

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 361**

51 Int. Cl.:

B01D 53/64 (2006.01)

B01D 53/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2012 PCT/US2012/039175**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12166480**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012 E 12793161 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2714245**

54 Título: **Método para aumentar la vida de servicio y/o la actividad catalítica de un catalizador de SRC**

30 Prioridad:

27.05.2011 US 201113117332

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

03.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GADGIL, MANDAR, R. y
GHORISHI, S., BEHROOZ**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 621 361 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

Método para aumentar la vida de servicio y/o la actividad catalítica de un catalizador de SRC

5 Campo y antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere generalmente al campo de los equipos de control de emisión para calderas, calentadores, hornos, u otros dispositivos generadores de gases de escape, o gases de combustión (por ejemplo, los ubicados en centrales eléctricas, plantas de procesamiento, etc.) y, en particular, a un nuevo y útil método para aumentar la vida de servicio y/o actividad catalítica de un catalizador SCR mientras que se controlan simultáneamente diversas emisiones. También se describen en el presente documento un método y aparato para reducir o prevenir el envenenamiento y/o la contaminación de un catalizador SCR. El método y aparato que se describen en el presente documento se pueden diseñar para proteger el catalizador SCR. También se describe un aparato para aumentar la vida de servicio y/o actividad catalítica de un catalizador SCR mientras se controlan simultáneamente diversas emisiones.

20 2. Descripción de la técnica relacionada

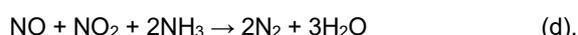
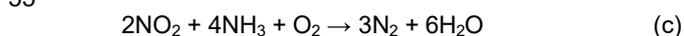
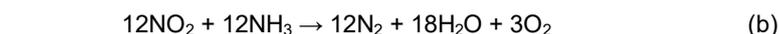
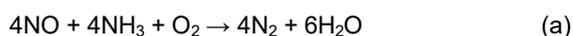
NO_x se refiere a las emisiones acumuladas de óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y cantidades traza de otras especies de óxido de nitrógeno generadas durante la combustión. La combustión de cualquier combustible fósil genera cierto nivel de NO_x debido a las altas temperaturas y a la disponibilidad de oxígeno y nitrógeno tanto en el aire como el combustible. Las emisiones de NO_x se pueden controlar usando tecnología de combustión de bajo contenido en NO_x y técnicas posteriores a la combustión. Una de tales técnicas posteriores a la combustión implica sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR) en los que un catalizador facilita la reacción química entre NO_x y un reactivo (habitualmente amoníaco) para producir nitrógeno molecular y vapor de agua.

30 La tecnología SCR se usa a nivel mundial para controlar las emisiones de NO_x de las fuentes de combustión. Esta tecnología se ha usado ampliamente en Japón para el control de NO_x de calderas de utilidad desde finales de la década de 1970, en Alemania desde finales de la década de 1980, y en los Estados Unidos desde la década de 1990. Los SCR a escala industrial se han diseñado para operar principalmente en el intervalo de temperatura de 500 °F a 900 °F (260 °C a 482 °C), pero lo más habitualmente en el intervalo de 550 °F a 750 °F (282 °C a 399 °C). Los SCR se diseñan por lo general para cumplir una eficacia de reducción de NO_x especificada con un escape de amoníaco máximo permisible. El escape de amoníaco es la concentración, expresada en partes por millón en volumen, de amoníaco sin reaccionar que sale del SCR.

40 Para detalles adicionales concernientes a las tecnologías de retirada de NO_x que se usan en las industrias de generación industrial y de energía, se refiere al lector a Steam/its generation and use, 41^a edición, Kitto y Stultz, Eds., Copyright 2005, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, U.S.A., particularmente el capítulo 34 - Nitrogen Oxides Control.

45 El reglamento publicado por la EPA promete aumentar la proporción de calderas de utilidad equipadas con SCR. Los SCR se diseñan generalmente para una eficacia máxima de aproximadamente un 90 %. Este límite no está fijado por ningún límite teórico de la capacidad de los SCR para conseguir mayores niveles de destrucción de NO_x. En su lugar, es un límite práctico establecido para evitar niveles excesivos de escape de amoníaco. Este problema se explica como sigue a continuación.

50 En un SCR, el amoníaco reacciona con NO_x de acuerdo con una o más de las siguientes reacciones estequiométricas (a) a (d):



60 Las reacciones de catálisis anteriores se producen usando un catalizador adecuado. Se discuten catalizadores adecuados, por ejemplo, en los documentos de Patente de Estados Unidos con números 5.540.897; 5.567.394; y 5.585.081 de Chu *et al.* Las formulaciones de catalizador entran generalmente dentro de una de tres categorías: metal básico, zeolita y metal precioso.

65 Los catalizadores de metal básico usan óxido de titanio con pequeñas cantidades de vanadio, molibdeno, tungsteno o una combinación de varios agentes químicos activos distintos. Los catalizadores de metal básico son selectivos y

operan en el intervalo de temperatura especificado. La mayor desventaja del catalizador de metal básico es su potencial para oxidar SO_2 a SO_3 ; el grado de oxidación varía basándose en la formulación química del catalizador. Las cantidades de SO_3 que se forman pueden reaccionar con el remanente de amoníaco para formar diversas sales de sulfato de amonio.

5 Los catalizadores de zeolita son materiales de aluminosilicato que funcionan de forma similar a los catalizadores de metal básico. Una ventaja potencial de los catalizadores de zeolita es su mayor temperatura de operación de aproximadamente 970°F (521°C). Estos catalizadores también pueden oxidar SO_2 a SO_3 y se deben ajustar cuidadosamente a las condiciones de los gases de escape.

10 Los catalizadores de metales preciosos se fabrican generalmente a partir de platino y rodio. Los catalizadores de metales preciosos también requieren una consideración cuidadosa de los constituyentes de los gases de escape y las temperaturas de operación. Aunque eficaces en la reducción de NO_x , estos catalizadores también pueden actuar como catalizadores de oxidación, convirtiendo CO en CO_2 en condiciones de temperatura apropiadas. Sin embargo, la oxidación de SO_2 a SO_3 y los elevados costes de material a menudo hacen menos atractivos los catalizadores de metales preciosos.

15 Como conocen los expertos en la materia, diversos catalizadores SCR experimentan envenenamiento cuando se contaminan con diversos compuestos que incluyen, pero no se limitan a, ciertos compuestos de fósforo tales como óxido de fósforo (PO) y pentóxido de fósforo (P_2O_5). Además, también se conoce que los catalizadores SCR se degradan con el paso del tiempo y se tienen que reemplazar periódicamente con un coste y una pérdida de capacidad de generación significativos. En una planta de carbón de 100 MWe habitual, el tiempo de inactividad y el coste asociado al reemplazo de catalizador de bajo rendimiento puede estar cercano a un millón de dólares de Estados Unidos o más.

20 Más particularmente, cuando los catalizadores SCR se exponen a los gases de escape cargados de polvo existen numerosos mecanismos que incluyen obstrucción, enmascaramiento y envenenamiento que desactivan el catalizador y causan una disminución en el rendimiento de catalizador a lo largo del tiempo. El veneno de catalizador más común encontrado cuando se quema carbón doméstico del este (es decir, carbón explotado en el este de los Estados Unidos) es el arsénico. El veneno de catalizador más común encontrado cuando se quema carbón doméstico del oeste (es decir, carbón explotado en el este de los Estados Unidos) es fósforo y el sulfato de calcio es el mecanismo de enmascaramiento más común. Un método para reciclar el catalizador usado es el proceso denominado lavado de regeneración o rejuvenecimiento. Las etapas iniciales del proceso de regeneración implican la retirada de estos compuestos químicos tóxicos mediante el procesamiento de los catalizadores a través de diversos baños químicos en los que son solubles los venenos. Aunque este proceso de tratamiento realiza un excelente trabajo de retirada de los venenos deseados, produce aguas residuales con concentraciones muy elevadas de arsénico.

25 En otra situación, las centrales de carbón de la Cuenca del Río Powder/Lignito, cualquier combustión conjunta de carbón/biomasa, o cualquier combustión conjunta de carbón/harina de hueso o incluso las centrales eléctricas de combustión de biomasa pura experimentarán contaminación por fósforo en sus catalizadores SCR.

30 Además, además del control de las emisiones de NO_x , se deben considerar y/o cumplir otros controles de emisiones con el fin de cumplir diversos reglamentos estatales, de EPA y/o de Clean Air Act (Ley del Aire Limpio). Algunos controles de emisiones distintos que necesitan considerarse para calderas, calentadores, hornos, u otros dispositivos generadores de gases de escape, o gases de combustión (por ejemplo, los ubicados en centrales eléctricas, plantas de procesamiento, etc.) incluyen, pero no se limitan a, mercurio, SO_x , y ciertos materiales formados por partículas.

35 En vista de lo expuesto anteriormente, existe la necesidad de un método que proporcione cualquier método y/o sistema económico y medioambientalmente adecuado que aumente la vida útil catalítica y/o la actividad catalítica de un catalizador SCR mientras que permita, en algunos casos, la retirada simultánea de diversos compuestos gaseosos (por ejemplo, fósforo o mercurio) de un proceso de combustión.

40 El documento de Patente EP 2 243 540 A1 desvela un método y aparato para prevenir el envenenamiento y/o contaminación de un catalizador SCR en el que se usa un haluro de hierro con al menos un compuesto portador de hierro.

45 Sumario de la invención

60 La presente invención se refiere generalmente al campo del equipamiento de control de emisiones para calderas, calentadores, hornos, u otros dispositivos generadores de gases de escape, o gases de combustión (por ejemplo, los ubicados en centrales eléctricas, plantas de procesamiento, etc.) y, en particular a un método nuevo y útil para aumentar la vida de servicio y/o la actividad catalítica de un catalizador SCR mientras se controlan simultáneamente diversas emisiones.

65

Por lo tanto, un aspecto de la presente invención se refiere a un método para aumentar la vida activa de un catalizador SCR, comprendiendo el método las etapas de: (a) proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR; (b) permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo gaseoso, o compuesto que contenga fósforo, presente en la zona de combustión o los gases de escape antes de la entrada de los gases de escape en el SCR; (c) proporcionar al menos un compuesto portador de haluro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y (d) permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape, en el que el método consigue un aumento de una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento en un tiempo operacional de al menos 2000 horas.

También se describe en el presente documento un método para aumentar la vida activa de un catalizador SCR, comprendiendo el método las etapas de: (i) proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR; (ii) permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo gaseoso, o compuesto que contenga fósforo, presente en la zona de combustión o los gases de escape antes de la entrada de los gases de escape en el SCR; (iii) proporcionar al menos un compuesto portador de haluro en una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y (iv) permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape, en el que el método consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos aproximadamente un 10 por ciento en un tiempo operacional de al menos aproximadamente 3000 horas.

También se describe en el presente documento un método para secuestrar simultáneamente uno o más compuestos de fósforo, o compuestos que contienen fósforo, en forma de uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos, y oxidar mercurio, comprendiendo el método las etapas de: (A) proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera; (B) permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo gaseoso, o compuesto que contenga fósforo, presente en la zona de combustión o los gases de escape para formar uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos; (C) proporcionar al menos un compuesto portador de haluro en una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y (D) permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape, en el que el método consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos aproximadamente un 10 por ciento en un tiempo operacional de al menos aproximadamente 4000 horas.

También se describe en el presente documento un método para secuestrar simultáneamente uno o más compuestos de fósforo, o compuestos que contienen fósforo, en forma de uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos, y oxidar mercurio, comprendiendo el método las etapas de: (I) proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera; (II) permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo gaseoso, o compuesto que contenga fósforo, presente en la zona de combustión o los gases de escape para formar uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos; (III) proporcionar al menos un compuesto portador de haluro en una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y (IV) permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape, en el que el método consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos aproximadamente un 15 por ciento en un tiempo operacional de al menos aproximadamente 3000 horas.

También se describe en el presente documento un método para secuestrar uno o más compuestos de fósforo, o compuestos que contienen fósforo, en forma de uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos mientras se secuestra simultáneamente mercurio, comprendiendo el método las etapas de: proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera; permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo gaseoso, o compuesto que contenga fósforo, presente en la zona de combustión o los gases de escape para formar uno o más compuestos que contienen hierro-fósforo menos reactivos; proporcionar al menos un compuesto portador de haluro en una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape, en el que el método consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos aproximadamente un 15 por

ciento en un tiempo operacional de al menos aproximadamente 4000 horas.

Las diversas características de novedad que caracterizan la invención se señalan con particularidad en las reivindicaciones anexas a y que forman parte de la presente divulgación. Para una mejor comprensión de la invención, sus ventajas operativas y los beneficios específicos obtenidos mediante sus usos, se hace referencia a las figuras acompañantes y la materia descriptiva en la que se ilustran realizaciones a modo de ejemplo de la invención.

Descripción de las figuras

La Figura 1 es una representación esquemática de una instalación de combustión de combustible fósil habitual con un sistema SCR, y que incluye un sistema para poner en práctica el método de la presente invención y los demás métodos que se describen en el presente documento; y

La Figura 2 es un gráfico que ilustra un ejemplo del aumento en la actividad catalítica y la vida útil catalítica que se consigue mediante la utilización de un método de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de la invención

Aunque la presente invención se describirá en términos de sistemas SCR que usan amoníaco como agente reductor de NO_x , dado que el amoníaco es frecuentemente preferente por razones económicas, la presente invención no se limita a sistemas basados en amoníaco. Los conceptos de la presente invención se pueden usar en cualquier sistema que use un compuesto amoniacal. Como se usa en la presente divulgación, un compuesto amoniacal es una expresión que pretende incluir compuestos tales como sulfato de amonio, ácido cianúrico, y aminas orgánicas así como amoníaco (NH_3). Estos compuestos se podrían usar como agentes reductores además del amoníaco pero, como se ha mencionado anteriormente, el amoníaco es frecuentemente preferente por razones económicas. También se pueden usar algunos compuestos no amoniacales tales como monóxido de carbono o metano, pero con una pérdida de eficacia.

Aunque la presente invención se describe con respecto a una caldera, o una caldera de combustible fósil, no se limita únicamente a esta. En su lugar, la presente invención se puede aplicar a cualquier fuente de combustión que genere NO_x independientemente de que tal fuente de combustión se utilice junto con una caldera, o un generador de vapor. Por ejemplo, la presente invención se podría usar en combinación con un horno, un calentador, o cualquier otro tipo de proceso de combustión que genere, en su totalidad o en parte, gases de escape o gases de combustión que contengan NO_x . Por lo tanto, se pretende que la descripción posterior sea meramente a modo de ejemplo.

Como se ilustra en la Figura 1, la presente invención se puede aplicar a una instalación de caldera que emplea desulfuración de gases de escape por vía húmeda (WFGD o depurador por vía húmeda) para la retirada de óxidos de azufre de los gases de escape, como se muestra en la parte superior derecha de la Figura 1. En esta configuración, el depurador por vía húmeda está precedido por lo general (con respecto a la dirección del flujo de los gases de escape a través del sistema) por un dispositivo de recogida de materiales formados por partículas (PCD), ventajosamente una cámara de filtro de tejido (FF), o un precipitador electrostático (ESP). Si se desea, también se puede proporcionar un precipitador electrostático por vía húmeda (ESP por vía húmeda o WESP) que se puede proporcionar como una etapa de "refinado" final para los materiales formados por partículas finas o el SO_3 . Alternativamente, la presente invención se puede aplicar a un sistema que emplea un aparato secador por pulverización (SDA) o un depurador en seco para la retirada de óxidos de azufre de los gases de escape, como se muestra en la parte inferior derecha de la Figura 1. En esta configuración, el SDA o el depurador en seco está seguido por lo general (con respecto a la dirección del flujo de gases de escape a través del sistema) por un dispositivo de recogida de materiales formados por partículas (PCD), ventajosamente un filtro de tejido (FF) o cámara de filtros, un precipitador electrostático (ESP) o incluso un precipitador electrostático por vía húmeda (ESP por vía húmeda).

Además, la presente invención se puede aplicar a cualquier catalizador SCR que se vea afectado de forma adversa por el envenenamiento con un compuesto basado en fósforo tal como, pero no limitado a, H_3PO_4 , PO o P_2O_5 . Como tal, la presente invención no está limitada por ningún tipo de catalizador SCR, sino que en su lugar es ampliamente aplicable a una gran diversidad de sistemas de catalizador SCR. Algunos sistemas de catalizador adecuados para los que es aplicable la presente invención incluyen, pero no se limitan a, configuraciones de tipo panel, placa o corrugado.

En una realización, la presente invención se refiere a reducir la tasa de desactivación de un catalizador SCR en unidades de combustión de carbón de la Cuenca del Río Powder (PRB). Se debería observar que, aunque la presente invención se describe con respecto a carbón de PRB, la presente invención no se limita a este. En su lugar, la presente invención se aplica ampliamente a cualquier situación en la que uno o más compuestos de fósforo gaseosos envenenen un catalizador SCR.

En una realización, se sospecha que el fósforo del carbón de PRB causa una rápida desactivación en una combustión gradual y otras unidades. Se sospecha que esta desactivación está causada por el fósforo en fase

gaseosa liberado mediante una reacción de reducción carbotérmica. En esta reacción en condiciones deficientes de oxígeno, los compuestos portadores de fósforo liberan fósforo en fase gaseosa mediante la siguiente reacción:



Este fósforo en fase gaseosa se une a los sitios activos del catalizador causando la desactivación de los sitios para la reducción del NO_x . Como resultado de esta desactivación, el catalizador SCR no puede llevar a cabo el proceso de reducción de NO_x con el mismo nivel de rendimiento que el catalizador sin utilizar.

En una realización, la presente invención se refiere a un método para prevenir la formación de especies de fósforo en fase gaseosa en el entorno de combustión reduciendo, mitigando y/o eliminando de ese modo la tasa de desactivación del SCR. En una realización, la presente invención consigue el objetivo mencionado anteriormente mediante la adición de al menos un compuesto portador de hierro al carbón de PRB antes de la combustión.

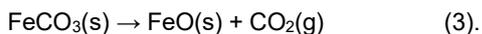
En otra realización, la presente invención se refiere a un método diseñado para aumentar la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica. En este caso, el aumento de la actividad catalítica y/o el aumento de la vida útil catalítica se mide frente a una tasa convencional, o conocida, de reducción de actividad catalítica y/o vida para una determinada caldera, caldera de combustible fósil, horno, calentador, o cualquier otro tipo de dispositivo que genere gases de escape o gases de combustión que contengan NO_x .

En una realización, los compuestos portadores de hierro de la presente invención son cualquier compuesto de hierro (por ejemplo, un compuesto de óxido de hierro) que sean capaces de experimentar reducción en los entornos de combustión habituales de calderas, hornos, centrales eléctricas, etc. En una realización particular, el compuesto portador de hierro es óxido de hierro (III) (Fe_2O_3), también conocido como óxido de hierro rojo o hematites. En la realización en la que se utiliza óxido de hierro (III), las reacciones de interés que se producen en la parte de combustión de una caldera u horno son las que se muestran a continuación:



Se ha de observar que el Fe_3O_4 , también conocido como óxido de hierro negro o magnetita, de la primera reacción anterior también se puede escribir de forma más precisa como $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. El FeO u óxido de hierro (II), también conocido como óxido ferroso, que se genera debido a la reducción de Fe_2O_3 está entonces disponible para enlazar, unir y/o secuestrar cualquier PO gaseoso presente en la zona de combustión, o los gases de escape, de una caldera, u horno, antes de la llegada al SCR. Este PO gaseoso formará a continuación compuestos de Fe-P en una fase formada por partículas antes de la llegada al SCR. El material formado por partículas pasará través del catalizador y evitará el deterioro del catalizador.

En otra realización, la presente invención puede utilizar carbonato de hierro (II) que se convierte en el óxido de hierro (II) deseado en la zona de combustión mediante la reacción que se muestra continuación:



En otra realización más, la presente invención puede utilizar una combinación de uno o más compuestos que contienen hierro y uno o más compuestos de haluro, con la condición de que el compuesto que contiene haluro no sea un haluro de hierro. De ese modo, en esta realización se utiliza al menos un compuesto que contiene hierro junto con al menos un compuesto que contiene haluro que no es de hierro. En otra realización más, el al menos un compuesto de hierro tiene una fórmula genérica AX, donde A es igual a hierro y X es un ion, anión, grupo, y/o resto óxido o carbonato, y al menos un compuesto de haluro tiene una fórmula genérica BY donde B es cualquier átomo, elemento, o catión excepto hierro e Y es un haluro seleccionado entre cloro, cromo, flúor, o yodo.

En una realización, los haluros adecuados para su uso junto con la presente invención incluyen, pero no se limitan a, bromuro de potasio, cloruro de potasio, fluoruro de potasio, yoduro de potasio, bromuro de sodio, cloruro de sodio, fluoruro de sodio, yoduro de sodio, bromuro de calcio, cloruro de calcio, fluoruro de calcio, yoduro de calcio, bromuro de aluminio, cloruro de aluminio, fluoruro de aluminio, yoduro de aluminio, otros haluros de metales de transición (por ejemplo, bromuros, cloruros, fluoruros y/o yoduros) con la condición de que el metal de transición no sea hierro, o cualquier mezcla de dos o más de los mismos. En otra realización más, se pueden usar uno cualquiera o más de los compuestos de haluro de acuerdo con la condición definida anteriormente en combinación con uno o más compuestos de hierro que no contienen haluro (por ejemplo, carbonato de hierro (II)). En otra realización más, la presente invención utiliza una combinación de carbonato de hierro (II) con bromuro de calcio para controlar la cantidad de fósforo en los gases de escape, o los gases de combustión mientras que permite simultáneamente tanto el control de compuestos de mercurio, o compuestos que contienen mercurio, en los gases de escape, o los gases de combustión como el aumento en la actividad y/o vida de servicio catalíticas. En aún otra realización más, la presente invención utiliza una combinación de carbonato de hierro (II) con cloruro de calcio para controlar la cantidad de fósforo en los gases de escape, o los gases de combustión mientras que permite simultáneamente tanto el

control de compuestos de mercurio, o compuestos que contienen mercurio, en los gases de escape, o los gases de combustión como el aumento en la actividad y/o vida de servicio catalíticas. En aún otra realización más, la presente invención utiliza una combinación de carbonato de hierro (II) con uno cualquiera, o ambos, de bromuro de aluminio y/o cloruro de aluminio para controlar la cantidad de fósforo en los gases de escape, o los gases de combustión mientras que permite simultáneamente tanto el control de compuestos de mercurio, o compuestos que contienen mercurio, en los gases de escape, o los gases de combustión como el aumento en la actividad y/o vida de servicio catalíticas. Como se usa en el presente documento, los compuestos de mercurio, o los compuestos que contienen mercurio, incluyen, pero no se limitan a, cualquier compuesto que contiene mercurio oxidado, o mercurio elemental unido. En otra realización más, la presente invención se refiere a permitir simultáneamente el control de compuestos de mercurio, o compuestos que contienen mercurio, que contienen principalmente, o únicamente, mercurio oxidado.

Como se usa en el presente documento, se puede utilizar cualquier compuesto de hierro adecuado para su uso junto con la presente invención en forma hidratada o no hidratada. Como tal, la referencia a cualquier compuesto de hierro en el presente documento incluye por definición cualquier forma hidratada que exista tanto si se menciona específicamente mediante la fórmula química, como si no.

Como se conoce en la técnica (véase, por ejemplo, el documento de Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º 2008/0107579), se utilizan compuestos que contienen haluro para oxidar mercurio elemental presente en gases de escape, o de combustión. Debido a esta reacción de oxidación, la parte de haluro de un compuesto que contiene haluro adecuado permite que el mercurio elemental se convierta en una forma más favorable de captura, o secuestro, posterior mediante una o más tecnologías adecuadas de control medioambiental (por ejemplo, un depurador por vía húmeda o un absorbente de pulverización en seco (SDA), un sistema de desulfurización de gases de escape (FDG), un sistema de carbón activado en polvo (PAC), o un sistema de recogida de materiales formados por partículas tales como un filtro de tejido (FF) o un precipitador electrostático (ESP)). En un caso, como se conoce en la técnica, la adición de uno o más compuestos que contienen haluro adecuados también aumenta la cantidad de mercurio que está unido a materiales formados por partículas. Dado que numerosos documentos de patente y solicitud publicada detallan la manera mediante la que los compuestos que contienen haluro adecuados permiten el aumento de recuperación de mercurio de los gases de escape, o de combustión, se omite una discusión detallada de la misma en aras de la brevedad.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, los uno o más compuestos portadores de hierro adecuados y, si se desea, los uno o más compuestos de haluro, se pueden añadir al carbón mediante uno o más pulverizadores. En otra realización más, los uno o más compuestos portadores de hierro y, si se desea, los uno o más compuestos de haluro, de la presente invención se pueden añadir a la zona de combustión de una caldera y/o un horno a través de una o más líneas de suministro adecuadas diseñadas para suministrar un material en polvo, sólido, suspensión acuosa, suspensión, o solución acuosa de los uno o más compuestos portadores de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro a la zona de combustión de un horno y/o una caldera. Para este fin, la Figura 1 ilustra varias realizaciones de esquemas de diseño adecuados para conseguir este resultado.

Por referencia a la Figura 1, se ilustra una representación esquemática de una instalación de combustión de combustible fósil habitual, denominada generalmente 10, con un sistema SCR, y que incluye un sistema para poner en práctica el método de la presente invención y los demás métodos que se describen en el presente documento. Como se muestra, se proporciona una caldera 12 para extraer el calor de la combustión de un combustible fósil, tal como carbón, mediante la combustión con un oxidante, por lo general aire. El calor se transfiere a un fluido de trabajo, tal como agua, para generar vapor que se usa para generar energía mediante la expansión a través de un aparato generador de turbina (no se muestra) o para procesos industriales y/o calentamiento.

El carbón 14 en bruto se debe triturar hasta una finura deseada y secar para facilitar la combustión. El carbón 14 en bruto se almacena temporalmente en un silo 16 de carbón y a continuación se transfiere por medio de un alimentador 18 gravimétrico o volumétrico a uno o más pulverizadores 20 de carbón. En la realización que se muestra en la Figura 1, hay seis (6) pulverizadores de carbón, identificados como los pulverizadores A-F de carbón. Como conocen los expertos en la materia, cada pulverizador 20 de carbón tritura el carbón hasta una finura deseada (por ejemplo, 70 % a través de malla 200) y a medida que se tritura, se transporta aire primario caliente desde los ventiladores de aire primarios (no se muestran) a cada pulverizador 20 de carbón para calentar previamente y retirar la humedad del carbón hasta los niveles deseados a medida que se tritura. El aire primario también se usa para transportar el carbón pulverizado (PC) fuera de cada pulverizador 20 de carbón y lo suministra a lo largo de una pluralidad de líneas de suministro de carbón pulverizado (una de tales líneas de quemador se identifica en A en la Figura 1; un solo pulverizador 20 de carbón puede suministrar carbón a través de 4-8 líneas de suministro de carbón pulverizado) a los quemadores 22 en las paredes delantera y trasera de la caldera 12. Por lo general, los quemadores 22 se ubican en elevaciones espaciadas en una o ambas de las paredes delantera y trasera opuestas de la caldera 12, o en las esquinas de la caldera en instalaciones conocidas como unidades de combustión en esquina o combustión tangencial (no se muestra). La presente invención se pueden utilizar junto con, pero no se limita solamente a, unidades de combustión en pared individual, de combustión en pared opuesta y de combustión en esquina o tangencial. Por lo general, un único pulverizador 20 de carbón solo suministra carbón a una única elevación de quemadores 22 en una pared. De ese modo, en la realización que se muestra la Figura 1, los seis pulverizadores A-F de carbón suministran a las correspondientes elevaciones A-F de quemador. Sin embargo, como

conocen los expertos en la materia, se conocen otras configuraciones de pulverizador y quemador (por ejemplo, pulverizadores individuales que suministran a quemadores en múltiples paredes y/o elevaciones o múltiples pulverizadores que suministran a quemadores en una única elevación) y la presente invención se aplica a cualquiera de tales configuraciones.

5 El proceso de combustión comienza en la zona 24 de quemador del horno 26 de la caldera 12, liberando calor y creando gases 28 de escape calientes que se transportan hacia arriba a la parte superior 30 de la caldera 12, a través de superficies de calentamiento indicadas esquemáticamente como los rectángulos 32. Los gases 28 de escape se transportan a continuación a través de las superficies de calentamiento en el paso 34 de convección colgante, a la parte superior 36 del paso 38 de convección horizontal. Los gases 28 de escape se transportan a continuación a través del aparato 40 de reducción catalítica selectiva (SCR) donde se reduce el NO_x de los gases de escape, y a continuación a través de los dispositivos calentadores de aire primarios y secundarios indicados en 42. Los calentadores 42 de aire extraen el calor adicional de los gases 28 de escape, disminuyendo la temperatura de los gases de escape, y calentando previamente el aire entrante usado para la combustión.

15 Como se ilustra en la Figura 1, y corriente abajo de los calentadores 42 de aire, los gases 28 de escape experimentan un tratamiento adicional para la retirada de materiales formados por partículas y óxidos de azufre. Se muestran dos configuraciones habituales del equipo empleado corriente abajo para cumplir estas tareas en la parte de derecha de la Figura 1. La configuración de equipos superior de la Figura 1 comprende un dispositivo de recogida de materiales formados por partículas (PCD) indicado esquemáticamente en 44, para la retirada de materiales formados por partículas de los gases 28 de escape, y que puede comprender en la práctica un filtro de tejido o un precipitador electrostático. Corriente abajo del PCD 44 se proporciona un dispositivo de desulfurización de gases de escape por vía húmeda (WFGD), también conocido como depurador por vía húmeda, para la retirada de óxidos de azufre de los gases 28 de escape. Los gases de escape limpios y depurados se pueden transportar (opcionalmente) a través del ESP 47 por vía húmeda para la retirada de los materiales formados por partículas finas o el SO_3 , y a continuación transportarse al cañón 48 de chimenea para su descarga a la atmósfera.

30 La configuración de equipo inferior de la Figura 1 comprende un aparato secador por pulverización (SDA) indicado esquemáticamente en 50, también conocido como depurador en seco, para la retirada de óxidos de azufre de los gases 28 de escape. Corriente abajo del SDA 50 se proporciona un dispositivo 44 de recogida de materiales formados por partículas (PCD), como se ha descrito anteriormente, para la retirada de materiales formados por partículas de los gases 28 de escape. Los gases de escape limpios y depurados se transportan a continuación al cañón 48 de chimenea para su descarga a la atmósfera.

35 Con el fin de reducir las emisiones de NO_x , algunas calderas 12 emplean combustión gradual en la que se proporciona solo una parte de la cantidad estequiométrica de aire a la zona 24 del quemador principal, y el resto del aire para la combustión, junto con cualquier exceso de aire requerido debido al hecho de que ningún proceso de combustión es eficaz al 100 %, se proporciona por encima de la zona 24 del quemador a través de los puertos 52 de aire sobre la combustión (OFA). Si se emplea una combustión gradual en la caldera 12, debido a la reducción de aire suministrado a la zona 24 del quemador, se crea una atmósfera reductora en la parte inferior del horno 26, incluyendo la región 54 de la tolva.

45 De acuerdo con una primera realización de la presente invención, se añaden uno o más compuestos portadores de hierro adecuados y, si se desea, uno o más compuestos de haluro adecuados, a uno o más pulverizadores 20 de carbón antes del suministro de carbón pulverizado a los uno o más quemadores 22. El sistema y aparato para cumplir este resultado deseado también se muestra en la Figura 1, denominado generalmente 100. El sistema 100 comprende un medio 120 de almacenamiento para almacenar temporalmente el compuesto de reducción de fósforo basado en hierro y, si se desea, el compuesto reductor de mercurio, denominado generalmente 110; medios 130, 135 de suministro para transportar el compuesto 110 a una ubicación deseada, incluyendo válvulas, sellos, etc., según se requiera; y medios 150 de control, ventajosamente medios de control basados en microprocesador, a los que accede un operador a través de una estación 160 de interfase (I/O) de operador humano, que incluye presentación y recogida de datos y medios de almacenamiento, según se requiera. Aunque no se ilustra individualmente, el sistema puede utilizar medios independientes de almacenamiento, suministro y control (de acuerdo con los descritos anteriormente) para cada compuesto de hierro y/o haluro individual. En otra realización más, el sistema puede comprender un conjunto de medios de almacenamiento, suministro y control para el compuesto o compuestos de hierro que se utilizan en el presente documento y un conjunto de medios de almacenamiento, suministro y control (de acuerdo con los descritos anteriormente) para el compuesto o compuestos de haluro que se utilizan en el presente documento.

60 En la Figura 1, el carbón 14 en bruto al que se ha añadido el compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro, se denomina 140. De forma ventajosa, el compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro se puede proporcionar junto con el carbón 14 en bruto a través del alimentador 18, lo que permite un control y una medición rigurosos del suministro tanto del carbón 14 en bruto como del compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro al pulverizador 20 de carbón. Alternativamente, el compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro se puede proporcionar directamente al pulverizador 20 de carbón y/o directamente a una o más líneas A-F de quemador individual que proporcionan el carbón pulverizado a los quemadores individuales 22, con los dispositivos de sellado

adecuados frente a la presión positiva en el pulverizador 20 de carbón o las líneas A-F de quemador. Los medios de suministro pueden basarse en suspensión o ser neumáticos según requieran las particularidades del compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro y la cantidad y ubicación de introducción en los gases 28 de escape. Una disposición interconectada de líneas 170, 180, 190 y 195 de control o señal interconecta estos dispositivos diversos para proporcionar señales de control, señales del nivel de compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro, y señales del nivel de fósforo en los gases 28 de escape (desde un sensor 200) para permitir la introducción del compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro en los gases 28 de escape que controla un operador humano, o que se controla de forma automática. Sin embargo, si fuera adecuado, si no estuviera disponible el sensor 200 de tiempo real para medir los niveles de fósforo gaseoso en los gases 28 de escape, en su lugar se pueden tomar muestras de los gases de escape en la ubicación 200 para análisis de laboratorio posterior mediante métodos de ensayo adecuados, que pueden ser espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Basándose en los resultados de laboratorio, un operador humano podría usar a continuación la interfase 160 de operador para introducir manualmente un punto de ajuste deseado en los medios 150 de control para la cantidad de compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro introducido en los gases 28 de escape. Siempre que los análisis de laboratorio posteriores no indiquen ninguna variación significativa en los niveles de fósforo gaseoso en los gases 28 de escape, no habría ninguna necesidad de control estricto en tiempo real de la introducción de compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro. En su lugar, la cantidad de compuesto 110 reductor de fósforo basado en hierro introducida en los gases 28 de escape puede ser simplemente función de los valores de carga de la caldera o de la tasa de alimentación de carbón.

En aún otra realización más, la presente invención utiliza óxido de hierro (II). En esta realización, se elimina la necesidad de que se produzca la reacción de reducción y los puntos de adición para el óxido de hierro (II) de esta realización son por lo tanto más amplios que en las realizaciones previas. En este caso, el óxido de hierro (II) se puede añadir en cualquier punto adecuado posterior a la combustión y anterior al SCR con el fin de enlazar, unir y/o secuestrar cualquier cantidad de PO gaseoso presente en los gases de escape de una caldera, u horno, antes de la llegada al SCR. En particular, el compuesto de reducción de fósforo basado en hierro se puede suministrar en una o más de las ubicaciones G a Q mostradas en la Figura 1. Más particularmente, el compuesto de reducción de fósforo basado en hierro se puede proporcionar a los gases 28 de escape en una o más de las siguientes ubicaciones:

- G: en o por debajo de la zona 24 del quemador, en una o más de las paredes delantera, trasera o laterales, mediante medios distintos de los quemadores 22;
- H: en el horno 26 en una ubicación por encima de la zona 24 del quemador, en una o más de las paredes delantera, trasera o laterales;
- I, J: en el horno 26 en la vecindad de o mediante los puertos OFA 52 en una o ambas de las paredes delantera o trasera;
- K: en la caldera 12 en el paso 34 de convección colgante;
- L: en la caldera 12 en la parte superior 36 del paso 38 de convección horizontal;
- M, N, O, P: en la caldera 12 en el paso 38 de convección horizontal; y/o
- Q: en la caldera 12 en la región de la tolva por debajo del paso 38 de convección horizontal.

En vista de lo expuesto anteriormente, se ha de observar que además de la introducción de los uno o más compuestos de reducción de fósforo basados en hierro, los sistemas, métodos y/o aparatos de control y/o tecnologías mencionados anteriormente también se pueden utilizar para introducir uno o más compuestos de haluro como se han detallado anteriormente. De ese modo, en una realización, la presente invención se refiere a un método mediante el que se suministran tanto los uno o más compuestos basados en hierro como los uno o más compuestos de haluro de cualquier manera mediante los diversos métodos y/o sistemas que se describen en el presente documento. En otra realización, cada tipo de compuesto, o incluso cada compuesto distinto independientemente del tipo, se puede suministrar individualmente. En otra realización más, cualquier combinación de dos o más compuestos independientemente del tipo (es decir, ya sea un compuesto basado en hierro o un compuesto de haluro) se puede suministrar conjuntamente siempre que un compuesto no reaccione perjudicialmente con el otro compuesto.

Además, en vista de lo expuesto anteriormente, el hierro reducido, u óxido de hierro (II), de la presente invención es capaz de retirar el fósforo en fase gaseosa en forma de aleaciones de hierro-fósforo que tras entrar en contacto con el aire sobre la combustión forman compuestos de óxido de hierro-fósforo. Esto reduce significativamente la cantidad de acumulación de fósforo en fase gaseosa en un catalizador SCR. Otra ventaja de la presente invención es que mediante la adición de hierro, una parte significativa de cualquier cantidad de fósforo presente estará unida a hierro. Los compuestos de fósforo unido a hierro son menos lixiviables mediante lo cual se minimiza la transferencia de fósforo a un catalizador SCR. Además, el fósforo asociado y/o unido a un compuesto de hierro (por ejemplo, un óxido de hierro) es más estable que el fósforo que está asociado y/o unido a un compuesto de calcio (por ejemplo, óxido de calcio). En vista de esto, la presente invención se refiere, en una realización, a la situación en la que se secuestra la mayoría del fósforo presente en la combustión y/o la corriente de escape en un compuesto que contiene hierro-fósforo-oxígeno adecuado mediante lo cual se reduce considerablemente la cantidad de compuestos que contienen calcio/fósforo/oxígeno que son capaces de reaccionar con SO_x. Esto a su vez reduce considerablemente la cantidad de fósforo gaseoso que se produce en la combustión y/o la corriente de gases de escape al restringir la cantidad de compuestos que contienen calcio/fósforo/oxígeno que están presentes en la corriente de gases de

combustión y/o de escape que reaccionan con diversos compuestos de SO_x dando como resultado la producción no deseada de compuestos de fósforo, o compuestos de fósforo/oxígeno, gaseosos que pueden conducir al envenenamiento no deseado de un catalizador SCR.

5 En otra realización más, los compuestos portadores de hierro y/o los compuestos de haluro de la presente invención se pueden añadir de cualquier forma adecuada, incluyendo la forma detallada en la Figura 1. Algunos compuestos portadores de hierro adecuados incluyen, pero no se limitan a, formas acuosas y solubles de compuestos portadores de hierro tales como hierro metálico, uno o más óxidos de hierro, carbonato de hierro, o mezclas de dos o más de los mismos. Algunos compuestos de haluro adecuados incluyen, pero no se limitan a, bromuro de potasio, cloruro de potasio, fluoruro de potasio, yoduro de potasio, bromuro de sodio, cloruro de sodio, fluoruro de sodio, yoduro de sodio, bromuro de calcio, cloruro de calcio, fluoruro de calcio, yoduro de calcio, bromuro de aluminio, cloruro de aluminio, fluoruro de aluminio, yoduro de aluminio, otros haluros de metal de transición (por ejemplo, bromuros, cloruros, fluoruros y/o yoduros) con la condición de que el metal de transición no sea hierro, o cualquier mezcla de dos o más de los mismos. Si se usa un arrastre existente entonces los uno o más reactivos acuosos se pueden bombear mediante bombas de desplazamiento positivo desde un tanque de almacenamiento a los uno o más alimentadores de carbón donde el reactivo se pulveriza sobre el carbón a medida que el carbón pasa en una cinta de alimentación corriente arriba de los pulverizadores. En este caso, si se utilizara, los uno o más compuestos de haluro se seleccionan para que sean solubles en agua, o un disolvente de base acuosa. Algunos haluros solubles adecuados incluyen, pero no se limitan a, bromuro de potasio, cloruro de potasio, fluoruro de potasio, yoduro de potasio, bromuro de sodio, cloruro de sodio, fluoruro de sodio, yoduro de sodio, bromuro de calcio, cloruro de calcio, yoduro de calcio, bromuro de aluminio, cloruro de aluminio, yoduro de aluminio, o cualquier mezcla de dos o más de los mismos. En otra realización más, se pueden utilizar otros haluros de metal de transición (por ejemplo, bromuros, cloruros, fluoruros y/o yoduros, que no sean haluros de hierro, siempre que tales compuestos sean, en esta realización, solubles en agua, o un disolvente de base acuosa.

25 En una realización, la presente invención es ventajosa en que es aplicable tanto a SCR existentes (reacondicionamientos) como a SCR nuevos. Además, la presente invención se pueda aplicar a plantas que utilizan biomasa como fuente de combustible. En una realización, la implementación de la presente invención se puede conseguir de una forma rentable utilizando equipos de bajo coste diseñados para suministrar el compuesto de hierro necesario a un proceso de combustión. La presente invención tampoco se ve afectada por el diseño actual de calderas y SCR.

35 En una realización, la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro utilizada junto con la presente invención varía dependiendo del contenido de fósforo en el carbón que se va a quemar. En una realización, la presente invención se refiere un método mediante el que se suministra un exceso estequiométrico de uno o más compuestos de hierro a cualquier punto anterior a un SCR. Aunque sin el deseo de quedar ligados a teoría alguna, se ha descubierto que mediante el suministro de un exceso estequiométrico de hierro corriente arriba de un SCR, se puede aumentar inesperadamente la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador SCR. Como se puede observar a partir del gráfico de la Figura 2, la adición de un exceso estequiométrico de uno o más compuestos basados en hierro no solo protege el catalizador SCR del envenenamiento por diversos compuestos de fósforo sino que también aumenta tanto la actividad catalítica como la vida útil catalítica durante un período de al menos aproximadamente 2000 horas de operación.

45 Con respecto a la Figura 2, la Figura 2 es un gráfico que representa la desactivación esperada original de un catalizador sin la adición del compuesto, o compuestos, portadores de hierro frente a la desactivación real de un catalizador con la adición de un compuesto portador de hierro de la presente invención frente a la desactivación observada de un catalizador sin la adición del compuesto, o compuestos, portadores de hierro de la presente invención. El eje y del gráfico de la Figura 2 es la actividad catalítica en términos decimales donde 0,9 es equivalente a una actividad de un 90 por ciento como se mide cuando se compara con un catalizador virgen sin utilizar que se determina usando un método adecuado para determinar la actividad catalítica conocido por los expertos en la materia. El eje x del gráfico de la Figura 2 es el número de horas de operación que el catalizador en cuestión se expone a las condiciones medias de operación de una planta de carbón de 100 MWe.

55 En vista de lo indicado anteriormente, en una realización la presente invención consigue una cualquiera, o ambas, de un aumento en la actividad catalítica y/o un aumento en la vida útil catalítica mediante el uso, introducción y/o suministro de uno o más compuestos basados en hierro. En una realización, se consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento en un tiempo operacional de al menos 2000 horas frente a la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador dado cuando se somete a condiciones de operación similares pero no se somete al suministro de uno o más compuestos basados en hierro que se desvelan en el presente documento. Como será evidente para los expertos en la materia, se encuentran disponibles diversos métodos conocidos para medir la actividad catalítica basal así como la actividad catalítica de diversos catalizadores, incluyendo catalizadores SCR. Como tal, se omite de una discusión detallada en el presente documento en aras de la brevedad.

65 En la presente invención se consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al

menos un 12,5 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 15 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 17,5 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 20 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 22,5 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 25 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, se consigue un aumento de al menos un 27,5 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas, o incluso se consigue un aumento de al menos un 30 por ciento con un tiempo operacional de 2000 horas frente a la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador dado cuando se somete a condiciones de operación similares pero no se somete al suministro de uno o más compuestos basados en hierro que se desvelan en el presente documento. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores numéricos individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

En otra realización más, en la presente invención se consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 12,5 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 15 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 17,5 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 20 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 22,5 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 25 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, se consigue un aumento de al menos un 27,5 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas, o incluso se consigue un aumento de al menos un 30 por ciento con un tiempo operacional de 2500 horas frente a la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador dado cuando se somete a condiciones de operación similares pero no se somete al suministro de uno o más compuestos basados en hierro que se desvelan en el presente documento. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores numéricos individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

En aún otra realización más, en la presente invención se consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento, al menos un 12,5 por ciento, al menos un 15 por ciento, al menos un 17,5 por ciento, al menos un 20 por ciento, al menos un 22,5 por ciento, al menos un 25 por ciento, al menos un 27,5 por ciento, o incluso al menos un 30 por ciento con un tiempo operacional de 3000 horas frente a la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador dado cuando se somete a condiciones de operación similares pero no se somete al suministro de uno o más compuestos basados en hierro que se desvelan en el presente documento. En aún otra realización más, en la presente invención se consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento, al menos un 12,5 por ciento, al menos un 15 por ciento, al menos un 17,5 por ciento, al menos un 20 por ciento, al menos un 22,5 por ciento, al menos un 25 por ciento, al menos un 27,5 por ciento, o incluso al menos un 30 por ciento con un tiempo operacional de 3500 horas, 4000 horas, 4500 horas, 5000 horas, 6000 horas, 7000 horas, 7500 horas, 8000 horas, 9000 horas, 10000 horas, 11000 horas, 12000 horas, 13000 horas, 14000 horas, 15000 horas, o incluso 16000 horas frente a la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de un catalizador dado cuando se somete a condiciones de operación similares pero no se somete al suministro de uno o más compuestos basados en hierro que se desvelan en el presente documento. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores numéricos individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

Como conocen los expertos en la materia, el contenido en fósforo del carbón se puede determinar mediante diversos métodos conocidos. De ese modo, en este caso, la presente invención no se limita a ningún intervalo de los compuestos de hierro que se utilizan. En su lugar, se utiliza una proporción estequiométrica en exceso. En una realización, la proporción estequiométrica en exceso de hierro con respecto a fósforo está en el intervalo de 2,5:1 a 10:1, o de 3:1 a 9:1, o de 3,5:1 a 8:1, o de 4:1 a 7,5:1, o de 5:1 a 7:1, o de 5,5:1 a 6,5:1, o incluso 6:1. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

En otra realización, la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro utilizada junto con la presente invención está dentro de un intervalo dado cuando el carbón utilizado es carbón de la Cuenca del Río Powder/Lignito. En esta realización, la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro con respecto al carbón de la Cuenca del Río Powder/Lignito se expresa como la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro (denominados en lo sucesivo en el presente documento solo "hierro" únicamente en este caso) en libras por cada 1000 libras de carbón. En una realización, la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro utilizada está en intervalo de aproximadamente 5 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 20 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón. En otra realización, la cantidad de compuesto, o compuestos, de hierro utilizada está en intervalo de aproximadamente 5,5 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 17,5 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón, o de aproximadamente 6 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 15 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón, o de aproximadamente 7 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 12,5 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón, o de aproximadamente 7,5 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 10 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón, o incluso de aproximadamente 8 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón a aproximadamente 9 libras de "hierro" por 1000 libras de carbón (1 libra equivale

aproximadamente a 454 gramos). Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

5 En otra realización, donde se utilizan tanto un compuesto basado en hierro como un compuesto de haluro como se han definido anteriormente, la cantidad de compuesto, o compuestos, basado en hierro que se compara basándose en peso con la cantidad de uno o más compuestos de haluro está en el intervalo de aproximadamente 95 partes en peso de compuesto, o compuestos, basado en hierro a aproximadamente 5 partes en peso de compuesto, o compuestos, de haluro. En otra realización, la proporción en peso del compuesto, o compuestos, basado en hierro
10 con respecto al compuesto, o compuestos, de haluro está en intervalo de aproximadamente 95:5 a aproximadamente 75:25, o de aproximadamente 93,5:6,5 a aproximadamente 80:20, o de aproximadamente 92:8 a aproximadamente 82,5:17,5, o de aproximadamente 91:9 a aproximadamente 85:15, o incluso de aproximadamente 90:10 a aproximadamente 87,5:12,5. De ese modo, en una realización, la cantidad de los uno o más compuestos de haluro, si se utilizan, se puede calcular basándose en cualquiera de las cantidades de compuesto, o compuestos,
15 basado en hierro indicadas anteriormente mediante las proporciones desveladas en este párrafo. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

20 En otra realización, la tasa de inyección de los uno o más compuestos de haluro, si se utilizan junto con la presente invención, para controlar mercurio en los gases de escape, o los gases de combustión, se basa en un ejemplo no limitante de una central eléctrica de carbón de 100 MWe. En este caso, la tasa de inyección para los uno o más compuestos de haluro, si estuvieran en solución, está en el intervalo de aproximadamente 0,25 galones por hora a aproximadamente 10 galones por hora (de aproximadamente 0,95 litros por hora a aproximadamente 38 litros por hora), o de aproximadamente 0,5 galones por hora a aproximadamente 5 galones por hora (de aproximadamente 2
25 litros por hora a aproximadamente 19 litros por hora), o incluso de aproximadamente un galón por hora a aproximadamente 4 galones por hora (de aproximadamente 4 litros por hora a aproximadamente 15 litros por hora). En otra realización, independientemente de la central eléctrica o el tamaño de la planta de combustión, los uno o más compuestos de haluro se suministran en cualquier tasa a los gases de escape, o los gases de combustión, suficiente para proporcionar una concentración de haluro (por ejemplo, bromuro, cloruro o yoduro) entre
30 aproximadamente 10 ppm y aproximadamente 200 ppm, o de aproximadamente 25 ppm a aproximadamente 175 ppm, o de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 150 ppm. Se ha de observar que dependiendo de la tecnología de control de emisiones colocada en el dispositivo que genera los gases de escape, o los gases de combustión, puede ser deseable usar una concentración inferior de haluro con el fin de evitar cualquier tipo de efecto perjudicial para tal tecnología de emisiones corriente abajo. En una realización de tal caso, la concentración de haluro está entre aproximadamente 10 ppm y aproximadamente 125 ppm, o de aproximadamente 25 ppm a
35 aproximadamente 100 ppm, o de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 75 ppm. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales (incluso de diferentes realizaciones) para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

40 A la luz de lo expuesto anteriormente, el experto en la materia reconocerá que la cantidad de los uno o más compuestos de hierro, o basados en hierro, necesaria para suministrar la cantidad deseada de hierro a los gases de escape, o los gases de combustión, de acuerdo con el proceso de la presente invención variará dependiendo del tamaño del dispositivo que genera tales gases de escape, o gases de combustión. Lo mismo se puede decir de los uno o más compuestos de haluro. Es decir, el experto en la materia reconocerá que la cantidad de los uno o más
45 compuestos de haluro necesaria para suministrar la cantidad deseada de haluro a los gases de escape, o los gases de combustión, de acuerdo con el proceso de la presente invención variará dependiendo del tamaño del dispositivo que genera tales gases de escape, o gases de combustión. De ese modo, la presente invención no está limitada a ninguna tasa o intervalo específico de suministro.

50 En otra realización, para una central eléctrica de carbón de 100 MWe, la cantidad de solución de haluro (solución al 25 por ciento en peso) suministrada a los gases de escape, o los gases de combustión, está en intervalo de aproximadamente 0,25 galones por hora a aproximadamente 6 galones por hora (de aproximadamente 0,95 litros por hora a aproximadamente 23 litros por hora), o de 0,5 galones por hora a aproximadamente 5 galones por hora (de aproximadamente 2 litros por hora a aproximadamente 19 litros por hora), o incluso de 1 galón por hora a
55 aproximadamente 4 galones por hora (de aproximadamente 4 litros por hora a aproximadamente 15 litros por hora). Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, la presente invención no está limitada únicamente a estas tasas de suministro. En su lugar, se puede usar cualquier tasa de suministro con el fin de conseguir la concentración deseada de haluro.

60 Como será evidente para el experto en la materia, otros factores adicionales pueden afectar a la cantidad de compuestos basados en hierro, portadores de hierro y/o de hierro suministrados junto con las diversas realizaciones de la presente invención. Tales factores adicionales incluyen, pero no se limitan a, la cantidad y/o el tipo de fósforo presente en el carbón, u otro combustible; el tamaño y/o la producción de la caldera, calentador, horno, u otro
65 dispositivo generador de gases de escape, o gases de combustión; y la proporción estequiométrica deseada que se consigue; el tipo y/o forma de combustión, el tipo y/o disposición de cualquier equipo o estructura aplicable.

En otra realización, los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro utilizados junto con la presente invención pueden tener cualquier tamaño de partícula y/o geometría de partícula. Algunas geometrías de partícula adecuadas incluyen, pero no se limitan a, esférica, de tipo plaqueta, irregular, elíptica, oblonga, o una combinación de dos o más geometrías diferentes de partícula. Como será evidente para el experto en la materia, cada compuesto diferente, o incluso el mismo compuesto, se puede suministrar en forma de una o más geometrías de partícula. En una realización, los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro de la presente invención, si fueran solubles en agua, se pueden suministrar en forma de una solución, ya sea de forma independiente o conjuntamente siempre que los componentes activos que se suministran a los gases de escape, o de combustión, no reaccionen de forma adversa. En tal caso, se utiliza una concentración de solución de al menos aproximadamente un 15 por ciento en peso de los uno o más compuestos de hierro solubles en agua y/o los uno o más compuestos de haluro solubles en agua. En otra realización, se utiliza junto con la presente invención una concentración de solución de al menos aproximadamente un 20 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 25 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 30 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 35 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 40 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 45 por ciento en peso, o incluso al menos aproximadamente un 50 por ciento en peso de más de los uno o más compuestos de hierro solubles en agua y/o los uno o más compuestos de haluro solubles en agua. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados. Como entenderán los expertos en la materia, la concentración de solución de cualquiera de los uno o más compuestos de hierro solubles en agua y/o los uno o más compuestos de haluro solubles en agua no debería exceder, en una realización, la cantidad de la solubilidad, respectivamente, para los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro.

En otra realización más, los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro de la presente invención se pueden suministrar en forma de polvo, en forma de solución, en forma de suspensión acuosa, o una combinación de dos o más de las mismas. En el caso de una suspensión acuosa, los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro utilizados junto con la presente invención deberían tener un tamaño de partícula adecuado. Además, incluso en la ausencia de deseo de poner los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro de la presente invención en una solución acuosa, los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro deberían tener un tamaño de partícula adecuado que facilitara un mayor grado de reactividad cuando se pongan en contacto con los gases de escape, o de combustión. En una realización, se pueden cumplir ambas condiciones, ya sea individualmente o en combinación, mediante uno o más compuestos de hierro y/o uno o más compuestos de haluro donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 400 μm (micrómetros), donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 350 μm (micrómetros), donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 300 μm (micrómetros), donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 250 μm (micrómetros), donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 200 μm (micrómetros), o incluso donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de las partículas tienen un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 175 μm (micrómetros). Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

Aunque no se limita a este, un compuesto de hierro adecuado para su uso junto con la presente invención es carbonato de hierro (II) disponible en Prince Agri Products (filial de Phibro Animal Health Corporation ubicada en Ridgefield Park, New Jersey). Este carbonato de hierro (II) es un compuesto en polvo donde al menos aproximadamente un 95 por ciento de sus partículas tienen un tamaño de menos de 200 μm (micrómetros). Además, la concentración de carbonato de hierro (II) en este producto es aproximadamente un 80 por ciento en peso siendo básicamente la totalidad del 20 por ciento en peso restante no reactivo a la luz del uso aquí. Un compuesto de haluro adecuado para su uso, si se desea, junto con la presente invención es bromuro de calcio disponible en Tetra Chemical (ubicada en The Woodlands, Texas).

En el caso en el que se utilicen una o más suspensiones acuosas junto con la presente invención, tal suspensión o suspensiones acuosas pueden comprender además una cantidad adecuada de uno o más agentes de antisedimentación, suspensión, espesamiento o emulsión. Tales agentes de antisedimentación, suspensión, espesamiento o emulsión incluyen, pero no se limitan a, poliácridatos de sodio, carbómeros, acrilatos, y agentes inorgánicos de espesamiento. Los expertos en la materia conocen otros agentes de antisedimentación, suspensión, espesamiento o emulsión y como tal se omite una discusión en el presente documento en aras de la brevedad. En otra realización, se puede conseguir una suspensión o emulsión adecuada por agitación y no requiere necesariamente el uso de uno o más agentes de antisedimentación, suspensión, espesamiento o emulsión. En otra realización, se puede utilizar una combinación de uno o más agentes de antisedimentación, suspensión, espesamiento o emulsión en combinación con la agitación.

En otra realización más, los uno o más compuestos de hierro y los uno o más compuestos de haluro de la presente invención deberían tener independientemente una pureza de al menos aproximadamente un 50 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 55 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 60 por ciento en peso, al

menos aproximadamente un 65 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 70 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 75 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 80 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 85 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 90 por ciento en peso, al menos aproximadamente un 95 por ciento en peso, o incluso al menos aproximadamente un 99 por ciento en peso o mayor.

5 Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados.

En cuanto a la parte de los uno o más compuestos de hierro que no es "un compuesto de hierro", tales impurezas no deberían ser reactivas en los entornos presentes junto con la presente invención. Alternativamente, si fueran reactivas, tales impurezas deberían poder capturarse, retirarse y/o secuestrarse fácilmente, o no se deberían añadir significativamente a ninguna contaminación adicional de ningún catalizador corriente bajo. En otra realización más, la cantidad de impurezas de compuestos que contienen fósforo en cualquiera de los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro que se utilizan junto con la presente invención debería ser independientemente menos de aproximadamente un 5 por ciento en peso, menos de aproximadamente un 2,5 por ciento en peso, menos de aproximadamente un 1 por ciento en peso, menos de aproximadamente un 0,5 por ciento en peso, menos de aproximadamente un 0,25 por ciento en peso, menos de aproximadamente un 0,1 por ciento en peso, o incluso menos de aproximadamente un 0,01 por ciento en peso. Aquí, así como en cualquier otro lugar en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se pueden combinar valores de intervalo individuales para formar intervalos adicionales y/o no desvelados. En aún otra realización más, la cantidad de impurezas de compuestos que contienen fósforo en cualquiera de los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro que se utilizan junto con la presente invención debería ser cero. Es decir, en esta realización los uno o más compuestos de hierro y/o los uno o más compuestos de haluro que se utilizan junto con la presente invención deberían estar independientemente exentos de cualquier compuesto que contenga fósforo.

25 Aunque sin el deseo de quedar ligados a teoría alguna, se cree que la presente invención explota diversas reacciones preferentes entre los compuestos de fósforo, o los compuestos que contienen fósforo, para secuestrar diversos compuestos de fósforo, o compuestos que contienen fósforo que son perjudiciales para el aumento de la vida activa, o de servicio, de un catalizador SCR. De ese modo, las reacciones que se discuten en el presente documento se pretende que no sean limitantes en que se puedan producir otras reacciones adicionales en la corriente de gases de combustión y/o escape.

En otra realización, la presente invención se refiere a un método para la inyección de carbonato de hierro, otro compuesto de hierro adecuado, o una mezcla de uno o más compuestos de hierro y uno o más compuestos de haluro que no contienen hierro, con carbón en el horno con el fin de reponer los sitios catalíticos activos de la superficie del catalizador SCR con sitios activos de Fe mientras se consigue simultáneamente la oxidación de mercurio. En un caso, el material de inyección es una mezcla de carbonato de hierro (aproximadamente un 90 por ciento en peso) y un compuesto de halógeno que no contiene hierro (por ejemplo, bromuro de calcio al 10 por ciento en peso). Como conocen los expertos en la materia, cualquier cantidad de hierro que esté presente en la ceniza de carbón (que incluye, pero no se limita a, ceniza de carbón de PRB) no es catalíticamente activa ya que se une, o está unida, a diversos silicatos y/o aluminosilicatos en el proceso de combustión del carbón. En el carbón de PRB, que más de un 90 por ciento del hierro total se encuentre como mineral unido significa que en su mayor parte se captura en compuestos vítreos de sílice y/o alúmina durante el proceso de combustión mediante lo cual no está disponible para cualquier otra reacción química. De ese modo, la presente invención, mediante la inyección de hierro por separado, proporciona hierro "libre" que se cree que, aunque sin el deseo de quedar ligados a teoría alguna, sedimenta y/o se deposita sobre la superficie de la ceniza volátil lo que le hace disponible para reacciones químicas adicionales.

Este material mezclado que contiene hierro "libre", como se ha definido anteriormente, puede proporcionar a continuación hierro para aumentar la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica del catalizador de DesNO_x mientras, si se proporcionara, la parte de halógeno de los uno o más compuestos de haluro de la presente invención actúa para acelerar, o conseguir, la oxidación de mercurio. Aunque sin el deseo de quedar ligados a teoría alguna, se cree que cuando la ceniza volátil queda depositada en la superficie de un catalizador SCR, el hierro de la superficie de la ceniza volátil o el hierro depositado en el catalizador como resultado del proceso de inyección proporcionan sitios sobre los que pueden reaccionar amoníaco y NO_x para formar N₂ y agua. Ya que el hierro se inyecta de forma continua con una baja tasa de inyección, cualquier sitio activo de hierro que se haya reducido se reemplaza por nuevos sitios de hierro a una tasa razonable mediante lo cual se permite la prolongación y/o aumento de la vida útil catalítica y/o la actividad catalítica cuando se comparan con catalizadores similares sin tratar como se ha explicado con detalle anteriormente. La parte de halógeno del compuesto, o compuestos, de haluro oxidada de mercurio elemental a su forma oxidada y lo hace más fácil de retirar mediante un depurador por vía húmeda o en seco corriente abajo, o con inyección de PAC.

Aunque sin el deseo de quedar ligados a ningún ejemplo, se suministran datos para apoyar la presente invención de un ensayo de inyección a largo plazo de carbonato de hierro en una central eléctrica de carbón de 100 MWe. Antes de la exposición del catalizador a los gases de escape de combustión, el análisis del catalizador mediante la técnica de XRF mostró una cantidad de hierro insignificante presente tanto en la superficie como en la región no superficial del catalizador. Después de aproximadamente 2000 horas de operación e inyección de FeCO₃, se obtiene una

- 5 muestra del catalizador y se analiza por XRF. Esta muestra exhibe un 0,35 por ciento de Fe en la superficie y un 0,13 por ciento de Fe en la región no superficial. El catalizador usado anteriormente (sin ninguna inyección de FeCO_3 desde el mismo sitio) tenía un 0,26 por ciento de Fe en la superficie y un 0,06 por ciento de Fe en la región no superficial después de 11000 horas de operación. El ensayo basal antes de la inyección de carbonato de hierro indica que la concentración de SO_3 es menos de 1 ppm en los gases de escape en la salida del calentador de aire. Después de más de 8000 horas de operación, se mide la concentración de SO_3 en la salida del calentador de aire y es de aproximadamente 2,6 ppm. Esto prueba que la inyección de hierro en el horno llega en realidad al SCR. El aumento en la concentración de SO_3 se puede relacionar con la presencia de hierro en la superficie del catalizador, dado que el Fe es también un buen catalizador para la conversión de SO_2 en SO_3 .
- 10 Como se ha indicado anteriormente, la Figura 2 ilustra el rendimiento de catalizador con y sin inyección de hierro. El trazo de la línea superior (la de "X" en minúsculas) es la curva de desactivación de catalizador esperada originalmente. Se espera que este catalizador dure aproximadamente 16000 horas de operación. El trazo inferior (diamantes) ilustra el rendimiento real para este catalizador. El catalizador dura realmente solo 6800 horas de operación debido a la desactivación con fósforo. La línea media (triángulos) ilustra el rendimiento de un catalizador sometido al menos a la inyección de compuesto de hierro de la presente invención. El catalizador de este ejemplo no es nuevo cuando se instala, sino que es un catalizador regenerado con una actividad inicial un 15 por ciento inferior que el catalizador virgen.
- 15 De ese modo, en una realización, la presente invención proporciona sitios adicionales para la reacción de DesNO_x mediante inyección de uno o más compuestos portadores de hierro mediante lo cual se hace posible mejorar significativamente la vida y la actividad catalítica de un catalizador SCR más allá de los períodos de tiempo que se aceptan, o se creen, en la actualidad. Cuando se utilizan, los uno o más compuestos de haluro de la presente invención proporcionan un componente de halógeno que permite un aumento de la oxidación de mercurio y hace posible la retirada de mercurio corriente abajo mediante cualquier tecnología adecuada (por ejemplo, equipo de AQCS).
- 20
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un método para aumentar la vida activa de un catalizador SCR, comprendiendo el método las etapas de:
 - 5 (a) proporcionar al menos un compuesto portador de hierro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR;
 - (b) permitir que el al menos un compuesto portador de hierro reaccione con cualquier compuesto de fósforo, o compuesto que contenga fósforo, gaseoso presente en la zona de combustión o los gases de escape antes de la entrada de los gases de escape en el SCR;
 - 10 (c) proporcionar al menos un compuesto portador de haluro a una zona de combustión o corriente de gases de escape de un horno, o caldera, antes de la entrada de los gases de escape en un SCR, con la condición de que el compuesto portador de haluro no sea un haluro de hierro; y
 - (d) permitir que el al menos un compuesto portador de haluro reaccione con y/u oxide cualquier cantidad de mercurio presente en la zona de combustión o los gases de escape,
 - 15 en el que el método consigue un aumento en una cualquiera, o ambas, de la actividad catalítica y/o la vida útil catalítica de al menos un 10 por ciento en un período de tiempo operacional de al menos 2000 horas.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el compuesto portador de hierro selecciona entre hierro metálico, uno o más óxidos de hierro, carbonato de hierro, o mezclas de dos o más de los mismos.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el compuesto portador de hierro se selecciona entre óxido de hierro (III), carbonato de hierro (II), óxido de hierro (II), o mezclas de dos o más de los mismos.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el compuesto portador de hierro se selecciona entre óxido de hierro (III), carbonato de hierro (II), o una mezcla de los mismos.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el al menos un compuesto portador de hierro se proporciona a la zona de combustión mediante adición al carbón pulverizado.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el al menos un compuesto portador de hierro se proporciona a la zona de combustión mediante una línea de suministro exclusiva.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el compuesto portador de haluro se selecciona entre bromuro de potasio, cloruro de potasio, fluoruro de potasio, yoduro de potasio, bromuro de sodio, cloruro de sodio, fluoruro de sodio, yoduro de sodio, bromuro de calcio, cloruro de calcio, fluoruro de calcio, yoduro de calcio, bromuro de aluminio, cloruro de aluminio, fluoruro de aluminio, yoduro de aluminio, haluros de metal de transición con la condición de que el metal de transición no sea hierro, o cualquier mezcla de dos o más de los mismos o mezclas de dos o más de los mismos.
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el compuesto portador de hierro se selecciona entre carbonato de hierro (II) y el compuesto portador de haluro se selecciona entre bromuro de calcio.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el al menos un compuesto portador de haluro se proporciona a la zona de combustión mediante adición al carbón pulverizado.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el al menos un compuesto portador de haluro se proporciona a la zona de combustión mediante una línea de suministro exclusiva.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el al menos un compuesto portador de hierro se proporciona en una proporción estequiométrica en exceso de hierro con respecto a fósforo que está en el intervalo de 2,5:1 a 10:1.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el al menos un compuesto portador de hierro se proporciona en una proporción estequiométrica en exceso de hierro con respecto a fósforo que está en el intervalo de 3,5:1 a 8:1.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el al menos un compuesto portador de haluro se proporciona en una cantidad suficiente para producir una concentración de haluro entre 10 ppm y 200 ppm.

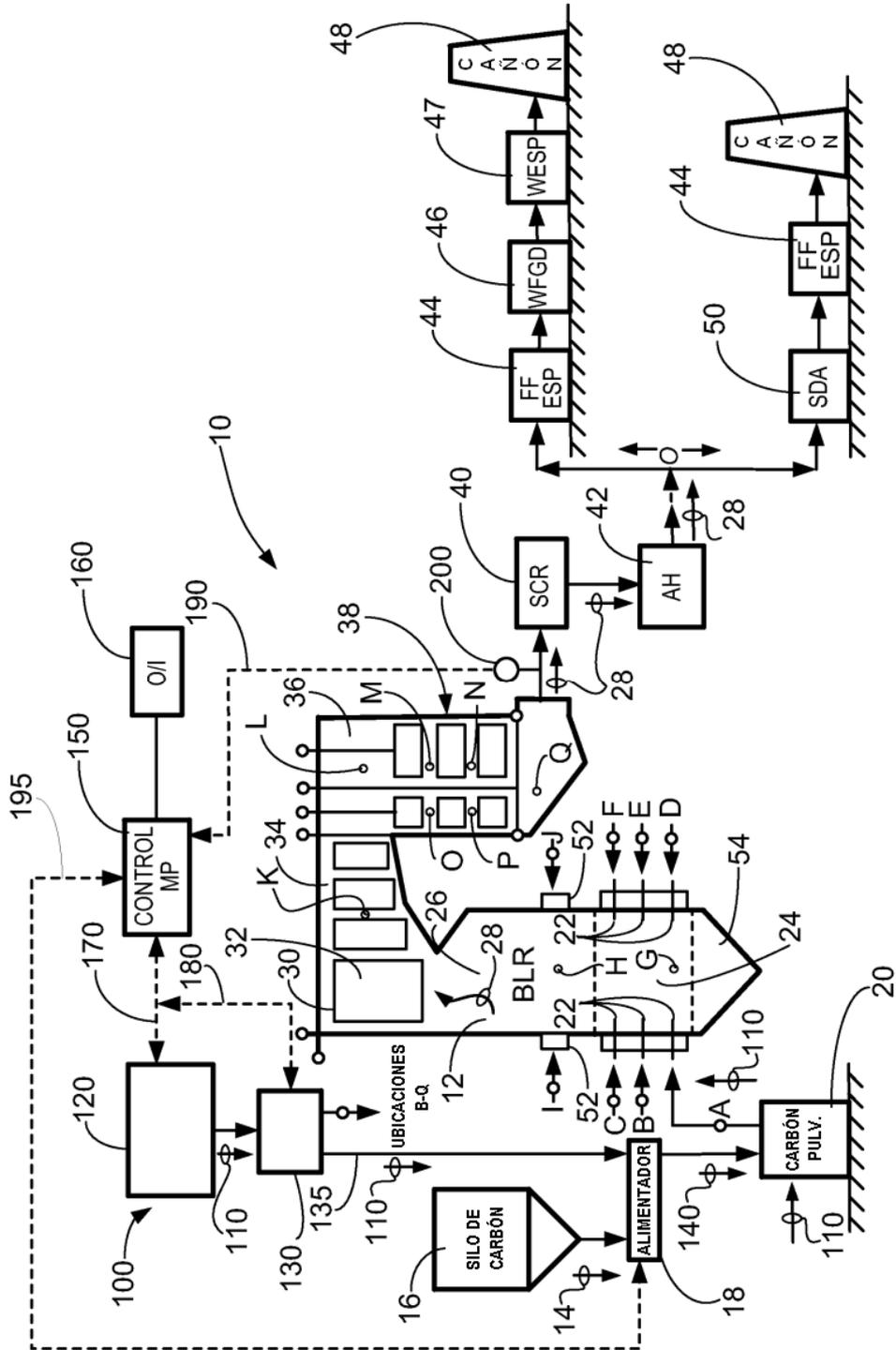


FIG. 1

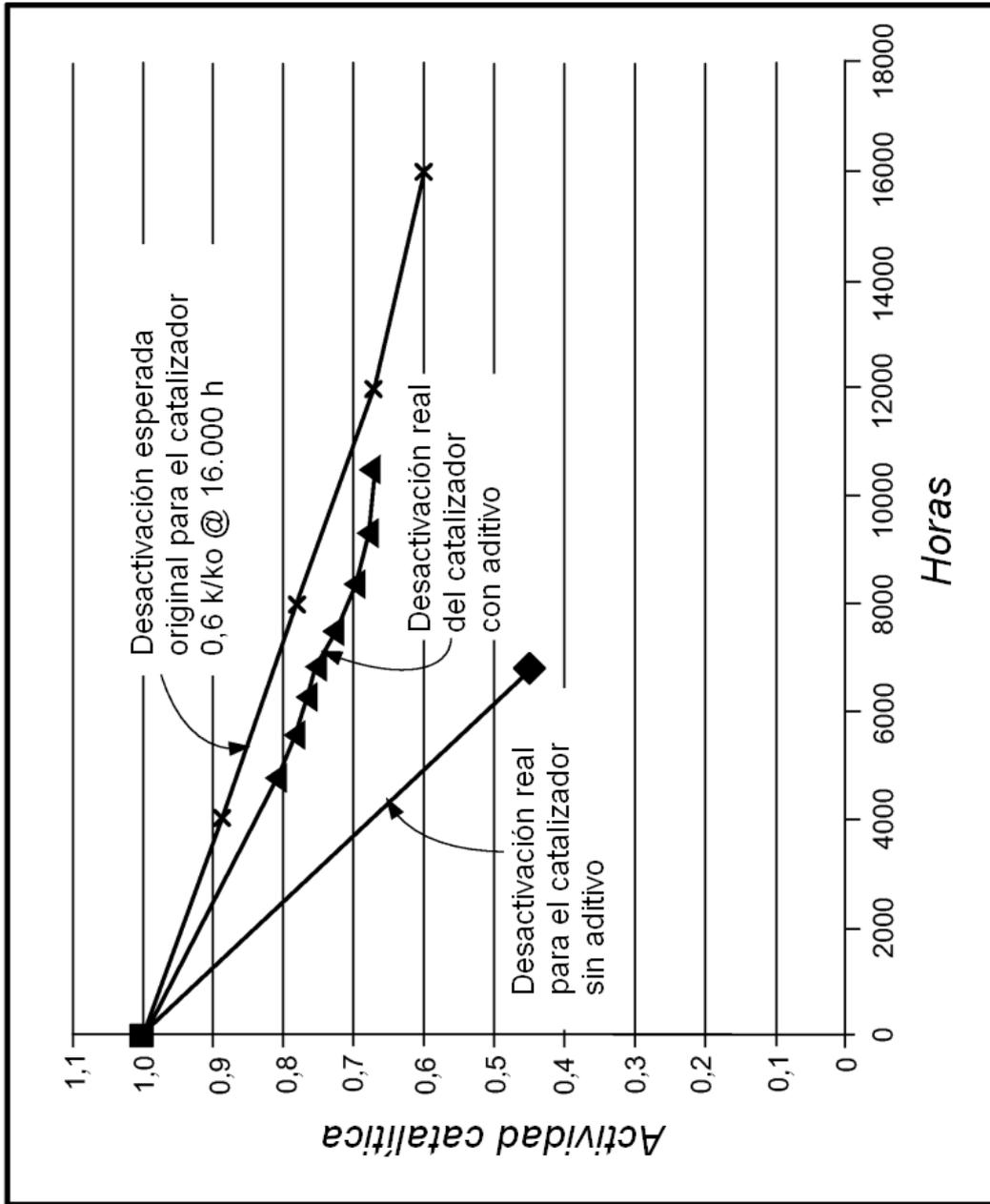


FIG. 2