

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 426**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86 (2006.01)

C01B 17/765 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2016 PCT/EP2016/056781**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16156304**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2016 E 16712860 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3277409**

54 Título: **Procedimiento continuo y dispositivo para la purificación de gases con contenido en SO₂**

30 Prioridad:

02.04.2015 EP 15162409

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

23.02.2021

73 Titular/es:

**CHEMETICS, INC. (100.0%)
200-2930 Virtual Way
Vancouver, British Columbia, V5M 0A5, CA**

72 Inventor/es:

**WEBER, TORSTEN;
ERKES, BERND y
FERNANDEZ LOPEZ, LUCIA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 807 426 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 continuo y dispositivo para la purificación de gases con contenido en SO₂

5 La presente invención se refiere a un procedimiento continuo para la purificación de un gas que contiene de 60 a 90 % en vol. de SO₂ (dióxido de azufre) y 1 a 40 % en vol. de vapor de agua bajo la adición de aire o aire enriquecido en oxígeno, para la posterior preparación de SO₃ (tríóxido de azufre), así como a un dispositivo para llevar a cabo este procedimiento. En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento continuo y a un dispositivo para la purificación de un gas con contenido en SO₂ con subsiguiente preparación de SO₃, en donde un gas con contenido en SO₂ con un contenido en SO₂ de 60 a 99 % en vol. y con un contenido en vapor de agua de 1 a 40 % en vol. se mezcla con aire o aire enriquecido en oxígeno y, posteriormente, se aporta a un dispositivo que comprende un aparato de contacto de tubos al que está antepuesto un sistema de absorción y desorción de SO₂ (lavado de gas de SO₂ regenerativo) y al que están dispuestos a continuación una o varias etapas de contacto y/o uno o varios absorbedores de SO₃. Adicionalmente, el sistema de absorción y desorción de SO₂ puede estar antepuesto además un lavado de gas húmedo, por ejemplo que comprende un enfriamiento brusco y uno o varios electrofiltros húmedos. El aparato de contacto de tubos es en este caso preferiblemente un intercambiador de calor fijo a base de uno o varios tubos de doble envoltente que presentan un tubo interior y un tubo exterior, estando cargado un catalizador en los tubos interiores, y la transferencia de calor en torno a estos tubos interiores tiene lugar mediante un medio aportado en el espacio intermedio a base del tubo interior y exterior, con el fin de mantener activo el catalizador, por una parte, y, por otra, evitar un deterioro térmico del catalizador. El calor que se libera durante la oxidación del SO₂ en SO₃ es evacuado por el medio en el espacio intermedio del tubo interior y exterior del aparato de contacto de tubos, después a través de un circuito intermedio, en donde, en función del contenido en SO₂ del gas rico, tiene lugar una evacuación de calor o aportación de calor continuas. El gas con contenido en SO₂ no es secado en este caso antes de la introducción en el aparato de contacto de tubos, y el gas que fluye del absorbedor de SO₃, dispuesto a continuación del aparato de contacto de tubos, es aportado de nuevo a la corriente gaseosa delante del absorbedor de SO₂ del lavado de gas de SO₂ regenerativo.

25 En el sentido de la presente invención, gases con contenido en SO₂ con un contenido en SO₂ de 50 % en vol. y más se denominan también gases ricos en SO₂ o brevemente gases ricos. Como medio se emplea de acuerdo con la invención, preferiblemente aire.

30 En el caso de muchos procesos químicos, así como en el caso de procesos de combustión bajo la participación de sustancias con contenido en azufre o bien con contenido en compuestos de azufre, al igual que en el caso de procesos metalúrgicos resultan gases con contenido en SO₂ como gases de escape. Estos no pueden ser emitidos al medio ambiente de forma no purificada, dado que el SO₂ es venenoso y actúa de forma corrosiva. Además de ello, SO₂ es el motivo principal para la denominada "lluvia ácida". Por lo tanto, la expulsión de SO₂ está reglamentada por ley.

35 Por otro lado, es posible aprovechar el SO₂ que resulta en el caso de los procesos antes mencionados para la preparación de SO₃ que luego puede ser aprovechado adicionalmente para la preparación de ácido sulfúrico o ácido sulfúrico fumante. Una posibilidad para aportar para el aprovechamiento ulterior el SO₂ que resulta en los procesos antes mencionados consiste en la purificación del SO₂ mediante un lavado gaseoso de SO₂ regenerativo, a partir del cual se obtiene el gas rico.

40 Para la purificación de los gases de escape con contenido en SO₂, estos se introducen primeramente en un primer absorbedor, un lavador de gases, en donde por medio de un líquido de lavado acuoso se disminuye el contenido en SO₂ en el gas de escape hasta que corresponda a las determinaciones legales respectivas, y el gas de escape, así purificado, pueda ser emitido al medio ambiente. Líquidos de lavado adecuados para ello son conocidos del estado de la técnica y por el experto en la materia. Dado que, por una parte, el líquido de lavado no puede ser emitido tampoco al entorno debido a la elevada carga de SO₂, por otra parte el SO₂ puede ser utilizado para la preparación de SO₃, el SO₂ es desorbido de nuevo del líquido de lavado, preferiblemente de forma térmica. El gas rico en SO₂ obtenido en este caso presenta un contenido en SO₂ de 60 – 99 % en vol. y un contenido en vapor de agua de 1 a 40 % en vol.

50 Como procedimiento particularmente eficaz para la preparación de SO₃ a partir de SO₂ es el procedimiento conocido del documento WO 2008052649 A1. La divulgación del documento WO 2008052649 A1 se recoge con ello por completo como referencia en la presente descripción. Sin embargo, este procedimiento solo se hizo funcionar hasta ahora con gases con contenido en SO₂ secados, cuyo contenido en agua se encontraba por debajo de 0,1 % en vol., la mayoría de las veces por debajo de 0,01 % en vol. El motivo del bajo contenido en agua requerido era el temor de que el SO₂ reaccionara con el agua para dar ácido sulfuroso y/o el oxígeno asimismo presente para dar SO₃ y éste de nuevo con el agua para dar ácido sulfúrico. El ácido sulfuroso y el ácido sulfúrico actúan de forma fuertemente corrosiva sobre las paredes de los aparatos del dispositivo, los cuales deberían estar diseñados, por lo tanto, con un mayor grosor y/o con un material más resistente a la corrosión, lo cual encarecería a los aparatos. Además, existía el temor de que mediante el ácido sulfúrico resultante en el absorbedor de SO₃ en la fase gaseosa se produjera una formación de niebla de ácido sulfúrico considerable, la cual debería ser eliminada con medidas muy complejas y costosas a partir de la corriente gaseosa detrás del absorbedor de SO₃. Esta circunstancia conduce a que los dispositivos de acuerdo con el documento WO 2008052649 A1 en los que se llevó a cabo el correspondiente

procedimiento, fueron provistos de un secador de gas mediante el cual el contenido en agua del gas con contenido en SO₂ a la entrada en el aparato de contacto de tubos fuera comprimido por debajo de 0,1 % en vol., la mayoría de las veces por debajo de 0,01 % en vol.

5 Procedimientos para la oxidación de SO₂ en SO₃ con gases con contenido en SO₂, que presentan un contenido en agua de 1 % en vol. o más son, sin embargo, conocidos del estado de la técnica.

10 Así, el documento WO 2008064698 A1 da a conocer un procedimiento para la oxidación de gas con contenido en SO₂, que presenta un contenido en agua de hasta 30 % en vol., pudiendo ascender el contenido en SO₂ asimismo hasta 30 % en vol. En este caso, el ácido sulfúrico resultante se condensa en dos etapas a través de intercambiadores de calor y se evacua, con lo cual se evita una formación extrema de niebla de ácido sulfúrico. Lo desventajoso de este procedimiento es, no obstante, que, en virtud de la condensación, es muy complejo en cuanto a aparatos y a la técnica de materiales, y el condensador es dotado, en virtud de las condiciones extremas corrosivas, de tubos de vidrio de cuarzo, lo cual conduce a elevados costes, así como a una capacidad de sollicitación mecánica limitada debido al riesgo de la rotura del vidrio. Además, el contenido en SO₂ en el caso de este procedimiento está limitado como máximo a 30 % en vol.

15 El documento WO 2013045558 A1 da a conocer un procedimiento para la oxidación de gases con contenido en SO₂, que presentan un contenido en agua de al menos 0,1 %, ascendiendo el contenido en SO₂ a menos de 100 % en vol. En este caso, ya después del primer paso del gas con contenido en SO₂ y agua de la etapa de oxidación, el SO₃ resultante se recoge en agua bajo la formación de ácido sulfúrico, y éste se evacua después de una etapa de condensación. Lo desventajoso de este procedimiento es también aquí la etapa de condensación, la cual es compleja en cuanto a aparatos y energía, lo cual conduce también aquí a elevados costes.

20 El documento DE 22 55 029 A1 da a conocer un concepto para reducir el contenido de SO₂ en gases finales de la preparación de ácido sulfúrico, en el que el gas que procede del absorbedor de SO₃ es lavado con componentes residuales de SO₂ con ácido sulfúrico diluido. El ácido sulfúrico cargado es arrastrado con aire, con lo cual se obtiene un gas de arrastre con contenido en SO₂ el cual es añadido junto con el gas bruto, a través de un secador, a la unidad de contacto para la transformación catalítica en SO₃.

30 Por lo tanto, misión de la presente invención es proporcionar un procedimiento continuo y un dispositivo para la purificación de gases de escape con contenido en SO₂, con los cuales sea posible oxidar gases con un alto contenido en SO₂ y un elevado contenido en agua sin un secado previo del gas, de forma catalítica y bajo la formación de SO₃. El procedimiento y el dispositivo deben estar configurados de manera sencilla de modo energético en cuanto a los aparatos en comparación con el estado de la técnica y, por consiguiente, deben ser rentables y económicos. En particular, el procedimiento para la oxidación debe ser de una etapa y no debe presentar una etapa del procedimiento para la condensación del ácido sulfúrico que resulta del SO₃ formado, ni debe presentar una etapa de procedimiento para el secado del gas. El dispositivo ha de ser adecuado para llevar a cabo este procedimiento y no debe presentar un aparato para la condensación del ácido sulfúrico que resulta a partir del SO₃ formado ni un aparato para el secado del gas.

Como gases de escape con contenido en SO₂ en el sentido de la presente invención se denominan en este caso los gases con contenido en SO₂ que han abandonado el lugar de formación original del SO₂, por ejemplo el proceso de combustión o el proceso metalúrgico y que son aportados al lavador de gas.

40 El problema se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes. Ejecuciones preferidas se encuentran en las reivindicaciones dependientes.

En relación con el procedimiento, el problema se resuelve, de acuerdo con la invención, mediante un procedimiento para la purificación de un gas de escape con contenido en SO₂, que comprende las siguientes etapas:

- (a) introducción del gas de escape con contenido en SO₂ en un lavador de gas y absorción de SO₂ en el líquido de lavado,
- 45 (b) aportación del líquido de lavado cargado de SO₂ al desorbedor, desorción de SO₂ bajo la formación de gas rico con contenido en SO₂, con un contenido en SO₂ de 60 a 99 % en vol. y con un contenido en agua de 1 a 40 % en vol. y retorno del líquido de lavado descargado de SO₂ al lavador de gas,
- (c) aportación del gas rico con contenido en SO₂ al precalentador de gas, añadiéndose aire al gas rico con contenido en SO₂ antes de la entrada en el mismo,
- 50 (d) calentamiento del gas rico con contenido en SO₂ mezclado con aire en el precalentador de gas, preferiblemente a una temperatura de 380 a 480 °C, de manera particularmente preferida a una temperatura de 400 a 450 °C,
- (e) oxidación del SO₂ contenido en el gas rico con contenido en SO₂ en SO₃ en un aparato de contacto de tubos,

ES 2 807 426 T3

- (f) absorción del SO₃ resultante en un absorbedor de SO₃,
- (g) evacuación de gases no absorbidos en el absorbedor de SO₃ y aportación de estos gases al gas de escape con contenido en SO₂ antes de su entrada en el lavador de gas,

5 en donde el aire que es añadido al gas rico con contenido en SO₂ antes de la entrada en el precalentador de gas en la etapa (c) presenta una temperatura claramente elevada con respecto a la temperatura del gas rico con contenido en SO₂, es decir, está precalentado.

10 Preferiblemente, la temperatura de este aire en el caso de la adición al gas rico en la etapa (c) asciende a 300 hasta 600 °C, preferiblemente a 380 hasta 560 °C, de manera particularmente preferida de 400 a 520 °C. La composición del gas después de la adición del aire es, por ejemplo, de 20 % en vol. de SO₂, 16 % en vol. de O₂, 60 % en vol. de N₂, 4 % en vol. de H₂O.

De nuevo preferiblemente, mediante la aportación de aire en la etapa (c) se ajusta una relación en volumen de O₂/SO₂ de 0,5 a 1,2, preferiblemente de 0,7 a 1,1, de manera particularmente preferida de 0,9 a 1,0.

15 Preferiblemente, el gas no absorbido en el absorbedor de SO₃ en la etapa (f) contiene por debajo de 10, preferiblemente por debajo de 5, de manera particularmente preferida por debajo de 2 % en vol. de SO₂ y de demás componentes, predominantemente nitrógeno y oxígeno.

De nuevo preferiblemente, este aire es aportado al circuito intermedio para la aportación y/o evacuación del calor a o de la oxidación del SO₂ en SO₃ en el espacio intermedio del tubo interno y externo del aparato de contacto de tubos.

20 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, adicionalmente a la adición de aire antes de la entrada del gas rico con contenido en SO₂ en el precalentador de gas, puede añadirse también oxígeno antes de la entrada del gas rico con contenido en SO₂ en el precalentador de gas. Con ello se aumenta el contenido en oxígeno del gas rico, lo cual fomenta la reacción de SO₂ para dar SO₃.

25 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, adicionalmente a ello puede añadirse al gas rico con contenido en SO₂, además, aire y/u oxígeno después de la salida del gas rico con contenido en SO₂ del precalentador de gas. Con ello, por una parte, el precalentador de gas puede mantenerse pequeño y, por otra, puede hacerse a éste mejor regulable. El aire que se añade al SO₂ después de su salida del precalentador de gas está asimismo preferiblemente precalentado y tiene una temperatura de 300 a 600 °C, preferiblemente de 380 y 560 °C, de manera particularmente preferida de 400 a 520 °C. De nuevo preferiblemente, también este aire es aportado al circuito intermedio para la aportación y/o evacuación del calor a o de la oxidación del SO₂ en SO₃ en el espacio intermedio del tubo interno y externo del aparato de contacto de tubos.

30 Preferiblemente, el contenido en SO₂ del gas rico en SO₂ en la etapa (b) asciende a 80 a 98 % en vol. con un contenido en agua de 20 a 2 % en vol., de manera particularmente preferida de 90 a 96 % en vol. con un contenido en agua de 10 a 4 % en vol.

35 Mediante la adición del aire precalentado se consigue que en la dirección de circulación del gas rico no se alcance o se rebase por debajo en ningún lugar del procedimiento después de la adición del aire, los puntos de condensación de ácido sulfuroso y/o ácido sulfúrico. Con ello, se evita que el ácido sulfuroso y/o el ácido sulfúrico se depositen en las paredes del dispositivo y puedan provocar una corrosión. La adición de oxígeno, que está prevista en algunas formas de realización, no hace descender la temperatura del gas rico hasta tal punto que los puntos de condensación de ácido sulfuroso y/o ácido sulfúrico se alcancen o rebasen por debajo, dado que, por una parte, el oxígeno está seco y, por otra, se añade en relación al aire solo en pequeñas cantidades.

40 El gas de escape purificado de SO₂ en el lavador de gas puede ser emitido entonces – por ejemplo a través de una salida – al medio ambiente. Eventualmente, este gas de escape es sometido antes o después del primer lavador de gas además a otras etapas de purificación para la separación de otras sustancias nocivas para el medio ambiente.

45 En una forma de realización alternativa del procedimiento, el aire precalentado no procede del circuito intermedio, sino que se precalienta de otra manera, de modo que en el caso de la adición al gas rico con contenido en SO₂ presenta una temperatura de 300 a 600 °C, preferiblemente de 380 y 560 °C, de manera particularmente preferida de 400 a 520 °C. Dispositivos y procedimientos para ello son conocidos del estado de la técnica por el experto en la materia.

En el caso del procedimiento de acuerdo con la invención no es necesario condensar el ácido sulfúrico que resulta del SO₃ formado ni secar el gas rico antes de la entrada en el aparato de contacto de tubos.

50 En relación con el dispositivo, el problema se resuelve mediante un dispositivo que comprende los siguientes componentes: una tubería de alimentación para el gas de escape con contenido en SO₂ al lavador de gas, que comprende un primer absorbedor para la absorción del SO₂ en un líquido de lavado, un desorbedor para la desorción del SO₂ del líquido de lavado, estando unidos entre sí el lavador de gas y el desorbedor a través de un circuito de detergente, un precalentador de gas, un aparato de contacto de tubos, una tubería de alimentación para

- la aportación del gas rico en SO₂ resultante en el desorbedor al precalentador de gas y al aparato de contacto de tubos, en donde esta tubería de alimentación prevé una alimentación para el aire a los gases ricos en SO₂, un absorbedor de SO₃ para la absorción del SO₃ formado en el aparato de contacto de tubos, una tubería de retorno para el retorno de la corriente gaseosa procedente del absorbedor de SO₃ a la tubería de alimentación para el gas de escape con contenido en SO₂ hacia el lavador de gas. Preferiblemente, el aparato de contacto de tubos presenta un circuito intermedio para la aportación y/o evacuación de calor a o de la oxidación del SO₂ en SO₃ y el circuito intermedio presenta un refrigerador, un soplante o una bomba y/o un calentador. El dispositivo de acuerdo con la invención no presenta ni un aparato para la condensación del ácido sulfúrico resultante del SO₃ formado ni un aparato para el secado del gas.
- Como medio para la aportación de calor y/o la evacuación de calor a través del circuito intermedio pueden considerarse, básicamente, aceites portadores de calor, soluciones salinas o mezclas de sales, vapor, gases y aire. El aire es el preferido como medio de intercambio de calor, dado que, por una parte, es económico y, por otra parte, el aire puede ser aprovechado del circuito intermedio con el fin de ser añadido en la etapa (c) al gas rico con contenido en SO₂. En este caso, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta una tubería de alimentación para el aire precalentado que es añadido al gas rico en SO₂ antes de la entrada en el precalentador de gas, estando conectada esta tubería de alimentación a la tubería del circuito intermedio.
- Cuando del circuito intermedio se retira aire, al mismo se ha de aportar en el punto adecuado, de nuevo, la misma cantidad de aire, preferiblemente detrás del primer refrigerador del circuito intermedio en la dirección de circulación y delante del soplante del circuito intermedio.
- Si en el circuito intermedio no se utiliza aire, sino que se utilizan, por ejemplo, aceites portadores de calor, soluciones salinas o mezclas de sales como medio de intercambio de calor, estos pueden servir para entregar el calor almacenado en los mismos en otro punto del presente procedimiento o también en otro procedimiento. Así, por ejemplo, el precalentador de gas puede ser calentado mediante un medio de intercambio de calor de este tipo.
- En una forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención se conectan en serie o en paralelo varios aparatos de contacto de tubos.
- En formas de realización adicionales, el dispositivo dispuesto a continuación del aparato de contacto de tubos presenta:
- una o varias etapas de contacto, opcionalmente con un absorbedor de ácido sulfúrico fumante/intermedio
 - un absorbedor de SO₃ y
 - opcionalmente una instalación de purificación de gas de escape.
- De acuerdo con la invención, el procedimiento y el dispositivo, en función de la concentración de partida de SO₂ en la que se fundamenta en el gas de salida y del tipo de la instalación requerida como instalación nueva o para el equipamiento posterior de una instalación existente, pueden realizarse en diferentes conceptos.
- Sorprendentemente, se encontró que bajo las condiciones de acuerdo con la invención, el SO₂ contenido en el gas rico se transformó en SO₃ en el aparato de contacto de tubos con una conversión de 70 % a 99,9 %, preferiblemente de 80 % a 99,5 %, de manera particularmente preferida de 90 % a 99 %, en particular de 93 a 97 %, en donde el gas rico tenía, después de la salida del desorbedor, un contenido en agua de 1 a 40 % en vol. En este caso, no pudo establecerse corrosión incrementada alguna en los aparatos. Mediante el retorno de los gases no absorbidos en el absorbedor de SO₃ al gas de escape con contenido en SO₂ antes de su entrada en el lavador de gas o bien en el lavador de gas húmedo opcionalmente antepuesto al anterior en la etapa (g) se elimina, además, la separación muy compleja de niebla de ácido sulfúrico de estos gases no absorbidos en el absorbedor de SO₃.
- Con ayuda de los siguientes diagramas de principio y de su descripción se describe con mayor detalle la invención, sin limitarla a los mismos.
- La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo para la oxidación catalítica continua de SO₂ en SO₃ del estado de la técnica. Este dispositivo y el procedimiento llevado a cabo en el mismo se describen ampliamente ya en el Ejemplo 4 y la Fig. 5 del documento WO 2008052649 A1.
- La Fig. 2 representa un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención en el que un gas rico en SO₂ es introducido en un aparato de contacto de tubos sin un secado previo del gas.
- Lista de símbolos de referencia:
- 1 secador de gas
 - 2 precalentador de gas

- 3 absorbedor de SO₃
- 4 salida (chimenea)
- 5 aparato de contacto de tubos
- 6 calentador
- 5 7 refrigerador
- 8 soplante / bomba
- 9 lavador de gas
- 10 desorbedor
- a tubería de alimentación para el gas de escape con contenido en SO₂
- 10 b tubería de alimentación de oxígeno
- c tubería de alimentación de aire
- d tubería de alimentación de aire en el circuito intermedio
- e tubería de gas hacia el absorbedor de SO₃
- f tubería gas hacia la salida (chimenea)
- 15 g tubería de gas del secador de gas al aparato de contacto de tubos
- h tubería de gas para la aportación al gas de escape con contenido en SO₂
- K tubería de circuito en el circuito intermedio (refrigeración/calentamiento)
- j tubería de gas del absorbedor de SO₃ al lavador de gas
- L circuito del líquido de lavado
- 20 m tubería de gas del desorbedor al aparato de contacto de tubos

Ejemplo 1 (estado de la técnica):

En el dispositivo conforme a la Fig. 1, el gas de escape con contenido SO₂ es conducido a través de la tubería de alimentación (a) al secador de gas (1), después de haber sido mezclado con oxígeno y/o aire a través de las tuberías de alimentación (b) y (d). El gas con contenido en SO₂, secado entonces a un contenido en agua inferior a 0,1 % en vol. es conducido a través de la tubería de gas (g) después del precalentamiento a través del precalentador de gas (2) por completo al aparato de contacto de tubos (5). El gas es conducido a continuación a través de la tubería de gas (e) al absorbedor de SO₃ (3). A través de la tubería de gas (j), el gas accede a continuación para la purificación final en el lavador de gas (9) antes de ser entregado al entorno a través de la tubería de gas (f) y la salida (4).

Lo desventajoso de este dispositivo es, ante todo, el secador de gas antepuesto al aparato de contacto de tubos, el cual requiere de una complejidad técnica de procedimiento y de aparato incrementada con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención o bien el dispositivo de acuerdo con la invención.

Ejemplo 2 (de acuerdo con la invención):

La Fig. 2 representa un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención. En este caso el gas de escape con contenido en SO₂ es conducido a través de una tubería de gas (a) en el lavador de gas (9). En éste, el gas es purificado de SO₂ hasta que pueda ser entregado al medio ambiente a través de una tubería de gas (f) y, finalmente, una salida (4).

La purificación del gas de escape con contenido en SO₂ en el lavador de gas (9) tiene lugar mediante un líquido de lavado acuoso. Éste es conducido al desorbedor (10) después de la carga con SO₂ a través del circuito de líquido de lavado (L), allí es liberado de SO₂, preferiblemente de modo térmico, y es devuelto de nuevo al lavador de gas.

El gas rico en SO₂ con contenido en agua liberado en el desorbedor es conducido a través de la tubería de gas (m) al aparato de contacto de tubos, en donde este gas rico en SO₂ es enriquecido con aire (tubería de alimentación (c) y eventualmente oxígeno (tubería de alimentación (b)) y es calentado en el precalentador de gas (2) a una temperatura de 380 °C a 480 °C, preferiblemente de 400 °C a 450 °C.

- En el aparato de contacto de tubos (5), que es un intercambiador de calor fijo a base de uno o varios tubos de doble envolvente, que presentan un tubo interno y un tubo externo, en donde un catalizador está introducido en los tubos internos y la transmisión de calor en torno a estos tubos internos tiene lugar mediante un medio conducido en isocorriente o contracorriente en el espacio intermedio del tubo interno y externo, se oxida entonces el SO₂ en SO₃.
- 5 Con el fin de mantener activo el catalizador, por una parte y, por otra parte, evitar un deterioro térmico del catalizador, el aparato de contacto de tubos está unido con un circuito intermedio que comprende la tubería de circuito (K), el calentador (6), el soplante / la bomba (8) y el refrigerador (7) que, en caso necesario, evacua calor en exceso del aparato de contacto de tubos o le aporta calor.
- 10 El SO₃ formado en el aparato de contacto de tubos abandona éste a través de la tubería de gas (e) y es conducido a través de ésta en el absorbedor de SO₃ (3) en el que el SO₃ es recogido en agua o ácido sulfúrico para la formación de ácido sulfúrico o bien ácido sulfúrico fumante.
- El gas liberado de SO₃ es alimentado entonces a través de la tubería de gas (h) a la tubería de alimentación (a) y es conducido de nuevo al lavador de gas (9) junto con el gas de escape con contenido en SO₂. Restos de SO₂ y/o SO₃ posiblemente presentes son aportados, por consiguiente, de nuevo al circuito y ya no acceden al medio ambiente.
- 15 **Ejemplo 3 (de acuerdo con la invención preferido):**
- La Fig. 3 representa un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención. En este caso el gas de escape con contenido en SO₂ es conducido a través de una tubería de gas (a) en el lavador de gas (9). En éste, el gas es purificado de SO₂ hasta que pueda ser entregado al medio ambiente a través de una tubería de gas (f) y, finalmente, una salida (4).
- 20 La purificación del gas de escape con contenido en SO₂ en el lavador de gas (9) tiene lugar mediante un líquido de lavado acuoso. Éste es conducido al desorbedor (10) después de la carga con SO₂ a través del circuito de líquido de lavado (L), allí es liberado de SO₂, preferiblemente de modo térmico, y es devuelto de nuevo al lavador de gas.
- El gas rico en SO₂ con contenido en agua liberado en el desorbedor es conducido a través de la tubería de gas (m) al aparato de contacto de tubos, en donde este gas rico en SO₂ es enriquecido con aire (tubería de alimentación (c) y eventualmente oxígeno (tubería de alimentación (b)) y es calentado en el precalentador de gas (2) a una temperatura de 380 °C a 480 °C, preferiblemente de 400 °C a 450 °C.
- 25 En el aparato de contacto de tubos (5), que es un intercambiador de calor fijo a base de uno o varios tubos de doble envolvente, que presentan un tubo interno y un tubo externo, en donde un catalizador está introducido en los tubos internos y la transmisión de calor en torno a estos tubos internos tiene lugar mediante un medio conducido en isocorriente o contracorriente en el espacio intermedio del tubo interno y externo, se oxida entonces el SO₂ en SO₃.
- 30 Con el fin de mantener activo el catalizador, por una parte y, por otra parte, evitar un deterioro térmico del catalizador, el aparato de contacto de tubos está unido con un circuito intermedio que comprende la tubería de circuito (K), el calentador (6), el soplante / la bomba (8) y el refrigerador (7) que, en caso necesario, evacua calor en exceso del aparato de contacto de tubos o le aporta calor.
- 35 El aire, que es añadido al gas rico en SO₂ antes de la entrada en el precalentador de gas (2) es retirado de la tubería de circuito (k) del circuito intermedio a través de la tubería de alimentación (c) y, por lo tanto, tiene una temperatura claramente superior con respecto al entorno. La cantidad de aire retirada de la tubería de circuito (K) del circuito intermedio es aportada a la tubería de circuito (k) del circuito intermedio detrás del primer refrigerador (7) en la dirección de circulación y delante del soplante (8) de nuevo a través de la tubería de alimentación (d).
- 40 El SO₃ formado en el aparato de contacto de tubos abandona éste a través de la tubería de gas (e) y es conducido a través de ésta en el absorbedor de SO₃ (3) en el que el SO₃ es recogido en agua o ácido sulfúrico para la formación de ácido sulfúrico o bien ácido sulfúrico fumante.
- El gas liberado de SO₃ es alimentado entonces a través de la tubería de gas (h) a la tubería de alimentación (a) y es conducido de nuevo al lavador de gas (9) junto con el gas de escape con contenido en SO₂. Restos de SO₂ y/o SO₃ posiblemente presentes son aportados, por consiguiente, de nuevo al circuito y ya no acceden al medio ambiente.
- 45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la purificación de un gas de escape con contenido en SO₂, que comprende las siguientes etapas:

- 5 (a) introducción del gas de escape con contenido en SO₂ en un lavador de gas (9) y absorción de SO₂ en el líquido de lavado,
- (b) aportación del líquido de lavado cargado de SO₂ a un desorbedor (10), desorción de SO₂ bajo la formación de gas rico con contenido en SO₂ y retorno del líquido de lavado descargado de SO₂ al lavador de gas,
- (c) aportación del gas rico con contenido en SO₂ al precalentador de gas (2), añadiéndose aire al gas rico con contenido en SO₂ antes de la entrada en el mismo,
- 10 (d) calentamiento del gas rico con contenido en SO₂ mezclado con aire en el precalentador de gas,
- (e) oxidación del SO₂ contenido en el gas rico con contenido en SO₂ en SO₃ en un aparato de contacto de tubos (5),
- (f) absorción del SO₃ resultante en un absorbedor de SO₃ (3),
- 15 (g) evacuación de gases no absorbidos en el absorbedor de SO₃ y aportación de estos gases al gas de escape con contenido en SO₂ antes de su entrada en el lavador de gas,

en donde el aire que es añadido al gas rico con contenido en SO₂ antes de la entrada en el precalentador de gas en la etapa (c) presenta una temperatura claramente elevada con respecto a la temperatura del gas rico con contenido en SO₂.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el gas rico con contenido en SO₂, originado en la etapa (b), presenta un contenido en SO₂ de 60 a 99 % en vol. y un contenido en agua de 40 a 1 % en vol., preferiblemente un contenido en SO₂ de 80 a 98,5 % en vol. y un contenido en agua de 20 a 1,5 % en vol., de manera particularmente preferida un contenido en SO₂ de 90 a 98 % en vol. y un contenido en agua de 10 a 2 % en vol.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la temperatura de este aire en el caso de la adición al gas rico con contenido en SO₂ en la etapa (c) asciende a 300 hasta 600 °C, preferiblemente a 380 hasta 560 °C, de manera particularmente preferida de 400 a 520 °C.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que en la etapa (c), mediante la aportación de aire, se ajusta una relación en volumen de O₂/SO₂ de 0,5 a 1,2, preferiblemente de 0,7 a 1,1, de manera particularmente preferida de 0,9 a 1,0.

30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gas rico con contenido en SO₂ mezclado con aire en el precalentador de gas en la etapa (d), se calienta a una temperatura de 380 a 480 °C, de manera particularmente preferida a una temperatura de 400 a 450 °C.

35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el gas no absorbido en el absorbedor de SO₃ en la etapa (g) contiene por debajo de 10, preferiblemente por debajo de 5, de manera particularmente preferida por debajo de 2 % en vol. de SO₂.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el gas rico no se seca antes de la entrada en el aparato de contacto de tubos.

40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el aire, que es añadido al gas rico con contenido en SO₂ en la etapa (c) antes de la entrada en ésta, es retirado del circuito intermedio para la aportación y/o evacuación del calor a o de la oxidación del SO₂ en SO₃ en el espacio intermedio del tubo interno y externo del aparato de contacto de tubos.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el SO₂ contenido en el gas rico se transforma en SO₃ con una conversión de 70 % a 99,9 %, preferiblemente de 80 % a 99,5 %, de manera particularmente preferida de 90 % a 99 %, en particular de 93 a 97 %.

45 10. Dispositivo para llevar a cabo un procedimiento para la purificación de un gas de escape con contenido en SO₂, caracterizado por que el dispositivo comprende los siguientes componentes: una tubería de alimentación (a) para la introducción del gas de escape con contenido en SO₂ a un lavador de gas (9), que comprende un primer absorbedor para la absorción del SO₂ en un líquido de lavado, un desorbedor (10) para la desorción del SO₂ del líquido de lavado, estando unidos entre sí el lavador de gas y el desorbedor a través de un circuito de detergente (L), un precalentador de gas (2), un aparato de contacto de tubos (5), una tubería de alimentación para la aportación del gas rico en SO₂ resultante en el desorbedor al precalentador de gas y al aparato de contacto de tubos, en donde

50

esta tubería de alimentación prevé una alimentación (c) para el aire a los gases ricos en SO₂, un absorbedor de SO₃ (3) para la absorción del SO₃ formado en el aparato de contacto de tubos, una tubería de retorno (h) para el retorno de la corriente gaseosa procedente del absorbedor de SO₃ a la tubería de alimentación (a) para el gas de escape con contenido en SO₂ hacia el lavador de gas (9).

- 5 11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que el aparato de contacto de tubos presenta un circuito intermedio (K) para la aportación y/o evacuación de calor a o de la oxidación del SO₂ en SO₃.
12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que el circuito intermedio presenta un refrigerador (7), un soplante (8) o una bomba y/o un calentador (6).
- 10 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que no presenta un aparato para la condensación del ácido sulfúrico resultante del SO₃ formado.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que no presenta un aparato para el secado del gas.
- 15 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por que presenta una tubería de alimentación (d) para el aire precalentado que es añadido al gas rico en SO₂ antes de la entrada en el precalentador de gas, estando conectada esta tubería de alimentación a la tubería de circuito (K) del circuito intermedio.

Fig.1 Estado de la técnica

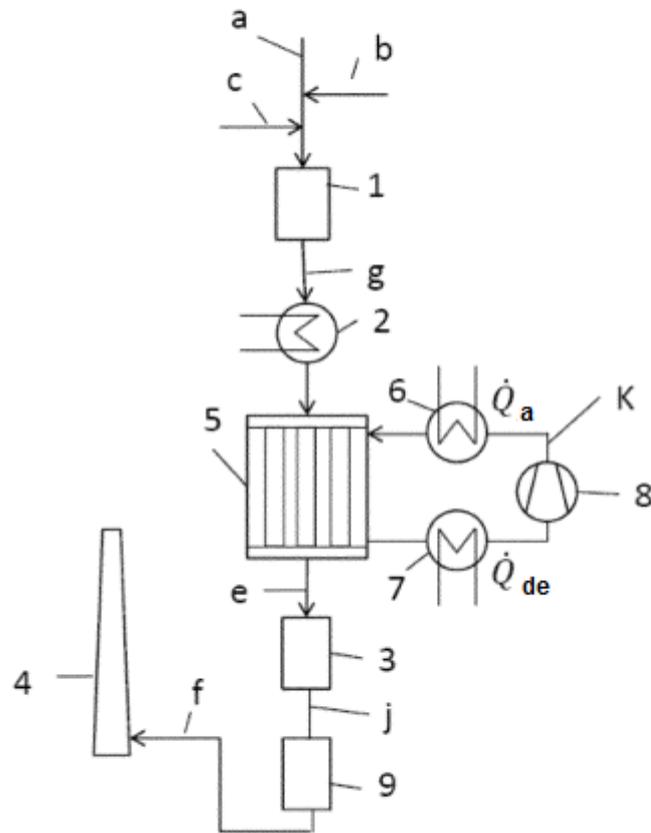


Fig. 2: Forma de realización conforme a la invención

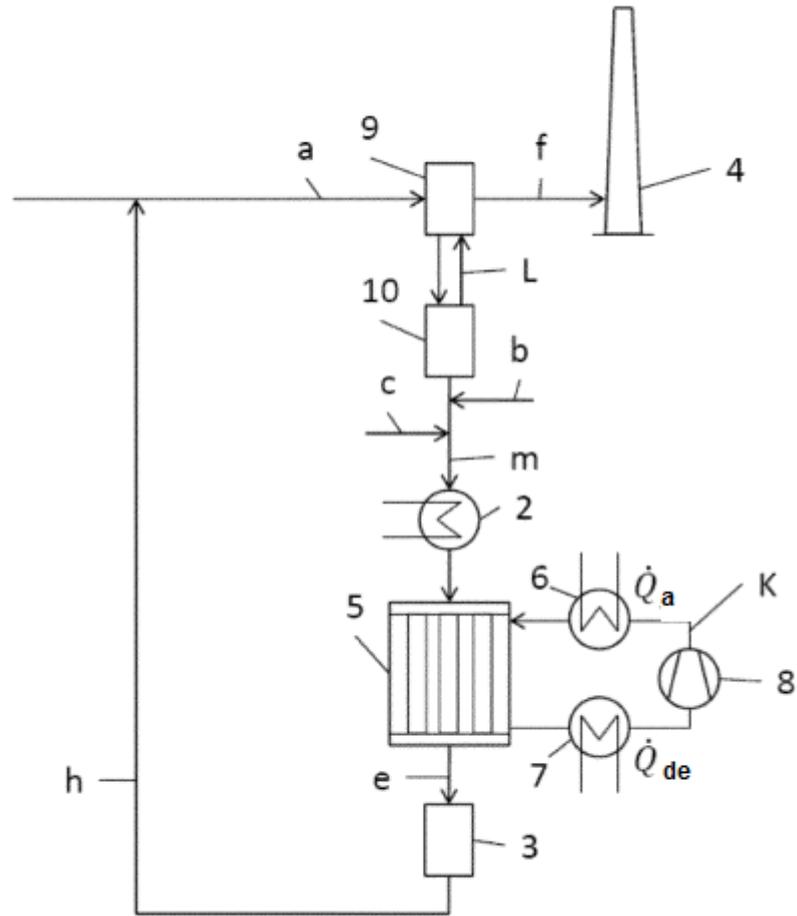


Fig. 3: Forma de realización conforme a la invención

