaco.

10 El ciclo de absorción-oxidación del proceso de desulfuración a base de amoníaco comprende circulación de líquido entre la cámara de oxidación y una sección de absorción de pulverización secundaria y circulación de líquido entre la cámara de mezcla de amoníaco y una sección de absorción de pulverización primaria, y existe una comunicación entre las dos circulaciones al menos a través de la comunicación fluida entre la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco, y en el que la sección de absorción de pulverización primaria está localizada corriente arriba de la sección de absorción de pulverización secundaria, con relación al flujo de una corriente de gas que se va a tratar.

20 En algunos modos de realización, el proceso de desulfuración a base de amoníaco comprende proporcionar una corriente de gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar;

25 alimentar la corriente de gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar a una sección de enfriamiento y concentración, donde la corriente de gas se lava y se enfría usando un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en la corriente de gas;

30 permitir que la corriente de gas desde la sección de enfriamiento y concentración entre en la sección de absorción de pulverización primaria, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un primer líquido de absorción de pulverización;

35 permitir que la corriente de gas desde la sección de absorción de pulverización primaria entre en la sección de absorción de pulverización secundaria, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un segundo líquido de absorción de pulverización;

40 alimentar la corriente de líquido desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria y la corriente de líquido desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria como líquido de reflujo respectivamente a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, o combinar las dos corrientes y a continuación alimentar por separado la corriente de líquido combinada a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, alimentar un gas que contiene oxígeno a la cámara de oxidación, y alimentar un absorbente de amoníaco a la cámara de mezcla de amoníaco, que está en comunicación fluida con la cámara de oxidación;

45 alimentar al menos parte de la corriente de líquido extraída desde la parte inferior de la cámara de oxidación como segundo líquido de absorción de pulverización a la sección de absorción de pulverización secundaria, y opcionalmente, alimentar al menos parte de la corriente de líquido extraída desde la parte inferior de la cámara de oxidación a una unidad posterior para recuperar sulfato de amonio;

50 alimentar la corriente de líquido extraída desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco como primer líquido de absorción de pulverización a la sección de absorción de pulverización primaria; y

55 ventilar la corriente de gas desde la parte superior de la sección de absorción de pulverización secundaria después de eliminar las gotitas, opcionalmente después de la eliminación adicional de partículas finas.

60 En el proceso de la presente invención, el gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar puede ser cualquier gas que contiene dióxido de azufre producido en cualquier proceso de producción industrial. Los ejemplos del gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar incluyen, pero no se limitan a, gas de combustión producido por combustión del carbón y gas de combustión producido en un proceso de craqueo catalítico en lecho fluidizado.

65 En el proceso de la presente invención, se usa amoníaco como absorbente para eliminar óxidos de azufre en la corriente de gas. El amoníaco puede estar en forma de amoníaco líquido, amoníaco gaseoso, amoníaco acuoso o una combinación de los mismos.

En el proceso de la presente invención, el gas que contiene oxígeno puede ser, por ejemplo, oxígeno, aire, aire enriquecido con oxígeno, aire pobre en oxígeno, o similares.

Una característica clave del proceso de la presente invención es que, en la sección de oxidación, la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en comunicación fluida entre sí se proporcionan por separado, y normalmente el absorbente de amoníaco solo se introduce en la cámara de mezcla de amoníaco. De esta manera, las tasas de oxidación y el pH de los materiales en la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco se pueden controlar por separado.

En el proceso de la presente invención, el procedimiento de adición del absorbente de amoníaco no está particularmente limitado. En un modo de realización, el absorbente de amoníaco se añade directamente a una corriente de líquido usando un distribuidor tubular, un distribuidor microporoso, un mezclador estático, o similares. En otro modo de realización, el absorbente de amoníaco se mezcla en primer lugar con una corriente de gas, por ejemplo, aire, y a continuación la corriente de gas mezclado se añade directamente a, por ejemplo, la cámara de mezcla de amoníaco, o se añade a una corriente de líquido, por ejemplo, la corriente de líquido a la cámara de mezcla de amoníaco, usando un distribuidor tubular, un distribuidor microporoso, un mezclador estático, o similares. En el caso donde el absorbente de amoníaco tal como amoníaco líquido se mezcla con la corriente de gas, la cantidad de la corriente de gas no está particularmente limitada, pero la cantidad puede ser preferentemente tal que la proporción de volumen del amoníaco gaseoso después de la gasificación de amoníaco líquido con relación a la corriente de gas es de 1: 0,03-1: 0,2, preferentemente 1: 0: 03-1: 0,1.

En el proceso de la presente invención, existen dos ciclos de absorción-oxidación, uno es la circulación de corriente de líquido entre la sección de absorción de pulverización secundaria y la cámara de oxidación, y el otro es la circulación de corriente de líquido entre la sección de absorción de pulverización primaria y la cámara de mezcla de amoníaco, y existe una comunicación entre las dos circulaciones al menos a través de comunicación fluida entre la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco. Además, las tuberías que transportan líquidos de absorción de pulverización en circulación desde la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco pueden ser independientes entre sí, pero una tubería de comunicación controlada por una válvula entre las dos está dispuesta preferentemente para permitir el ajuste de las cantidades y/o el pH de los líquidos que entran en la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria. Además, el líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria se pueden alimentar a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación respectivamente, o se pueden combinar, a continuación parte del líquido de reflujo combinado se alimenta a la cámara de mezcla de amoníaco, y la otra parte se alimenta a la cámara de oxidación. Basándose en la cantidad total de líquidos de reflujo de la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria, un 30 % vol.-85 % vol., por ejemplo, aproximadamente un 60 % vol.-aproximadamente un 70 % vol., por ejemplo aproximadamente un 60 % vol., del líquido de reflujo entra en la cámara de mezcla de amoníaco, y el líquido de reflujo restante entra en la cámara de oxidación.

En un modo de realización específico, el líquido de pulverización desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de pulverización de la parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria se combinan y se someten a reflujo, en el que aproximadamente un 60 % vol.-aproximadamente un 70 % vol., por ejemplo, un 65 % vol., del líquido de reflujo combinado entra en la cámara de mezcla de amoníaco, donde el líquido de reflujo se combina con el absorbente de amoníaco para ajustar el valor de pH, y la parte restante del líquido de reflujo combinado entra en la cámara de oxidación.

En algunos modos de realización específicos, se usa amoníaco líquido como absorbente de amoníaco, donde parte del amoníaco líquido (por ejemplo, aproximadamente un 55 % mol basado en el amoníaco total añadido a la cámara de mezcla de amoníaco) entra uniformemente en la parte de líquido de reflujo en la cámara de mezcla de amoníaco a través de un distribuidor microporoso u otros tipos de distribuidores, mientras que la otra parte (por ejemplo, aproximadamente un 45 % mol basado en el amoníaco total añadido a la cámara de mezcla de amoníaco) se mezcla con un gas que contiene oxígeno, por ejemplo aire, y a continuación se añade a la cámara de mezcla de amoníaco. El volumen del gas que contiene oxígeno, por ejemplo, aire, es aproximadamente un 3 %-aproximadamente un 10 %, por ejemplo, aproximadamente un 5 %, del volumen de amoníaco gaseoso después de la gasificación de amoníaco líquido.

Principalmente, regulando la cantidad de absorbente de amoníaco introducido en la cámara de mezcla de amoníaco y regulando la cantidad relativa de los dos ciclos de adsorción-oxidación, es posible controlar el pH de los líquidos en circulación a la salida de la cámara de mezcla de amoníaco y a la salida de la cámara de oxidación y las tasas de oxidación respectivas en la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco. En algunos modos de realización, el pH del líquido en circulación a la salida de la cámara de mezcla de amoníaco está en un intervalo de 4,6-8,0, preferentemente 5,6-6,4, la tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco está en un intervalo de un 93 %-99,5 %, preferentemente 97,5 %-99 %, el pH del líquido en circulación a la salida de la cámara de oxidación está en un intervalo de 4,0-6,8, preferentemente 4,5-5,9, y la tasa de oxidación en la cámara de oxidación no es menor que un 98,5 %, preferentemente 98,5 %-99,5 %. El término "tasa de oxidación", como se usa en el presente documento, se refiere a la tasa de conversión de sulfito de amonio (bisulfito de amonio) en el líquido de reflujo que entra en la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco que se oxida a sulfato de amonio.

Opcionalmente, en el proceso de la presente invención, también se añade un absorbente de amoníaco en al menos una de la cámara de oxidación, la sección de enfriamiento y concentración (el pH se controla en un intervalo de 2,5-5,5, preferentemente en un intervalo de 3-3,5), la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria para controlar el pH del material en cada sección.

En referencia a las figuras 1 y 2, se describe un modo de realización del proceso de la presente invención. La corriente de gas que se va a tratar, por ejemplo, gas de combustión producido en calderas de carbón, entra en una sección de enfriamiento y concentración 3, donde la corriente de gas se lava y se enfría usando un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en el gas de combustión. Como se muestra en la figura 1, también se introduce un absorbente de amoníaco 4 (por ejemplo, amoníaco acuoso) en la corriente de gas en la sección de enfriamiento y concentración 3, aunque esto no es necesario. La corriente de gas enfriada entra (por ejemplo, a través de una tapa de gas) en una sección de absorción de pulverización primaria 8 hacia arriba, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un primer líquido de pulverización que entra en la través de un pulverizador desde la parte superior de la sección de absorción de pulverización primaria 8 de modo que al menos parte de los óxidos de azufre en la corriente de gas se absorbe en el líquido de pulverización y el contenido de óxidos de azufre en la corriente de gas se reduce en consecuencia. El primer líquido de pulverización contactado se recoge en la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria 8 y se extrae a medida que el líquido de reflujo entra en la cámara de oxidación 2 y en la cámara de mezcla de amoníaco 6. La corriente de gas absorbida principalmente en la sección de absorción de pulverización primaria 8 entra (por ejemplo, a través de una tapa de gas) en una sección de absorción de pulverización secundaria 9 hacia arriba, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un segundo líquido de pulverización que entra en la través de un pulverizador desde la parte superior de la sección de absorción de pulverización secundaria 9 de modo que el contenido de óxidos de azufre en la corriente de gas se reduce adicionalmente y posiblemente la cantidad de amoníaco arrastrado se reduce. El segundo líquido de pulverización contactado se recoge en la parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria 9, y se extrae a medida que el líquido de reflujo entra en la cámara de oxidación 2 y la cámara de mezcla de amoníaco 6. La corriente de gas tratada adicionalmente en la sección de absorción de pulverización secundaria 9 se puede ventilar después de eliminar las gotitas, o ventilarse después de tratamiento adicional a través de una sección opcional posterior de eliminación de partículas finas. El líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria 9 o parte del líquido de reflujo combinado desde la sección de absorción de pulverización primaria 8 y la sección de absorción de pulverización secundaria 9 (como se muestra en la figura 1) entra en la cámara de oxidación 2 y se mezcla con un gas que contiene oxígeno 7, por ejemplo, aire, allí de modo que al menos parte del sulfito de amonio (bisulfito de amonio) en el líquido de reflujo se oxida a sulfato de amonio. Parte de la fase líquida en la parte inferior de la cámara de oxidación 2 se extrae a través de una tubería 13, al menos parte de la corriente de líquido extraída se alimenta a la parte superior de la sección de absorción de pulverización secundaria 9 por medio de una bomba de circulación 12 como líquido de absorción de pulverización, y opcionalmente, al menos parte de la corriente de líquido extraída se alimenta a una unidad corriente abajo para tratamiento para recuperar el sulfato de amonio. También se proporciona una cámara de mezcla de amoníaco 6, y está en comunicación fluida con la cámara de oxidación 2 a través de aberturas en la parte superior y lateral de la misma, permitiendo el intercambio de material entre las dos cámaras. Al menos parte del líquido de reflujo desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria 8 o al menos parte del líquido de reflujo combinado desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria 8 y la parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria 9 entra en la cámara de mezcla de amoníaco 6 en su parte superior, y se combina con un absorbente de amoníaco 5 (por ejemplo, amoníaco líquido) (por ejemplo, por medio de un distribuidor microporoso). El absorbente de amoníaco adicional 5 (por ejemplo, amoníaco líquido) se mezcla con aire 7 y a continuación se añade a la cámara de mezcla de amoníaco 6. Parte del líquido se extrae desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco 6 a través de una tubería 14, y se alimenta a la parte superior de la sección de absorción de pulverización primaria 8 a través de una bomba de circulación 11 como líquido de absorción de pulverización. Se puede proporcionar un canal de comunicación entre las tuberías 13 y 14, permitiendo de este modo el ajuste de las cantidades y los valores de pH de los líquidos de pulverización que entran en la sección de absorción de pulverización primaria 8 y la sección de absorción de pulverización secundaria 9. En el proceso, se introduce un absorbente de amoníaco no solo en la cámara de mezcla de amoníaco 6 y en la sección de enfriamiento y concentración 3, sino también opcionalmente en una o más de la sección de absorción de pulverización primaria 8, la sección de absorción de pulverización secundaria 9, y opcionalmente, la sección de eliminación de partículas finas, para regular y controlar la composición y el pH de la corriente en cada sección (no se muestra).

En otro aspecto, la presente invención proporciona un aparato de desulfuración a base de amoníaco adecuado para llevar a cabo el proceso anterior de la presente invención, que comprende:

una sección de absorción de pulverización primaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un primer líquido de pulverización pulverizado desde la parte superior de la misma y una corriente de gas que entra desde la parte inferior de la misma, permitir extraer el primer líquido de pulverización contactado desde la parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de reflujo, y permitir que la corriente de gas absorbida

preliminarmente entre en una sección de absorción de pulverización secundaria, por ejemplo, a través de una partición con una tapa de gas;

5 una sección de absorción de pulverización secundaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un segundo líquido de pulverización pulverizado desde la parte superior de la misma y la corriente de gas que entra desde la sección de absorción de pulverización primaria, y permitir extraer el segundo líquido de pulverización contactado desde la parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de reflujo; y

10 una sección de oxidación, que comprende:

10 una cámara de oxidación, configurada para permitir el contacto y la reacción entre al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria o parte del líquido de reflujo combinado de las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria y un gas que contiene oxígeno, y permitir extraer al menos parte de la fase líquida desde la parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización secundaria o las secciones de absorción de pulverización tanto primaria como secundaria; y una cámara de mezcla de amoníaco, configurada para estar en comunicación fluida con la cámara de oxidación a través de aberturas en la parte superior y/o lateral de la misma, permitir que al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria o parte del líquido de reflujo combinado de las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria entre desde la parte superior de la misma y se mezcle con un absorbente de amoníaco añadido a la cámara de mezcla de amoníaco, y permitir extraer una corriente de líquido desde la parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización primaria o las secciones de absorción tanto primaria como secundaria.

25 En un modo de realización, el aparato comprende además una sección de enfriamiento y concentración corriente arriba de la sección de absorción de pulverización primaria, en el que la sección de enfriamiento y concentración está configurada para permitir que se trate una corriente de gas, por ejemplo, gas de combustión producido en calderas de carbón, que se lave y se enfríe por un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en la corriente de gas, y permitir que la corriente de gas enfriada entre en la sección de absorción de pulverización primaria, por ejemplo, a través de una partición con una tapa de gas.

30 En un modo de realización preferente, las secciones individuales del aparato se acomodan en una torre de absorción.

35 En el aparato de la presente invención, el volumen de la cámara de oxidación se puede determinar en base al tiempo de residencia requerido para la oxidación, y el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco en general no es menor que el flujo de una bomba de circulación durante 2 minutos.

40 En algunos modos de realización, la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se pueden proporcionar por separado. Por ejemplo, la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco se pueden proporcionar por dos depósitos en comunicación fluida entre sí. Para otro ejemplo, la cámara de oxidación se puede proporcionar en una torre de absorción que acomoda las secciones individuales del aparato, y la cámara de mezcla de amoníaco se puede proporcionar en la torre de absorción o fuera de la torre de absorción.

45 En algunos modos de realización adicionales, la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se forman por partición de un depósito. En algunos otros modos de realización, tanto la cámara de oxidación como la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se proporcionan en una torre de absorción que acomoda las secciones individuales del aparato, y se forman por partición de la parte inferior de la torre de absorción. En dichos modos de realización, el área de sección transversal de la cámara de mezcla de amoníaco representa hasta un 85 %, por ejemplo, no más de un 60 %, o no más de un 50 %, o no más de un 40 %, o de un 8 % a un 50 %, o de un 10 % a un 40 %, o de un 12 % a un 35 % del área de sección transversal del depósito/torre de absorción.

55 En general, la cámara de mezcla de amoníaco se proporciona por debajo del nivel controlado de la cámara de oxidación. Por ejemplo, la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco puede estar al menos 20 cm por debajo del nivel controlado de la cámara de oxidación, preferentemente 100-200 cm por debajo del nivel controlado de la cámara de oxidación. En el aparato de la presente invención, no existen aberturas en la superficie inferior de la cámara de mezcla de amoníaco. Uno o más orificios de equilibrado en comunicación fluida con la cámara de oxidación se abren en el lateral, preferentemente en la parte inferior del lateral, por ejemplo, a 1/8 de la parte inferior, o a 1/6 de la parte inferior, o a 1/5 de la parte inferior, o a 1/4 de la parte inferior, o a 1/3 de la parte inferior del lateral. El área de cada abertura en general no es más de 0,25 m<sup>2</sup>, preferentemente no más de 0,1 m<sup>2</sup>, más preferentemente no más de 0,05 m<sup>2</sup>, y todavía más preferentemente no más de 0,01 m<sup>2</sup>. La forma de la(s) abertura(s) no está particularmente limitada. Por ejemplo, la(s) abertura(s) puede(n) ser un círculo, un rectángulo, un cuadrado, un óvalo, un hexágono, o similares. En un modo de realización específico, la(s) abertura(s) es/son un cuadrado de 80 x 80 mm o 90 x 90 mm o 100 x 100 mm. En

otro modo de realización específico, la(s) abertura(s) es/son un círculo con un diámetro de 80, u 85, o 90, o 95, o 100, o 110 mm. El número de aberturas en el lateral se puede calcular de acuerdo con el área de sección transversal requerida para alcanzar al menos el flujo de una sola bomba de circulación a una velocidad de flujo de 4 m/s y el área de una sola abertura. En general, el número de aberturas en el lateral permite que el área total de las aberturas sea igual a o mayor que el área de sección transversal requerida para alcanzar el flujo de una sola bomba de circulación a una velocidad de flujo de 4 m/s. También hay una o más aberturas en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco. En general, el número de aberturas en la parte superior es de 1 a 3 veces más que el número de aberturas en el lateral, y el tamaño de las aberturas en la parte superior puede ser igual a o diferente del tamaño de las aberturas en el lateral, y preferentemente es aproximadamente igual. La forma de las aberturas en la parte superior puede ser igual a o diferente de la forma de las aberturas en el lateral, y preferentemente es aproximadamente igual. Los orificios de equilibrado en el lateral y en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco se deben proporcionar en general lejos de las entradas y salidas de las corrientes individuales. La figura 3 describe esquemáticamente la disposición de aberturas de una cámara de mezcla de amoníaco de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. La disposición de las aberturas en el lateral y/o en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco permite la comunicación entre las dos circulaciones.

La forma de la cámara de mezcla de amoníaco no es crítica. En general, la forma se puede determinar de acuerdo con su localización y la facilidad de procesamiento del equipo. Por ejemplo, en el caso donde la cámara de mezcla de amoníaco está conectada a la pared de la torre o depósito, puede ser semicilíndrica; en el caso donde la cámara de mezcla de amoníaco se coloque en el medio de la torre, se puede procesar en un depósito horizontal; y en el caso donde la cámara de mezcla de amoníaco se coloque fuera de la torre, se puede procesar en un depósito vertical cilíndrico.

En un modo de realización específico, el aparato de la presente invención es como se muestra en las figuras 1-3, en el que el área de sección transversal de la cámara de mezcla de amoníaco 6 es de aproximadamente un 15 % a aproximadamente un 30 %, por ejemplo, 18 %, 20 %, 22 % o 25 %, del área de sección transversal de la torre de absorción 1; la altura de la cámara de mezcla de amoníaco 6 es de aproximadamente 30 a aproximadamente un 42 %, por ejemplo, 35 %, 38 % o 40 % de la altura de la sección de oxidación, y la cámara de mezcla de amoníaco total 6 está por debajo del nivel controlado dentro del cámara de oxidación 2, por ejemplo, al menos aproximadamente 50 cm por debajo del nivel controlado, por ejemplo, 60 cm, 80 cm, 100 cm o 150 cm por debajo del nivel controlado; el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco 6 es de aproximadamente 15-40 m<sup>3</sup>, por ejemplo, 18, 22 o 26 m<sup>3</sup>, el volumen de la cámara de oxidación 2 es de aproximadamente 150-400 m<sup>3</sup>, por ejemplo, 180, 220 o 260 m<sup>3</sup>, y la proporción de volumen de la cámara de mezcla de amoníaco 6 con respecto a la cámara de oxidación 2 es aproximadamente 1: 10; la cámara de mezcla de amoníaco 6 puede tener de aproximadamente 5 a aproximadamente 15, por ejemplo, 10, orificios de equilibrado en la parte inferior de su lateral (por ejemplo, a 1/4 o 1/5 o 1/6 de la parte inferior), y de 10 a 30, por ejemplo, 20, orificios de equilibrado en su techo, en el que el tamaño de cada orificio puede ser de 80 x 80 mm, y los orificios de equilibrado se proporcionan lejos de la entrada del líquido de reflujo y la toma de amoníaco; el líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria 8 y el líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria 9 se combinan, en el que aproximadamente un 60-70 % vol., por ejemplo 65 % vol., del líquido de reflujo total entra en la cámara de mezcla de amoníaco 6 y se mezcla con amoníaco líquido 5, mientras que la parte restante del líquido de reflujo entra en la cámara de oxidación 2; y en base a la cantidad total de amoníaco líquido alimentado a la cámara de mezcla de amoníaco 6, por ejemplo, aproximadamente un 55 % de amoníaco líquido 5 se añade directamente a la cámara de mezcla de amoníaco 6 (por ejemplo, a través de un distribuidor microporoso), el 45 % restante de amoníaco líquido 5 se mezcla con aire 7 y a continuación se alimenta a la cámara de mezcla de amoníaco 6, y el volumen de aire 7 es de aproximadamente un 5 %-a aproximadamente un 10 % del volumen de amoníaco gaseoso después de la gasificación de amoníaco líquido. Las válvulas se pueden fijar en cada tubería desde/hacia la cámara de oxidación 2 y la cámara de mezcla de amoníaco 6 según se requiera, para permitir el ajuste de los flujos de materiales desde/hacia las dos cámaras, y a su vez el ajuste de las composiciones de las corrientes de líquido desde/hacia las dos cámaras.

Efectos técnicos logrados por la invención

1. La presente invención resuelve ventajosamente los problemas de amoníaco sin reaccionar y la formación de aerosol en la desulfuración a base de amoníaco, para cumplir con los requisitos de descarga más rigurosos. Bajo las condiciones en que la concentración de SO<sub>2</sub> en el gas de combustión original no es más de 30000 mg/Nm<sup>3</sup>, y la concentración de partículas totales no es más de 30 mg/Nm<sup>3</sup>, en el gas de combustión limpio tratado, el contenido de SO<sub>2</sub> no puede ser más de 35 mg/Nm<sup>3</sup> y el contenido total de polvo (incluyendo aerosoles) no es más de 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

2. En el proceso de la presente invención, el amoníaco sin reaccionar en el gas de combustión limpio tratado no es más de 3 mg/Nm<sup>3</sup>, y la tasa de utilización de amoníaco puede alcanzar un 99 % o más.

3. El aparato de la presente invención tiene una alta eficacia de purificación, se puede hacer funcionar de manera estable y fiable, evita la contaminación secundaria y tiene un amplio alcance de adaptación.

#### Modos de realización

5

##### Modo de realización 1

La desulfuración a base de amoníaco del gas de combustión de un proceso de combustión de carbón se llevó a cabo usando un aparato de la presente invención, en el que el aparato es básicamente como se muestra en las figuras 1-3, excepto que la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco se proporcionan por 2 depósitos fuera de la torre de absorción, proporcionándose una tubería de comunicación DN500 en la parte media de los dos depósitos; un líquido en circulación desde la salida en la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco entra en la parte superior de la sección de absorción de pulverización primaria, y un líquido en circulación desde la salida en la parte inferior de la cámara de oxidación entra en la parte superior de la sección de absorción de pulverización secundaria; un líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria y un líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria convergen en un separador de gas-líquido entre la sección de enfriamiento y concentración y la sección de absorción de pulverización primaria con una cantidad total de 2700 m<sup>3</sup>/h, en el que un 60 % vol. del líquido de reflujo entra en la cámara de mezcla de amoníaco, y un 40 % vol. del líquido de reflujo entra en la cámara de oxidación; se añade amoníaco líquido a la cámara de mezcla de amoníaco de manera uniforme y suave a un flujo de 204 kg/h a través de un distribuidor microporoso, y se añade amoníaco líquido adicional al aire a 300 kg/h a través de un distribuidor, y el volumen de aire es un 10 % del volumen de amoníaco gaseoso después de la gasificación de amoníaco líquido, y a continuación el gas mezclado se alimenta a la cámara de mezcla de amoníaco; el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco es de 27 m<sup>3</sup>; el volumen de la cámara de oxidación es de 200 m<sup>3</sup>; y no se conduce ninguna corriente a unidades corriente abajo para recuperar sulfato de amonio.

El flujo del gas de combustión original es de 600000 Nm<sup>3</sup>/h, y su temperatura es de 145 °C, la concentración de SO<sub>2</sub> es de 1600 mg/Nm<sup>3</sup> y la concentración de partículas totales es de 21,3 mg/Nm<sup>3</sup>. El pH del líquido en circulación a la salida en la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco es de 6,1, y la tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco es de un 98 %. El pH del líquido en circulación a la salida en la parte inferior de la cámara de oxidación es de 5,3, y la tasa de oxidación en la cámara de oxidación es de un 99,5 %. La temperatura del gas a la salida de la sección de enfriamiento y concentración es de 51,4 °C.

En el gas de combustión limpio desde la sección de absorción de pulverización secundaria, el contenido de SO<sub>2</sub> es de 17,3 mg/Nm<sup>3</sup>, el contenido de partículas totales (incluyendo aerosoles) es de 1,8 mg/Nm<sup>3</sup>, y la cantidad de amoníaco arrastrado es de 0,35 mg/Nm<sup>3</sup>.

##### Modo de realización 2

Se repitió el experimento del modo de realización 1, excepto que la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco se proporcionan en un mismo depósito con un diámetro de 5,5 m, el área de sección transversal de la cámara de mezcla de amoníaco es un 18 % del área de sección transversal del depósito, y la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco es 1 m más baja que el nivel de líquido en la cámara de oxidación; se abren 13 orificios de equilibrado en la parte inferior en el lateral de la cámara de mezcla de amoníaco, se abren 22 orificios de equilibrado en el techo, el tamaño de cada orificio es de 80 x 80 mm y los orificios de equilibrado se proporcionan lejos de la salida del líquido en circulación y la toma de amoníaco; el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco con forma semicilíndrica es de 27 m<sup>3</sup>; el volumen de la cámara de oxidación es de 220 m<sup>3</sup>; y el líquido de pulverización de la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de pulverización de la sección de absorción de pulverización secundaria se combinan, en el que un 70 % del líquido de reflujo combinado se combina con un 20 % de amoníaco acuoso a 2522 kg/h y a continuación entra en la cámara de mezcla de amoníaco, mientras que el líquido de reflujo restante entra en la cámara de oxidación.

El pH del líquido en circulación extraído de la cámara de mezcla de amoníaco es de 6,3, y la tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco es de un 98,6 %. El pH del líquido en circulación extraído de la cámara de oxidación es de 5,4, y la tasa de oxidación en la cámara de oxidación es de un 99,7 %.

En el gas de combustión limpio, el contenido de SO<sub>2</sub> es de 16,3 mg/Nm<sup>3</sup>, el contenido de partículas totales (incluyendo aerosoles) es de 2,1 mg/Nm<sup>3</sup> y la cantidad de amoníaco arrastrado es de 0,42 mg/Nm<sup>3</sup>.

##### Modo de realización 3

El experimento se llevó a cabo usando el aparato del modo de realización 1, excepto que la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco se proporcionan en un mismo depósito con un diámetro de 6 m, el área de sección transversal de la cámara de mezcla de amoníaco es un 20 % del área de sección transversal del depósito, la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco es 1,5 m más baja que el nivel de líquido en la cámara de oxidación; se abren 8 orificios de equilibrado en la parte inferior en el lateral de la cámara de mezcla

de amoníaco, se abren 13 orificios de equilibrado en el techo, el tamaño de cada orificio es de 100 x 100 mm, y los orificios de equilibrado se proporcionan lejos de la salida del líquido en circulación y la toma de amoníaco; el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco es de 25 m<sup>3</sup>, la cámara de mezcla de amoníaco está localizada en el centro del depósito y es un depósito horizontal; el volumen de la cámara de oxidación es de 228 m<sup>3</sup>; el líquido de pulverización de la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de pulverización de la sección de absorción de pulverización secundaria no se combinan, sino que se alimentan a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación respectivamente, en el que el flujo del líquido de reflujo a la cámara de mezcla de amoníaco es de 1700 m<sup>3</sup>/h, y el flujo del líquido de reflujo a la cámara de oxidación es de 600 m<sup>3</sup>/h; y se añade un 20 % de amoníaco acuoso usado como absorbente a un flujo de 5432 kg/h al líquido de reflujo que entra en la cámara de mezcla de amoníaco, y a un flujo de 1316 kg/h al líquido de reflujo que entra en la cámara de oxidación.

El flujo del gas de combustión original es de 300000 Nm<sup>3</sup>/h, y su temperatura es de 145 °C, la concentración de SO<sub>2</sub> es de 8500 mg/Nm<sup>3</sup> y la concentración de partículas totales es de 28,5 mg/Nm<sup>3</sup>.

El pH del líquido en circulación extraído de la cámara de mezcla de amoníaco es de 6,5, y la tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco es de un 96,8 %. El pH del líquido en circulación extraído de la cámara de oxidación es de 5,3, y la tasa de oxidación en la cámara de oxidación es de un 99 %.

En el gas de combustión limpio, el contenido de SO<sub>2</sub> es de 31,4 mg/Nm<sup>3</sup>, el contenido de partículas totales (incluyendo aerosoles) es de 2,8 mg/Nm<sup>3</sup>, y la cantidad de amoníaco arrastrado es de 0,7 mg/Nm<sup>3</sup>.

Modo de realización comparativo:

Se repitió el experimento del modo de realización 3, excepto que no se empleó la adición de amoníaco en diferentes cámaras, es decir, la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación se combinan en una sola; el líquido de pulverización desde la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de pulverización desde la sección de absorción de pulverización secundaria se combinan y a continuación entran en la cámara de oxidación a 2300 m<sup>3</sup>/h, antes de esto se añade un 20 % de amoníaco acuoso a 6770 kg/h; y después de la oxidación, los líquidos de pulverización vuelven a las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria para su absorción, siendo el pH del líquido en circulación oxidado de 5,9 y siendo la tasa de oxidación de un 98,3 %.

En el gas de combustión limpio, el contenido de SO<sub>2</sub> es de 67 mg/Nm<sup>3</sup>, el contenido de partículas totales (incluyendo aerosoles) es de 12 mg/Nm<sup>3</sup>, la cantidad de amoníaco arrastrado es de 2,7 mg/Nm<sup>3</sup> y el consumo de un 20 % de amoníaco acuoso se incrementa en 22 kg/h. Estos índices son inferiores a los del modo de realización 3.

Los procedimientos de detección de algunos índices e instrumentos principales usados en los modos de realización y el modo de realización comparativo se muestran en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Procedimientos de detección de algunos índices e instrumentos principales

S/N	Elementos de seguimiento	Nombres y números del procedimiento de análisis/patrón	Nombres y modelos de instrumentos	N.º de instrumento
1	Polvo de combustión	Determinación de partículas y procedimientos de muestreo de contaminantes gaseosos emitidos por el escape de una fuente estacionaria GB/T16157-1996	Muestreador de polvo de combustión Laoying 3012H, balanzas electrónicas BS224S y AB204-S	8042448, 08244496 18360886 y 1119051201
2	SO <sub>2</sub>	Determinación de dióxido de azufre del escape de una fuente estacionaria Procedimiento de electrólisis de potencial fijo HJ/T 57-2000	Analizador de gas de combustión Testo 350	N.º 10 y N.º 1
4	Amoníaco	Aire y escape - Determinación de espectrofotometría de reactivo de Nessler de amoníaco HJ 533-2009	Espectrofotómetro Laoying 3072H 722	02085809 y 2c5BP363
5	Contenido de oxígeno de gas de combustión	Especificación y procedimientos de prueba para sistemas de seguimiento continuo de emisión de gas de combustión emitido por fuentes estacionarias - Proceso electroquímico (apéndice B) (HJ/T 76-2007)	Analizador de gas de combustión Testo 350	N.º 10 y N.º 1

ES 2 737 988 T3

S/N	Elementos de seguimiento	Nombres y números del procedimiento de análisis/patrón	Nombres y modelos de instrumentos	N.º de instrumento
6	Temperatura del gas de combustión	Determinación de partículas y procedimientos de muestreo de contaminantes gaseosos emitidos por gas de escape de fuente estacionaria - Procedimiento de resistencia de platino (GB/T16157-1996)	TES-1310	/
7	Humedad del gas de combustión	Especificación y procedimientos de prueba para sistemas de seguimiento continuo de emisión de gas de combustión emitido por fuentes estacionarias (Apéndice B) (HJ/T76-2007)	Muestreador de polvo de combustión Laoying 3012H	8042448 y 08244496

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso de desulfuración a base de amoníaco a través de la adición de amoníaco en diferentes cámaras, en el que una sección de oxidación comprende una cámara de oxidación y una cámara de mezcla de amoníaco en comunicación fluida entre sí, y un absorbente de amoníaco se añade a la cámara de mezcla de amoníaco, y

en el que un ciclo de absorción-oxidación del proceso comprende circulación de líquido entre la cámara de oxidación y una sección de absorción de pulverización secundaria y circulación de líquido entre la cámara de mezcla de amoníaco y una sección de absorción de pulverización primaria, y existe una comunicación entre las dos circulaciones al menos a través de la comunicación fluida entre la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco, y

en el que la sección de absorción de pulverización primaria está localizada corriente arriba de la sección de absorción de pulverización secundaria, con relación al flujo de una corriente de gas que se va a tratar.

2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las siguientes etapas:

proporcionar una corriente de gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar;

alimentar la corriente de gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar a una sección de enfriamiento y concentración, donde la corriente de gas se lava y se enfría usando un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en la corriente de gas;

permitir que la corriente de gas desde la sección de enfriamiento y concentración entre en la sección de absorción de pulverización primaria, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un primer líquido de absorción de pulverización;

permitir que la corriente de gas desde la sección de absorción de pulverización primaria entre en la sección de absorción de pulverización secundaria, donde la corriente de gas está en contacto a contracorriente con un segundo líquido de absorción de pulverización;

alimentar la corriente de líquido desde una parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria y la corriente de líquido desde una parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria como líquido de reflujo respectivamente a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, o combinar las dos corrientes de líquido y a continuación alimentar por separado la corriente de líquido combinada a la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, alimentar un gas que contiene oxígeno a la cámara de oxidación, y alimentar un absorbente de amoníaco a la cámara de mezcla de amoníaco, que está en comunicación fluida con la cámara de oxidación;

alimentar al menos parte de una corriente de líquido extraída desde una parte inferior de la cámara de oxidación como segundo líquido de absorción de pulverización a la sección de absorción de pulverización secundaria, y opcionalmente, alimentar al menos parte de una corriente de líquido extraída desde una parte inferior de la cámara de oxidación a una unidad posterior para recuperar sulfato de amonio;

alimentar una corriente de líquido extraída desde una parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco como primer líquido de absorción de pulverización a la sección de absorción de pulverización primaria; y

ventilar la corriente de gas desde una parte superior de la sección de absorción de pulverización secundaria después de eliminar gotitas, opcionalmente después de la eliminación adicional de partículas finas.

3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, que tiene una de las siguientes características:

- el gas que contiene dióxido de azufre que se va a tratar es un gas de combustión producido en la combustión de carbón o un gas de combustión producido en un proceso de craqueo catalítico en lecho fluidizado o un gas de combustión producido en otros procesos industriales;

- el absorbente de amoníaco está en forma de amoníaco líquido, amoníaco gaseoso, amoníaco acuoso o una combinación de los mismos;

- el gas que contiene oxígeno es oxígeno, aire, aire enriquecido con oxígeno o aire pobre en oxígeno;
- 5 - el absorbente de amoníaco se añade a una corriente de líquido usando un distribuidor tubular, un distribuidor microporoso o un mezclador estático, y/o el absorbente de amoníaco se mezcla en primer lugar con un gas que contiene oxígeno, y a continuación la corriente de gas mezclado se añade directamente a la cámara de mezcla de amoníaco;
- 10 - el pH de un líquido en circulación extraído desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco está en un intervalo de 4,6-8,0;
- el pH de un líquido en circulación extraído de la parte inferior de la cámara de oxidación está en un intervalo de 4,0-6,8;
- 15 - no se añade ningún absorbente de amoníaco adicional a la cámara de oxidación, excepto para el absorbente de amoníaco en el líquido de reflujo que entra en la cámara de oxidación y el absorbente de amoníaco que entra en la cámara de oxidación desde la cámara de mezcla de amoníaco;
- 20 - una tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco está en un intervalo de un 93 %-99,5 %;
- una tasa de oxidación en la cámara de oxidación no es menor que un 98,5 %;
- 25 - basándose en una cantidad total del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria, un 30 %-85 % del líquido de reflujo entra en la cámara de mezcla de amoníaco, y el líquido de reflujo restante entra en la cámara de oxidación; y
- 30 - se proporciona una tubería controlada por válvula entre una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de oxidación y una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco, para permitir el ajuste de las cantidades y/o los valores de pH de los líquidos en circulación que entran en la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria
- 35 respectivamente.
- 4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el líquido de pulverización desde la parte inferior de la sección de absorción de pulverización primaria y el líquido de pulverización de la parte inferior de la sección de absorción de pulverización secundaria se combinan, en el que aproximadamente un 30 %-85 % del líquido de reflujo combinado entra en la cámara de mezcla de amoníaco para combinarse con el absorbente de amoníaco y la parte restante del líquido de reflujo combinado entra en la cámara de oxidación.
- 40
- 45 5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 4, en el que al menos parte del absorbente de amoníaco entra en la parte de líquido de reflujo que se va a alimentar a la cámara de mezcla de amoníaco a través de un distribuidor microporoso o se alimenta directamente a la cámara de mezcla de amoníaco, y/o al menos parte del absorbente de amoníaco se mezcla con el gas que contiene oxígeno, y a continuación se añade a la cámara de mezcla de amoníaco.
- 50 6. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que se usa amoníaco líquido como absorbente y el amoníaco líquido se añade a través de un mezclador a una solución a/en la cámara de mezcla de amoníaco, y/o el amoníaco líquido se mezcla en primer lugar con un gas que contiene oxígeno y a continuación se añade a la cámara de mezcla de amoníaco, en el que la cantidad de gas que contiene oxígeno es un 3 %-10 % del volumen de amoníaco gaseoso después de la gasificación de amoníaco líquido.
- 55
- 60 7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que el absorbente de amoníaco también se añade en al menos una de la sección de enfriamiento y concentración, la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria.
- 65 8. Un aparato para implementar un proceso de desulfuración a base de amoníaco, que comprende:
  - una sección de absorción de pulverización primaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un primer líquido de pulverización pulverizado desde una parte superior de la misma y una corriente de gas que entra desde una parte inferior de la misma, permitir extraer el primer líquido de pulverización contactado desde la parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de

reflujo, y permitir que la corriente de gas absorbida preliminarmente entre en una sección de absorción de pulverización secundaria;

5 la sección de absorción de pulverización secundaria, configurada para permitir el contacto a contracorriente entre un segundo líquido de pulverización pulverizado desde una parte superior de la misma y la corriente de gas que entra desde la sección de absorción de pulverización primaria, y permitir extraer el segundo líquido de pulverización contactado desde una parte inferior de la misma para proporcionar un líquido de reflujo; y

10 una sección de oxidación, que comprende:

15 una cámara de oxidación, configurada para permitir el contacto y la reacción entre al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización secundaria o parte de un líquido de reflujo combinado desde las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria y un gas que contiene oxígeno, y permitir extraer al menos parte de la fase líquida desde la parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización secundaria o las secciones de absorción de pulverización tanto primaria como secundaria; y

20 una cámara de mezcla de amoníaco, configurada para estar en comunicación fluida con la cámara de oxidación a través de aberturas en una parte superior y/o lateral de la misma, permitir que al menos parte del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria o parte del líquido de reflujo combinado desde las secciones de absorción de pulverización primaria y secundaria entren desde una parte superior de la misma y se mezclen con un absorbente de amoníaco añadido a la cámara de mezcla de amoníaco, y permitir extraer una corriente de líquido desde una parte inferior de la misma para la circulación a la sección de absorción de pulverización primaria o las secciones de absorción de pulverización tanto primaria como secundaria.

9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una sección de enfriamiento y concentración corriente arriba de la sección de absorción de pulverización primaria, estando configurada la sección de enfriamiento y concentración para permitir que una corriente de gas que se va a tratar se lave y se enfríe por un líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración mientras se concentra el líquido de lavado en circulación en la sección de enfriamiento y concentración usando el calor en la corriente de gas, y permitir que la corriente de gas enfriada entre en la sección de absorción de pulverización primaria como la corriente de gas que estará en contacto con el primer líquido de pulverización.

10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, que tiene una de las siguientes características:

40 - la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se proporcionan por separado, o la cámara de oxidación se proporciona en una torre de absorción que acomoda secciones individuales del aparato, y la cámara de mezcla de amoníaco se proporciona en la torre de absorción o fuera de la absorción torre; o la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se forman por partición de un depósito; o tanto la cámara de oxidación como la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se proporcionan en la torre de absorción que acomoda las secciones individuales del aparato, y se forman por la partición de la parte inferior de la torre de absorción;

50 - el volumen de la cámara de mezcla de amoníaco no es menor que la cantidad del líquido extraído de la parte inferior durante 2 minutos; y

55 - se proporciona una tubería controlada por válvula entre una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de oxidación y una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco, para permitir el ajuste de las cantidades y/o los valores de pH de los líquidos en circulación que entran en la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria respectivamente.

60 11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la cámara de oxidación y la cámara de mezcla de amoníaco en la sección de oxidación se forman por partición de un depósito, o ambas se proporcionan en la torre de absorción que acomoda las secciones individuales del aparato, y se forman por partición de la parte inferior de la torre de absorción, en el que el área de sección transversal de la cámara de mezcla de amoníaco representa de un 5 % a un 50 % del área de sección transversal del depósito/torre de absorción, y en el que existen aberturas en el lateral y/o en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco.

65

12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la cámara de mezcla de amoníaco se proporciona estando su parte superior al menos 20 cm por debajo de un nivel controlado en la cámara de oxidación.
- 5 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se proporcionan aberturas en el lateral y/o en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco para lograr una comunicación fluida entre la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, y en el que el aparato tiene una de las siguientes características:
- 10 - se abren uno o más orificios a 1/3 de la parte inferior en el lateral de la cámara de mezcla de amoníaco;
- hay una o más aberturas en el techo de la cámara de mezcla de amoníaco;
- 15 - el área de cada abertura de la cámara de mezcla de amoníaco no es más de 0,25 m<sup>2</sup>;
- una o más aberturas de la cámara de mezcla de amoníaco son redondas, rectangulares, cuadradas, ovaladas o hexagonales; y
- 20 - las aberturas en el lateral y/o en la parte superior de la cámara de mezcla de amoníaco se proporcionan lejos de las entradas y salidas de las corrientes individuales.
14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se proporcionan aberturas al menos en el lateral de la cámara de mezcla de amoníaco para lograr una comunicación fluida entre la cámara de mezcla de amoníaco y la cámara de oxidación, y en el que el número de las aberturas en el lateral permite que el área total de las aberturas sea igual a o mayor que el área de sección transversal requerida para alcanzar el flujo de una bomba de circulación entre la cámara de mezcla de amoníaco y la sección de absorción de pulverización primaria a una velocidad de flujo de 4 m/s.
- 25 15. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene al menos una de las siguientes características:
- 30 - el absorbente de amoníaco está en forma de amoníaco líquido, amoníaco gaseoso, amoníaco acuoso o una combinación de los mismos;
- 35 - el absorbente de amoníaco se añade a una corriente de líquido usando un distribuidor tubular, un distribuidor microporoso o un mezclador estático, y/o el absorbente de amoníaco se mezcla en primer lugar con un gas que contiene oxígeno, y a continuación la corriente de gas mezclado se añade directamente a la cámara de mezcla de amoníaco;
- 40 - no se añade ningún absorbente de amoníaco adicional a la cámara de oxidación, excepto para el absorbente de amoníaco en un líquido de reflujo que entra en la cámara de oxidación y el absorbente de amoníaco que entra en la cámara de oxidación desde la cámara de mezcla de amoníaco;
- 45 - una tasa de oxidación en la cámara de mezcla de amoníaco está en un intervalo de un 93 %-99,5 %;
- una tasa de oxidación en la cámara de oxidación no es menor que un 98,5 %;
- 50 - basándose en una cantidad total del líquido de reflujo desde la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria, un 30 %-85 % del líquido de reflujo entra en la cámara de mezcla de amoníaco, y el líquido de reflujo restante entra en la cámara de oxidación; y
- 55 - se proporciona una tubería controlada por válvula entre una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de oxidación y una tubería por la que se extrae el líquido en circulación desde la parte inferior de la cámara de mezcla de amoníaco, para permitir el ajuste de las cantidades y/o los valores de pH de los líquidos en circulación que entran en la sección de absorción de pulverización primaria y la sección de absorción de pulverización secundaria respectivamente.

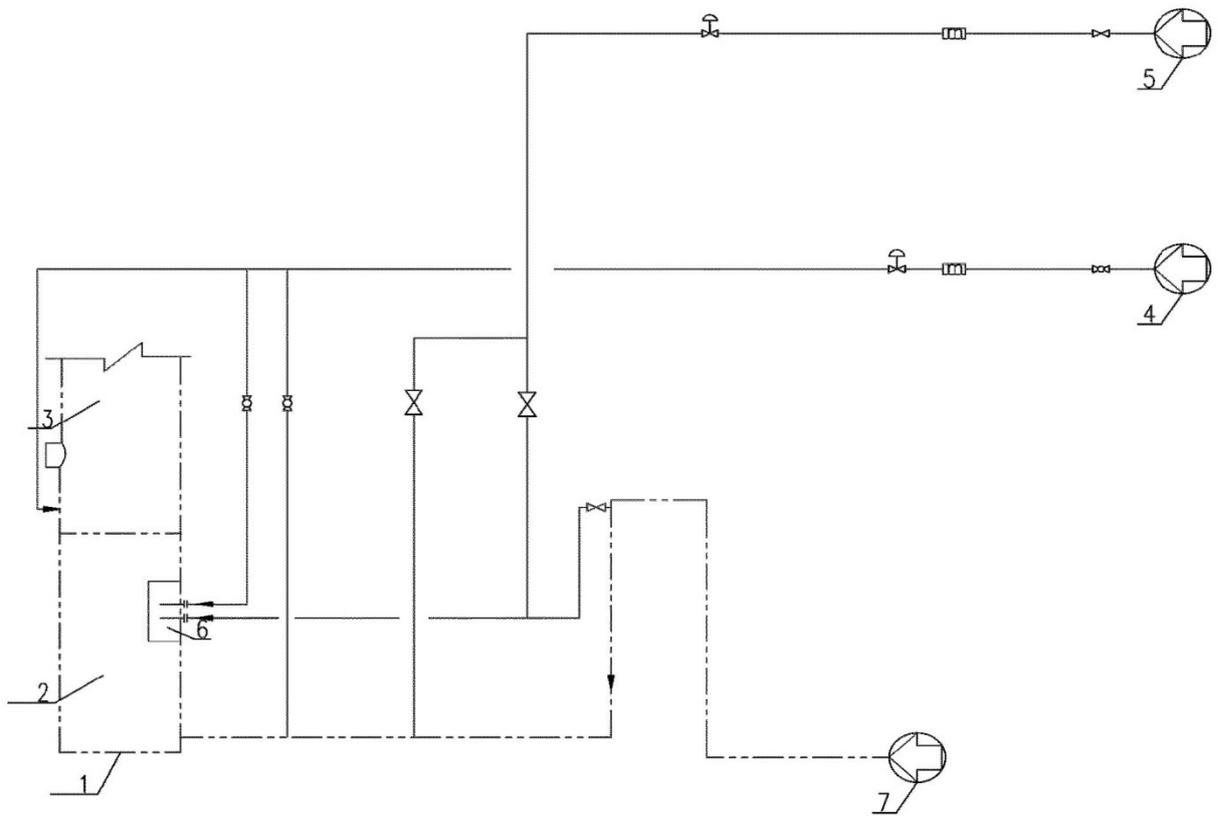


Fig 1

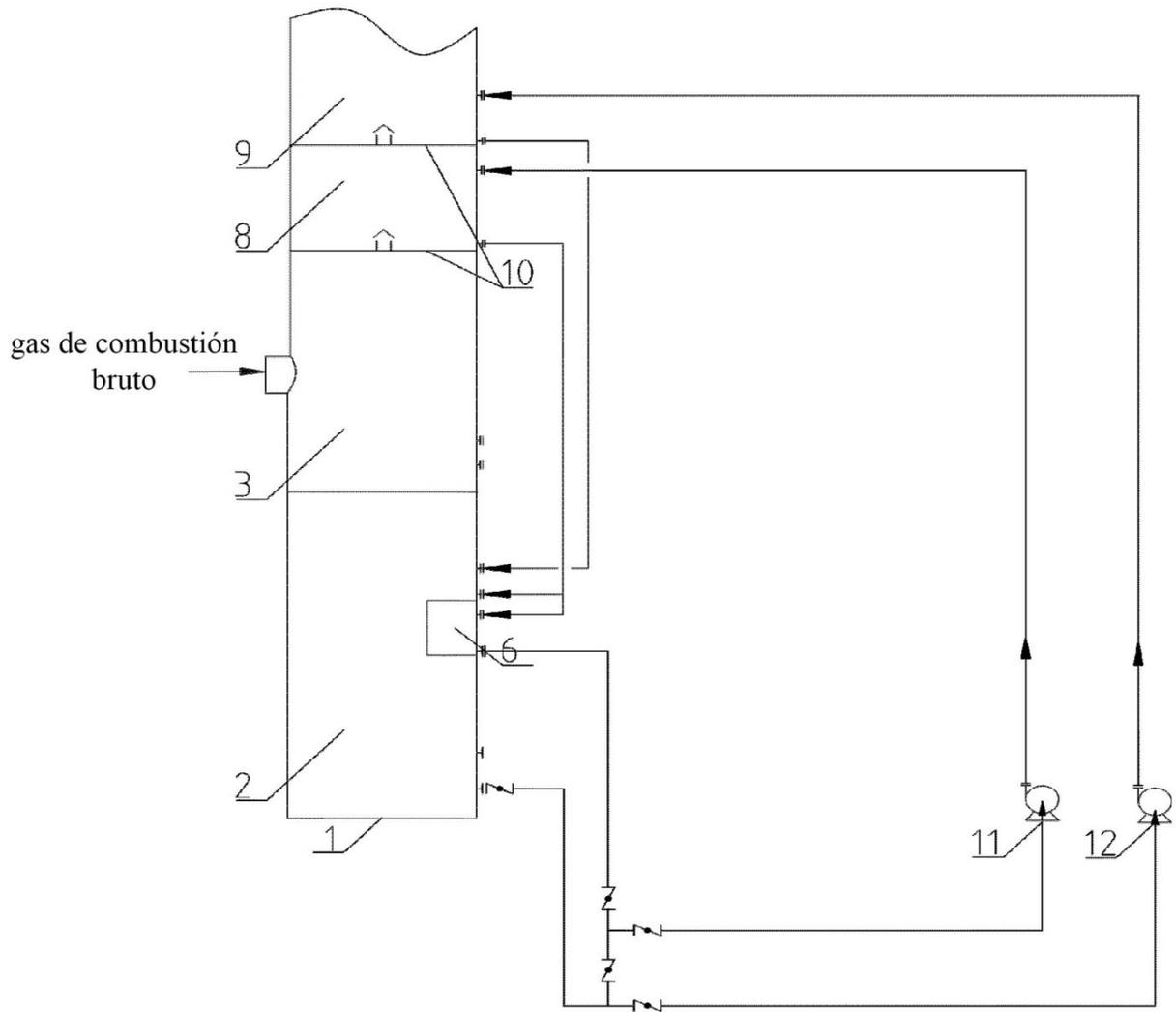


Fig 2

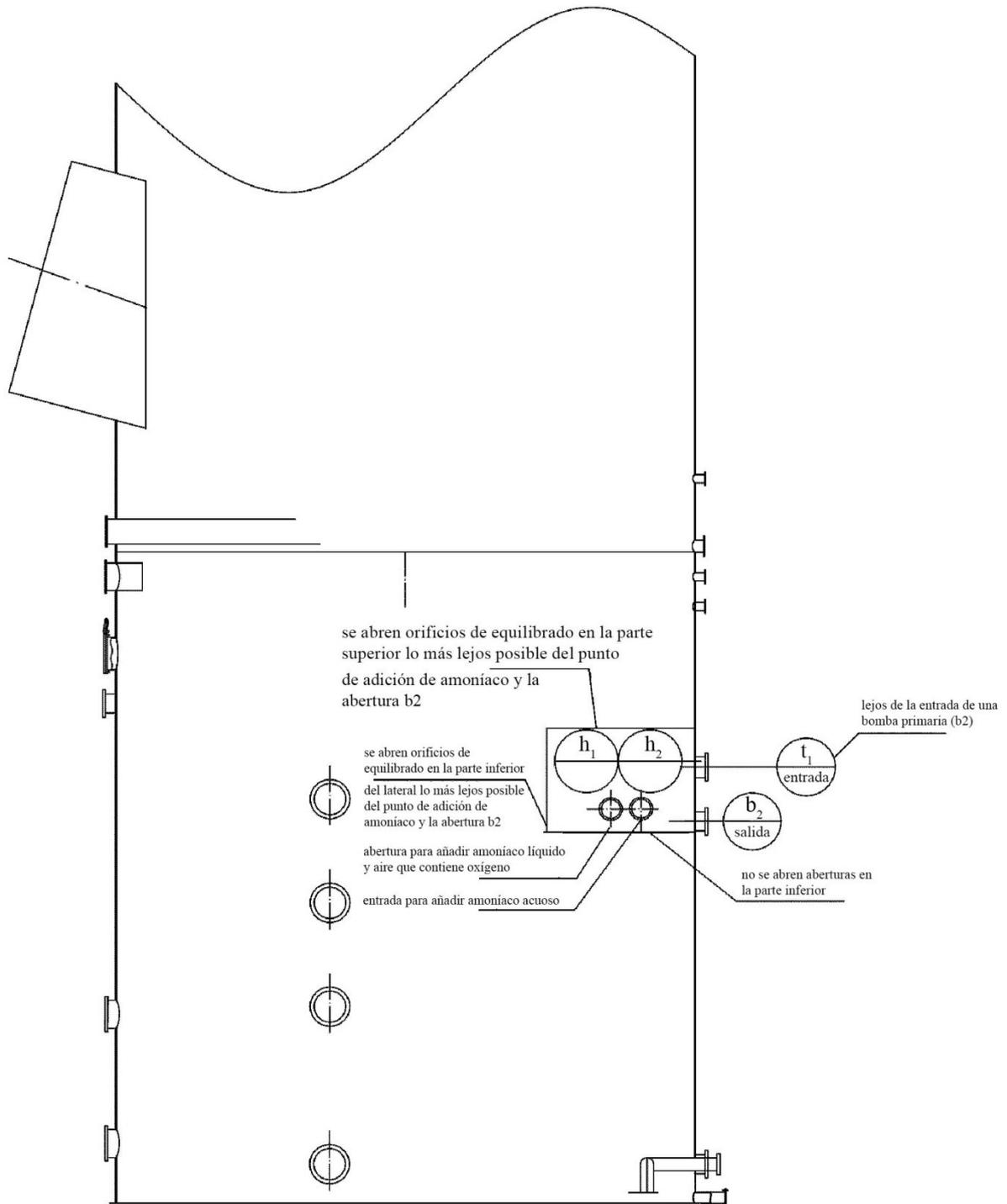


Fig 3