

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 628**

51 Int. Cl.:

B01D 53/60 (2006.01)
B01D 53/48 (2006.01)
B01D 53/58 (2006.01)
D21C 11/08 (2006.01)
F23J 15/04 (2006.01)
F04D 17/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2008 E 08794139 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2326406**

54 Título: **Procedimiento y sistema para el tratamiento de gases malolientes emanantes de una fábrica de celulosa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.01.2016

73 Titular/es:

**VALMET AKTIEBOLAG (100.0%)
851 94 Sundsvall, SE**

72 Inventor/es:

**LUNDAHL, ROBERT y
BLOMSTRÖM, SOFIA**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 556 628 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para el tratamiento de gases malolientes emanantes de una fábrica de celulosa.

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para reducir el contenido de sustancias químicas peligrosas cuando se manipulan gases malolientes, tales como gases no condensables que contienen compuestos de azufre, emanantes de una fábrica de celulosa y antes de quemar dichos gases malolientes en una unidad de incineración final en un entorno con exceso de oxígeno con el fin de oxidar los compuestos de azufre.

Estado de la técnica

En un proceso de cocción de pulpa en una fábrica de celulosa, el nitrógeno orgánico procedente de la madera se separa en forma gaseosa, concretamente en forma de amoníaco o también en forma de otros compuestos de nitrógeno gaseosos, en diferentes pasos del proceso, tales como la vaporización de astillas, la cocción, la evaporación, el descortezado, etc. Estos gases malolientes contienen metanol (CH_3OH), amoníaco (NH_3) y aguarrás ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), así como gases de azufre reducido total (ART) tales como sulfuro de hidrógeno (H_2S), metilmercaptano (CH_4S), sulfuro de dimetilo [$(\text{CH}_3)_2\text{S}$] y disulfuro de dimetilo [$(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$]. El contenido de ART también se denomina gases GNC (gases no condensables).

Estos gases malolientes se recogen en sistemas de recogida de gases diseñados para impulsar los gases en poco volumen y a alta concentración (LVHC) o, de forma alternativa, en gran volumen y a baja concentración (HVLC). Estos gases finalmente se destruyen antes de ser emitidos al receptor o a la atmósfera. Los gases LVHC, o gases fuertes, presentan una concentración tan alta que superan el intervalo de explosión, mientras que los gases HVLC, o gases débiles, están tan diluidos que se encuentran por debajo del intervalo de concentración explosiva.

Cuando el metanol o el aguarrás se condensan a partir de estos gases malolientes, parte del amoníaco también se condensa en forma líquida junto con el metanol o el aguarrás. Cuando los gases malolientes se queman en una caldera separada para gases malolientes o en otras calderas, tales como una caldera de recuperación o una caldera de vapor, o en el horno de cal en el proceso de caustificación, se queman en un entorno con exceso de oxígeno con el fin de oxidar los compuestos de azufre. Sin embargo, el amoníaco se oxida a diversos óxidos de nitrógeno, aumentando las emisiones de nitrógeno en dichas fábricas. La reducción progresiva de la alimentación de aire para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno fácilmente da como resultado un aumento de las emisiones de amoníaco y de azufre de combustión. De forma similar, la combustión de metanol o aguarrás en diferentes calderas produce emisiones de diversos óxidos de nitrógeno o de amoníaco. El mayor problema reside en la imposibilidad de evitar sistemáticamente la formación de emisiones nocivas en la combustión de metanol y de gases malolientes que contienen una pluralidad de compuestos diferentes.

Se ha intentado reducir las emisiones de compuestos de nitrógeno, es decir principalmente de óxidos de nitrógeno, procedentes de las calderas de recuperación y de vapor mediante lo que se conoce como combustión escalonada, en la que se suministra aire a una caldera en varias etapas sucesivas para que la combustión tenga lugar principalmente en condiciones subestequiométricas, es decir en un entorno deficiente en oxígeno. De este modo se reduce considerablemente la formación de NO_x . En los sistemas graduales, la formación de NO_x térmico también se evita en la segunda zona de combustión rica en oxígeno manteniendo la temperatura por debajo de 1300°C . Metso Power vende un sistema similar con una combustión gradual bajo el nombre de **DecNO_xTM**.

Igualmente se ha intentado reducir el contenido de NO_x en los gases de combustión suministrando diferentes reactivos a los gases de combustión para evitar la formación de compuestos de NO_x o para convertirlos en una forma en la que se puedan eliminar con facilidad. Un aditivo de este tipo puede ser amoníaco o urea adquiridos de fuentes externas a la fábrica, en cuyo caso el NO_x presente en el gas de combustión reacciona con el amoníaco formando nitrógeno gaseoso que se puede verter a la atmósfera. También es posible usar diferentes sales de amonio sólidas o líquidas como reactivo en este denominado procedimiento SNCR conocido en sí. El problema de esta técnica reside en el coste elevado de los reactivos que se han de adquirir de fuentes externas a la fábrica.

También se conoce el suministro de hidrocarburos, tales como gas natural o similares, a los gases de combustión en una caldera, debiéndose la reducción resultante de los compuestos de NO_x a los denominados radicales hidrocarbonados que aceleran las reacciones de los compuestos de nitrógeno. Los inconvenientes de estos procedimientos residen en los elevados costes operativos y de inversión, puesto que los aditivos se adquieren de

fuentes externas a la fábrica y, además, se necesita un equipo para almacenar, dosificar, ajustar y alimentar los aditivos.

El documento WO 9420676 describe un procedimiento en el que se suministra un hidrocarburo oxigenado, tal como el metanol obtenido en el proceso de cocción de pulpa, a los gases de combustión en una caldera de recuperación. En este procedimiento, el metanol y cualquier vapor acuoso se suministran a la parte superior de una caldera de recuperación para que se mezclen con los gases de combustión, después de lo cual los gases de combustión se lavan con licor blanco o con una solución acuosa que contiene compuestos basados en amoníaco y/o basados en álcali. El procedimiento se basa en que el óxido de nitrógeno NO contenido en los gases de combustión se oxida parcialmente y forma dióxido de nitrógeno NO₂, que se puede eliminar mediante un lavador alcalino. El inconveniente de este procedimiento reside en que solo tiene efecto en la reducción de los óxidos del nitrógeno ya formado y el único reactivo que se puede usar es metanol o un derivado hidrocarbonado correspondiente. Además, el procedimiento requiere un lavador de gases de combustión especial, adecuado para eliminar NO₂, y el tratamiento de los compuestos de nitrógeno que quedan en el líquido de lavado sigue siendo problemático.

El documento US 6.030.494 describe un procedimiento según el cual el amoníaco se elimina de los gases malolientes antes de quemar dichos gases, lo que da como resultado una disminución del contenido de óxido de nitrógeno en el gas de combustión generado en la combustión. De acuerdo con dicha patente, el amoníaco se elimina preferentemente por lavado de los gases en un lavador especial con el fin de fijar el amoníaco procedente de los gases. El líquido de lavado puede ser preferentemente una solución de bisulfito. Se puede usar otro líquido de lavado procedente de la fábrica de celulosa, con un pH de la solución comprendido en el intervalo neutro o ácido, tal como el efluente de blanqueo ácido o el ácido de desecho de una planta de dióxido de cloro.

En el documento US 6.517.793 también se describe un procedimiento en el que el amoníaco se elimina de los gases malolientes antes de quemar dichos gases. En este caso se propone el uso de un tamiz molecular o un lavador de agua con el fin de separar el amoníaco.

En el documento US 5.450.892 se describe otra solución más para el manejo de los gases malolientes, en la que se usa un lavador alcalino especial para eliminar selectivamente los compuestos de ART y dejar que la mayor parte del metanol se quede en los gases lavados. Por último, aunque no menos importante, el documento WO 00/20679 describe un procedimiento y un sistema, correspondientes al preámbulo de las reivindicaciones 1 y 10 respectivamente, para reducir el contenido de sustancias químicas peligrosas cuando se manipulan gases malolientes.

35 Resumen de la invención

Un primer objetivo de la invención consiste en hacer posible la extracción selectiva y segura de sustancias químicas peligrosas en condiciones controladas cuando se bombean gases malolientes a la destrucción final, conteniendo dichos gases malolientes gases no condensables emanantes de una fábrica de celulosa.

Dichos gases contienen numerosas sustancias químicas peligrosas, cada una de las cuales requiere una atención individual con el fin de destruirlas o controlarlas adecuadamente. El objetivo principal cuando se manipulan los denominados gases fuertes en las fábricas de celulosa es la destrucción de los compuestos de azufre que producen un olor fuerte y no deseado alrededor de la fábrica de celulosa. Para destruirlos lo mejor posible se usa una instalación en la que la incineración se produce en un entorno con exceso de oxígeno que pueda oxidar los compuestos de azufre y los mercaptanos. Sin embargo, estas condiciones no son óptimas para la incineración de, por ejemplo, amoníaco, que a menudo produce emisiones de NO_x en estas condiciones.

Un segundo objetivo consiste en hacer posible la extracción selectiva de, en particular, amoníaco en las bombas impulsoras de gas usadas en los sistemas de manipulación de gases. Si se usa una bomba de anillo líquido, se pueden obtener dos funciones en una sola parte del equipo y se puede reducir significativamente la necesidad de lavadores de gas especiales.

La invención es especialmente adecuada para el tratamiento de gases de poco volumen y alta concentración (LVHC). De acuerdo con la invención también se pueden tratar gases de gran volumen y baja concentración (HVLC).

Estos objetivos se alcanzan con un procedimiento y un sistema de acuerdo con la parte caracterizadora de la reivindicación 1 y la reivindicación 10, respectivamente.

Lista de dibujos

La figura 1 muestra los principios de una bomba de anillo líquido;

5 la figura 2 muestra los principios del sistema de suministro de líquido a una bomba de anillo líquido;

la figura 3 muestra los principios del sistema de recogida de gases de acuerdo con la invención para gases malolientes; y

10 la figura 4 muestra los principios de un sistema de recogida de gases alternativo de acuerdo con la invención para gases malolientes.

Descripción detallada de la invención

15 El componente clave de la invención es el uso de una bomba de anillo líquido convencional en el sistema de manipulación de gases malolientes. En la mayoría de los sistemas de manipulación de gases de este tipo se usan predominantemente eyectores impulsados por vapor, es decir termocompresores. Sin embargo, los eyectores no son adecuados para extraer gases tales como amoníaco de la corriente principal de gases malolientes. Otro inconveniente del eyector reside en que el volumen de gas que se ha de manipular aumenta considerablemente, lo que exige tuberías más grandes para manipular el volumen de gas. Otro inconveniente más radica en que el vapor añadido al eyector aumenta el riesgo de condensación en el sistema de manipulación de gases. Los costes operativos también son más elevados para un eyector y la capacidad de control es inferior, lo que podría desestabilizar el funcionamiento con el riesgo de provocar emisiones de gases.

20 La bomba de anillo líquido convencional mostrada en la figura 1 comprime los gases mediante una rueda de paletas que gira de forma excéntrica en una carcasa cilíndrica. El líquido se alimenta en la bomba y, por acción centrífuga, forma un anillo líquido cilíndrico en movimiento, indicado mediante el área gris alrededor de la rueda en la figura 1, contra el interior de la carcasa. Este anillo líquido crea una serie de juntas en el espacio entre las paletas de la rueda para formar cámaras de compresión. La excentricidad entre el eje de rotación de la rueda y el eje geométrico de la carcasa provoca una variación cíclica del volumen encerrado por las paletas y el anillo.

El gas aspirado hacia la bomba a través de un orificio de entrada en el extremo de la carcasa queda atrapado en el espacio formado por las paletas de la rueda y el anillo líquido. El giro de la rueda comprime el gas, el cual se descarga después a través del orificio de descarga dispuesto en el extremo de la carcasa.

35 Como se muestra en la figura 2, los gases 20 que se han de impulsar mediante la bomba se conducen al orificio de entrada de la bomba de anillo líquido. Una parte del líquido del anillo también es arrastrada con la corriente de gas descargada 21. Como se muestra, este líquido se puede separar de la corriente de gas en un depósito de separación 10 externo a la bomba. En algunos sistemas, la corriente de gas descargada 21 se alimenta en el depósito de separación 10 por encima del nivel de líquido, pero puesto que el sistema está destinado a disolver una sustancia química peligrosa en el líquido, la salida puede situarse debajo del nivel de líquido en el depósito de separación.

45 En algunos sistemas, con el fin de impedir la ebullición, el líquido del anillo descargado también se enfría a través de un intercambiador de calor o una torre de enfriamiento (no mostrado) cuando vuelve a la carcasa de la bomba. El líquido caliente descargado 33 se trata como una corriente de desecho 33 y se evacúa del sistema líquido. En este caso se usa líquido frío limpio 32 para compensar la pérdida. No obstante, por cuestiones medioambientales, estos sistemas de un solo paso se usan cada vez menos. El líquido sellador se bombea con una bomba 11 desde el depósito de separación de vuelta a la entrada de líquido sellador de la bomba de anillo líquido. En algunos sistemas, 50 el líquido sellador se suministra a través de dos entradas individuales 30a, 30b para el líquido sellador situadas a ambos lados de la rueda y complementadas por una entrada de suministro principal conectada directamente al anillo sellador. Sin embargo, en algunos sistemas el volumen del líquido en el anillo se puede establecer por completo a partir de las entradas individuales 30a y 30b para el líquido sellador. Si se ha de aumentar el volumen total del líquido que fluye a través de la bomba de anillo líquido aparte del volumen de líquido arrastrado con la corriente de 55 gas descargada 21, se puede conectar un conducto de drenaje adicional entre el anillo líquido y el depósito de separación.

Los sistemas de anillo líquido pueden constar de una sola etapa o de múltiples etapas. Una bomba de múltiples etapas presenta típicamente hasta dos etapas de compresión en un eje común. Las bombas de vacío de anillo

líquido pueden usar como líquido sellador cualquier líquido compatible con el proceso, siempre que posea las propiedades de presión de vapor adecuadas. Aunque el sellador más común es el agua, se puede utilizar casi cualquier líquido.

5 En la figura 3 se muestra un sistema según la invención para reducir el contenido de sustancias químicas peligrosas cuando se manipulan gases malolientes, tales como gases no condensables que contienen compuestos de azufre, emanantes de una fábrica de celulosa. El sistema reduce el contenido de amoniaco en el gran volumen de gases malolientes en el flujo de gas antes de quemar dichos gases malolientes en una unidad de incineración final en un entorno con exceso de oxígeno con el fin de oxidar los compuestos de azufre.

10

El flujo de gases malolientes se transporta desde el punto de generación en la fábrica de celulosa 2, punto de generación que puede ser alguno de los ejemplos siguientes:

- La etapa de cocción, por ejemplo el vapor flash procedente de los depósitos de evaporación súbita;
- 15 • Las etapas de evaporación, por ejemplo los gases procedentes del tratamiento del condensado contaminado;
- El sistema de ventilación en el depósito de disolución para la masa fundida procedente de la caldera de recuperación;
- El sistema de separación de metanol.

20

Los gases malolientes 20 se conducen a la incineración final mediante un sistema de tubos conductores de gas en un flujo de 20-21-22-40-41 en el que el flujo de gas es promovido por el uso de al menos una bomba de anillo líquido 1a/1b. La bomba de anillo líquido presenta un sistema de suministro de líquido que comprende un depósito de líquido 10a/10b y medios de suministro de líquido 11/30a desde el depósito de líquido hasta la bomba de anillo líquido y medios de recogida de líquido desde la bomba de anillo líquido hasta el depósito de líquido. Los medios de suministro de líquido y de recogida de líquido crean un flujo de líquido a través de la bomba de anillo líquido. La sustancia química peligrosa se fija o se disuelve en el líquido que fluye a través de la bomba de anillo líquido. Una parte del líquido usado en el sistema de suministro de líquido se evacúa del depósito de líquido a través de una salida 33a/33b y el contenido de metanol en el mismo se envía a la destrucción final C₁ en un entorno deficiente en oxígeno que es diferente de dicha unidad de incineración final C₂ en un entorno con exceso de oxígeno.

30

En la figura 3, la destrucción final de metanol se lleva a cabo en la primera zona de una combustión escalonada en la que se produce la destrucción en un entorno deficiente en oxígeno, y la unidad de incineración final C₂ es la segunda etapa de la combustión escalonada en la que se produce la incineración en un entorno con exceso de oxígeno. Los gases de combustión residuales se evacúan al colector de escape CE ordinario.

35

Esta combustión escalonada se controla suministrando una parte del aire de combustión A a la primera zona, de manera que se establezcan condiciones subestequiométricas, y añadiendo más aire a la segunda zona, de manera que se establezcan condiciones supraestequiométricas en esta segunda zona.

40

Sin embargo, la destrucción final y la unidad de incineración final también se podrían implementar en equipos físicamente separados, por ejemplo una incineradora independiente y usando una caldera u horno de cal existente de la fábrica, respectivamente.

45 Puesto que se evacúa una parte del líquido, el depósito de líquido 10/10a/10b está conectado a un conducto de suministro de líquido limpio 32/32a/32b con el fin de mantener el volumen de líquido en el sistema de bomba de anillo líquido.

Puesto que los gases malolientes contienen amoniaco, una parte del líquido se evacúa a través de una salida 50 33a/33b hacia la destrucción final. Esta destrucción final preferentemente está integrada en el sistema para la manipulación del condensado contaminado 60 procedente de las etapas de evaporación. El líquido evacuado se puede enviar entonces a la entrada de un extractor E, preferentemente a través del depósito de condensado contaminado DCC ordinario. Los gases del extractor que emanan de la salida del extractor se envían después a la entrada de una columna de metanol CM, de forma que el amoniaco acumulado, procedente de la parte evacuada del líquido de la bomba de anillo líquido termina en el metanol líquido obtenido en la salida de la columna de metanol.

55

A continuación, el metanol líquido se conduce desde la salida de la columna de metanol hasta una primera etapa de combustión C₁, en la que el metanol se quema en un entorno deficiente en oxígeno.

Tipo de líquido en la bomba de anillo líquido

Si el primer objetivo es reducir el contenido de amoníaco en los gases malolientes, el líquido usado en la bomba de anillo líquido deberá ser un líquido en el que el amoníaco presente una buena solubilidad. Si se usa agua como líquido en la bomba de anillo líquido, se podrá disolver un gran volumen de amoníaco en el líquido. Se pueden disolver hasta 48 g de amoníaco por 100 g de agua (aproximadamente un 32% en peso). En el hidróxido de amonio de calidad comercial la concentración de amoníaco asciende al 19-30% en peso a una temperatura de 15°C. El líquido usado en la bomba de anillo líquido es un líquido en el que la solubilidad de amoníaco excede de 20 g por 100 g de líquido.

10

El volumen evacuado por unidad de tiempo se puede determinar empíricamente como volumen fijo por unidad de tiempo o por unidad de volumen del flujo de gas impulsado, o el sistema puede presentar un control de retroalimentación de la cantidad disuelta de amoníaco.

15 Control de pH en el volumen evacuado

Un simple sistema de control de retroalimentación puede usar sensores de pH, pues el valor de pH se ve afectado predominantemente por la concentración real de amoníaco. En la solución de hidróxido de amonio el pH presenta la relación siguiente con la concentración:

20

pH	11,7	12	12,4	13,5
Conc.	1%	5%	10%	30%

Cuando la velocidad de disolución del amoníaco en el líquido disminuye, se deberá evacuar líquido del sistema de líquido. Puesto que resulta difícil disolver el amoníaco en agua a una concentración superior al 30% y la velocidad de disolución disminuye cuando se aproxima a este grado de solubilidad máximo, el umbral óptimo para el control de la evacuación se puede establecer en aproximadamente 15-20%.

25

Acondicionamiento del líquido

Con el fin de aumentar la solubilidad del amoníaco en agua es importante que el agua esté relativamente fría. La solubilidad del amoníaco en agua disminuye a medida que aumenta la temperatura según la pauta siguiente:

30

Temperatura (°C)	0	40	80	100
NH ₃ en solución (% en peso)	45	22	<10	<5

Para reducir la temperatura se instala con preferencia al menos un enfriador o intercambiador de calor 34a/34b en la circulación del líquido, como se muestra en la figura 3. El control del enfriador 34a/34b se efectúa preferentemente de tal manera que la temperatura del líquido que circula por el sistema de circulación del anillo líquido se mantenga por debajo de 40°C, preferentemente por debajo de 30°C y con especial preferencia por debajo de 20°C. El líquido de reposición suministrado a través de 32a/32b preferentemente también está lo más frío posible, lo que reduce el efecto refrigerador necesario en el enfriador 34a/34b de forma proporcional a la temperatura del líquido de reposición. En algunos sistemas, el efecto refrigerador se puede obtener exclusivamente mediante la adición de líquido de reposición frío.

40

Opción con múltiples sistemas de evacuación

Como se indica en la figura 3, el flujo de gases malolientes se puede transportar a la unidad de incineración final por un sistema de tubos conductores de gas usando varias bombas de anillo líquido 1a/1b dispuestas en serie en dicho sistema de tubos conductores de gas. En un sistema de este tipo se pueden disolver diferentes sustancias químicas peligrosas procedentes de los gases malolientes en el líquido usado en cada una de las bombas de anillo líquido. Así, cada bomba de anillo líquido 1a, 1b puede presentar un sistema de suministro de líquido propio 10a/30a/32a y un líquido seleccionado adaptado a la sustancia química peligrosa específica que se ha de extraer, y en el que una parte del líquido usado en cada sistema de suministro de líquido se evacúa a una unidad de destrucción final. Como se muestra en la figura 3, este segundo flujo 33b puede contener otra sustancia química distinta del amoníaco, y el líquido 32b usado en la bomba de anillo líquido puede ser bisulfito en forma líquida o cualquier otra sustancia química que reaccione con una de las sustancias químicas peligrosas presentes en los gases malolientes.

50

55 Posibilidad de reducir el número de barreras de líquido instaladas

La invención se puede modificar de múltiples maneras dentro del alcance de las reivindicaciones. Cabe señalar que los depósitos de separación 10/10a/10b usados para las bombas de anillo líquido constituyen perfectas barreras de líquido en el sistema impulsor de gas, evitando que las llamas retrocedan al sistema desde la incineración.

5

Normalmente, el riesgo de retroceso de las llamas se reduce manteniendo una velocidad de flujo en el sistema de gas superior a la velocidad de propagación de las llamas, pero esta opción de control sola no funciona cuando el flujo de gas disminuye ocasionalmente a por debajo de la velocidad de propagación de las llamas. A causa de este problema se instalan con frecuencia varias barreras de líquido en el sistema impulsor de gas. El uso del sistema de bomba de anillo líquido de acuerdo con la invención permite reducir el número de estas barreras de líquido.

10

Combinación de bomba de anillo líquido y barreras de líquido preconectadas

No obstante, se puede usar una combinación de una primera barrera de líquido y una bomba de anillo líquido posterior, como se muestra en la figura 4. En la figura 4, los componentes similares a los del sistema mostrado en la figura 3 están marcados con los mismos números de referencia y no se volverán a describir. El sistema mostrado en la figura 4 difiere del sistema mostrado en la figura 3 en que solo se usa un sistema de bomba de anillo líquido y en que una barrera de líquido BL precede al sistema de bomba de anillo líquido. En la figura 4 se muestra asimismo una realización de un sistema de control con válvulas de control VC₁, VC₂, VC₃ y sensores S₁, S₂, S₃. La barrera de líquido desempeña múltiples funciones, como recoger gases de fuentes diferentes 2a, 2b, evitar que los gases de fuentes diferentes retrocedan hacia otras fuentes, así como evitar el retroceso de las llamas.

15

20

Para el control del sistema también se muestra una primera válvula de control VC₁ que es controlada preferentemente por un sensor de pH S₁. Cuando el pH del líquido en la barrera de líquido BL supera el umbral establecido, la válvula se abre y vierte líquido en el depósito de condensado contaminado DCC ordinario.

25

El nivel de líquido en la barrera de líquido BL se vigila mediante un sensor de nivel S₂ adecuado que controla la válvula VC₂ dispuesta en el conducto 33a. Cuando el nivel disminuye a por debajo de un valor umbral establecido, la válvula se abre y restablece el nivel de líquido correcto.

30

El nivel de líquido en el depósito de separación 10a se vigila mediante un sensor de nivel S₃ adecuado que controla la válvula VC₂ dispuesta en el conducto 32a. Cuando el nivel disminuye a por debajo de un valor umbral establecido, la válvula se abre y restablece el nivel de líquido correcto.

La función del sistema consiste en disolver la mayor parte del amoniaco contenido en los gases malolientes en la barrera de líquido BL y evacuar el líquido rico en amoniaco 33c a través de la válvula VC₁ cuando el pH indique un nivel elevado de amoniaco disuelto. Los demás gases malolientes atraviesan después el sistema de bomba de anillo líquido, y cualquier resto de amoniaco se disuelve en el líquido usado en el sistema de bomba de anillo líquido. El líquido fluye en sentido contrario al flujo de los gases malolientes a medida que se añade líquido limpio y frío 32a a la barrera de líquido BL y finalmente se evacúa a través del conducto 33c a el depósito de condensado contaminado DCC y se manipula del mismo modo que en el sistema mostrado en la figura 3. Aparte de la barrera de líquido, el sistema de bomba de anillo líquido adicional puede reducir adicionalmente el contenido de NO_x en la incineración final en hasta 10-30 ppm.

35

40

Con este sistema de control, los gases malolientes que emanan de al menos un punto 2a, 2b de la fábrica de celulosa se recogen primero en la barrera de líquido BL y la atraviesan antes de ser impulsados por la primera bomba de anillo líquido 1a, y el líquido 33a evacuado del primer sistema de bomba de anillo líquido a través del sistema de control VC₂, S₂ se envía a la barrera de líquido en sentido opuesto al flujo de gas, y el líquido 33c evacuado de la barrera de líquido a través de un sistema de control VC₁, S₁ se envía a la destrucción final. Puesto que la mayor parte del amoniaco se disuelve en la barrera de líquido, se evacúa de la barrera de líquido un flujo mayor de líquidos saturados y el sistema de bomba de anillo líquido es rellenado con líquido nuevo, limpio y no saturado, manteniendo un alto grado de solubilidad de cualquier resto de amoniaco en el sistema de bomba de anillo líquido.

50

Se puede usar otro tipo de sistemas de control en lugar de este sistema de control sencillo.

55

Posibilidad de incrementar la solubilidad en el líquido de la bomba de anillo líquido

El sistema de suministro de líquido de las bombas de anillo líquido también se puede mejorar de varias maneras con

el fin de incrementar la solubilidad de la sustancia química que se ha de fijar o disolver en el líquido. El agua de reposición para el anillo líquido de la bomba se puede inyectar, por ejemplo, directamente en la celda de la rueda mediante toberas nebulizadoras.

5 Posibilidad de incrementar la solubilidad en el líquido del depósito de separación

El diseño del depósito de separación 10a/10b también se puede mejorar para incrementar el efecto de disolución de la sustancia química a expensas de una menor separación. Con el fin de mejorar la disolución de estas sustancias químicas en el líquido, la salida se puede configurar en forma de elemento difusor situado cerca del fondo del depósito de separación 10a/10b. El interior del depósito de separación también se puede rellenar con pequeños cuerpos llenadores que forman un lecho compacto, es decir un relleno al azar, que aumenta el tiempo de contacto entre el flujo de gas y el líquido en el depósito de separación. La entrada del gas presurizado en el depósito de separación se puede disponer, pues, en un baño líquido de bajo nivel dispuesto sobre el nivel de líquido en el depósito de separación, de forma similar a como se muestra en el separador del documento US 6.004.364.

15

La invención se puede modificar de múltiples maneras dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes. El concepto básico consiste en el uso del sistema de bomba de anillo líquido para disolver las sustancias químicas peligrosas en el líquido usado en la bomba de anillo líquido y evacuar el líquido de manera controlada cuando se encuentre próximo a su límite de saturación máxima, es decir, antes de alcanzar su límite de saturación máxima, de forma que las sustancias químicas peligrosas se puedan disolver continuamente en el líquido durante el funcionamiento de la bomba de anillo líquido.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para reducir el contenido de sustancias químicas peligrosas cuando se manipulan gases malolientes, tales como gases no condensables que contienen compuestos de azufre, emanantes de una fábrica de celulosa y antes de quemar dichos gases malolientes en una unidad de incineración final (C2) en un entorno con exceso de oxígeno con el fin de oxidar los compuestos de azufre, **caracterizado porque** el flujo de gases malolientes se transporta a la incineración final usando bombas de anillo líquido (1a, 1b) y la sustancia química peligrosa se fija en el líquido usado en la bomba de anillo líquido y una parte del líquido usado en la bomba de anillo líquido se evacúa (33a, 33b) a la destrucción final (C1) que es diferente de dicha unidad de incineración final en un entorno con exceso de oxígeno.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y en el que los gases malolientes contienen al menos amoníaco, **caracterizado porque** una parte del líquido evacuado a la destrucción final se hace pasar primero a través de un extractor y los gases del extractor se envían después a una columna de metanol de forma que el amoníaco acumulado, procedente de la parte evacuada del líquido de la bomba de anillo líquido termine en el metanol líquido.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el metanol líquido se quema en un entorno deficiente en oxígeno.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el líquido usado en la bomba de anillo líquido es un líquido en el que el amoníaco presenta un alto grado de solubilidad.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** el líquido usado en la bomba de anillo líquido es un líquido en el que la solubilidad del amoníaco excede de 20 g por 100 g de líquido.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** el líquido usado en la bomba de anillo líquido se enfría en un enfriador (34) con el fin de aumentar la solubilidad, de forma que la temperatura del líquido se mantenga por debajo de 40°C, preferentemente por debajo de 30°C y con especial preferencia por debajo de 20°C.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** se añade un acidificador al líquido usado en la bomba de anillo líquido con el fin de aumentar la solubilidad.
8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el flujo de gases malolientes se transporta a la incineración final usando varias bombas de anillo líquido en serie y las diferentes sustancias químicas peligrosas procedentes de los gases malolientes se fijan en el líquido usado en cada bomba de anillo líquido individual y una parte del líquido usado en cada bomba de anillo líquido se evacúa a la destrucción final.
9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los gases malolientes que emanan de al menos un punto de la fábrica de celulosa se recogen primero en una barrera de líquido y la atraviesan antes de ser impulsados por la primera bomba de anillo líquido, y porque el líquido evacuado del primer sistema de bomba de anillo líquido se envía a la barrera de líquido en sentido contrario al flujo de gas y el líquido evacuado de la barrera de líquido se envía a la destrucción final.
10. Sistema para reducir el contenido de sustancias químicas peligrosas cuando se manipulan gases malolientes, tales como gases no condensables que contienen compuestos de azufre, emanantes de una fábrica de celulosa y antes de quemar dichos gases malolientes en una unidad de incineración final (C2) en un entorno con exceso de oxígeno con el fin de oxidar los compuestos de azufre, **caracterizado porque** el flujo de gases malolientes se transporta desde el punto de generación en la fábrica de celulosa (2a, 2b) hasta la incineración final (C₂) mediante un sistema de tubos conductores de gas (20-21-22-40-41) y el flujo de gas es promovido por el uso de al menos una bomba de anillo líquido (1a, 1b), presentando dicha bomba de anillo líquido un sistema de suministro de líquido que comprende un depósito de líquido (10a, 10b) y medios de suministro de líquido (30a, 32a / 30b, 32b) desde el depósito de líquido hasta la bomba de anillo líquido y medios de recogida de líquido desde la bomba de anillo líquido hasta el depósito de líquido, en el que dichos medios de suministro de líquido y de recogida de líquido crean un flujo de líquido a través de la bomba de anillo líquido y en el que la sustancia química peligrosa se fija en el líquido que fluye a través de la bomba de anillo líquido, y en el que una parte del líquido usado en el sistema de suministro de líquido se evacúa del depósito de líquido a través de una salida (33a/33b) hacia la destrucción final

(C₁) que es diferente de dicha unidad de incineración final C₂ en un entorno con exceso de oxígeno, y en el que el sistema de suministro de líquido está conectado a un suministro de líquido limpio (32a, 32b) con el fin de mantener el volumen de líquido en el sistema de bomba de anillo líquido.

5 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10 y en el que los gases malolientes contienen al menos amoníaco, **caracterizado porque** una parte del líquido evacuado a la destrucción final a través de una salida (33a) se hace pasar a través de una entrada de un extractor (E) y los gases del extractor que emanan de la salida del extractor se envían después a la entrada de una columna de metanol (CM) de tal manera que el amoníaco acumulado, procedente de la parte evacuada del líquido de la bomba de anillo líquido termine en el metanol líquido
10 obtenido en la salida de la columna de metanol.

12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el metanol líquido se conduce desde la salida de la columna de metanol hasta un quemador (C₁), en el que el metanol se quema en un entorno deficiente en oxígeno.
15

13. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el líquido usado en la bomba de anillo líquido es un líquido en el que el amoníaco presenta un alto grado de solubilidad y, preferentemente, porque el líquido usado en la bomba de anillo líquido es un líquido en el que la solubilidad del amoníaco excede de 20 g por 100 g de líquido.
20

14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10 a 13, **caracterizado porque** el flujo de los gases malolientes se transporta a una unidad de incineración final (C₂) mediante un sistema de tubos conductores de gas usando varias bombas de anillo líquido (1a y 1b) dispuestas en serie en dicho sistema de tubos conductores de gas y las diferentes sustancias químicas peligrosas procedentes de los gases malolientes se fijan en el líquido usado en cada bomba de anillo líquido individual, presentando cada bomba de anillo líquido un sistema de suministro de líquido propio (32a o 32b) y un líquido seleccionado adaptado a la sustancia química peligrosa específica que se ha de extraer, y en el que una parte del líquido usado en cada sistema de suministro de líquido se evacúa (33a o 33b) a la unidad de destrucción final.
25

15. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10 a 13, **caracterizado porque** los gases malolientes que emanan de al menos un punto (2a, 2b) de la fábrica de celulosa se recogen primero en una barrera de líquido (BL) y la atraviesan antes de ser impulsados por la primera bomba de anillo líquido (1a), y porque el líquido (33a) evacuado del primer sistema de bomba de anillo líquido a través de un sistema de control (CV₂, S₂) se envía a la barrera de líquido en sentido opuesto al flujo de gas y en el que el líquido (33c) evacuado de la barrera de líquido a través de un sistema de control (VC₁, S₁) se envía a la destrucción final.
30
35

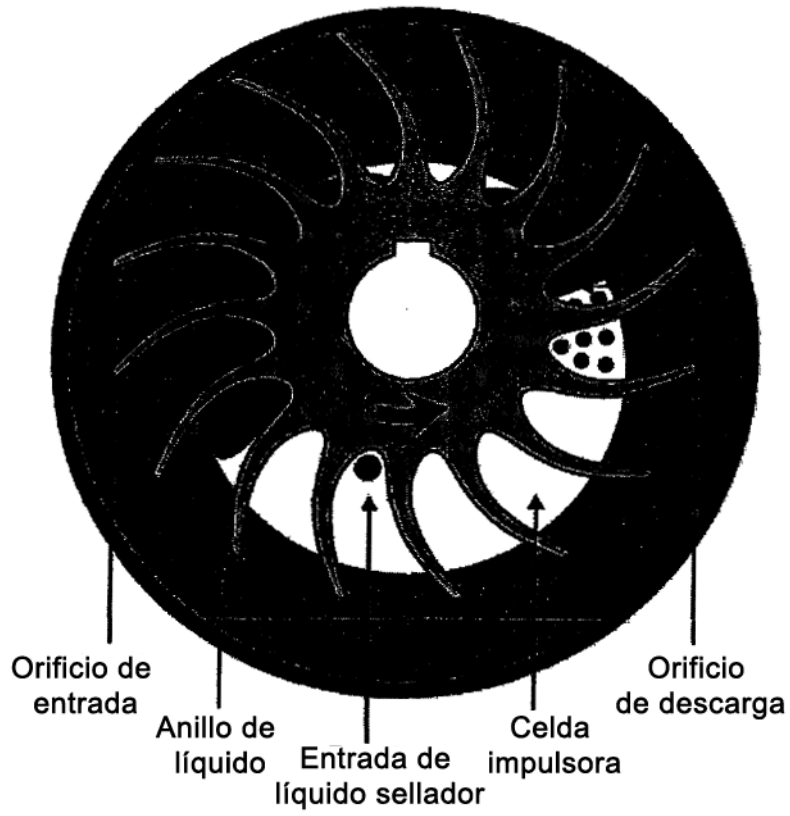


Fig. 1

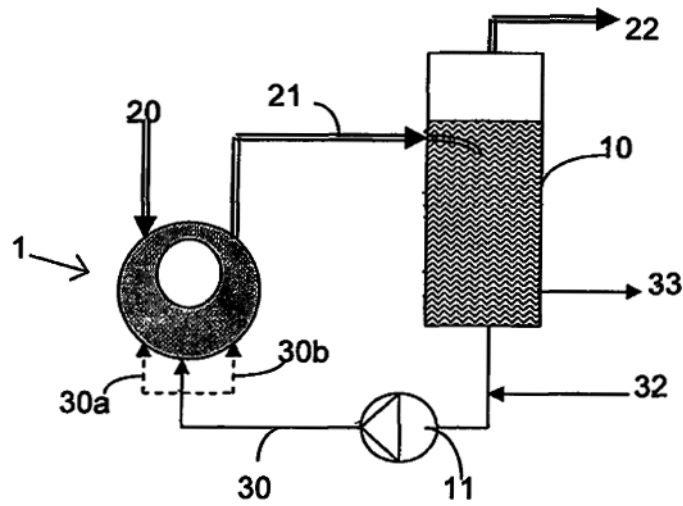


Fig. 2

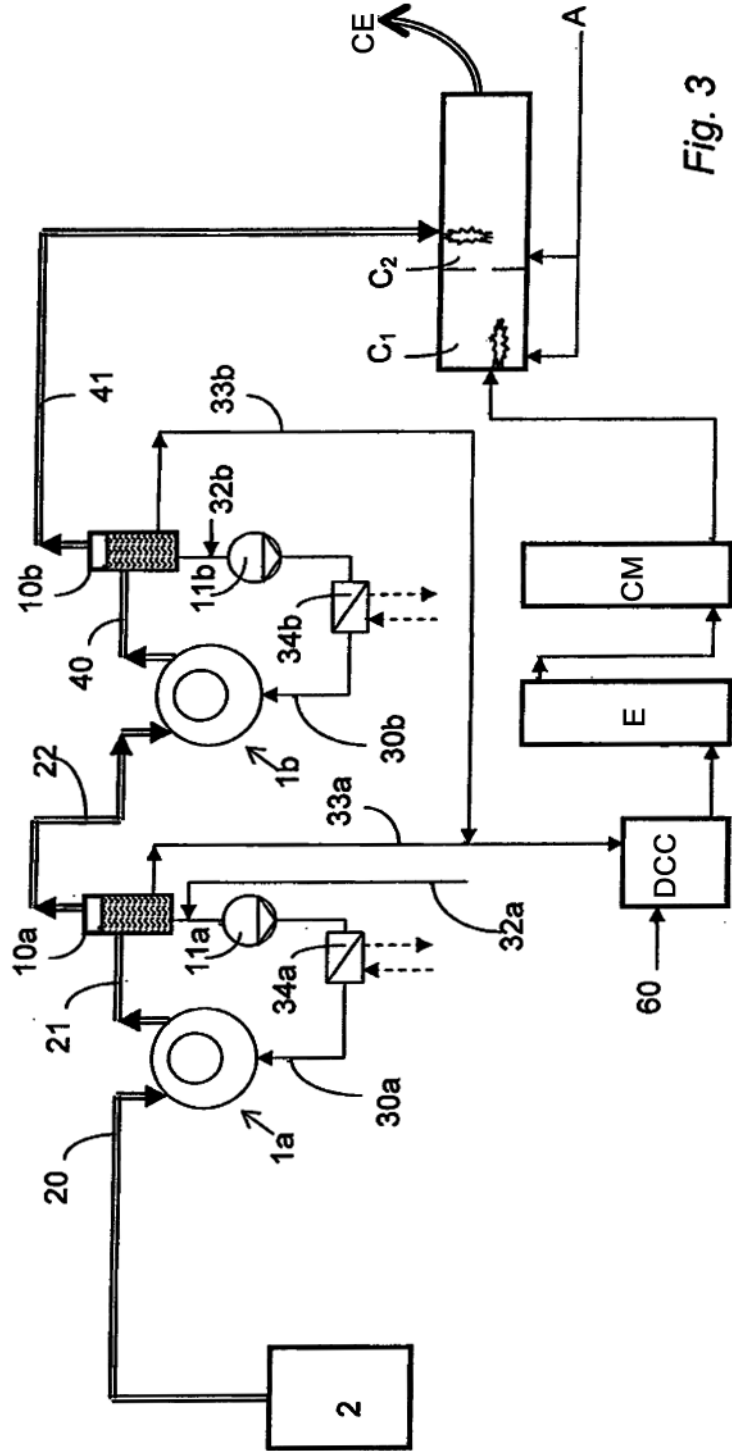


Fig. 3

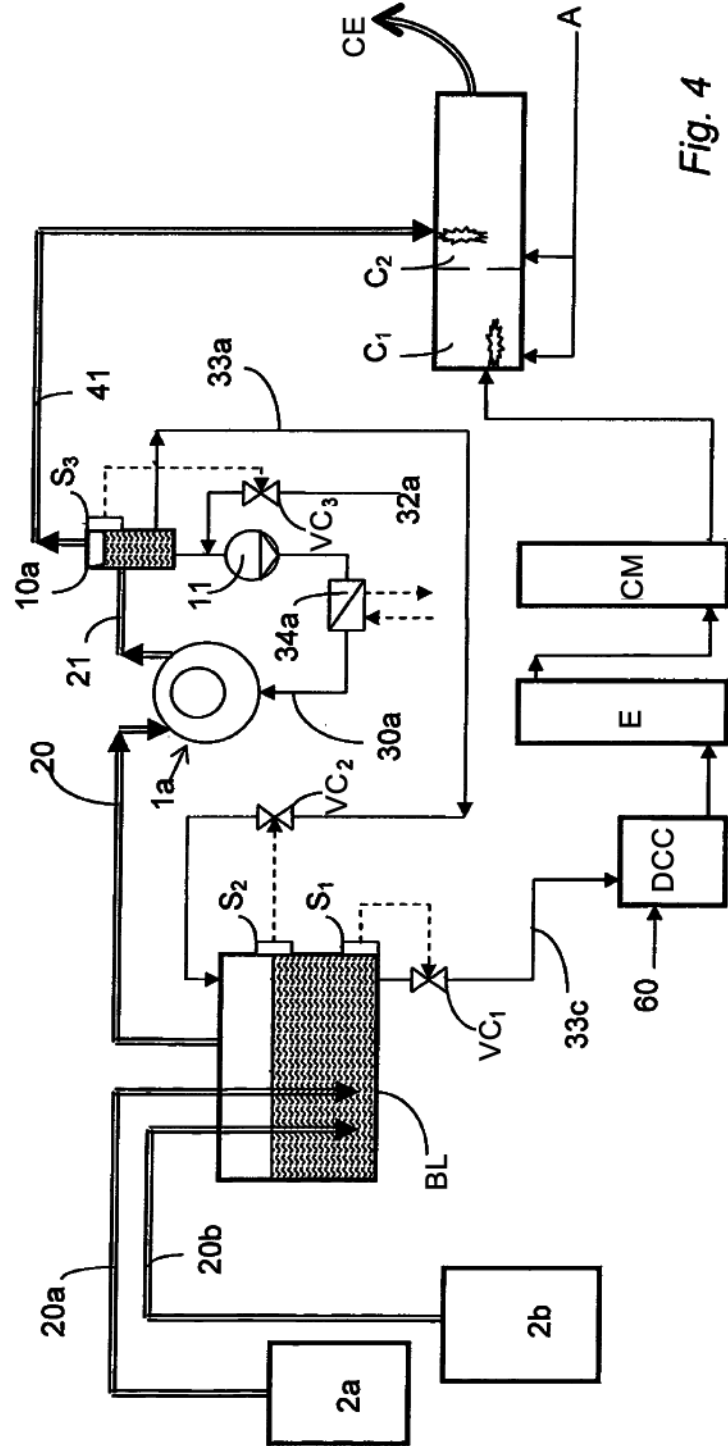


Fig. 4