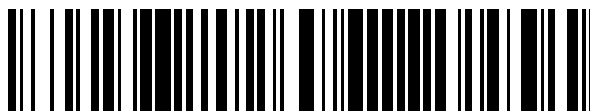


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 887**

51 Int. Cl.:

B01D 53/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2012 PCT/US2012/057111**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13049058**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2012 E 12837205 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2760565**

54 Título: **Inyección de sorbente seco durante condiciones de estado inestable en lavador seco**

30 Prioridad:

29.09.2011 US 201161540806 P
12.07.2012 US 201213548150

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.07.2018

73 Titular/es:

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY (100.0%)
20 S. Van Buren Avenue
Barberton, OH 44203-0351, US

72 Inventor/es:

JANKURA, BRYAN J.;
SILVA, ANTHONY A. y
CAMPOBENEDETTO, EDWARD J.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 676 887 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

Inyección de sorbente seco durante condiciones de estado inestable en lavador seco.

5 La presente exposición se refiere en general a la eliminación de partículas y otros contaminantes del gas de humero producido durante la combustión utilizando un sistema de desulfuración del gas de humero en lavador seco durante puesta en marcha, parada, funcionamiento defectuoso, y otros periodos de desajuste. En particular, esta exposición se refiere a métodos y sistemas nuevos y útiles para la captura de dióxido de azufre (SO₂), trióxido de azufre (SO₃), HCl, y otros gases ácidos por inyección de sorbente seco en una corriente de gas y preferiblemente paso de la
10 corriente de gas a través de un absorbedor del secador por pulverización para dispersar el sorbente en una cámara de bolsas antes del uso de un combustible fósil formador de contaminantes en un sistema de combustión o durante condiciones operativas en estado inestable.

15 Durante la combustión, la energía química de un combustible se convierte en calor térmico, que puede utilizarse de diversas formas para diferentes aplicaciones. Los combustibles utilizados en el proceso de combustión incluyen una amplia gama de sustancias sólidas, líquidas, y gaseosas, que incluyen carbón, petróleo (diesel, No. 2, Bunker C o No. 6), gas natural, madera, neumáticos, biomasa, etc.

20 La combustión transforma el combustible en un gran número de compuestos químicos. Agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂) son los productos primarios de la combustión completa. Sin embargo, otras reacciones de combustión con componentes químicos existentes en el combustible dan como resultado subproductos indeseables. Dependiendo del combustible utilizado, tales subproductos pueden incluir partículas (v.g. cenizas volantes), gases ácidos tales como óxidos de azufre (SO_x) u óxidos de nitrógeno (NO_x), metales tales como mercurio o arsénico, monóxido de carbono (CO), e hidrocarburos (HC). Los niveles de emisiones de muchos de estos subproductos están regulados por entidades gubernamentales, tales como la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA).
25

30 Existen varias tecnologías diferentes para eliminación de tales subproductos del gas de humero. En un método, conocido como absorción química con secado por pulverización o lavado en seco, un solución o lodo acuoso alcalino que ha sido atomizado finamente, se pulveriza en el gas de humero caliente aguas abajo de la cámara de combustión en la cual se ha quemado el combustible. El reactivo alcalino reacciona con los contaminantes, y se forman partículas. El agua se evapora y enfría el gas de humero caliente. El gas de humero limpio de salida tiene típicamente un contenido de humedad de aproximadamente 10% a aproximadamente 15%. El gas de humero pasa luego a un dispositivo de recogida de partículas, generalmente una cámara de bolsas, donde las partículas se separan del gas de humero, que se envía luego a una chimenea.
35

40 Cuando un sistema de combustión, tal como una caldera provista de un hogar, se pone en marcha a partir de condiciones frías tales como las temperaturas del ambiente, el hogar quema usualmente gas natural o aceite diesel (No. 2) para "precalentar" la caldera antes del cambio a carbón. Es necesaria una temperatura del hogar de aproximadamente 204°C (400°F) a aproximadamente 260°C (500°F) antes que pueda comenzar a quemarse carbón. Debido a diversas condiciones de arranque y requisitos de seguridad, el hogar puede ponerse en marcha y pararse varias veces antes de alcanzar operaciones de estado estacionario. El arranque completo puede requerir un tiempo que oscila desde 8 horas hasta 2 días para completarse, dependiendo de los problemas encontrados.

45 El proceso de desulfuración por lavado en seco no funciona satisfactoriamente a temperaturas bajas. En particular, la temperatura del gas de humero tiene que ser típicamente al menos 104°C (220° F) para utilizar el absorbedor del secador por pulverización, a fin de que el agua pueda evaporarse por completo. Durante la puesta en marcha, la temperatura del gas de humero que pasa al absorbedor del secador por pulverización puede ser inferior a esta temperatura umbral, y sin embargo están produciéndose todavía SO_x y otros contaminantes. Además, el hogar alcanza generalmente la temperatura de operación del carbón de 204° C (400° F) a 260° C (500° F) antes que el gas de humero alcance una temperatura de 104 °C (220° F) en el absorbedor del secador por pulverización. Ello da como resultado altas emisiones de SO_x durante la puesta en marcha. Adicionalmente, la cámara de bolsas requiere por lo general 30 a 60 minutos de operación después que el absorbedor del secador por pulverización ha comenzado a acumular material alcalino significativo y conseguir una eliminación significativa de SO₂.
50
55

US 5.636.240 A expone un proceso y aparato de control de la contaminación del aire para hornos de vidrio para uso en la salida del gas residual del hogar.

JP S60 90.025 A expone un método de tratamiento del gas residual de tipo secador por pulverización.

JP 2000 317.263 A expone un método y dispositivo para tratamiento de gas residual.

Aspectos particulares de la invención se exponen en las reivindicaciones del apéndice.

65

DESCRIPCIÓN BREVE

Aspectos de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

5 En esta memoria se describen diversos métodos y sistemas para reducción de las emisiones de SO_x durante condiciones operativas en estado inestable tales como puesta en marcha, parada, o funcionamiento defectuoso en un sistema de control de la contaminación que utiliza un lavador seco para desulfuración. Resumidamente, se inyecta un polvo de hidróxido de calcio seco en el gas de combustión mientras la cámara de combustión se encuentra todavía a una temperatura inferior a la temperatura normal de operación, tal como cuando la cámara de
10 combustión está calentándose, y/o el absorbedor del secador por pulverización se encuentra por debajo de su temperatura umbral de 104°C (220°F). El polvo se inyecta en el sistema, preferiblemente aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización. El polvo de hidróxido de calcio resultante se recoge luego en una cámara de bolsas aguas abajo para formar una torta de filtración que es útil en la reducción de las emisiones de SO_x.

15 En las exposiciones se expone un método para reducción de las emisiones de combustión durante periodos de parada en un sistema de combustión, tales como la puesta en marcha de la cámara de combustión en el sistema de combustión. El sistema de combustión tiene un camino de flujo de gas que se extiende desde una cámara de combustión a través de un absorbedor del secador por pulverización a una cámara de bolsas aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización. Un gas portador (que puede ser gas de humero) fluye a través del camino
20 de flujo del gas. Un polvo de hidróxido de calcio seco se mezcla en un gas de transporte, típicamente aire, y se transporta neumáticamente a un punto de inyección aguas abajo de la cámara de combustión y aguas arriba de la cámara de bolsas donde el polvo seco de hidróxido de calcio se inyecta por soplado y se mezcla con el gas portador (v.g. por inyección) en el camino de flujo del gas. Se pulveriza agua en el gas portador en el absorbedor del secador por pulverización para humidificar y reducir la temperatura del gas portador. El polvo de hidróxido de calcio se
25 deposita en la cámara de bolsas para formar una torta de filtración que reduce las emisiones de combustión. La formación de la torta de filtración ocurre sin la pulverización de un lodo de cal en el absorbedor del secador por pulverización, que puede ocurrir únicamente a una temperatura superior a 104°C (220°F).

30 En exposiciones particulares, no se añade líquido alguno al gas portador entre el punto de inyección y el absorbedor del secador por pulverización.

El agua pulverizada en el gas portador en el absorbedor del secador por pulverización puede proceder de un sistema de reciclo para reciclado de los sólidos de la cámara de bolsas. Dado que se están reciclando menos
35 sólidos después de la puesta en marcha, el sistema de reciclo puede proporcionar agua o un lodo.

A veces, el camino de flujo del gas se extiende a través de un precalentador de aire localizado entre la cámara de combustión y el absorbedor del secador por pulverización. El punto de inyección puede estar localizado entre el precalentador de aire y el absorbedor del secador por pulverización. Alternativamente, el punto de inyección se encuentra aguas arriba del precalentador de aire. Un dispositivo de recogida de partículas puede estar localizado
40 también entre el precalentador de aire y el absorbedor del secador por pulverización, con el punto de inyección aguas abajo del dispositivo de recogida de partículas.

45 El punto de inyección puede encontrarse también entre el absorbedor del secador por pulverización y la cámara de bolsas.

La cámara de bolsas situada aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización puede ser un filtro de tela de chorro de impulsos o un filtro de tela de gas inverso.

50 En algunas condiciones de desajuste, tales como funcionamiento defectuoso, el agua pulverizada en el absorbedor del secador por pulverización puede encontrarse en forma ordinaria de agua (es decir H₂O), o en forma de un lodo de cal (es decir, agua más hidróxido de calcio). El agua puede proceder también de un sistema de reciclo para reciclado de los sólidos de la cámara de bolsas, o de toberas auxiliares cuando el atomizador no está operativo. En algunas exposiciones, el gas de humero que entra en el absorbedor del secador por pulverización tiene una temperatura comprendida entre aproximadamente 60°C (140°F) y aproximadamente 99°C (210°F). Generalmente, el
55 gas portador que entra en el absorbedor del secador por pulverización tiene una temperatura inferior a 104°C (220°F).

60 La cámara de combustión puede tener una temperatura inferior a 400°F. En algunas exposiciones, el gas portador es gas de humero que sale de la cámara de combustión, especialmente durante la puesta en marcha de la cámara de combustión. Sin embargo, los métodos pueden utilizarse también durante paradas, es decir cuando la temperatura del gas portador está disminuyendo a lo largo del tiempo.

65 Se expone también un método para captura de contaminantes en un gas de humero producido por una cámara de combustión durante condiciones operativas de estado inestable. Un polvo de hidróxido de calcio seco se mezcla en el gas de humero en un punto de inyección aguas abajo de la cámara de combustión y aguas arriba de un absorbedor del secador por pulverización. Se pulveriza agua en el gas de humero en el absorbedor del secador por

pulverización para humidificar y reducir la temperatura del gas de humero. El gas de humero se hace pasar luego a través de una cámara de bolsas aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización. El polvo de hidróxido de calcio se deposita en la cámara de bolsas para formar una torta de filtración que captura los contaminantes contenidos en el gas de humero.

5

Estas y otras características no limitantes se describen más particularmente en lo que sigue.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Lo que sigue es una descripción breve de los dibujos, que se presentan para los propósitos de ilustrar las realizaciones ejemplificadoras expuestas en esta memoria y no para los propósitos de limitar la misma.

FIG. 1 es un diagrama ilustrativo de una caldera convencional con un sistema de desulfuración seca.

15 FIG. 2 es un diagrama ilustrativo de un sistema de combustión con un sistema de desulfuración seca y un sistema de inyección de polvo de hidróxido de calcio como se describe en la presente exposición.

FIG. 3 es una ilustración de una cámara de filtros en un filtro de tela de chorro de impulsos.

20 FIG. 4 es una vista en corte de un absorbedor del secador por pulverización.

FIG. 5 es una ilustración de los componentes principales de un sistema de inyección de sorbente seco.

25 FIG. 6 es un gráfico de emisiones frente al tiempo que muestra las emisiones reales con inyección de hidróxido de calcio y las emisiones estimadas sin inyección de hidróxido de calcio

FIG. 7 es un diagrama general de proceso que ilustra los métodos de la presente exposición.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 Una comprensión más completa de los componentes, procesos, y aparatos expuestos en esta memoria puede obtenerse por referencia a los dibujos que se acompañan. Estas figuras son meramente representaciones esquemáticas basadas en la comodidad y facilidad de demostración de la presente exposición y, por tanto, no pretenden indicar el tamaño y las dimensiones relativas de los dispositivos o componentes de las mismas y/o definir o limitar el alcance de las realizaciones ejemplificadoras.

35

Aunque se utilizan términos específicos en la descripción siguiente en aras de la claridad, debe entenderse que estos términos se refieren únicamente a la estructura particular de las realizaciones seleccionadas para ilustración en los dibujos, y no pretenden definir o limitar el alcance de la exposición. En los dibujos y la descripción siguiente que figura a continuación, debe entenderse que las designaciones numéricas iguales se refieren a componentes de la misma función.

40

Las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen sus referentes plurales a ser que el contexto dicte claramente lo contrario.

45

Como se utiliza en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, el término "que comprende/n" puede incluir las realizaciones "constituido por" y "constituido esencialmente por".

50

Todos los intervalos descritos en esta memoria incluyen el punto extremo citado y combinable independientemente (por ejemplo, el intervalo de "desde 250°F (120°Celsius) a 400°F (200°Celsius) incluye los puntos extremos 250°F (120°C) y 400°F (200°C), y todos los valores intermedios). Los puntos extremos de los intervalos y cualesquiera valores descritos en esta memoria no están limitados al intervalo o valor preciso; los mismos son suficientemente imprecisos para incluir valores que se aproximan a estos intervalos y/o valores.

55

Como se utiliza en esta memoria, puede aplicarse lenguaje de aproximación para modificar cualquier representación cuantitativa que pueda variar sin dar como resultado un cambio en la función básica a la que se refiere la misma. De acuerdo con ello, un valor modificado por un término o términos, tal como "aproximadamente" y "sustancialmente", puede no estar limitado al valor preciso especificado, en algunos casos. En al menos algunos casos, el lenguaje de aproximación puede corresponder a la precisión de un instrumento para medida del valor. El modificador "aproximadamente" debería considerarse también como descriptivo del intervalo definido por los valores absolutos de los dos puntos extremos. Por ejemplo, la expresión "desde aproximadamente 2 a aproximadamente 4" describe también intervalo "desde 2 a 4".

60

El término "cal hidratada" se refiere a hidróxido de calcio, conocido también como $\text{Ca}(\text{OH})_2$. El término "hidratado" cuando se utiliza en esta memoria no significa que esté presente agua molecular.

65

El término "lodo de cal" se utiliza para hacer referencia a una mezcla de hidróxido de calcio con agua. Otros sorbentes de calcio incluyen, por ejemplo, piedra caliza o cal viva. El término piedra caliza se refiere a carbonato de calcio, conocido también como CaCO_3 . El término "cal viva" se refiere a óxido de calcio, CaO .

5 La presente exposición se refiere a componentes que se encuentran "aguas arriba" y "aguas abajo" de otros componentes. Estos dos términos son relativos a otro componente citado. Un componente dado está situado "aguas arriba" de un componente citado si un camino de flujo pasa a través del componente dado antes de pasar a través del componente citado. Análogamente, un componente dado se encuentra "aguas abajo" de un componente citado si un camino de flujo pasa por el componente dado después de pasar por el componente citado.

10 La presente exposición se refiere a diversos métodos y sistemas para reducir las emisiones de SO_x durante condiciones operativas en estado inestable (es decir periodos de desajuste o condiciones de desajuste) en un sistema de control de la contaminación que utiliza un lavador seco para desulfuración. En líneas muy generales, un gas de humero es generado por un sistema de combustión que contiene una cámara de combustión en la cual se quema un combustible. Se inyecta luego un polvo de hidróxido de calcio seco en el gas de humero mientras que la cámara de combustión se encuentra en una condición de operación en estado inestable. El polvo se inyecta aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización. El polvo de hidróxido de calcio resultante se recoge luego en una cámara de bolsas aguas abajo para formar una torta de filtración que es útil en la reducción de las emisiones de SO_x .

20 Generalmente, se considera que tales métodos pueden utilizarse en cualquier sistema en el cual tiene lugar una combustión. La composición puede utilizarse para cualquier propósito, por ejemplo, para generar potencia, producir un producto determinado, o simplemente para incinerar un combustible dado. Sistemas de combustión ilustrativos en los cuales pueden ser aplicables los presentes métodos incluyen sistemas de generación de potencia que utilizan un caldera que tiene un hogar como la cámara de combustión; hornos de cemento; hornos de arco eléctrico; hornos de vidrio; fundiciones (cobre, oro, estaño, etc.); tostadores de peletización; hornos altos; baterías de hornos de coque; calentadores que queman productos químicos; hornos de refinería; e incineradores (desechos médicos, residuos sólidos municipales; etc.). El término "cámara de combustión" se utiliza en esta memoria para hacer referencia a la estructura específica dentro del sistema en la cual ocurre la combustión.

30 FIG. 1 ilustra generalmente un sistema de generación de potencia ejemplificador con una caldera 100 y un sistema de desulfuración aguas abajo 110. Un combustible fósil 112, tal como carbón procedente de un pulverizador 111, y aire 114 se queman en el hogar 105, dando como resultado la generación de un gas de humero 120. El gas de humero 120 pasa a un economizador 116 utilizado para precalentar el agua utilizada en la caldera a fin de producir vapor y enfriar el gas de humero 120. Otras superficies de transmisión de calor aguas arriba del economizador 116 no se representan. El gas de humero 120 entra luego en un sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) 130, que puede estar o no presente, para eliminar los óxidos de nitrógeno (NO_x) del gas de humero 120. A continuación, el gas de humero 120 pasa a través de un precalentador de aire 140 para enfriar ulteriormente el gas de humero 120 y calentar el aire 114 que entra en el hogar 105. Después de pasar a través del precalentador 140, el gas de humero 120 tiene típicamente una temperatura de aproximadamente 250°F (120°C) a aproximadamente 400°F (200°C). A veces, el gas de humero 120 pasa luego a través de un dispositivo de recogida de partículas 150 para recoger las cenizas volantes y otras partículas grandes. El gas de humero sigue su camino a un lavador seco o absorbedor del secador por pulverización 160. En éste, un lodo alcalino atomizado 162 se pulveriza en el gas de humero para reaccionar con los óxidos de azufre (SO_x) y para enfriar ulteriormente el gas de humero 120 hasta un intervalo de aproximadamente 140°F (60°C) a aproximadamente 210°F (100°C).

50 El agua contenida en el lodo se evapora, y el gas de humero limpio y cargado con partículas resultante 120 se transporta a un dispositivo de recogida de partículas 170, tal como una cámara de bolsas o un precipitador electrostático, para eliminar las partículas del gas de humero 120. El gas de humero limpio 120 se envía luego a una chimenea 180. Si se desea, puede utilizarse una corriente de reciclo 172 del dispositivo de recogida de partículas 170 para recoger las partículas alcalinas de la cámara de bolsas y mezclarlas con agua 176 en un tanque de reciclo 180 para producir el lodo alcalino 162 que se utiliza en el absorbedor del secador por pulverización 160. Alternativamente, puede utilizarse lodo fresco 164 en el absorbedor del secador por pulverización 160. Las partículas pueden eliminarse también del dispositivo de recogida de partículas 170 para su evacuación, indicada aquí con el número de referencia 174.

60 Una vez más, la temperatura del gas de humero en el absorbedor del secador por pulverización tiene que ser al menos 220°F (100°C) antes que pueda comenzar su actividad de desulfuración. La única fuente de calor es el propio gas de humero. Cuando el sistema de combustión está frío o, dicho de otro modo, la cámara de combustión se encuentra a la temperatura ambiente, la temperatura en el absorbedor del secador por pulverización es insuficiente. Durante puesta en marcha, parada, funcionamiento defectuoso, u otros periodos de desajuste, la cámara de combustión puede producir SO_x y otras emisiones contaminantes mientras el gas de humero se encuentra por debajo de la temperatura de 220°F (100°C), y por tanto el lavador seco no puede utilizarse para desulfuración o eliminación de otros contaminantes. Esto es desenlace indeseable.

65

En los métodos de la presente exposición, puede tener lugar actividad de desulfuración en la cámara de bolsas durante periodos en los que la temperatura en el absorbedor del secador por pulverización es demasiado baja para utilizar un lodo alcalino. La expresión "condiciones operativas de estado inestable" se utiliza en esta memoria para hacer referencia a tales periodos en los cuales la temperatura en el absorbedor del secador por pulverización es inferior a 220°F (100°C). Tales condiciones pueden ocurrir durante periodos de desajuste tales como puesta en marcha, parada, y algunos desajustes. Durante tales condiciones, se deposita hidróxido de calcio en la cámara de bolsas para proporcionar y mejorar la eliminación de ácidos con alta eficiencia. A este respecto, el gas de humero tiene que pasar a través de la torta de filtración formada sobre el filtro en la cámara de bolsas, que proporciona contacto íntimo entre el gas de humero y el producto alcalino hidróxido de calcio y promueve la absorción de gases ácidos en fase vapor (tales como SO_x) en el gas de humero por la torta de filtración. De un modo más general, los métodos presentes pueden utilizarse para eliminar partículas del gas de humero.

Una condición operativa de estado inestable contemplada por la presente exposición es durante la puesta en marcha del sistema de combustión. Durante la puesta en marcha, la cámara de combustión y el sistema de desulfuración (con inclusión del absorbedor del secador por pulverización) y los gases en el interior de estos componentes se encuentran a las temperaturas del ambiente. Las temperaturas se elevan hasta que la cámara de combustión alcanza su temperatura de operación en estado estacionario, que puede ser tan alta como 1000°F (500°C). Dicho de otro modo, la temperatura del gas de humero que sale de la cámara de combustión está aumentando a lo largo del tiempo durante la puesta en marcha.

Adicionalmente, durante la puesta en marcha mientras la temperatura del gas de humero en el absorbedor del secador por pulverización está aumentando hasta su temperatura de operación en estado estacionario, únicamente puede ser atomizada una cantidad limitada de hidróxido de calcio en el gas de humero por el atomizador en el absorbedor del secador por pulverización. Esto es debido a que, a las temperaturas más bajas del gas de humero, se requiere menos agua para enfriar el gas de humero, y este enfriamiento no debería saturar por completo el gas de humero. Además, existe un límite práctico para la cantidad de sorbente alcalino en cualquier lodo, dado que el lodo alcalino experimenta típicamente viscosidad alta una vez que el lodo se encuentra en el intervalo de aproximadamente 25% a aproximadamente 35% de sólidos y esto causa problemas de bombeo que limitan la velocidad de inyección del sorbente alcalino por el atomizador. La adición de polvo seco de hidróxido de calcio en el gas de humero aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización evita este problema de viscosidad. La alcalinidad necesaria puede añadirse al gas de humero sin el componente agua del lodo que tiene que evaporarse. Debería indicarse que puede añadirse agua todavía por medios distintos que el atomizador para evaporación, y ser transportada hasta la cámara de bolsas.

Otra condición operativa de estado inestable contemplada por la presente exposición es durante la parada del sistema de combustión. Durante la parada, la temperatura de la cámara de combustión se reduce intencionalmente desde la temperatura operativa en estado estacionario a las temperaturas del ambiente. Expuesto de otro modo, la temperatura del gas de humero que sale de la cámara de combustión es decreciente a largo del tiempo durante la parada. Debería indicarse que una razón para la parada puede ser para propósitos de mantenimiento, tales como para limpiar y reemplazar los filtros de bolsa utilizados en la cámara de bolsas propiamente dicha. La torta de filtración presente en los filtros de bolsa puede ser responsable de la eliminación de tanto como el 63% del SO₂ que entra en la cámara de bolsas. Sin embargo, después de la limpieza o reemplazamiento, esta capacidad de desulfuración está ausente hasta que se reconstruye la torta de filtración. Conforme a los métodos de la presente exposición, la torta de filtración puede reconstruirse más pronto y con mayor rapidez que esperando hasta que el absorbedor del secador por pulverización llegue a estar disponible para la pulverización del lodo alcalino, lo que da como resultado que la capacidad de desulfuración se recupera más rápidamente y se reducen con mayor rapidez las emisiones globales. El objetivo consiste en el revestimiento previo de los filtros de bolsa antes que las emisiones del gas de humero salgan del sistema de desulfuración.

Una tercera condición operativa de estado inestable contemplada por la presente exposición es durante un funcionamiento defectuoso del sistema de combustión, que da como resultado que la temperatura del gas en el absorbedor del secador por pulverización se reduzca por debajo de 220°F (100°C). Dicho funcionamiento defectuoso es generalmente muy severo, considerando la gran caída de temperatura, y difiere de la parada principalmente en que es accidental y/o no da como resultado una caída hasta las temperaturas del ambiente.

FIG. 2 ilustra en general un sistema ejemplificador de la presente exposición que tiene un sistema de combustión 200, un sistema de desulfuración aguas abajo 210, y un sistema de inyección de polvo de hidróxido de calcio seco 290. Análogamente a FIG. 1, aire 214 y carbón 212 procedente de un pulverizador 211 están ocultos en la cámara de combustión 205, dando como resultado la generación de un gas de humero 220. Hablando en términos generales, el gas de humero es un gas portador que se desplaza a lo largo de un camino de flujo de gas. El gas de humero pasa por un economizador 216 (otras superficies de transmisión de calor aguas arriba del economizador no se representan) y un sistema SCR 230 que puede o no estar presente, que elimina NO_x del gas de humero. El gas de humero pasa a través de un precalentador de aire 240 y continúa hasta el absorbedor del secador por pulverización 260. Si se desea, un dispositivo opcional 250 de recogida de partículas puede estar localizado entre el precalentador de aire 240 y el absorbedor del secador por pulverización 260 para recoger cenizas volantes y otras partículas grandes. En el absorbedor del secador por pulverización 260, un lodo alcalino atomizado 262, tal como un

- lodo de cal, se pulveriza en el gas de humero 220 para limpiar y enfriar el gas de humero. El gas de humero resultante limpio y cargado de partículas 220 se conduce a una cámara de bolsas 270 para eliminar las partículas del gas de humero. El gas de humero limpio 220 se envía luego a una chimenea 280. Si se desea, puede utilizarse una corriente de reciclo 272 procedente de la cámara de bolsas 270 para recoger las partículas alcalinas que no han reaccionado de la cámara de bolsas y mezclarlas con agua 276 en un tanque de reciclo 280 para fabricar el lodo alcalino 262 que se utiliza en el absorbedor del secador por pulverización. Alternativamente, puede utilizarse lodo fresco 264 en el absorbedor del secador por pulverización 260. Las partículas de la cámara de bolsas pueden evacuarse también, lo que se representa aquí con el número de referencia 274.
- La cámara de combustión 205 se encuentra aguas arriba del precalentador de aire 240, que está situado aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización 260. Una cámara de bolsas 270 está situada aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización 260. Dicho de otro modo, el absorbedor del secador por pulverización 260 está localizado entre el precalentador de aire 240 y la cámara de bolsas 270. El sistema SCR 230, si se halla presente, está localizado entre la cámara de combustión 205 y el precalentador de aire 240.
- Los métodos presentes contemplan que un camino de flujo de gas 220 está presente entre el sistema de combustión y el sistema de desulfuración. Un gas portador, tal como gas de humero o aire normal, fluye a través del camino de flujo de gas. Se inyecta un polvo de hidróxido de calcio seco en el gas portador en un punto de inyección aguas abajo de la cámara de combustión 205 y aguas arriba de la cámara de bolsas 270. Se pulveriza agua en el gas portador en el absorbedor del secador por pulverización 260 para enfriar y humidificar el gas de humero. El polvo de hidróxido de calcio se deposita luego en la cámara de bolsas 270 para formar una torta de filtración que se utiliza para reducir las emisiones.
- La torta de filtración puede formarse antes de la adición del combustible productor de cantidades relativamente altas de contaminantes (v.g. carbón) en la cámara de combustión 205, o dicho de otro modo mientras se está utilizando un combustible relativamente limpio (v.g. gas natural) para precalentar la cámara de combustión. Se contempla que el polvo de hidróxido de calcio podría inyectarse comenzando 60 a 90 minutos antes que el absorbedor del secador por pulverización 260 pudiera ponerse en marcha de otro modo, con lo cual puede añadirse alcalinidad para revestir la cámara de bolsas 270 más pronto e iniciar antes la desulfuración. Dicho otro modo, la torta de filtración puede formarse antes que comience la pulverización de agua o un lodo (a saber, un lodo de cal, un lodo de reciclo, o combinaciones de los mismos) en el absorbedor del secador por pulverización 260.
- El sistema de inyección de polvo de hidróxido de calcio seco 290 incluye una fuente de suministro de hidróxido de calcio 292. Se contempla que el polvo de hidróxido de calcio puede inyectarse en el sistema de desulfuración en 3 localizaciones diferentes A, B, C. Estas tres localizaciones de inyección se encuentran todas ellas aguas abajo de la cámara de combustión 205 y aguas arriba de la cámara de bolsas 270. En particular, la temperatura del gas de humero/gas portador debería ser menor que 1000°F (500°C) para mantener la estabilidad de la cal hidratada.
- El primer punto de inyección A está situado aguas abajo del precalentador de aire 240 y aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización 260. Dicho otro modo, el punto de inyección A se encuentra entre el precalentador de aire 240 y el absorbedor del secador por pulverización 260. El dispositivo opcional de recogida de partículas 250 debería encontrarse aguas arriba del punto de inyección A. En algunas realizaciones, el gas de humero que entra en el absorbedor del secador por pulverización (es decir en el punto de inyección A) tiene una temperatura de aproximadamente 140°F (60°C) a aproximadamente 210°F (100°C) o de aproximadamente 150°F (70°C) a aproximadamente 200°F (90°C), o de aproximadamente 160°F (70°C) a aproximadamente 170°F (80°C).
- El segundo punto de inyección B se encuentra aguas abajo de la cámara de combustión 205 y aguas arriba del precalentador de aire 240. El segundo punto de inyección B puede describirse también como estando situada aguas abajo del sistema SCR 230.
- El tercer punto de inyección C se encuentra aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización 260. Dicho otro modo, el punto de inyección C está situada entre el absorbedor del secador por pulverización 260 y la cámara de bolsas 270.
- Puede inyectarse también simultáneamente polvo de hidróxido de calcio seco en los diversos puntos identificados anteriormente. Haciendo referencia nuevamente a FIG. 2, el agua que se pulveriza en el absorbedor del secador por pulverización 260 puede proceder de una fuente de agua separada, o en algunas realizaciones puede proceder del sistema de reciclo 280. Durante la puesta en marcha, hay pocos o ningún sólido procedente de la corriente de reciclo 272, por lo que la corriente 262 está constituida esencialmente por agua.
- El dispositivo opcional de recogida de partículas 250 puede ser en diversas realizaciones un precipitador electrostático (ESP) o una cámara de bolsas. En la técnica se conocen tipos diferentes de cajas de bolsas, por ejemplo, un filtro de tela de gas inverso, un filtro de tela vibrante aplastado, y un filtro de tela de chorro de impulsos.
- La cámara de bolsas 270 aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización 260 es deseablemente un filtro de tela de chorro de impulsos (PJFF) o un filtro de tela de gas inverso. A este respecto, una cámara de bolsas es

preferible a un ESP en este punto debido a la capacidad de desulfuración de la cámara de bolsas comparada con un ESP. Dicho de otro modo, una cámara de bolsas puede capturar contaminantes que se encuentran en la fase vapor, mientras que un ESP atrapa únicamente partículas y no captura significativamente contaminantes en fase vapor. Generalmente, la totalidad del gas de humero que entra en la cámara de bolsas 270 debería pasar a través de la torta de filtración, de tal modo que los gases ácidos tales como SO_2 , SO_3 , y HCl puedan eliminarse.

FIG. 3 es una ilustración esquemática de un filtro de tela de chorro de impulsos. Una cámara de bolsas contiene generalmente compartimientos múltiples, conteniendo cada compartimiento hasta varios centenares de bolsas de tela largas, soportadas verticalmente, y de pequeño diámetro. En un filtro de tela de chorro de impulsos (PJFF), las bolsas 320 cuelgan de una chapa para tubos 330. El gas de humero que contiene partículas fluye desde el exterior de la bolsa (indicado como flechas compactas) al interior de la bolsa (indicado como flechas esbozadas). El gas de humero pasa a través del material poroso de la bolsa, dejando atrás las partículas para formar una torta de filtración 340 en el exterior de la bolsa. Un impulso de aire comprimido puede dirigirse al interior de la bolsa desde la parte superior abierta 322, haciendo que una onda de choque se desplace hacia abajo a largo de la bolsa y desaloje la torta de filtración.

Se utiliza hidróxido de calcio debido a que su sal es insoluble en agua. En contraste, los sorbentes de sodio son generalmente solubles y por tanto menos deseables. Adicionalmente, el hidróxido de calcio es más seguro que la cal viva, que desprende calor cuando se combina con agua.

Los solicitantes han determinado que la reactividad del hidróxido de calcio pulverizado es comparable a la reactividad del hidróxido de calcio en un lodo de cal. Esto permite que el sistema de desulfuración seco pueda operar aceptablemente en diversas condiciones de estado inestable. En este caso, antes de la puesta en marcha, puede añadirse polvo de hidróxido de calcio antes que sea posible introducir lodo de cal en cantidad suficiente para formar una torta de filtración significativa, logrando así emisiones aceptables de gases ácidos mucho antes que lo que sería posible de otro modo.

Típicamente, es más deseable inyectar el polvo de hidróxido de calcio aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización 260 (es decir las localizaciones de inyección A o B) dado que el absorbedor del secador por pulverización contribuye a dispersar adecuadamente el polvo en toda la cámara de bolsas 270. FIG. 4 es una vista en corte de un absorbedor de secador por pulverización 400 utilizado típicamente en sistemas de desulfuración. El absorbedor del secador por pulverización tiene típicamente un alojamiento 410 de forma troncocónica, con el vértice del cono en el fondo del absorbedor. Sin embargo, los absorbedores del secador por pulverización pueden tener también un fondo plano en lugar del cono. El gas de humero 420 que procede del calentador de aire puede dividirse en dos corrientes 422, 424, aunque no siempre ocurre esto y no es necesario para la presente exposición. Una corriente 422 se dirige a un dispersador de gas 430 que tiene forma anular. La otra corriente 424 se dirige a un dispersador de gas 440 inferior. El atomizador 450 se extiende a través del centro del techo del alojamiento del absorbedor, y pulveriza el lodo de cal en el gas de humero. El gas de humero entra en el absorbedor del secador por pulverización 400 a través de los dispersadores de gas. El absorbedor del secador por pulverización está diseñado para asegurar una mezcladura satisfactoria del gas de humero con el lodo, y está dimensionado para proporcionar un tiempo de residencia suficiente para el secado del lodo a fin de producir sólidos que fluyen libremente sin depósitos internos. No obstante, con relación a la puesta en marcha, la mezcladura y turbulencia impartidas al polvo de hidróxido de calcio por el absorbedor del secador por pulverización aseguran una mejor dispersión del hidróxido de calcio en los filtros de bolsa de la cámara de bolsas. Se añade agua en el absorbedor del secador por pulverización por el atomizador 450 al polvo de hidróxido de calcio seco a fin de formar un lodo de hidróxido de calcio. El agua no se evapora necesariamente por completo, especialmente a las temperaturas inferiores, y es necesaria en la cámara de bolsas para que la torta de filtración alcance su capacidad plena de desulfuración, dado que el mecanismo de reacción para la absorción de SO_2 requiere la presencia de agua molecular. El lodo de hidróxido de calcio evaporado sale del absorbedor del secador por pulverización por la salida 460 y continúa su camino a la cámara de bolsas.

FIG. 5 es un diagrama esquemático de un sistema típico de inyección de sorbente seco para cal hidratada. La cal hidratada 510 puede suministrarse por camión o por ferrocarril (en este caso se ilustra la descarga por camión). Se introduce aire ambiente 512 en el camión para capturar la cal hidratada y transferir el reactivo a un silo de almacenamiento 520. El reactivo fluye desde el silo de almacenamiento 520 a través de una serie de válvulas 522, alimentadores 524, y tolvas 526, 528 a un compartimiento estanco 530 donde el reactivo se mezcla con el gas de transporte 540 para ser conducido neumáticamente al punto de inyección en el camino de flujo del gas (véase FIG. 2). El gas de transporte, típicamente aire, es proporcionado por soplantes de aire de transporte 542 que conducen el gas de transporte a través de refrigerantes de aire 544 para reducir la temperatura del aire a fin de evitar una calcinación prematura del reactivo. Debe indicarse que, en el presente sistema, no se inyecta líquido alguno en el camino de flujo del gas entre el punto de inyección y el absorbedor del secador por pulverización. Esto está en contraste con sistemas anteriores en los cuales se han inyectado soluciones y lodos en el gas de humero aguas arriba de un lavador húmedo o seco; véase por ejemplo la Patente U.S. No. 6.126.910 otorgada a Wilhelm. Ello está también en contraste con un sistema en el que se ha inyectado un sorbente de calcio seco y se ha humidificado luego con agua en la canalización; véase por ejemplo la Patente U.S. No. 5.165.903 otorgada a Hunt. En estos sistemas anteriores, el propósito deseado es eliminar contaminantes seleccionados del gas de humero antes de

5 entrar en el sistema de desulfuración. En contraste, el propósito de los métodos presentes es proporcionar una fuente alternativa de reactivo alcalino (cal hidratada), aumentar la concentración de cal hidratada en el absorbedor seco de pulverización y revestir cámara de bolsas con hidróxido de calcio a fin de proporcionar desulfuración y capacidad de desulfuración mejorada. La adición de agua o líquido antes del absorbedor del secador por pulverización puede dar como resultado la condición indeseable de precipitación de hidróxido de calcio del gas y fallo en el recorrido hasta la cámara de bolsas.

10 Los métodos de la presente exposición mejoran la capacidad del sistema de desulfuración para responder a y operar dentro de niveles aceptables de emisiones de gases ácidos por proporcionar un medio para reaccionar oportunamente a las variaciones en los niveles de emisiones. Un tema recurrente en el mantenimiento de las operaciones de sistemas de combustión es el tiempo necesario para solucionar un problema dado. El polvo de hidróxido de calcio puede añadirse rápidamente y se obtiene una respuesta satisfactoria. Los métodos pueden proporcionar también un sorbente seco que no requiere la adición de agua al proceso.

15 FIG. 7 es un diagrama general de proceso que ilustra los métodos de la presente exposición. Un sistema de combustión 700 contiene una cámara de combustión 705 en la cual ocurre la combustión y da como resultado la generación de un gas de humero. El gas de humero viaja a lo largo de un camino de flujo de gas 720 a través de un absorbedor del secador por pulverización 760 hasta una cámara de bolsas 770 aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización. Se mezcla polvo de hidróxido de calcio seco con el gas de humero (en el camino de flujo del gas 720) entre la cámara de combustión 705 y la cámara de bolsas 770. Por ejemplo, el polvo de óxido de calcio puede añadirse aguas arriba del absorbedor del secador por pulverización (número de referencia 794) o aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización (número de referencia 796). En el interior del absorbedor del secador por pulverización 760, se pulveriza agua (número de referencia 762) en el gas de humero para humidificar y enfriar el gas de humero. El gas de humero se hace pasar a la cámara de bolsas 770. El hidróxido de calcio captura los contaminantes o partículas contenidos en el gas de humero. El gas de humero limpio se envía a una chimenea 780 o dispositivo similar para su liberación en la atmósfera.

25 Los diseños para la práctica de los métodos de esta exposición están dentro de la experiencia ordinaria en la técnica. Las válvulas, tuberías, sensores, conexiones, y adaptadores necesarios para permitir la práctica de estos métodos están también en general disponibles comercialmente.

EJEMPLO

35 Una central eléctrica de 120 MWg (megavatios brutos) tenía la disposición que se muestra en FIG. 2. El uso de polvo de hidróxido de calcio se implementó durante la puesta en marcha y como reemplazamiento de lodo de cal. El polvo de hidróxido de calcio se inyectó en las localizaciones de inyección A y C. Las emisiones de SO₂ reales en la chimenea se muestran en FIG. 6. El eje y es la cantidad de SO₂ emitida, en unidades de lb/MBtu (libras por millón de BTUs). El eje x es la hora del día, es decir desde la medianoche (0:00) hasta las 12:00 pm. El límite de emisiones de SO₂ por la chimenea regulado de 0,09 lb/MBtu (4×10^{-11} Kg/J) se muestra para referencia. Se representan dos líneas: una para las emisiones reales y una para las emisiones estimadas si no se hubiera inyectado polvo de hidróxido de calcio. Debería indicarse que la puesta en marcha se intentó 3 veces en esta figura: a aproximadamente las 12:30 am, aproximadamente las 2:45 am y aproximadamente las 5:45 am.

45 La presente exposición se ha descrito con referencia a realizaciones ejemplificadoras. Obviamente, modificaciones y alteraciones serán ideadas por otras personas a lo largo de la lectura y comprensión de la descripción detallada que antecede. Se pretende que la presente exposición debe interpretarse como inclusiva de la totalidad de tales modificaciones y alteraciones en la medida en que las mismas están comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones del apéndice o los equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir las emisiones de SO_x producidas durante condiciones operativas en estado inestable, en un sistema de combustión que tiene un camino de flujo de gas que recorre desde una cámara de combustión a través de un absorbedor de secador por pulverización a una cámara de bolsas aguas abajo del absorbedor del secador por pulverización, en donde la temperatura en el absorbedor del secador por pulverización es inferior a 104°C (220°F), comprendiendo el método:
- 5
- durante las condiciones operativas en estado inestable:
- 10
- mezclar un polvo de hidróxido de calcio seco en un gas de humero en el camino de flujo del gas en un punto de inyección aguas abajo de la cámara de combustión y aguas arriba de la cámara de bolsas;
- 15
- pulverizar agua en el gas de humero en el absorbedor del secador por pulverización para humidificar y reducir la temperatura del gas de humero; y
- depositar el polvo de hidróxido de calcio en la cámara de bolsas para formar una torta de filtración que reduce las emisiones de SO_x;
- 20
- en donde las condiciones operativas en estado inestable son puesta en marcha, parada y funcionamientos defectuosos.
2. El método de la reivindicación 1, en donde no se añade líquido alguno al gas de humero entre el punto de inyección y el absorbedor del secador por pulverización.
- 25
3. El método de la reivindicación 1, en donde el agua pulverizada en el gas de humero procede de un sistema de reciclo para el reciclado de los sólidos de la cámara de bolsas.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el camino de flujo del gas pasa por un precalentador de aire localizado entre la cámara de combustión y el absorbedor del secador por pulverización.
- 30
5. El método de la reivindicación 4, en donde la localización del punto de inyección está situada entre el precalentador de aire y el absorbedor del secador por pulverización.
- 35
6. El método de la reivindicación 4, en donde la localización del punto de inyección está situada aguas arriba del precalentador de aire.
7. El método de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente un dispositivo de recogida de partículas entre el precalentador de aire y el absorbedor del secador por pulverización.
- 40
8. El método de la reivindicación 7, en donde el punto de inyección se encuentra aguas abajo del dispositivo de recogida de partículas.
9. El método de la reivindicación 1, en donde el punto de inyección se encuentra entre el absorbedor del secador por pulverización y la cámara de bolsas.
- 45
10. El método de la reivindicación 1, en donde la cámara de bolsas es un filtro de tela de chorro de impulsos, un filtro de tela vibrante aplastado, o un filtro de tela de gas inverso.
- 50
11. El método de la reivindicación 1, en donde el agua pulverizada en el absorbedor del secador por pulverización se pulveriza a través de toberas auxiliares, y no está operativo un atomizador del absorbedor del secador por pulverización.
12. El método de la reivindicación 1, en donde el gas de humero que entra en el absorbedor del secador por pulverización tiene una temperatura seleccionada del grupo que comprende: desde aproximadamente 140°F (60°C) a aproximadamente 210°F (99°C); y desde menor que 220°F (104°C).
- 55
13. El método de la reivindicación 1, en donde la cámara de combustión tiene una temperatura inferior a 400°F (204°C).
- 60
14. El método de la reivindicación 1, en donde el gas de humero sale de la cámara de combustión durante la puesta en marcha de la cámara de combustión.
15. El método de la reivindicación 1, en donde la temperatura del gas de humero es decreciente a lo largo del tiempo.
- 65

16. El método de la reivindicación 1, en donde la condición de operación en estado inestable es un funcionamiento defectuoso a lo largo del camino de flujo del gas.

5 17. El método de la reivindicación 1, en donde el sistema de combustión se selecciona de calderas, hornos de calcinación, hogares, fundiciones, tostadores, baterías, calentadores, hornillos, o incineradores.

18. El método de la reivindicación 1, en donde las emisiones de combustión se reducen por captura de contaminantes.

10

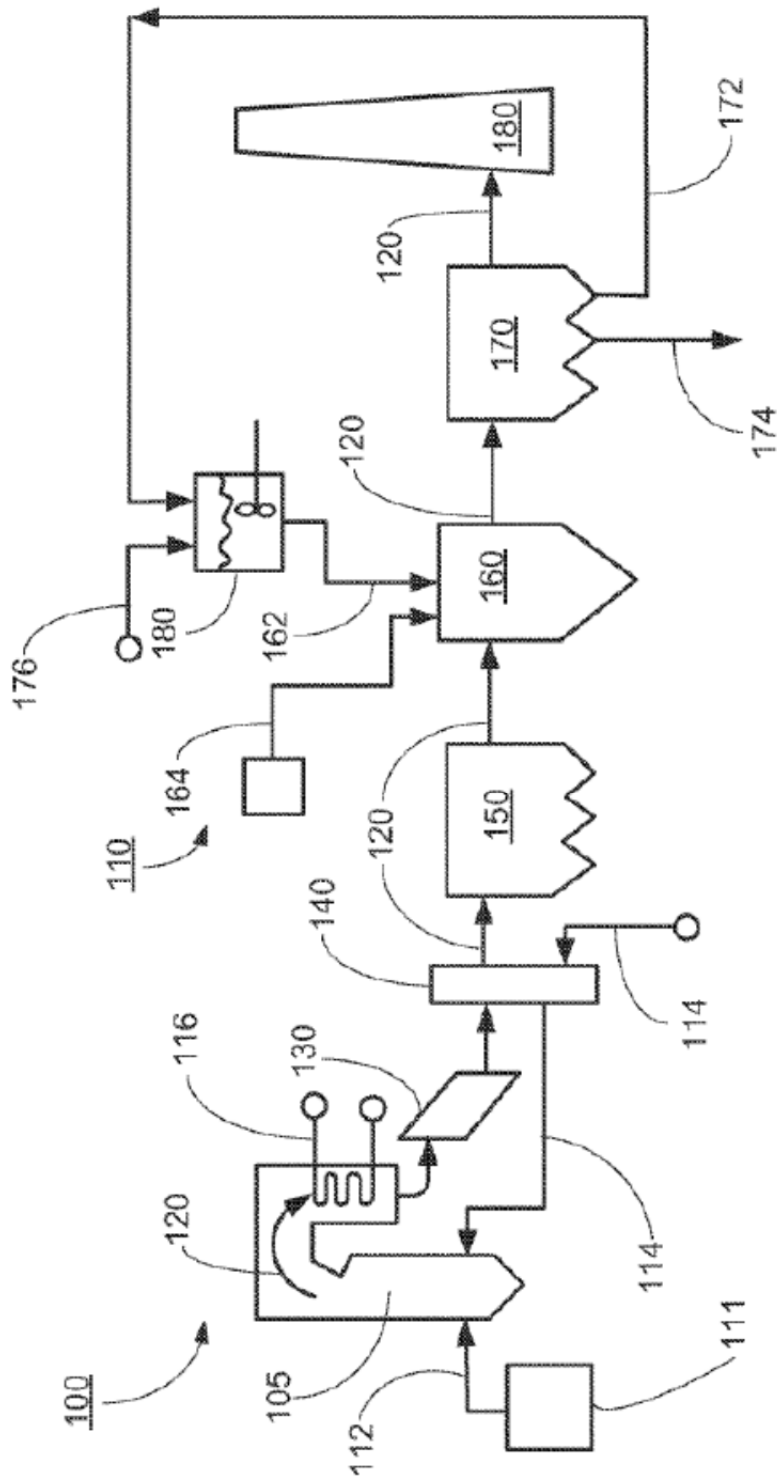


FIG. 1

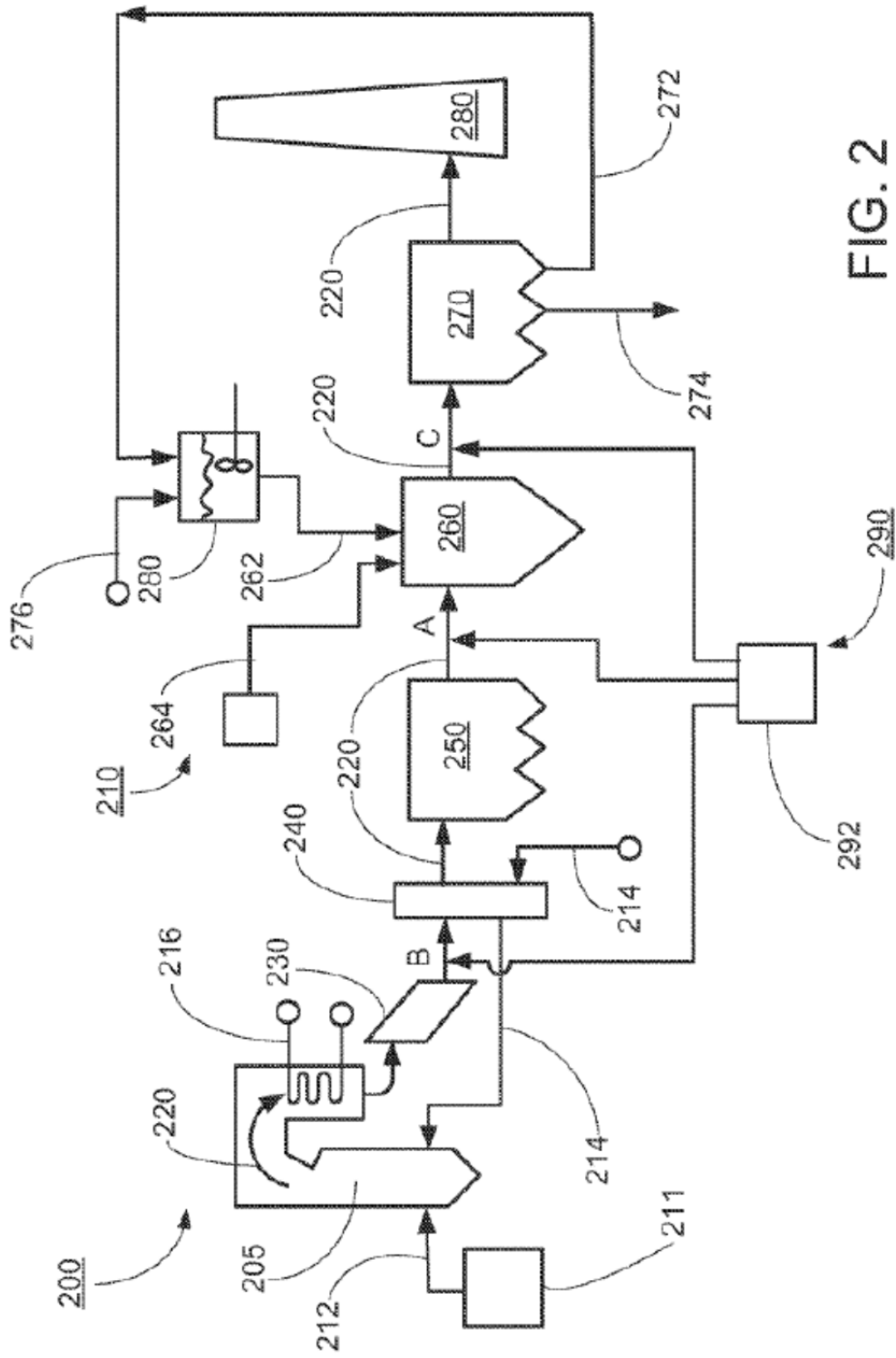


FIG. 2

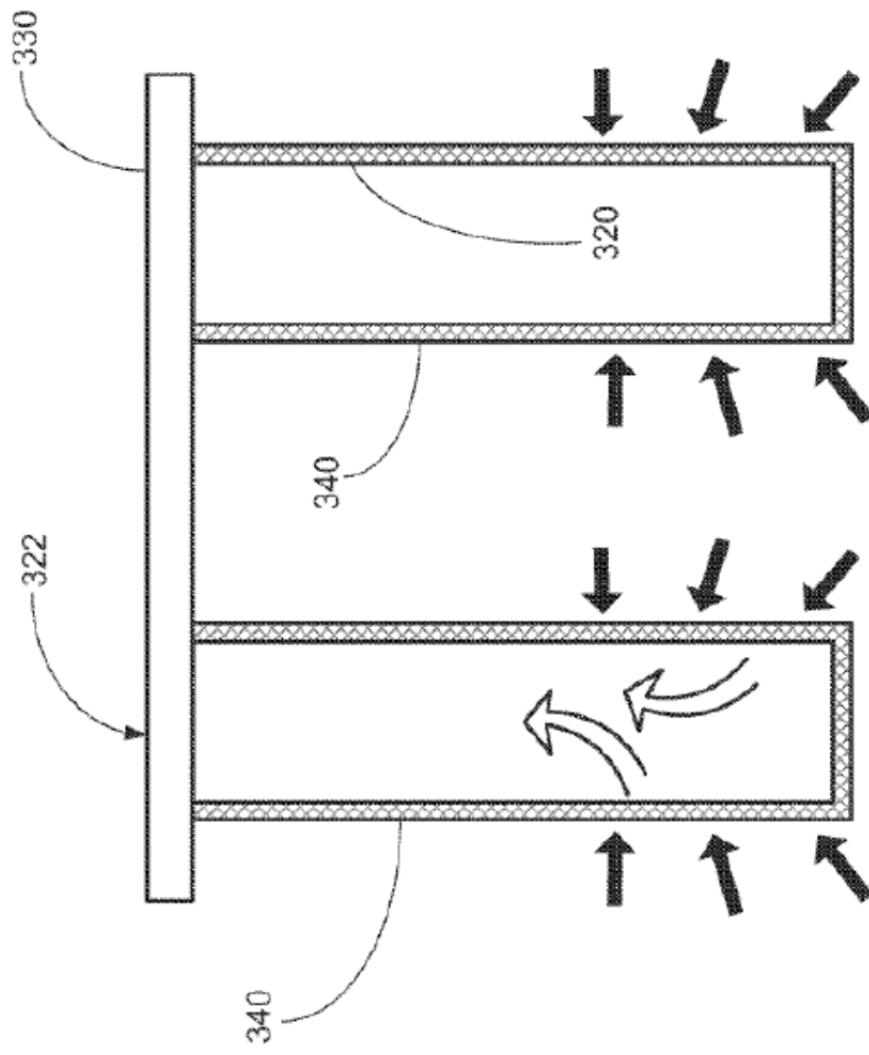


FIG. 3

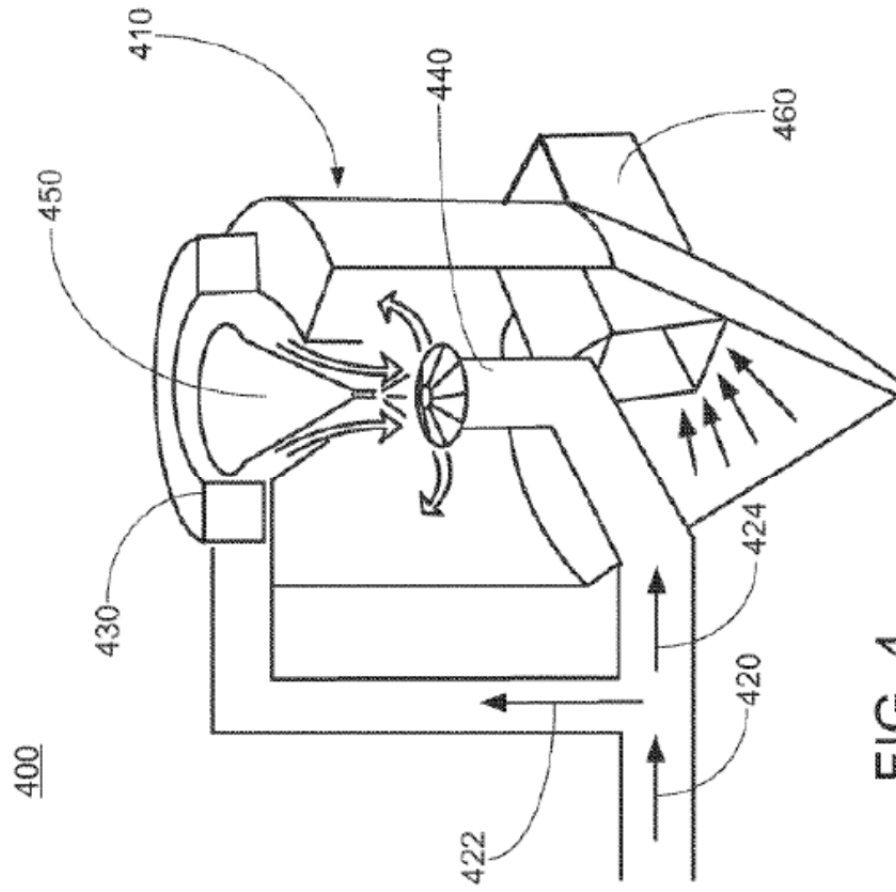
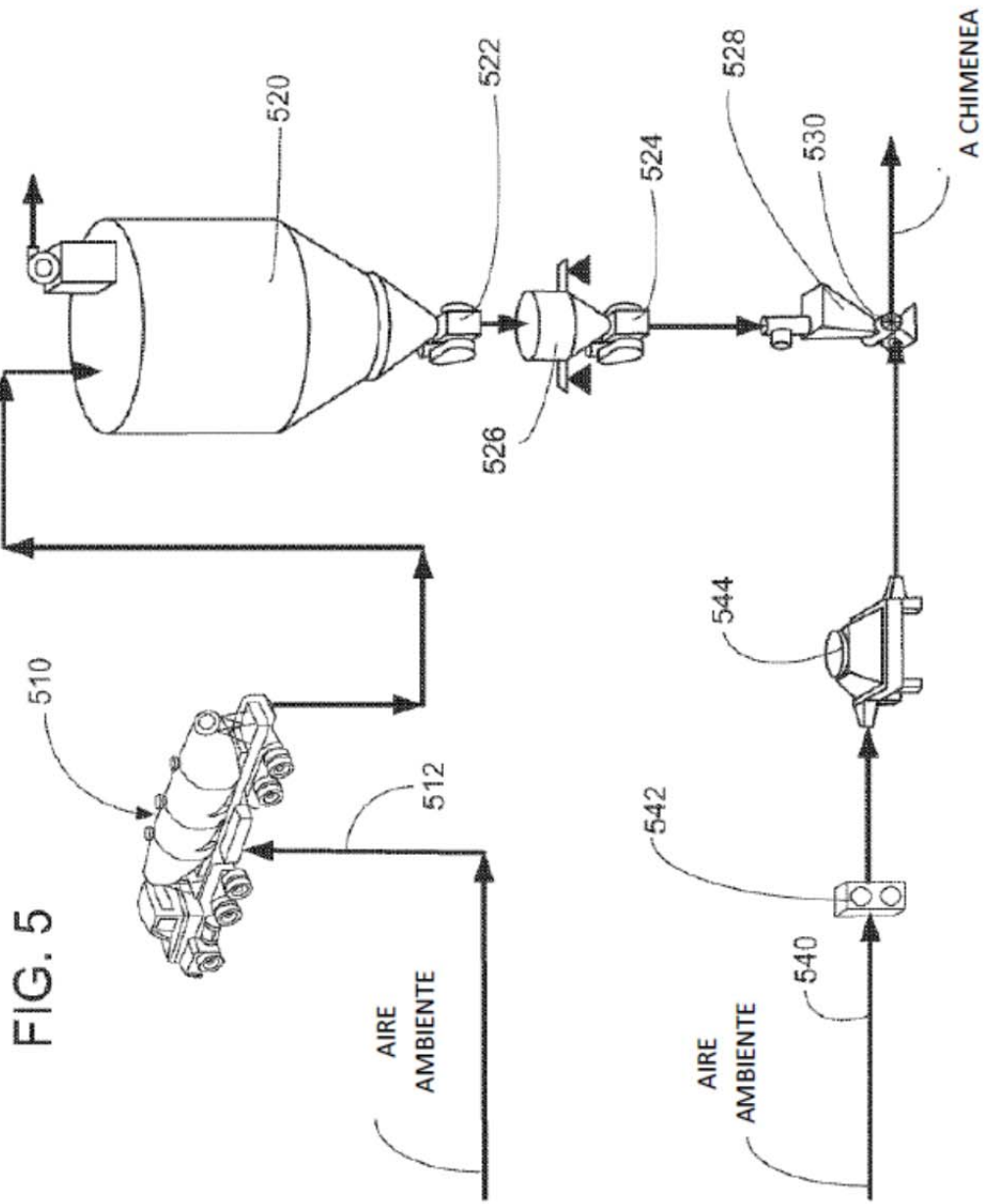


FIG. 4



PUESTA EN MARCHA DE LA CENTRAL ELÉCTRICA DE ESCALA TOTAL

TASA DE EMISIÓN DE SO₂ DE LA CHIMENEA

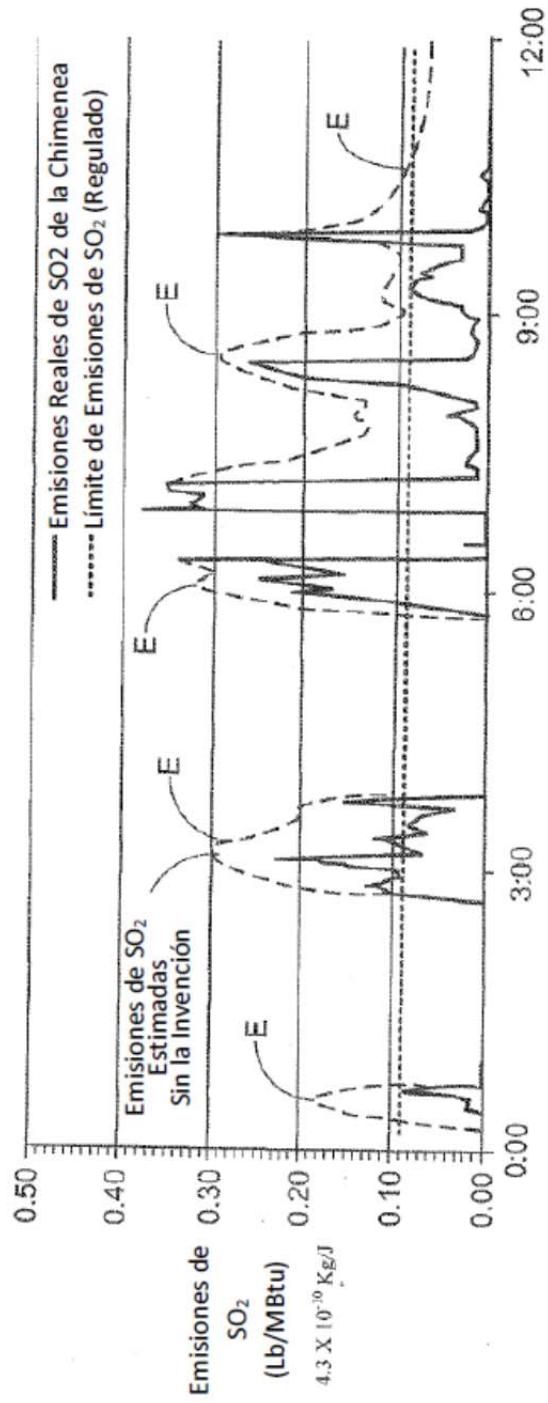


FIG. 6

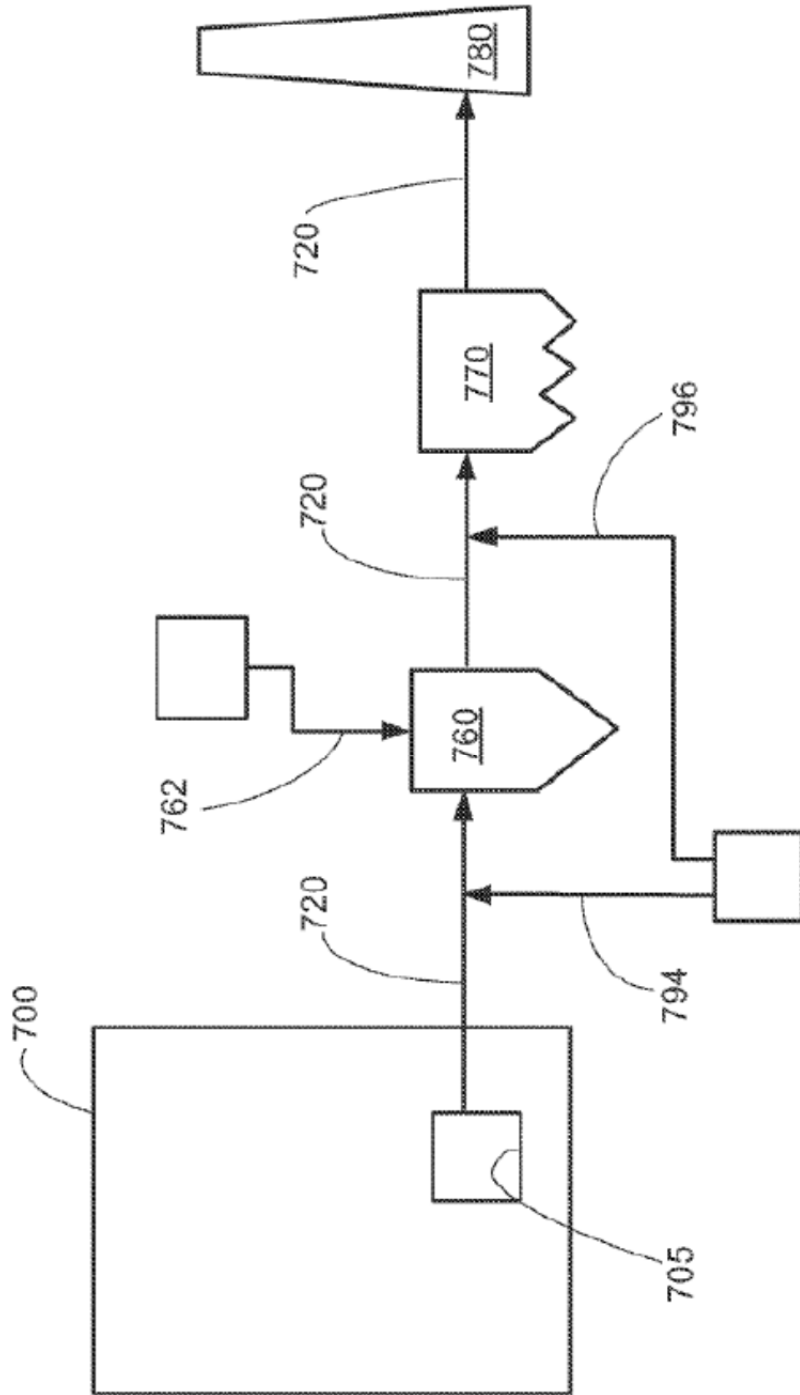


FIG. 7