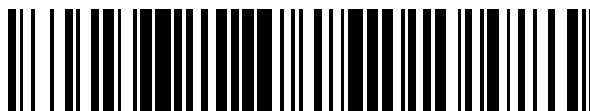


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 089**

51 Int. Cl.:
B01D 53/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06845627 .6**
96 Fecha de presentación: **14.12.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1962992**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **Depurador de enfriamiento rápido en dos etapas**

30 Prioridad:
19.12.2005 US 752550 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.10.2012

73 Titular/es:
**FLUOR TECHNOLOGIES CORPORATION
3 POLARIS WAY
ALISO VIEJO CA 92698, US**

72 Inventor/es:
**REDDY, Satish;
SCHERFFIUS, Jeffrey y
FRANCUZ, Valerie**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 388 089 T3

DESCRIPCIÓN

Depurador de enfriamiento rápido en dos etapas

Campo de la invención

5 El campo de la invención es el tratamiento de gases de combustión, y especialmente se refiere al enfriamiento rápido de gases de combustión y eliminación de gases ácidos.

Antecedentes de la invención

10 El enfriamiento rápido de gases de combustión y la eliminación de gases ácidos (especialmente la eliminación de SO_x y NO_x) de gases de combustión se lleva a cabo a menudo en un único reactor/contactador de enfriamiento rápido en el cual el gas de combustión caliente entra en contacto con una solución acuosa de hidróxido de sodio en el gas de combustión. Tal tratamiento de gas de combustión es conceptualmente relativamente sencillo y efectivo para la eliminación de SO_x y NO_x , sin embargo, persisten varios problemas. Entre otras cosas, la solución acuosa cáustica y cargada requiere el tratamiento y/o otras etapas de procesamiento antes de que el agua de estas soluciones se pueda liberar dentro del sistema de alcantarillado sin impacto medioambiental negativo. Además, no se consigue un contenido de SO_2 inferior a $50 \mu\text{l/l}$ (ppm) en el gas tratado de tales dispositivos.

15 Otras configuraciones conocidas de tratamiento de gases de combustión pueden emplear reactores dobles o múltiples en los cuales se llevan a cabo reacciones por separado, como se describe, por ejemplo en la patente de los Estados Unidos nº 4.400.362. En el presente documento, se utiliza un primer reactor como un depurador de conversión de ácido sulfuroso que también genera óxido de nitrógeno reactivo (por ejemplo, N_2O_3), que a continuación son absorbidos en una segunda etapa por una sal o hidróxido de amonio de metal alcalino usando una cinética de reacción compleja entre SO_2 y NO_x en agua en presencia de O_2 . Típicamente, los disolventes producidos por tales sistemas no son apropiados para ser descargados en la alcantarilla o reutilizase en la instalación, y el gas venteadado tendrá típicamente un nivel de SO_x superior a $50\text{-}100 \mu\text{l/l}$ (ppm). Se encuentran problemas similares en la patente de los Estados Unidos nº 3.920.421 en la cual se usa agua como el sorbente para NO_x y SO_x .

25 En configuraciones conocidas adicionales, como se muestra en la patente de los Estados Unidos nº 5.607.654, los gases de incineración de una planta de tratamiento de desechos médicos se ponen en contacto en primer lugar con un reactivo seco para de este modo inmovilizar/convertir gases ácidos sobre un sólido seco que se elimina posteriormente en cámara de filtro o precipitador electrostático. El gas así tratado se enfría rápidamente a continuación en un tubo de enfriamiento rápido y posteriormente se depura usando un licor ácido para eliminar compuestos orgánicos tóxicos. El agua del gas tratado y la etapa de enfriamiento rápido se transfiere al depurador, y el exceso de lico se encamina de vuelta al incinerador. Mientras tales configuraciones eliminan al menos en algunas configuraciones la necesidad purificación de las aguas residuales, se requieren sin embargo cantidades sustanciales de agua. Además, como el agua de enfriamiento rápido se transfiere a la etapa depuradora, el disolvente de depuración se diluye continuamente y se debe rellenar. Peor aún, debido a la dilución del disolvente de depuración, se reduce la capacidad de absorción de SO_x y otros contaminantes.

35 Alternativamente, como se describe en la patente de los Estados Unidos nº 5.154.734, el gas residual se encamina a través de un enfriador para saturar el gas residual con agua. El gas residual así cargado es alimentado a continuación hacia un depurador seco en el cual el agua en el gas residual se condensa para reforzar de este modo la recuperación de partículas finas, gases ácidos y metales pesados. A continuación se lleva a cabo una eliminación adicional de contaminantes que salen del depurador en el gas tratado usando un depurador de colisión/separador de arrastre. Mientras tales sistemas proporcionan al menos algunas ventajas, siguen persistiendo sin embargo varias desventajas. Entre otras cosas, la cantidad de agua en circulación (por ejemplo, entre el depurador seco, y la sección de enfriamiento brusco) es relativamente grande. Además, el agua cargado con contaminantes no se puede descargar en el sistema de alcantarillado pero se debe regenerar en una instalación separada.

45 En otra configuración más, el gas de combustión se pone en contacto en primer lugar con sulfito o bisulfito para de este modo reducir la concentración de SO_3 y/o de halogenuros de hidrógeno en el gas de combustión. El resto de SO_2 se elimina a continuación en un depurador seco (se describe una configuración típica en la patente de los Estados Unidos nº 6.126.910). Aunque tales sistemas proporcionan algunas mejoras (por ejemplo, reducción de componentes corriente abajo) permanecen otras dificultades. Por ejemplo, la eliminación de SO_3 de la corriente pretratada se lleva a cabo en un depurador de enfriamiento rápido de una sola etapa.

50 El documento GB 2 208 163 divulga una adaptación de un procedimiento para eliminación de vía seca de dióxido de azufre. La versión no adaptada de este procedimiento fue un procedimiento de absorción multietapas conocidos a partir del documento GB 2 050 325. La adaptación divulgada del documento GB 2 208 163 estaba destinada a su uso en entornos en los cuales había un suministro abundante de agua salada o marina y gases de combustión "prelavados" implicados en el agua marina y/o salada abundantemente disponible antes de la desulfuración, reduciendo de este modo una cantidad del agua de procedimiento requerida y reduciendo el contenido de cloruro y fluoruro de los gases de combustión.

De este modo, aunque se conocen en la técnica numerosas configuraciones y procedimientos de tratamiento de gases, todos o casi todos adolecen de uno o más desventajas. Por lo tanto, sigue habiendo una necesidad de configuraciones y procedimientos mejorados de tratamientos de gases de combustión.

Sumario de la invención

5 La presente invención se dirige a configuraciones y procedimientos de tratamiento de gases de combustión según las reivindicaciones 1 a 12 en el cual se reduce la concentración de SO_x usando un sistema de dos etapas en el cual en una primera etapa el gas de combustión se enfría rápidamente y en el cual en una segunda etapa se depura el gas de combustión enfriado rápidamente. La primera y segunda etapas se configuran y operan de manera que no se produce sustancialmente condensación neta de agua en la etapa de depuración. En consecuencia, se obtiene una
10 eliminación elevada de SO_x manteniendo una concentración elevada de agentes de depuración, lo cual reduce, además, ventajosamente la pérdida de agente de depuración y agua.

En un aspecto de la materia objeto de la invención, un procedimiento para tratar un gas de combustión incluye una etapa para alimentar un gas de combustión a una primera temperatura a una sección de enfriamiento rápido, y enfriar rápidamente el gas de combustión en la sección de enfriamiento rápido a una segunda temperatura usando
15 agua como medio de enfriamiento rápido. En otra etapa, el gas de combustión enfriado rápidamente se alimenta a una sección de depuración y el gas de combustión enfriado rápidamente se depura usando un producto corrosivo en un fluido de depuración a una concentración efectiva para reducir continuamente el contenido de SO_x en el gas de combustión depurado una cantidad igual o inferior a $10 \mu\text{l/l}$ (ppm). La primera y la segunda secciones se configuran y operan para evitar sustancialmente la condensación neta de agua en la sección de depuración.
20 Además, para minimizar la huella del sistema, se prefiere que la primera y la segunda secciones se disponen en una única torre. Cuando sea deseable, el medio de enfriamiento rápido se puede liberar en un componente de procedimiento o de alcantarilla de una planta con un poco o nulo tratamiento (opcionalmente después de la neutralización).

Las fuentes de gas de combustión particularmente contempladas incluyen incineradoras de carbón, incineradoras alimentadas con hidrocarburos, e incineradoras alimentadas con gas natural. Por lo tanto, la primera temperatura puede estar entre 400°C y aproximadamente 200°C . Más típicamente, la sección de enfriamiento rápido se configura y opera de manera que la segunda temperatura es de entre aproximadamente 90°C y aproximadamente 20°C , y que se absorbe menos del 10% del total de SO_x en la sección de enfriamiento rápido. El medio de enfriamiento rápido
25 circula en un circuito de enfriamiento rápido y se enfría mediante un enfriador antes de volver a entrar en la sección de enfriamiento rápido. Los productos corrosivos preferidos incluyen hidróxidos de metales alcalinotérreos, hidróxidos de metales alcalinos, y/o hidróxido de amonio, y la concentración del producto corrosivo se mantiene por encima de un límite predeterminado (por ejemplo, correspondiendo a una adición inicial de producto corrosivo en una cantidad de al menos el 8% en peso y más preferiblemente al menos el 10% en peso).

Por lo tanto, y visto desde una perspectiva diferente, un procedimiento para reducir el SO_x , y particularmente el SO_2
35 en el gas de combustión a una concentración de menos de $10 \mu\text{l/l}$ (ppm) incluirá una etapa de enfriamiento rápido del gas de combustión con un medio de enfriamiento rápido a una temperatura y en condiciones tales que un medio de depuración concentrado corriente abajo permanece sustancialmente sin diluir por condensación de agua a partir del gas de combustión enfriado rápidamente anteriormente. El medio de enfriamiento rápido es agua y el medio de depuración comprende un producto corrosivo. El enfriamiento rápido se lleva a cabo de manera que menos del 10%
40 del total de SO_x es absorbido en la sección de enfriamiento rápido.

En otro aspecto de la materia objeto de la invención, un sistema de tratamiento de gases de combustión incluye una sección de enfriamiento que se configura para recibir un gas de combustión a una primera temperatura, en el cual la sección de enfriamiento rápido se configura, además, para reducir la temperatura del gas de combustión a una
45 segunda temperatura usando agua como medio de enfriamiento rápido. Tal sistema comprende, además, una sección de depuración acoplada fluidamente a la sección de enfriamiento rápido y configurada para recibir el gas de combustión enfriado rápidamente a la segunda temperatura, en el cual la sección de depuración se configura, además, para poner en contacto el gas de combustión enfriado rápidamente con un disolvente corrosivo. La sección de enfriamiento rápido y la sección de depuración se configuran para permitir el funcionamiento en el cual no se condensa sustancialmente agua procedente del gas de combustión en la sección de enfriamiento, el medio de depuración tiene una concentración efectiva para producir un gas de combustión depurado que tiene una
50 concentración continua de SO_2 de menos de $10 \mu\text{l/l}$ (ppm).

Varios objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención.

Breve descripción del dibujo

55 La figura 1 es una configuración ejemplar de un depurador de enfriamiento rápido de dos etapas según la materia objeto de la invención.

Descripción detallada

Los inventores han descubierto inesperadamente que el gas de combustión puede ser tratado efectivamente para eliminar el SO_x y otros contaminantes a un nivel bajo de manera que conserva tanto el medio de depuración como el agua como un recurso. Los sistemas contemplados usan sistema de circulación de disolventes separados en los cuales el gas de combustión primeramente se enfría con un medio de enfriamiento rápido en el primer sistema, y en el cual el gas de combustión enfriado rápidamente se depura usando un disolvente acuoso corrosivo en un segundo sistema. Más preferiblemente ambos sistemas operan en una configuración de columna única para la minimización de los costes y de la superficie de parcela.

En un aspecto preferido de la materia objeto de la invención, un procedimiento para tratar un gas de combustión incluirá de este modo una etapa de alimentación de un gas de combustión a una primera temperatura a una sección de enfriamiento rápido y de enfriamiento rápido del gas de combustión en la sección de enfriamiento rápido a una segunda temperatura usando agua como medio de enfriamiento rápido. En otra etapa, el gas de combustión enfriado rápidamente es alimentado a una sección de depuración y el gas de combustión se depura usando un producto corrosivo como fluido de depuración a una concentración efectiva para reducir continuamente el contenido de SO₂ en el gas de combustión depurado a una cantidad igual o inferior a 10 µl/l (ppm), en el cual la primera y/o segunda secciones se configuran y operan para evitar sustancialmente la condensación neta de agua en la sección de depuración.

El término "reducir continuamente el contenido de SO_x en el gas de combustión depurado a una cantidad igual o inferior a 10 µl/l (ppm) tal como se usa en la presente memoria se refiere a un procedimiento en el cual el contenido de SO_x en el gas de combustión depurado no se elevará a más de 10 µl/l (ppm) durante la operación regular (es decir, excluyendo la puesta en marcha y la parada). Asimismo, el término, condensación neta de agua en la sección de depuración" se refiere a un aumento en el contenido de agua en la sección de depuración, en la cual el aumento es debido a la condensación del agua en el gas que se ha de depurar, y en la cual el término "evitar sustancialmente" junto con la condensación neta significa que la cantidad de agua añadida a la sección de depuración por la condensación neta es inferior al 10%, más típicamente inferior al 5% y más típicamente inferior al 3% del volumen del fluido de depuración en 24 horas. Como también se usa en la presente memoria, el término "SO_x" se refiere a SO₂ y SO₃, y todas las otras especies en equilibrio con SO₂ y SO₃. Asimismo, el término "NO_x" se refiere a NO₂ y NO₃, y todas las otras especies en equilibrio con NO₂ y NO₃.

Una configuración ejemplar se ilustra esquemáticamente en la **figura 1** en la cual el depurador de enfriamiento rápido de dos etapas 100 tiene una sección de enfriamiento rápido 110 y una sección de depuración 120, El gas de combustión 102, a una temperatura de aproximadamente 300°C es proporcionado por una incineradora alimentada por carbón (no mostrada) y alimentada al depurador de enfriamiento rápido 100. La sección de enfriamiento rápido 110 usa agua como medio de enfriamiento rápido, que se retira en forma de corriente 103 del fondo desde el depurador de enfriamiento rápido 100 hasta la bomba de circulación 130. Si se necesita, el exceso de agua se evacua del sistema mediante una válvula de control 140, que está típicamente bajo el control de un circuito de sensor de nivel 142. Cabe resaltar que el exceso de agua está sustancialmente desprovisto de SO₂ (es decir, menos del 10%, y más típicamente menos del 5% de todo el SO₂ en el gas de combustión es absorbido en el agua de enfriamiento rápido), y que el CO₂ absorbido se puede liberar fácilmente en un descarbonizador (que se puede opcionalmente recuperar en una sección de eliminación de CO₂). Además, las especies hidratadas SO₂ así como otros componentes iónicos se pueden eliminar en una resina cambiadora de iones corriente abajo. Por lo tanto, el exceso de agua que sale de la sección de enfriamiento es apropiado para su reutilización en una planta, o se puede desechar con seguridad en una alcantarilla u otro sumidero de aguas residuales.

El resto de agua enfriada rápidamente se enfría en un enfriador 150 y se encamina de vuelta a la parte superior de la sección de enfriamiento rápido 110 bajo el control de un circuito de control de flujo 162 mediante la válvula de control 160. Alternativamente, o adicionalmente, la válvula de control 164 se puede abrir para alimentar agua al depósito de recirculación cáustica 170 según corresponda. El gas de combustión así enfriado rápidamente pasa a continuación por la bandeja de chimenea 104 hacia la sección de depuración 120. El medio de depuración (típicamente una solución acuosa que corresponde a la adición inicial de producto corrosivo en una cantidad de al menos el 8-15% en peso de NaOH) se introduce cerca de la parte superior del depurador de enfriamiento rápido y, después del contacto con el gas enfriado rápidamente, se retira en la bandeja de chimenea 104 hacia el depósito de recirculación 170 por la bomba 172. El agente de depuración activa (aquí: NaOH) se añade al depósito según corresponde para mantener una concentración deseada. El enfriador opcional 180 enfría el medio de depuración, pero el enfriamiento del medio de depuración normalmente no es necesario. Al menos parte del medio de depuración se puede retirar del sistema por la válvula de control 194 y el circuito de control de flujo 196. La válvula de control de flujo 190 controla mediante el circuito de control de flujo 192 el flujo del medio de depuración enfriado hacia la sección de depuración 120, y el gas de combustión enfriado rápidamente y depurado 106 sale del depurador de enfriamiento rápido de dos etapas.

Respecto de las fuentes de gas de combustión apropiadas, se contempla que todas las incineradoras que producen gas de combustión (quemadores) que proporcionan al menos temporalmente un gas de combustión con un contenido de gases ácidos por encima de un límite aceptable son apropiadas. Por ejemplo, cuando el gas ácido es SO_x (y particularmente SO₂), los contenidos contemplados están típicamente por encima de 1 µl/l (PPM), más

típicamente superior a 10 µl/l (ppm) y más típicamente entre 10 y 200 µl/l (ppm). Por lo tanto, las fuentes de gas de combustión apropiadas incluyen incineradoras de carbón, incineradoras alimentadas por hidrocarburos, e incineradoras alimentadas por gas natural. Dependiendo del tipo particular de fuente de gas, las temperaturas del gas de combustión pueden variar considerablemente, y las temperaturas típicas estarán entre aproximadamente 500°C y aproximadamente 100°C, más típicamente entre aproximadamente 400°C y aproximadamente 150°C, y más típicamente entre aproximadamente 250°C y aproximadamente 150°C. Tal como se usa en la presente memoria, el término "aproximadamente" junto con un número se refiere a un intervalo de este número que empieza a partir del 10% por debajo del valor absoluto del número hasta el 10% por encima del valor absoluto del número, ambos inclusive. Asimismo, dependiendo del tipo de fuente de gas de combustión y de la fuente de combustible, el contenido de SO_x (y más típicamente el contenido de SO₂) de gas de combustión que es alimentado dentro de la sección de enfriamiento rápido se encuentra entre aproximadamente 10 µl/l (ppm) y aproximadamente el contenido de NO_x es típicamente de entre aproximadamente 10 µl/l (ppm) y aproximadamente 500 µl/l (ppm). Además, sería apreciar que el gas de combustión caliente entrará en la sección de enfriamiento rápido a una presión relativamente baja (típicamente entre aproximadamente 69 kPa (10 psi) por debajo de y 207 kPa (30 psi) por encima de la presión atmosférica, e incluso más típicamente entre aproximadamente 134 kPa (5 psi) por debajo de y 69 kPa (10 psi) por encima de la presión atmosférica).

El enfriamiento rápido se lleva a cabo más preferiblemente en ausencia de cualquier producto corrosivo (por ejemplo, NaOH, KOH, etc.) y/u otro producto químico apropiado para absorción considerable de SO_x y NO_x, y se prefiere generalmente que el medio de enfriamiento rápido sea agua o comprenda predominantemente agua (, por ejemplo, >95% en volumen). En consecuencia, el medio de enfriamiento rápido solo contendrá cantidades mínimas de SO_x y NO_x disueltos o deshidratados mientras que la cantidad predominante de estos contaminantes viaja hacia arriba en el gas enfriado rápidamente hacia la sección de depuración por la bandeja de chimenea. En las condiciones más típicas, la sección de enfriamiento rápido se utilizará de manera que menos del 10%, más típicamente menos del 5% y más típicamente menos del 3% del SO_x total es absorbido en la sección de enfriamiento rápido por el medio de enfriamiento rápido.

Respecto de la configuración de secciones apropiadas de enfriamiento rápido, cabe resaltar que hay numerosas configuraciones para lechos de enfriamiento rápido conocidos en la técnica, y que todas las configuraciones de este tipo son consideradas apropiadas para su uso en los mismos. De este modo, los lechos de enfriamiento rápido pueden incluir dispositivos de transferencia de masa y calor distintos de los lechos empacados (por ejemplo, boquillas de pulverización, bandejas, o dispositivos de tipo bandeja.). Típicamente, pero no necesariamente, el medio de enfriamiento rápido circula en un circuito de enfriamiento rápido (se recicla) y se enfría mediante un enfriador antes de volver a entrar en la sección de enfriamiento rápido.

Típicamente, la zona de enfriamiento rápido tiene un caudal de circulación de agua de aproximadamente 1,4-13,5 l/s/m² (2-20 gpm/ft²) (basándose en el área de sección transversal de columna). más típicamente 3,4-10,2 l/s/m² (5-15 gpm/ft²), y más típicamente aproximadamente 6,8 l/s/m² (10 gpm/ft²). Se prefieren generalmente valores inferiores (por ejemplo, 2,0-3,4 l/s/m²) (3-5 gpm/ft²) si el gas se enfría, el contenido de agua del gas es inferior, la elevación de temperatura de agua en circulación permisible aumenta, y/o se establece el diámetro de columna mediante otro factor no relacionado (por ejemplo, disponibilidad de columna o facilidad de construcción). Se contemplan menos los mayores caudales (pero no se excluyen) ya que el diámetro de columna se basa en el enfoque de la inundación de esta región del contactor, y un mayor caudal de líquido necesitaría un mayor diámetro de columna.

Más típicamente, el gas de combustión entra a la temperatura de gas de escape, que es típicamente de 100°C a 200°C, pero puede ser tan alto como 350°C o más (véase más arriba). La temperatura del gas de combustión enfriado rápidamente dependerá típicamente, y entre otros factores, de la temperatura del medio de enfriamiento rápido disponible. Cuando el medio de enfriamiento rápido es o comprende predominantemente agua, un enfoque de temperatura preferido estará en el intervalo de aproximadamente 5-15°C, y más típicamente a aproximadamente 10°C entre el medio de enfriamiento y el gas de combustión saliente. Como la mayoría del agua de enfriamiento tiene una temperatura de aproximadamente 25-40°C, el gas de combustión saldrá de la sección de enfriamiento rápido a una temperatura de aproximadamente 35°-50°C. Además, la temperatura del medio de enfriamiento rápido se relaciona también con la temperatura del medio de enfriamiento. En aspectos especialmente preferidos, un enfoque de temperatura de 2-10°, y más preferiblemente un enfoque de temperatura de aproximadamente 5°C entre el medio de enfriamiento y el enfriador y se lleva a cabo el medio de enfriamiento rápido que entra en el enfriador. Típicamente, el agua de enfriamiento rápido entra en la zona de enfriamiento rápido a aproximadamente 30.45°C y sale de la zona de enfriamiento rápido a aproximadamente 45-65°C.

Cuando es deseable, el exceso de agua se puede eliminar de la circulación de enfriamiento rápido usando una línea de evacuación hacia un sistema de alcantarillado u otro sumidero de agua, o más preferiblemente, se reutiliza en la planta. Por ejemplo, una parte del agua se usa para compensar pérdidas en la sección de depuración, para proporcionar al menos una parte de agua de alimentación de caldera y/o agua de enfriamiento. Cuando se desea o se necesita, el agua descargada de la circulación de enfriamiento rápido se puede neutralizar o tratar en un medio cambiador de iones para eliminar iones (típicamente aniónicos). Evidentemente, y dependiendo de la configuración

particular, se contempla que todos los elementos de control de flujo se puedan accionar manualmente y/o automáticamente.

Cabe resaltar que la cantidad de agua condensada del gas de combustión de entrada depende, entre otros factores, del contenido de agua del gas entrante y la temperatura de enfriamiento rápido. En aspectos especialmente preferidos de la materia objeto de la invención, el gas de combustión se enfriará hasta su punto de rocío y se subenfriará (respecto del punto) en la zona de enfriamiento rápido. De este modo, el gas de combustión enfriado rápidamente saldrá preferiblemente de la sección de enfriamiento rápido a una temperatura que se encuentra por debajo de la temperatura de saturación adiabática del gas de combustión. Por lo tanto, y visto desde una perspectiva diferente, el gas de combustión que sale de la sección de enfriamiento rápido se satura con agua, aunque, contendrá menos agua que cuando entró en la sección de enfriamiento rápido. Intervalos típicos para el contenido de agua en los gases de combustión contemplados se encuentran entre aproximadamente el 6% en volumen y aproximadamente el 20% en volumen en el gas de combustión que entra en la sección de enfriamiento rápido, y entre aproximadamente el 2% en volumen y aproximadamente el 12% en volumen en el gas de combustión que sale de la sección de enfriamiento rápido. De este modo, para una gas de combustión que contiene aproximadamente el 10% en volumen de H₂O en la entrada de enfriamiento rápido y aproximadamente el 5% de H₂O en la salida de enfriamiento rápido, la tasa de condensación es aproximadamente 1,1 kg (2,5 lb) de H₂O por 28 m² [a 15,6°C (60°F) y 101,6 kPa (14,73 psi)] (1000 scf) de gas de combustión. Como ya se ha mencionado anteriormente, el agua condensada se purga de la sección de enfriamiento rápido para mantener niveles de líquido operativos apropiados en la sección de enfriamiento rápido. Por lo tanto, cabe señalar que la cantidad de condensación en la sección de depuración es casi cero. Visto desde una perspectiva diferente, las temperaturas son controladas preferiblemente de manera que solo se condensa suficiente agua en la sección de depuración para compensar el agua perdida en la corriente de purga. De esta manera, se minimiza el volumen del corriente de purga (residual) que contiene productos químicos, y con eso, se preserva tanto el agua como los productos químicos.

La sección de depuración se acopla fluidamente a la sección de enfriamiento rápido, y más preferiblemente en una torre depuradora de enfriamiento rápido. Por lo tanto, y entre otras opciones, la torre depuradora de enfriamiento rápido se configurará para recibir el gas de combustión enfriado rápidamente a través de una bandeja de chimenea u otra estructura que separa los fluidos en circulación de la sección de enfriamiento rápido y la sección de depuración. Sin embargo, en aspectos alternativos, la sección de enfriamiento rápido y la sección de depuración también pueden ser estructuras físicamente separadas que están acopladas fluidamente entre sí de manera que al menos una parte del gas de combustión enfriado rápidamente sea alimentado a la sección de depuración. Asimismo, y dependiendo de la naturaleza particular del gas de combustión, puede haber más de una sección de enfriamiento rápido y/o sección de depuración.

El medio de depuración en la sección de depuración se basa en una solución acuosa cáustica (por ejemplo, solución acuosa de al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo, un hidróxido de metal alcalino, y/o hidróxido de amonio), y/o otros productos químicos de absorción (por ejemplo Na₂CO₃) y puede contener otros productos de reacción (por ejemplo sulfito de sodio Na₂SO₃), que puede aumentar, además, la eficiencia del procedimiento de absorción de SO_x y NO_x. El o los productos químicos de absorción en el medio de depuración están típicamente a una concentración equivalente a las comúnmente usadas en la técnica. Por lo tanto, cuando el medio de depuración comprende un producto corrosivo, la concentración de producto corrosivo se mantiene preferiblemente de manera continua a una concentración predeterminada igual o superior al 8% en peso y más típicamente igual o superior al 10% en peso (correspondiente al producto corrosivo inicialmente añadido).

La velocidad de circulación del medio de depuración en la sección de depuración del sistema contemplado será generalmente inferior a la velocidad de circulación del medio de enfriamiento rápido en la sección de enfriamiento rápido, sin embargo, en pocos casos, la velocidad de circulación del medio de depuración puede también ser superior. Más preferiblemente, la velocidad de circulación del medio de depuración en la sección de depuración se ajusta a aproximadamente el 50% al 75% de la velocidad de circulación del medio de enfriamiento rápido en la sección de enfriamiento rápido ya que tal velocidad proporcionará típicamente un equilibrio deseable entre una altura mínima de lecho de sección de depuración, la caída de presión de vapor, y el coste operativo de la compresión de vapor (que está inversamente relacionado con la velocidad de circulación) y el capital del equipo de circulación y el gasto operativo. En consecuencia, la velocidad de circulación del medio de depuración es típicamente de aproximadamente 1,4-8,1 l/s/m² (2-12 gpm/ft²), y más típicamente entre aproximadamente 3,4-5,4 l/s/m² (5-8 gmp/ft²).

Respecto de los intervalos de temperatura operativa en la sección de depuración cabe resaltar que el gas de combustión enfriado rápidamente entra en la sección de depuración a o por debajo de la temperatura de salida de la sección de enfriamiento rápido. El cambio de temperatura en la sección de depuración es generalmente muy pequeño, de manera que la temperatura del gas de combustión depurado que sale de la sección de depuración se encuentra entre aproximadamente 0,5°C y 5°C, y más típicamente entre aproximadamente 1°C y 2°C de la temperatura del gas de combustión enfriado rápidamente que entra en la sección de depuración. De este modo, el medio de depuración en circulación entra y sale de la sección de depuración a aproximadamente la misma temperatura que el gas de combustión enfriado rápidamente (típicamente entre aproximadamente 35°C-50°C), dependiendo de la temperatura

del medio de enfriamiento. Cuando es deseable, el medio de depuración en circulación se puede enfriar usando un foco frío. El exceso de medio de depuración en circulación se almacena temporalmente en un depósito de recirculación.

5 Por lo tanto, dependiendo de las configuraciones particulares y de las condiciones operativas, se contempla que el medio de depuración tendrá una concentración continua y una velocidad de circulación efectiva para conseguir que el SO_2 restante en el gas de combustión depurado sea igual o inferior a $10 \mu\text{l/l}$ (ppm), más típicamente igual o inferior a $5 \mu\text{l/l}$ (ppm) y más típicamente igual o inferior a 3 ppm. De este modo, los inventores también contemplan un procedimiento para reducir el SO_2 en un gas de combustión a una concentración igual o inferior a $10 \mu\text{l/l}$ (ppm) en el cual el gas de combustión se enfría rápidamente con un medio de enfriamiento rápido a una temperatura y en
10 condiciones tales que el medio de depuración concentrado corriente abajo permanece sustancialmente si diluir por condensación de agua procedente del gas de combustión enfriado rápidamente.

Por lo tanto, un sistema de tratamiento de gas de combustión según la materia objeto de la invención incluye una sección de enfriamiento rápido configurada para recibir un gas de combustión a una primera temperatura, en el que la sección de enfriamiento rápido está configurada, además, para reducir la temperatura del gas de combustión a una segunda temperatura usando agua como medio de enfriamiento rápido. Una sección de depuración se acopla
15 fluidamente a la sección de depuración y se configura para recibir el gas de combustión enfriado rápidamente a la segunda temperatura, en el cual la sección de depuración se configura también para poner en contacto el gas de combustión enfriado rápidamente con un disolvente corrosivo. La sección de enfriamiento rápido y la sección de depuración se configuran para permitir la operación en la cual no se condensa sustancialmente agua procedente del gas de combustión en la sección de enfriamiento rápido, en el que el medio de depuración tiene una concentración efectiva para producir un gas de combustión depurado que tiene una concentración continua de SO_2 inferior a $10 \mu\text{l/l}$ (ppm), más típicamente inferior a $5 \mu\text{l/l}$ (ppm) y más típicamente inferior a 3 $\mu\text{l/l}$ (ppm).
20

De este modo, se han divulgado realizaciones y aplicaciones específicas de depuradores de enfriamiento rápido de dos etapas. Debería ser evidente, sin embargo, para el experto en la técnica que son posibles muchas más modificaciones aparte de las ya descritas.
25

Además, en la interpretación tanto de la memoria como de las reivindicaciones, todos los términos deberían interpretarse de la manera más amplia de acuerdo en consonancia con el contexto. En particular, los términos “comprende” y “comprender” se deberían interpretar con referencia a elementos, componentes o etapas de una manera no exclusiva, indicando que los elementos, componentes o etapas referenciadas pueden estar presentes o utilizarse o combinarse con otros elementos, componentes o etapas que no se referencian expresamente
30

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento para tratar un gas de combustión (102), que comprende:

- 5 - alimentar el gas de combustión (102) a una primera temperatura a una sección de enfriamiento rápido (110);
- enfriar rápidamente el gas de combustión (102) en la sección de enfriamiento rápido (110) a una segunda temperatura usando agua como medio de enfriamiento rápido, en ausencia de cualquier producto corrosivo y/u otro producto químico apropiado para la absorción considerable de SO_x y NO_x;
- 10 - si fuese necesario, evacuar el exceso de medio de enfriamiento rápido de la sección de enfriamiento rápido (110);
- alimentar el gas de combustión enfriado rápidamente a una sección de depuración (120);
- depurar el gas de combustión enfriado rápidamente usando un disolvente acuoso corrosivo, y
- recircular el disolvente acuoso corrosivo mediante una bomba (172) y un depósito de recirculación de producto corrosivo (170) para su reutilización en la sección de depuración (120);

15 **caracterizado por**

- circular y enfriar el medio de enfriamiento rápido en un circuito de enfriamiento rápido de reciclado bajo el control de un circuito de control de flujo (162), en el que el circuito de enfriamiento rápido comprende un enfriador (150) y en el que la segunda temperatura y otras condiciones en las cuales se produce el enfriamiento rápido del gas de combustión (102) son tales que la condensación neta del agua se evita sustancialmente en la sección de depuración (120), con lo cual el disolvente acuoso corrosivo permanece sustancialmente sin diluir por condensación de agua del gas de combustión enfriado rápidamente; y
- 20 - mantener el disolvente acuoso corrosivo a una concentración efectiva para reducir continuamente al menos uno del contenido de SO_x y NO_x en un gas de combustión depurado (106) a una concentración predeterminada:
 - 25 o alimentando apropiadamente el medio de enfriamiento rápido al depósito de recirculación de producto corrosivo (170); y
 - o añadiendo apropiadamente un agente activo de depuración al depósito de recirculación de producto corrosivo (170).

30 2.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual el gas de combustión (102) es proporcionado a partir de una fuente seleccionada a partir del grupo que consiste en una incineradora de carbón, una incineradora alimentada por hidrocarburos, y una incineradora alimentada con gas natural, y en el cual la concentración predeterminada es igual o inferior a 10 µl/l (ppm).

3.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual la primera temperatura está entre 100°C y 300°C.

4.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual la segunda temperatura está entre 90°C y 20°C.

35 5.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual la sección de enfriamiento rápido se opera de tal manera que menos del 10% del SO₂ total es absorbido en la sección de enfriamiento rápido (110).

6.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual el producto corrosivo comprende al menos uno de entre hidróxido de metal alcalinotérreo, un hidróxido de metal alcalino, e hidróxido de amonio.

40 7.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual la concentración del producto corrosivo se mantiene continuamente a una concentración que corresponde a la adición inicial de producto corrosivo superior o igual al 10% en peso.

8. El procedimiento de la reivindicación 1 en el cual la sección de enfriamiento rápido (110) y la sección de depuración (120) se disponen en una torre única.

45 9. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende, además, una etapa de evacuación del exceso del medio de enfriamiento rápido en una alcantarilla o como un componente de procesamiento en otra planta.

10.- El procedimiento de la reivindicación 9 que comprende, además, una etapa de neutralización del exceso de medio de enfriamiento rápido antes de la evacuación.

11.- Un sistema (100) de tratamiento de gas de combustión que comprende:

- una sección de enfriamiento rápido (110) que está configurada para recibir un gas de combustión (102) a una primera temperatura y para reducir la temperatura del gas de combustión (102) a una segunda temperatura usando agua como medio de enfriamiento rápido, en ausencia de cualquier producto corrosivo y/o otro producto químico apropiado para la absorción considerable de SO_x y NO_x;

5 - una sección de depuración (120) que comprende un depósito de recirculación de producto corrosivo (170), acoplada fluidamente a la sección de enfriamiento rápido (110) y configurada para recibir el gas de combustión enfriado rápidamente a la segunda temperatura y poner en contacto el gas de combustión enfriado rápidamente con un disolvente acuoso corrosivo de recirculación;

caracterizado porque

- 10 - la sección de enfriamiento rápido (110) comprende:
- o un circuito de enfriamiento rápido de reciclado configurado para funcionar con la segunda temperatura y otras condiciones en las cuales se produce el enfriamiento rápido del gas de combustión (102) que son tales que una condensación efectiva de agua se evita
 - 15 sustancialmente en la sección de depuración (120), con lo cual el disolvente acuoso corrosivo permanece sustancialmente sin diluir por la condensación de agua del gas de combustión enfriado rápidamente, y que comprende:
 - o un circuito de control de flujo (162),
 - o un enfriador (150);
 - o una primera válvula de control (140) mediante la cual se evacua el exceso de medio de enfriamiento rápido del sistema (100); y
 - 20 o una segunda válvula de control (164) mediante la cual el medio de enfriamiento rápido es proporcionado al depósito de recirculación de producto corrosivo (170) para mantener el disolvente acuoso corrosivo a una concentración efectiva para reducir continuamente al menos uno del contenido de SO_x y NO_x en un gas de combustión depurado (106) a una
 - 25 concentración predeterminada.

12.- El sistema de la reivindicación 11 en el cual la sección de enfriamiento rápido (110) se configura para recibir agua condensada del gas de combustión (102)

30

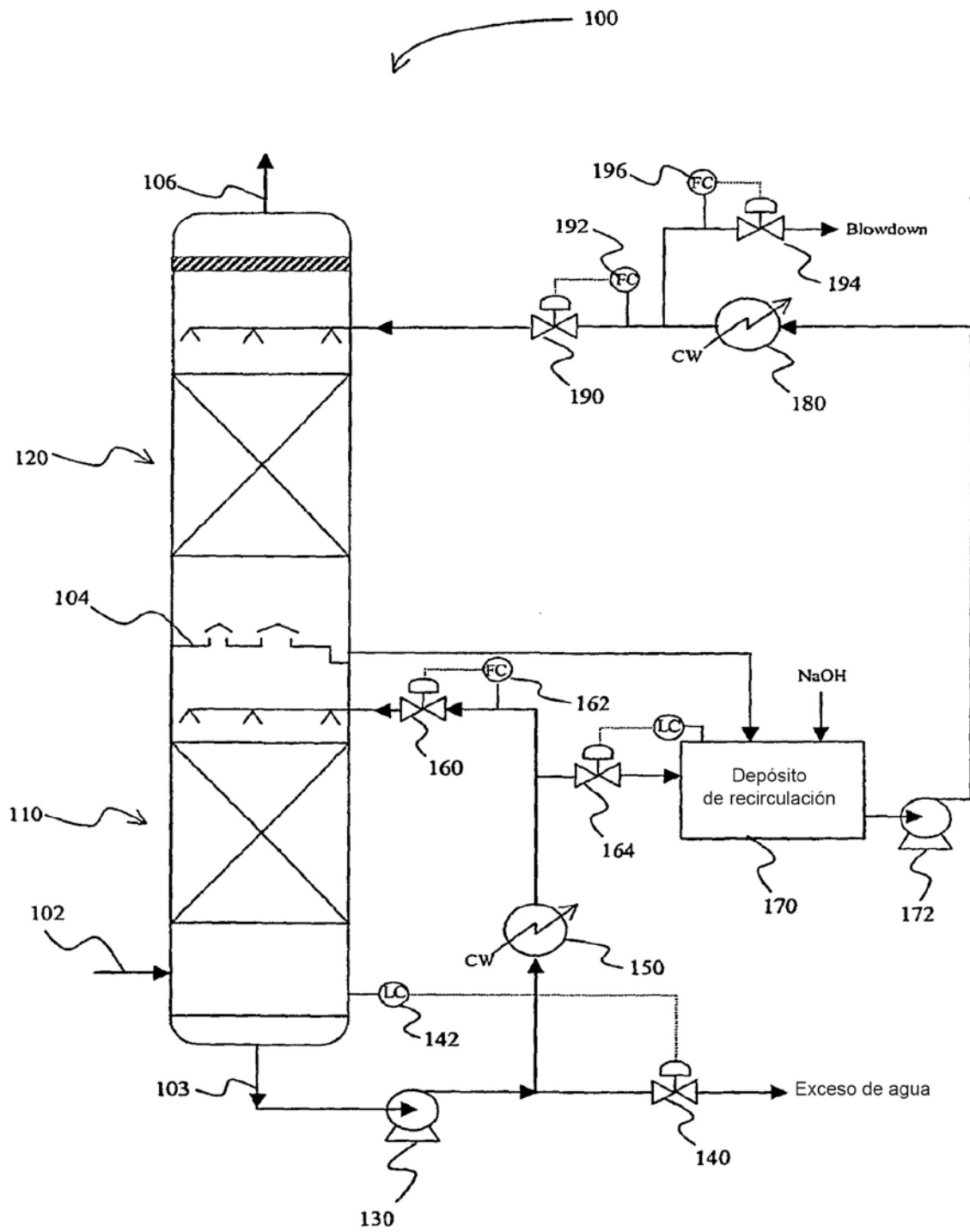


Figura 1