

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 972**

51 Int. Cl.:

B01J 20/34 (2006.01)

B24B 49/00 (2012.01)

B01D 53/96 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2012 PCT/US2012/029941**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO2012151009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012 E 12779891 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2704824**

54 Título: **Método de eliminación de obstrucciones para catalizadores RCS**

30 Prioridad:

04.05.2011 US 201113100787

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

20.06.2017

73 Titular/es:

**STEAG ENERGY SERVICES GMBH (100.0%)
Rüttenscheider Strasse 1-3
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**TEMBAK, CARSTEN;
MARRINO, BIRGIT, L. y
STIER, ALBERT, JOSEPH**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 972 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 de eliminación de obstrucciones para catalizadores RCS

Campo técnico de la invención

5 La presente descripción describe nuevos métodos para la eliminación de materiales en partículas de un catalizador de reducción catalítica selectiva (RCS) y los componentes de un sistema RCS.

Antecedentes de la invención

10 Los procesos térmicos a altas temperaturas, por ejemplo, la generación de vapor para la producción de electricidad en centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles a menudo crean subproductos nocivos para el medio ambiente. Estos compuestos, incluyendo los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el dióxido de azufre (SO_2) se deben retirar de los gases de combustión de los procesos térmicos a altas temperaturas antes de que los gases se descargen al medio ambiente, por ejemplo, antes de salir de la planta de energía y ponerse en contacto con el medio ambiente.

15 El estándar para la eliminación de los óxidos de nitrógeno de los gases de combustión es el proceso de reducción catalítica selectiva (RCS) usando catalizadores RCS (también llamados catalizadores DeNO_x), donde un agente reductor, típicamente amoníaco, se inyecta y se mezcla en los gases de combustión, y se envía a través de una cámara de reacción catalítica donde el catalizador facilita la reducción de NO_x mediante el agente reductor para formar nitrógeno elemental (N_2) y agua.

20 La desulfuración del gas de combustión, por ejemplo la eliminación de SO_2 , puede llevarse a cabo mediante la aplicación de procedimientos conocidos en los que el SO_2 producido en el proceso de combustión se oxida a SO_3 . Esto se hace antes de la exposición de los gases de combustión al catalizador de reducción. El SO_3 puede entonces ser absorbido en una solución alcalina y retirarse del proceso, por lo general, en forma de yeso.

25 Los gases de combustión de los procesos de combustión también contienen típicamente partículas volantes de cenizas que se forman durante el proceso de combustión. Las cenizas volantes y otras partículas pueden acumularse en el catalizador RCS en o sobre los diversos componentes del sistema RCS. La eliminación de las cenizas volantes del gas de combustión puede implicar diversas tecnologías en función de las propiedades físicas de las cenizas volantes. Las propiedades físicas de las cenizas volantes varían en función del tipo de combustible y de las condiciones de funcionamiento en los procesos térmicos. La ceniza volante puede variar de un polvo fino a grandes partículas de ceniza (LPA, también conocidas como "cenizas de palomitas de maíz", de aproximadamente 0,1 cm a aproximadamente 2,5 cm) y puede desarrollarse en trozos grandes gruesos (de aproximadamente 2,5 cm a aproximadamente 13 cm o incluso mayor) cuando se acumula en o sobre la superficie y pasadizos del catalizador RCS o en los componentes del sistema RCS. Los diversos tipos de cenizas volantes se forman en la caldera y se transportan fácilmente al reactor de RCS causando la acumulación y la obstrucción de los diversos componentes del sistema RCS, lo que puede conducir a uno o más de lo siguiente:

35 una mala distribución de los gases de combustión, pérdida del rendimiento catalítico a través de la pérdida del potencial del DeNO_x disponible, escape de NH_3 inaceptable, caída de la presión excesiva y daños por erosión del catalizador. La fina ceniza volante en polvo se puede eliminar usando Precipitadores Electro Estáticos (ESP), que normalmente se instalan aguas arriba y/o aguas abajo del sistema RCS dependiendo de la disposición RCS (es decir, con mucho polvo, poco polvo o una disposición final en cola). La LPA, también conocida como ceniza de palomitas de maíz, se puede recoger antes del reactor RCS por medio de pantallas de LPA, que normalmente se encuentran en la corriente de gas de combustión entre la salida del economizador y la entrada del RCS.

40 A pesar de las tecnologías anteriormente mencionadas, la eliminación de cenizas volantes puede no ser suficiente para proteger el catalizador o los diversos componentes del sistema RCS de obstrucciones o acumulación de partículas de cenizas volantes, lo que puede conducir a la pérdida prematura del rendimiento del RCS. Por ejemplo, el polvo suelto puede tapan los canales de los catalizadores de tipo panal de abeja y de tipo ondulado, volviéndose los canales individuales, en parte o totalmente, inaccesibles para los gases de combustión. Además, las partículas de ceniza volante gruesas y las LPA se pueden depositar en la parte superior del módulo de catalizador o en otros componentes del sistema, bloqueando el paso de los gases de combustión a través de los módulos del catalizador RCS tipo panal de abeja, placas, u ondulado y el acceso a las superficies catalíticas. Las cenizas palomitas de maíz pueden viajar por dentro de los canales de los catalizadores RCS tipo panal de abeja, ondulados, o de placa y depositarse en el canal donde pueden quedarse encajadas entre las paredes del canal, bloqueando el flujo de gases de combustión y proporcionando un entorno para que más partículas de ceniza voladoras se acumulen y taponen el canal. El resultado puede ser un catalizador con un taponamiento que va desde 5% a 100% y la reducción de la eficiencia de eliminación del NO_x .

55 Además, en general se sabe, en la regeneración de los catalizadores RCS, que la limpieza física del catalizador para eliminar cualquier ceniza volante suelta acumulada en el marco del módulo, marco de la caja, en la parte superior del catalizador y dentro de los diversos pasajes del catalizador, por ejemplo, obstrucciones dentro de los canales de catalizador, es un paso importante antes de un posterior proceso químico húmedo a base de regeneración. La eliminación de obstrucciones de ceniza volante antes de la regeneración química en húmedo asegura que las

partículas de ceniza volantes sueltas no se meten en los tanques de tratamiento o se acumulan en las soluciones químicas utilizadas durante los procesos de regeneración, donde las partículas de ceniza volante podrían potencialmente causar problemas, tales como equipos obstruidos, equipos dañados debido a los efectos abrasivos de la ceniza volante y una reducción de la eficacia de los productos químicos en el proceso. Por lo tanto, la reducción de la cantidad de partículas de ceniza volantes sueltas da como resultado menores tasas de descarga de las soluciones químicas, ahorros en soluciones químicas y prevención de fallos mecánicos debido a corrosiones abrasivas. Además, la eliminación de las cenizas volantes anterior al tratamiento químico en húmedo también puede disminuir la acumulación de venenos del catalizador, tales como hierro, en los tanques de tratamiento.

Las estructuras del catalizador RCS, tales como catalizadores de panal de abeja, de placa, y ondulados se limpian normalmente en seco usando una aspiradora, soplando con aire comprimido, o limpiando manualmente utilizando rascadores y dispositivos de hurgado de diversas conformaciones y formas. El documento JP-A-07116523 describe la limpieza de un catalizador usando un ventilador de succión para succionar el aire con partículas granulares a través del catalizador. Sin embargo, hacer eso con el catalizador RCS puede dar como resultado la obstrucción canales del catalizador con las partículas granulares. De forma similar, el documento JP-A-02026644 describe la limpieza de un catalizador DeNOx mediante la pulverización de un medio de grano y aire contra el catalizador. El documento EP 2.203.028 describe poner en contacto un catalizador DeNOx con partículas abrasivas fluidizadas. Este método es, no obstante, no utilizable para catalizadores RCS grandes.

El documento JP-A-2003-47862 describe un método de eliminación y recuperación de material inflamable unido a un catalizador por medio del chorreado con hielo seco.

Los catalizadores RCS también pueden ser lavados a presión para eliminar tapones de cenizas volantes. Sin embargo, el lavado a presión del catalizador puede disolver los venenos del catalizador presentes en la ceniza volante (por ejemplo, hierro) y depositarlos en la superficie del catalizador o la superficie de otros componentes en el sistema RCS. Además, el agua del lavado a presión puede reaccionar con el SO₃ en el catalizador o en la ceniza volante para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄), que es corrosivo para el marco del módulo y las superficies del material del soporte del catalizador de placa y puede dar como resultado una mayor liberación de hierro cuando el módulo se deja secar en el medio ambiente. El agua del lavado a presión también puede causar que la ceniza volante se endurezca dentro de los canales y entre las placas, si se deja secar.

Por lo tanto, sigue habiendo una necesidad de métodos de limpieza físicos secos adicionales y eficaces no sólo para eliminar cenizas volantes de un catalizador RCS y un sistema, sino también para abrir y desentramponar los canales del catalizador y proporcionar una superficie del catalizador accesible antes de un rejuvenecimiento químico en húmedo o proceso de regeneración. Además, hay una necesidad de métodos de eliminación de ceniza volante alternativos que se pueden aplicar al catalizador RCS in situ, cuando el catalizador todavía está instalado in situ en el reactor de RCS, o ex situ, donde se elimina el módulo de catalizador del reactor y se trata ya sea in situ o en una instalación de regeneración.

35 Breve descripción

La presente descripción proporciona métodos para la eliminación de partículas acumuladas, tales como tapones de ceniza volante, a partir de un catalizador RCS o en o sobre los diversos componentes en un sistema de RCS.

De acuerdo con una primera realización, la presente descripción proporciona un método para eliminar las partículas acumuladas de uno o más componentes de un sistema RCS. El método comprende tratar un catalizador RCS con una corriente de chorro que comprende un gas portador a presión e hielo seco como medio de chorro particulado dirigido a un lado de la entrada del gas de combustión del catalizador RCS, en el que el catalizador RCS tiene una estructura de catalizador seleccionada del grupo que consiste en un catalizador de panal de abeja, un catalizador ondulado, y un catalizador de placa; la estructura del catalizador tiene canales entre las superficies catalíticas o los espacios abiertos entre las placas del catalizador, y eliminar al menos una porción de la obstrucción de cenizas volantes de los canales o espacios abiertos del catalizador RCS.

Descripción de los dibujos

Las diversas realizaciones de la presente descripción se comprenderán mejor cuando se lean conjuntamente con las siguientes figuras, en donde:

La Figura 1A ilustra un catalizador de RCS de panal de abeja con obstrucciones de cenizas volantes antes del tratamiento y la Figura 1B muestra el mismo catalizador de RCS de panal de abeja después del tratamiento con proyección de hielo seco de acuerdo con una realización de la presente descripción;

La Figura 2A ilustra un catalizador de RCS de panal de abeja con obstrucciones de cenizas volantes antes del tratamiento con una inserción que muestra un bloque eliminado de catalizador para el análisis de XRF y la Figura 2B muestra el mismo catalizador RCS de panal de abeja después del tratamiento con proyección de hielo seco de acuerdo con una realización de la presente descripción;

La Figura 3A ilustra un catalizador RCS ondulado con obstrucciones de cenizas volantes antes del tratamiento y la Figura 3B muestra el mismo catalizador RCS ondulado después del tratamiento con proyección de hielo seco de acuerdo con una realización de la presente descripción;

5 La Figura 4A ilustra un catalizador de RCS de panel de abeja con obstrucciones de cenizas volantes antes del tratamiento y la Figura 4B muestra el mismo catalizador RCS de panel de abeja después del tratamiento con proyección de hielo seco de acuerdo con una realización de la presente descripción;

La figura 5A ilustra un catalizador RCS de placa con obstrucciones de cenizas volantes antes del tratamiento y la Figura 5B muestra el mismo catalizador RCS de placa después del tratamiento con proyección de hielo seco de acuerdo con una realización de la presente descripción;

10 La Figura 6 muestra un catalizador RCS de panel de abeja que tiene depósitos de color naranja donde una sección del catalizador ha sido tratada con un medio de limpieza con chorro abrasivo de acuerdo con una realización de la presente descripción para eliminar uno o más compuestos de color naranja a partir de la superficie frontal del catalizador (61 - zona central superior); y

15 La Figura 7 muestra un catalizador RCS de panel de abeja que tiene depósitos de color gris donde una porción del catalizador 71 ha sido tratada con un medio de limpieza con chorro abrasivo de acuerdo con una realización de la presente descripción para eliminar uno o más compuestos coloreados grises de la superficie frontal del catalizador (véase el recuadro).

Descripción detallada

20 La presente descripción describe métodos para la eliminación de partículas o tapones acumulados a partir de uno o más componentes de un sistema RCS, tales como un catalizador RCS, utilizando una corriente de chorro que comprende un gas portador a presión e hielo seco como medio de chorro particulado. El proceso de chorro de la presente invención elimina los tapones resultantes de la acumulación de partículas de cenizas volantes en los canales del catalizador RCS del sistema RCS.

25 Aparte de los ejemplos de operación, o cuando se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de procesamiento y similares utilizados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas buscadas a obtener. Por lo menos, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro numérico debe al menos interpretarse a la luz del número de dígitos significativos y aplicando las técnicas de redondeo ordinarias.

30 A pesar de que los intervalos y parámetros numéricos que se exponen para el amplio alcance de la descripción sean aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se dan a conocer tan precisamente como sea posible. Cualquiera de los valores numéricos, sin embargo, puede contener algunos errores, tales como, por ejemplo, errores de los equipos y/o de los operadores, lo que resulta necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus respectivas mediciones de ensayo.

35 También, debe entenderse que cualquier intervalo numérico citado en el presente documento pretende incluir todos los subintervalos incluidos en el mismo. Por ejemplo, un intervalo de "1 a 10" pretende incluir todos los subintervalos entre (e incluyendo) el mínimo valor enumerado de 1 y el máximo valor enumerado de 10, es decir, que tiene un valor mínimo igual o mayor que 1 y un valor máximo de menos de o igual a 10.

40 La presente descripción describe varias características diferentes y aspectos de la invención con referencia a diferentes ejemplos de realizaciones no limitativos. Se entiende, sin embargo, que la invención abarca numerosas realizaciones alternativas que pueden llevarse a cabo mediante la combinación de cualquiera de las diferentes características, aspectos y realizaciones descritas en el presente documento en cualquier combinación que cualquier experto ordinario en la técnica encontraría de utilidad.

Definiciones

45 Tal como se utiliza en este documento, la expresión "componentes de un sistema RCS" se refiere a equipos y componentes de combustión entre la caldera de una central eléctrica y la salida del catalizador RCS, incluyendo el módulo del catalizador RCS y cualquier equipo expuesto a los gases de combustión, incluyendo, por ejemplo, el material del catalizador y las superficies, pantallas de LPA, rejillas de rectificadores de gases de combustión aguas arriba o aguas abajo del catalizador RCS, prototipos de catalizadores instalados en cualquier punto del sistema RCS y estructuras de soporte del sistema RCS y del catalizador (que sujetan los módulos del catalizador u otros componentes del sistema RCS en su lugar), que entran en contacto con los gases de combustión y partículas, tales como partículas de cenizas volantes.

5 Tal como se utiliza en este documento, la expresión "catalizador RCS" se refiere a un catalizador de reducción catalítico selectivo diseñado para la eliminación de NO_x de los gases de combustión producidos durante procesos de combustión para la producción de electricidad en plantas de energía que utilizan combustibles fósiles y/o biocombustibles y/o biomasa y durante la incineración de residuos domésticos. El catalizador RCS utiliza un reactivo reductor, tal como amoníaco, inyectado en la corriente del gas de combustión y enviado a través de una cámara de reacción catalítica donde los materiales catalíticos facilitan la reducción de los diversos componentes de NO_x en el gas de combustión con el agente reductor para formar nitrógeno elemental y agua. Los catalizadores RCS también pueden ser llamados "catalizadores DeNO_x". Los catalizadores RCS tienen típicamente una estructura que comprende una configuración de catalizador de tipo panal de abeja, una configuración de catalizador de tipo ondulado, y una configuración de catalizador tipo placa que maximiza el área de la superficie catalítica. Mientras que las estructuras de catalizador citadas son más comunes en la técnica, son posibles otras estructuras de catalizador y conformaciones y se incluyen dentro del alcance de la presente invención y se incluyen en la definición de "catalizador RCS". Tal como se utiliza en este documento, la expresión "catalizador RCS" incluye el material catalítico, el sustrato del catalizador (tal como, pero no limitado a, óxido de titanio), el material de soporte del catalizador (tal como, pero no limitado a, malla de metal, por ejemplo, en el del tipo de catalizadores de placa), la estructura de soporte del catalizador, así como toda estructura que sostenga la estructura de soporte que forma el módulo del catalizador.

20 Tal como se utiliza en este documento, el término "canales", cuando se utiliza en referencia a un catalizador RCS, significa los espacios abiertos entre las superficies catalíticas del catalizador RCS, por ejemplo, los canales de un catalizador de panal de abeja o de un catalizador ondulado y entre las placas de un catalizador de tipo placa.

25 Tal como se utiliza en este documento, el término "partículas" incluye, pero no se limita a, subproductos de la combustión, tales como cenizas volantes, y componentes metálicos u otros del reactor o de las estructuras de combustión. El tamaño de las partículas puede variar de un polvo fino (que tiene un tamaño tan pequeño como aproximadamente 1 µm) a partículas grandes (que tienen un tamaño de aproximadamente 5 pulgadas (0,127 m) o incluso más grandes).

Tal como se utiliza en este documento, la expresión "cenizas volantes" significa un subproducto de la combustión producido en la operación de centrales eléctricas y puede incluir las cenizas volantes de cualquier tamaño, que van desde finas cenizas volantes en polvo, grandes cenizas en partículas (LPA, también llamadas "cenizas palomitas") y pedazos gruesos grandes de ceniza.

30 Tal como se utiliza en este documento, la expresión "medio de chorro de partículas" significa cualquier medio de partículas adecuado que pueda ser expulsado hacia una superficie o contaminante usando un gas portador a presión. El medio de chorro de partículas puede tener un tamaño que varía de aproximadamente 0,05 mm hasta 20 mm.

35 Tal como se utiliza en este documento, la expresión "hielo seco" significa dióxido de carbono sólido (CO₂) y puede estar en la forma de un polvo, partículas de hielo secas o peletes y que tienen un tamaño que varía de aproximadamente 0,05 mm hasta 20 mm.

Tal como se utiliza en este documento, la expresión "in situ" significa mientras está instalado en la ubicación normal de operación y la expresión "ex situ" desinstalado o retirado de la ubicación normal de operación.

40 Todos los porcentajes y relaciones se calculan en peso salvo que se indique lo contrario. Todos los porcentajes y relaciones se calculan en base a la composición total, salvo que se indique lo contrario.

45 Se debe entender que cada limitación numérica máxima dada a lo largo de esta memoria descriptiva incluye cada limitación numérica inferior, como si tales limitaciones numéricas inferiores estuvieran expresamente escritas en el presente documento. Cada limitación numérica mínima dada a lo largo de esta memoria descriptiva incluirá cada limitación numérica superior, como si dichas limitaciones numéricas superiores estuvieran escritas expresamente en el presente documento. Cada intervalo numérico dado a lo largo de esta memoria descriptiva incluirá cada intervalo numérico más limitado que esté dentro de dicho intervalo numérico más amplio, como si tales intervalos numéricos más estrechos estuvieran escritos todos expresamente en este documento.

Método de chorro

50 La presente descripción proporciona un método para eliminar las partículas acumuladas de uno o más componentes de un sistema RCS. De acuerdo con diversas realizaciones, los métodos pueden comprender tratar los uno o más componentes de un sistema RCS con una corriente de chorro dirigida a al menos una superficie de los uno o más componentes y eliminar al menos una parte de las partículas acumuladas de los uno o más componentes. La corriente de chorro de acuerdo con las diversas realizaciones puede comprender un gas portador a presión y hielo seco como medio de chorro de partículas.

55 Los métodos descritos en este documento están diseñados para eliminar las partículas acumuladas de los uno o más componentes, tales como partículas seleccionadas del grupo que consiste en partículas de ceniza volante, componentes metálicos de las estructuras de los reactores o de combustión, material de embalaje de entre el

catalizador y el bastidor del módulo, material de aislamiento de los conductos, partículas procedentes de otras fuentes en el sistema y combinaciones o cualquiera de los mismos. Por ejemplo, durante los procesos de combustiones en las plantas de combustibles fósiles o centrales eléctricas encendidas con biomasa, el gas de combustión de escape de la combustión que comprende la ceniza volante se produce y agota de la central eléctrica.

5 Antes de salir de la planta de energía, el gas de combustión pasa a través de una variedad de pasos incluyendo un sistema RCS diseñado para eliminar ciertos componentes, tales como óxidos de nitrógeno (NO_x), del gas de combustión. Las partículas de las cenizas volantes pueden depositarse o de otro modo quedarse atrapadas en o sobre las diversas superficies de los diversos componentes del sistema RCS, incluyendo, por ejemplo, en el catalizador RCS o en los diversos pasajes del catalizador RCS. Además, los fallos mecánicos o las roturas de

10 ciertos componentes del sistema de combustión de la planta de energía pueden dar como resultado componentes metálicos pequeños (tales como, por ejemplo, tuercas y/o pernos o piezas metálicas rotas), materiales de embalaje entre el catalizador y/o entre el catalizador y el bastidor del módulo, materiales de aislamiento de los conductos, y otros materiales que pueden quedarse atrapados en o sobre el sistema de RCS o el catalizador RCS. La acumulación de estas partículas da como resultado la disminución de la actividad catalítica y la eliminación de estas

15 partículas es necesaria para regenerar el catalizador RCS y disponer de un sistema con un rendimiento óptimo. Las partículas de cenizas volantes que pueden acumularse en las estructuras y las superficies del sistema de RCS puede tener una variedad de tamaños, de polvo de cenizas volantes o polvo a grandes cenizas de partículas (LPA o ceniza de palomitas de maíz) que tienen un tamaño de aproximadamente 0,1 cm a aproximadamente 2,5 cm a grandes piezas de ceniza volante gruesas que tienen un tamaño de aproximadamente 2,5 cm a aproximadamente

20 13 cm o incluso más grandes.

Según diversas realizaciones, la corriente de chorro comprende un gas portador a presión que impulsa al medio de chorro de partículas a al menos una superficie de los uno o más componentes del sistema RCS. El gas portador puede ser cualquier gas adecuado que puede ser presurizado. Los ejemplos de gases portadores adecuados incluyen, pero no se limitan a, aire, nitrógeno, dióxido de carbono, gases inertes o nobles, y mezclas de cualquiera

25 de los mismos. El gas portador puede ser presurizado a una presión suficiente para hacer que la corriente de chorro salga de la boquilla del dispositivo de chorro a una presión que varía de aproximadamente 120 KPa (17,4 psig) a aproximadamente 27579 KPa (4000 psig) (de aproximadamente 900 torr a aproximadamente $2,07 \times 10^5$ torr). En realizaciones específicas, el gas portador a presión puede ser aire. De acuerdo con ciertas realizaciones, el aire a presión puede tener un punto de rocío que oscila entre aproximadamente 0°C y aproximadamente 38°C . Numerosas configuraciones de boquillas diferentes pueden ser utilizadas para tratar el sistema RCS incluyendo configuraciones de boquilla que permiten el acceso a las pequeñas grietas en el sistema y a los canales del panel de abeja u ondulados en un catalizador RCS.

30

El medio de chorro de partículas es partículas de hielo seco ($\text{CO}_2(\text{s})$). De acuerdo con estas realizaciones, el uno o más componentes del sistema RCS se puede limpiar con un sistema de chorro de hielo seco. Los sistemas de chorro de hielo seco adecuados incluyen tanto sistemas de chorro de hielo seco de dos mangueras y de una sola

35 manguera.

El chorro de hielo seco puede ser particularmente adecuado para limpiar los componentes de un sistema RCS, incluyendo un catalizador RCS, e implica propulsar partículas de hielo seco, tales como peletes, en la superficie u objeto a limpiar a una velocidad extremadamente alta. Las partículas reales de hielo seco son más suaves y menos densas que muchos medios a chorro convencionales. En el impacto, las partículas de hielo seco se subliman casi inmediatamente, transmitiendo la energía cinética mínima a la superficie en el impacto y produciendo la abrasión mínima. Además, el proceso de sublimación absorbe una gran cantidad de calor de la superficie, produciendo tensiones de corte debido al choque térmico. Se cree que esto mejora el rendimiento de limpieza de las partículas de hielo seco ya que la capa superior de las cenizas volantes u otro contaminante se espera que transfiera más calor

40 que el sustrato subyacente y por lo tanto, que se desprenda más fácilmente. La eficiencia y eficacia del proceso de chorro pueden depender de la conductividad térmica del sustrato y el contaminante. Además, los rápidos cambios en el estado de sólido a gas también pueden causar ondas de choque microscópicas, que también se cree que ayudan al desprendimiento y a la eliminación de los contaminantes de partículas. Una ventaja adicional del medio de chorro con hielo seco es que, debido a que las partículas de hielo seco se subliman directamente en un gas, el proceso de

45 chorro no deja ningún residuo químico en la superficie del componente de RCS.

50

De acuerdo con diversas realizaciones, los métodos descritos en este documento son eficaces en la eliminación de la materia en partículas acumulada, tales como partículas de cenizas volantes, de uno o más componentes de un sistema RCS. De acuerdo con ciertas realizaciones, el tratamiento de los uno o más componentes puede dar lugar a la eliminación de hasta aproximadamente el 100% de las partículas acumuladas del componente del sistema RCS.

55 En otras realizaciones, los métodos pueden eliminar de aproximadamente 25% a aproximadamente 100% de las partículas acumuladas, y en otras realizaciones de aproximadamente 50% a aproximadamente 100% o incluso de 70% a aproximadamente 100% de las partículas acumuladas. En ciertas realizaciones en las que están bloqueados uno o más canales del catalizador, el método de tratamiento puede eliminar todo el tapón o, alternativamente, eliminar al menos una parte del tapón (por ejemplo, mediante el craqueo del material de taponamiento o la creación de un agujero en el tapón), de modo que los productos químicos y soluciones en el proceso de tratamiento químico en húmedo pueden ponerse en contacto con porciones del material del tapón restante y eliminar adicionalmente al

60 menos una porción del material en partículas restante (tales como las cenizas volantes) y/o de manera que los componentes de tratamiento químico en húmedo utilizados en el proceso de rejuvenecimiento/regeneración puedan

acceder y rejuvenecer/regenerar las superficies del catalizador en el canal detrás del tapón o cubierto por el material del tapón.

Las diversas realizaciones de la presente descripción permiten tratar el componente del sistema de RCS in situ mientras que el componente está instalado todavía en su ubicación normal de operación. El tratamiento del componente in situ permite la eliminación de las partículas: materiales sin el coste adicional de la retirada del componente y/o el transporte del componente a una instalación de limpieza. El uso del chorro de hielo seco del componente del sistema de RCS es particularmente adecuado para el tratamiento in situ para eliminar los materiales en partículas, ya que el medio de chorro de las partículas de hielo seco sublima a temperatura ambiente dejando el material no de chorro que debe ser limpiado o eliminado del sistema RCS después del tratamiento. Los presentes métodos proporcionan la capacidad para una limpieza en seco in situ del componente de RCS o un catalizador RCS, donde la contaminación física (es decir, la presencia de materiales en partículas) es mayor que la contaminación química, extendiendo así la vida útil de operación del catalizador entre la extracción y la limpieza/regeneración. Alternativamente, el componente puede ser tratado ex situ con el componente retirado de su ubicación normal de operación. Debido a la naturaleza portátil del método de tratamiento, una vez que el componente ha sido retirado de la ubicación de la operación, se puede tratar en el lugar con el consiguiente ahorro en los costos de transporte. En otras realizaciones, el componente puede ser transportado fuera del sitio a una instalación de tratamiento y tratarse con los métodos descritos en el presente documento y, potencialmente, otros procesos de tratamiento o de regeneración de la planta de tratamiento.

En realizaciones específicas, el componente del sistema RCS puede comprender un catalizador de RCS. Los catalizadores RCS pueden tener una estructura de catalizador de tipo panal que tiene una pluralidad de canales a través de los cuales los gases de combustión pueden moverse y reaccionar con el catalizador sobre las superficies de los canales. En otras realizaciones, el catalizador RCS puede tener una estructura de catalizador de tipo ondulado que tiene ondulaciones que forman canales a través de los cuales los gases de combustión pueden moverse y reaccionar con el catalizador en las superficies de los canales. En otras realizaciones, el catalizador RCS puede tener una estructura de catalizador del tipo de placa con una pluralidad de estructuras de placas paralelas con espacios entre las placas a través de los cuales los gases de combustión pueden moverse y reaccionar con el catalizador en las superficies de las placas. En cada uno de estos tipos de catalizadores, las cenizas volantes y otras partículas se pueden atascar o quedarse encajadas en los canales o espacios, lo que lleva a tapones de cenizas volantes que pueden restringir el flujo de los gases de combustión y limitar el acceso a las superficies catalíticas. Por lo tanto, tratar el catalizador RCS para eliminar las partículas acumuladas es importante para el rendimiento catalítico óptimo. Además, los presentes métodos permiten la eliminación de las partículas acumuladas para hacer a los canales abiertos y accesibles para los productos químicos aplicados en los procesos de regeneración posteriores.

Dependiendo del tipo de uso del catalizador RCS, por ejemplo, pero no limitado a, el tipo de combustible quemado en la planta de energía y la cantidad de tiempo que el catalizador RCS se ha instalado antes de tratar, los canales del catalizador RCS pueden estar parcial o completamente bloqueados con materiales de partículas, tales como cenizas volantes. En ciertas realizaciones, los canales del catalizador de RCS pueden tener un taponamiento en tanto por ciento que varía desde aproximadamente 10% hasta aproximadamente 100% y en otras realizaciones el porcentaje de taponamiento puede variar de aproximadamente 50% a aproximadamente 100%.

En las realizaciones para tratar el catalizador RCS, el catalizador RCS puede ser tratado en cualquier posición que efectúe la eliminación de las partículas acumuladas. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el catalizador RCS puede ser tratado en una posición vertical, es decir, cuando los canales estén orientados en una dirección vertical. En esta realización, el RCS puede ser tratado en una posición vertical in situ, mientras está todavía instalado en el sistema RCS, ya que el módulo del catalizador RCS se instala típicamente en una orientación vertical. En otras realizaciones, el módulo del catalizador RCS puede estar orientado in situ en una orientación horizontal y se puede tratar in situ en la orientación horizontal. Alternativamente, el catalizador RCS puede ser tratado en una posición vertical en una instalación de tratamiento, por ejemplo mientras está colocado en una mesa con una tapa de rallado que permite a las cenizas volantes y otras partículas caer por gravedad fuera del módulo en el suelo o en un dispositivo de recogida una vez desprendidas por el proceso de limpieza. De acuerdo con otra realización, el catalizador RCS puede ser tratado en una posición horizontal, es decir, cuando los canales están orientados en una dirección horizontal. Tratar el catalizador RCS en la posición horizontal, por ejemplo ex situ, puede permitir más fácilmente la dirección de la boquilla del equipo de chorro en o dentro de los canales del catalizador RCS.

El catalizador RCS tiene un lado de entrada del gas de combustión (es decir, el lado del catalizador con los canales dirigidos hacia la fuente del gas de combustión) y un lado de salida del gas de combustión (es decir, el lado del catalizador con los canales dirigidos lejos de la fuente del gas de combustión). De acuerdo con una realización, tratar el catalizador RCS puede comprender dirigir la corriente de gas portador a presión y el medio de chorro de partículas en el lado de entrada de los gases de combustión del catalizador RCS. De acuerdo con otra realización, tratar el catalizador RCS puede comprender dirigir la corriente de gas portador a presión y el medio de chorro de partículas en el lado de salida de gases de combustión del catalizador RCS. Aún otras realizaciones de los métodos pueden implicar dirigir alternativamente la corriente en la entrada del gas de combustión y el lado de salida de los

gases de combustión. Todas estas realizaciones están diseñadas para maximizar el desplazamiento del material en partículas acumulado en el catalizador RCS y dentro de los canales.

5 Todavía otras realizaciones del método de la presente descripción pueden comprender la eliminación de al menos una parte de uno o más depósitos de color desde un extremo del catalizador RCS usando la corriente de chorro. Mientras está en uso, el catalizador RCS puede desarrollar depósitos de color, tales como un depósito de color rojizo o color naranja o un depósito de color gris, en las superficies del catalizador. Tales depósitos de color pueden ser el resultado de compuestos de metales o de otros contaminantes en el gas de combustión que proviene de la combustión de diferentes tipos de combustibles o combustibles de diversas fuentes; de las superficies interiores del material del conducto de humos, por ejemplo, debido a los efectos abrasivos de las cenizas volantes; o de otras 10 fuentes. Los contaminantes pueden incluir metales u otros contaminantes de combustible que se vaporizan durante el proceso de combustión o de abrasión del material del conducto y se depositan en la superficie del catalizador. Por ejemplo, se cree que el color rojizo puede ser debido a la deposición de contaminantes que contienen hierro. Los compuestos de hierro y/o sales de hierro pueden unirse física y químicamente a la superficie del catalizador reduciendo aún más el rendimiento del catalizador. Las investigaciones sugieren que los iones de hierro pueden ser la causa principal de una mayor y no deseada conversión de SO_2 en SO_3 durante el funcionamiento regular del catalizador RCS en la planta de energía. El SO_3 puede entonces reaccionar con agua en el gas de combustión para formar ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico puede entonces reaccionar con los componentes aguas abajo del sistema de emisión de gases de combustión corroyendo u oxidando los componentes, lo que puede conducir potencialmente al fallo de algún componente.

20 La eliminación de uno o más compuestos de color se puede efectuar por tratamiento del catalizador con la corriente de chorro. Tratar el catalizador RCS, por ejemplo, en el lado de entrada de los gases de combustión del catalizador RCS con la corriente de chorro de acuerdo con las diversas realizaciones descritas en este documento puede eliminar al menos una parte de los depósitos de color en las superficies tratadas. Del mismo modo, el lado de salida del gas de combustión también se puede tratar para eliminar los depósitos de color. La eliminación de los depósitos de color se puede efectuar a una profundidad dentro de los canales de hasta 20 mm, o en otras realizaciones hasta 25 15 mm o en ciertas realizaciones hasta 10 mm desde el lado de entrada o de salida del catalizador RCS. La eliminación de la coloración a mayor profundidad por lo general no es posible debido al acceso limitado a las superficies del catalizador más profundas dentro de los canales. En realizaciones que implican a catalizadores RCS de tipo placa donde las placas se pueden desmontar y tratarse por separado, la eliminación de al menos una porción de los uno o más compuestos de color se puede efectuar sobre toda la superficie de las placas del catalizador. Cualquier medio de chorro puede ser utilizado para eliminar al menos una parte de los depósitos de color de la superficie del catalizador RCS. Sin embargo, un medio de chorro más abrasivo, tal como partículas de óxido de aluminio, arena o partículas de sílice, partículas de carburo de silicio, vidrio molido, perlas de vidrio, perlas de plástico, piedra pómez, granalla de acero, polvo de acero, partículas de mazorca de maíz, partículas de cáscara de nuez, partículas gaseosas, escoria de carbón, y combinaciones de cualquiera de los mismos como se describe en este documento, pueden mostrar una mayor eliminación de los depósitos de color. Se debe tener cuidado para reducir al mínimo cualquier abrasión del catalizador RCS subyacente y el material de soporte del catalizador cerámico o metálico durante la extracción de uno o más de los depósitos de colores.

40 En otras realizaciones de la presente descripción, el catalizador RCS puede ser sometido además a un procedimiento de tratamiento previo o un proceso de tratamiento posterior. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, los métodos descritos en el presente documento pueden comprender además someter el catalizador RCS a uno o más procesos de limpieza en seco, ya sea antes o después de tratar el catalizador RCS con la corriente de chorro. Varios procesos de limpieza en seco para eliminar las partículas, en particular partículas sueltas, tales como partículas de cenizas volantes, incluyen, por ejemplo, pasar la aspiradora al catalizador (es decir, el uso de la succión de un dispositivo de aspiración para eliminar materiales en partículas sueltas), soplado de aire (es decir, tratar el catalizador con una corriente de aire comprimido para eliminar los materiales en partículas sueltas), agitado del catalizador para desalojar materiales en partículas sueltas, raspado de la superficie del catalizador con un raspador para eliminar los materiales en partículas, y escarbado de los canales del catalizador para eliminar materiales en partículas en el mismo. Todos estos procesos de limpieza en seco pueden ser eficaces en la 50 eliminación de una parte de los materiales en partículas. Sin embargo, ninguno de los procesos de limpieza en seco son efectivos en su totalidad en la eliminación de todos los materiales en partículas, pueden ser con mano de obra intensiva, y potencialmente pueden dañar la superficie del catalizador o el material de la estructura (por ejemplo, con arañados y raspados). Cuando se combinan con los diversos métodos de chorro descritos en este documento, los métodos de limpieza en seco citados pueden resultar en una mayor eliminación de los materiales en partículas del catalizador RCS. Por ejemplo, los métodos de la invención y los métodos de limpieza en seco pueden complementarse entre sí en desalojando, desprendiendo y eliminando materiales en partículas tales como los tapones de cenizas volantes de los canales del catalizador RCS.

60 En todavía otras realizaciones, los métodos descritos en este documento pueden comprender además someter el catalizador RCS a uno o más procesos de limpieza químicos en húmedo y un proceso de secado, ya sea antes o después de tratar el catalizador RCS con la corriente de chorro. La limpieza con productos químicos en húmedo puede incluir la limpieza para eliminar los contaminantes y los venenos de la superficie y los poros del catalizador, típicamente llamado rejuvenecimiento, y puede incluir, además, la re-impregnación del catalizador con componentes activos metálicos, típicamente llamado regeneración. Los procesos de limpieza químicos en húmedo, de

rejuvenecimiento o de regeneración pueden incluir el lavado o el tratamiento del catalizador RCS con soluciones acuosas o no acuosas para eliminar los materiales en partículas, contaminantes químicos y venenos del catalizador, por ejemplo, desalojando los materiales, disolviendo los materiales o haciéndolos reaccionar químicamente con los materiales (por ejemplo, para formar un compuesto que sea soluble en soluciones acuosas y/o disolvente de lavado). Cuando el catalizador RCS se somete a una limpieza química en húmedo, rejuvenecimiento, o proceso de regeneración antes del tratamiento de chorro descrito en el presente documento, por lo general el catalizador RCS se seca, por ejemplo, calentando y/o soplando aire caliente o seco sobre el catalizador, para eliminar cualquier humedad residual proceso de limpieza en húmedo antes de tratar el catalizador para el tratamiento de chorro. El secado puede incluir un proceso de calcinación en el que la temperatura a la que el catalizador se somete está en el intervalo de aproximadamente 400°C a aproximadamente 450°C.

Otros procesos de limpieza en seco específicos y de limpieza químicos en húmedo y métodos que pueden ser utilizados en combinación, ya sea antes o después de los métodos descritos en este documento, incluyen los diversos procedimientos descritos en las patentes de EE.UU. nº 6.299.695.; 6.387.836; 7.723.251; y 7.741.239 y las publicaciones de solicitud de patente de EE.UU. Nos. 2007/0161509; 2008/0115800; 2009/0209417; y 2009/0239735.

De acuerdo con las diversas realizaciones descritas en el presente documento en el que el catalizador de RCS también se somete a un proceso de limpieza en seco y/o un proceso de limpieza en húmedo, además del tratamiento de chorro descrito en el presente documento, el orden del tratamiento procesado puede variar según se desee. Por ejemplo, en una realización, el catalizador RCS se puede tratar con el proceso de chorro antes de cualquier proceso de limpieza en seco o limpieza en húmedo. En otra realización, el catalizador RCS puede ser sometido a un proceso de limpieza en seco y después ser tratado con el proceso de chorro descrito en este documento y, opcionalmente, después ser tratado con un proceso de limpieza químico en húmedo. En aún otra realización, el catalizador RCS puede ser sometido a un proceso de limpieza en seco y un proceso de limpieza en húmedo y después secarse y/o calcinarse y tratarse con un proceso de chorro como se describe en este documento.

En realizaciones específicas, el catalizador RCS puede ser opcionalmente regenerado más, por ejemplo, re-impregnando el catalizador RCS con uno o más compuestos de metal catalíticamente activos. La re-impregnación del catalizador RCS se puede hacer sobre el catalizador húmedo o, alternativamente, después de que el catalizador se haya secado. Por ejemplo, durante el uso previsto (es decir, en la eliminación de uno o más componentes del gas de la planta de energía de combustión) y/o durante los diversos procesos de tratamiento/regeneración del catalizador, la actividad catalítica del catalizador puede ser disminuida debido a, por ejemplo, la pérdida o desactivación (envenenamiento) de una porción de los uno o más compuestos de metales catalíticamente activos en el catalizador RCS. La re-impregnación del catalizador RCS regenerado puede incluir la impregnación con uno o más compuestos de metal catalíticamente activos, tales como óxidos de estos metales, seleccionados de entre el grupo que consiste en compuestos de vanadio, compuestos de molibdeno, y compuestos de tungsteno. En otras realizaciones, el catalizador RCS regenerado puede además ser re-calcinado, por ejemplo, para mejorar la resistencia mecánica y la integridad estructural del catalizador regenerado.

Las realizaciones específicas de la presente descripción proporcionan un método para la eliminación de las partículas acumuladas de un catalizador RCS, tal como un catalizador RCS de tipo panel de abeja, ondulado, o de placas u otra estructura del catalizador RCS. El método puede comprender las etapas de tratar el catalizador RCS con una corriente de chorro que comprende un gas portador a presión y partículas de hielo seco (CO₂(s)) dirigida a al menos una superficie del catalizador RCS, y eliminar al menos una parte de las partículas acumuladas del catalizador RCS. De acuerdo con ciertas realizaciones, las partículas acumuladas pueden comprender partículas de ceniza volante, tales como polvo de ceniza volante, ceniza de partículas grandes, ceniza de palomitas de maíz, grandes cenizas pesadas y combinaciones de cualquiera de los mismos, tales como las descritas anteriormente. En realizaciones específicas, el método puede comprender además la eliminación de al menos una parte de uno o más depósitos de color desde un extremo del catalizador RCS, como se describe en el presente documento. La extracción de uno o más depósitos de color se puede efectuar o bien tratando el catalizador RCS con la corriente de chorro de hielo seco o, alternativamente, por tratamiento del catalizador RCS con una corriente de chorro que comprende un material de chorreado abrasivo, tal como se describe en este documento, después de tratar el catalizador RCS con la corriente de chorro de hielo seco. Las combinaciones de estas realizaciones del método con cualquier otro paso, proceso o característica descrita o detallada en este documento también se prevén.

La presente descripción también incluye un catalizador RCS regenerado que está sustancialmente libre de partículas de cenizas volantes, en el que el catalizador RCS ha sido regenerado a partir de un catalizador RCS que tiene de aproximadamente 15% a aproximadamente 100% de bloqueo de las partículas de cenizas volantes utilizando cualquiera de las diversas realizaciones de los métodos descritos en este documento. En una realización específica, el catalizador RCS regenerado puede tener hasta aproximadamente 100% de la obstrucción de partículas de cenizas volantes eliminada por los métodos en el presente documento, o en una realización particular de aproximadamente 10% a aproximadamente 100%, o incluso de aproximadamente 50% a aproximadamente 100% de la obstrucción de partículas de cenizas volantes eliminada. Según realizaciones particulares, el catalizador RCS que está sustancialmente libre de partículas de cenizas volantes también se puede tratar con uno o más etapas de limpieza en seco, limpieza química en húmedo, re-impregnación, o calcinación, como se detalla en el presente documento.

Aunque varias realizaciones específicas se han descrito en detalle en este documento, la presente descripción está destinada a cubrir las diversas combinaciones diferentes de las realizaciones dadas a conocer y no se limita a cualquiera de las realizaciones específicas descritas en el presente documento. Las diversas realizaciones de la presente descripción pueden entenderse mejor cuando se leen conjuntamente con los siguientes ejemplos representativos. Los siguientes ejemplos representativos se incluyen para fines de ilustración y no de limitación.

EJEMPLOS

El equipo de chorro de hielo seco y chorro abrasivo está disponible comercialmente y el equipo más comercialmente disponible sería adecuado para los métodos descritos en el presente documento. Los ejemplos de chorro de hielo seco del presente documento utilizaron un sistema de limpieza con hielo seco de Phoenix Modelo PHX150, disponible comercialmente de Phoenix Unlimited LLC, Corona, CA, junto con una boquilla SCMF rectangular, de alto flujo/210, estándar de 60,96 cm (24"), boquilla SCMF del ventilador de 35,56 cm (14") de flujo alto/175, y una fijación del fragmentador de peletes RED.

Ejemplo 1

Un módulo de catalizador RCS de panal de abeja que tenía un taponamiento promedio de cenizas volantes mayor que el 80% (Figura 1 A) se trató usando el chorreado con hielo seco, tanto en la posición de la vertical (en una mesa de limpieza) como en horizontal. Después del tratamiento, el módulo del catalizador RCS tenía menos de aproximadamente el 10% de taponamiento de cenizas volantes (Figura 1B). A pesar de que algunos canales en el catalizador RCS no fueron completamente desentaponados después del tratamiento, la ceniza volante se eliminó parcialmente de los canales dando como resultado canales abiertos y accesibles para los productos químicos de limpieza en húmedo aplicados durante las posteriores etapas de limpieza/regeneración.

Ejemplo 2

Un módulo de catalizador RCS de panal de abeja que tenía un taponamiento promedio de cenizas volantes mayor que el 90% (Figura 2A) se trató con chorro de hielo seco en posición horizontal. Después del tratamiento, el módulo del catalizador RCS tenía menos de aproximadamente el 20% de taponamiento de cenizas volantes (Figura 2B).

Para examinar el efecto del chorro de hielo seco en la composición de catalizador, se seleccionó un registro (10) del módulo de prueba (Fig. 2B recuadro) y se tomó una muestra antes del proceso de chorro y un segundo registro del módulo de prueba se retiró después del proceso de tratamiento. La entrada de las muestras se analizó utilizando la tecnología fluorescente de rayos X (XRF) tanto en la superficie del catalizador como en la masa. La Tabla 1 muestra la composición de catalizador usando XRF antes y después del tratamiento y confirma que la composición del catalizador no se ha modificado por el proceso de tratamiento.

Tabla 1: Datos XFR de la composición del catalizador RCS de panal de abeja

Compuesto	Unidad	Antes del chorro de hielo		Después del chorro de hielo	
		Entrada	Entrada	Entrada	Entrada
		Superficie	Masa	Superficie	Masa
SiO ₂	%	16,71	10,66	15,33	10,19
Al ₂ O ₃	%	2,76	2,88	3,01	2,81
Fe ₂ O ₃	%	2,68	2,39	2,98	2,73
TiO ₂	%	52,28	61,97	52,58	62,59
CaO	%	3,28	2,25	3,12	2,21
MgO	%	0,31	0,49	0,45	0,44
BaO	%	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	%	1,27	1,30	1,62	1,20
K ₂ O	%	0,49	0,67	0,49	0,60
SO ₃	%	13,08	9,43	13,16	9,25
P ₂ O ₅	%	0,42	0,41	0,40	0,41
V ₂ O ₅	%	0,22	0,27	0,24	0,25

WO ₃	%	5,65	6,88	5,82	6,96
MoO ₃	%	0,12	0,14	0,13	0,12
As	ppm	1400	814	1400	716
Cr ₂ O ₃	%	0,02	0,02	0,02	0,02

Ejemplo 3

5 Un módulo de catalizador RCS ondulado que tenía un taponamiento promedio de cenizas volantes mayor que el 40% (Figura 3A) se trató con chorro de hielo seco en la posición horizontal. Después del tratamiento, el módulo del catalizador RCS tenía menos de aproximadamente el 10% de taponamiento de cenizas volantes (Figura 3B).

Ejemplo 4

10 Un módulo de catalizador RCS de panal de abeja se trató con un proceso de rejuvenecimiento químico en húmedo, se secó y después se trató con un proceso de chorro de hielo seco en la posición horizontal. El proceso de rejuvenecimiento químico en húmedo incluye tratar el catalizador con un lavado con agua, un tratamiento cáustico, una neutralización, y un lavado de agua final en la forma de una cascada y luego un secado posteriormente. El catalizador tenía un taponamiento promedio de cenizas volantes mayor que el 25% (Figura 4A) después del tratamiento químico en húmedo y del secado pero antes del tratamiento de chorro con hielo seco. Después del tratamiento con el chorro de hielo seco, la ceniza volante se retiró casi por completo del módulo de catalizador RCS (Figura 4B).

15 Ejemplo 5

Un módulo del catalizador RCS de placa que tenía un taponamiento promedio de cenizas volantes mayor que el 95% (Figura 5A) se raspó para eliminar los trozos grandes de ceniza en el exterior y luego se trató con el chorro de hielo seco en la posición vertical. Después del tratamiento con el chorro de hielo seco, la ceniza volante se retiró casi por completo del módulo de catalizador RCS (Figura 5B).

20 Ejemplo 6

25 Un catalizador de RCS de panal de abeja se trató con la tecnología de chorro de hielo seco en la posición horizontal. Las porciones del módulo con menos del 10% de taponamiento de cenizas volantes antes de la limpieza con hielo seco se eligieron para asegurarse que la contaminación era uniforme dentro de un registro que se había retirado de del catalizador para la muestra XRF. La parte delantera y la entrada (después de 2 pulgadas (0,05 m) de dos registros de diferentes porciones del módulo se analizaron mediante tecnología XRF antes y después del tratamiento. Los resultados fueron examinados para determinar si el proceso de chorro de hielo seco cambiaba la composición química del material del catalizador. Los datos XRF del registro del módulo 1 se presentan en la Tabla 2 y los datos XRF del registro en el módulo 2 se presentan en la Tabla 3. Se puede ver de estos resultados que el chorreado con hielo seco no tuvo ningún efecto significativo sobre la composición química del catalizador. Los datos 30 indicaron que el chorro de hielo seco puede haber tenido un efecto positivo en SiO₂ y Al₂O₃ que enmascara la eliminación de la capa en el extremo frontal del catalizador.

Tabla 2: Datos XRF para la porción 1 del catalizador de panel de abeja

		Extremo frontal				Entrada después de 5,08 cm (2 pulgadas)			
		Antes del chorro con hielo		Después del chorro con hielo		Antes del chorro con hielo		Después del chorro con hielo	
		Superficie	Masa	Superficie	Masa	Superficie	Masa	Superficie	Masa
SiO ₂	%	21,12	5,57	20,88	5,52	18,62	5,20	19,77	5,10
Al ₂ O ₃	%	4,67	1,67	5,31	1,67	4,73	1,50	4,44	1,43
Fe ₂ O ₃	%	0,79	0,34	0,81	0,35	0,94	0,18	0,82	0,15
TiO ₂	%	50,70	75,40	45,21	75,81	54,89	76,73	53,61	77,16
CaO	%	3,44	2,38	4,02	2,40	2,91	2,29	3,13	2,24
MgO	%	0,18	0,15	0,16	0,15	0,18	0,13	0,18	0,13

ES 2 617 972 T3

BaO	%	1,69	3,49	1,56	3,38	2,08	3,60	1,66	3,24
Na ₂ O	%	1,12	0,20	2,19	0,15	0,82	0,11	0,88	0,10
K ₂ O	%	0,33	0,36	0,45	0,33	0,29	0,23	0,28	0,25
SO ₃	%	10,78	4,06	13,59	3,90	8,76	3,64	9,73	3,61
P ₂ O ₅	%	0,37	0,10	0,33	0,09	0,33	0,09	0,37	0,09
V ₂ O ₅	%	0,28	0,34	0,28	0,34	0,31	0,35	0,25	0,31
WO ₃	%	3,75	5,21	3,60	5,24	4,11	5,30	3,91	5,38
MoO ₃	%	0,11	0,16	0,11	0,14	0,16	0,13	0,15	0,17
As	ppm	3300	2842	3300	2600	4500	2561	4100,00	3291
Cr ₂ O ₃	%	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01

Tabla 3: Datos XRF para la porción 2 del catalizador de panel de abeja

		Extremo frontal				Entrada después de 5,08 cm (2 pulgadas)			
		Antes del chorro con hielo		Después del chorro con hielo		Antes del chorro con hielo		Después del chorro con hielo	
		Superficie	Masa	Superficie	Masa	Superficie	Masa	Superficie	Masa
SiO ₂	%	26,07	5,28	22,86	5,23	23,07	5,16	23,14	5,69
Al ₂ O ₃	%	4,84	1,51	4,32	1,48	4,30	1,49	4,02	1,79
Fe ₂ O ₃	%	0,85	0,22	0,73	0,19	0,68	0,24	0,75	0,38
TiO ₂	%	40,15	76,30	49,56	76,23	51,26	76,97	50,85	76,02
CaO	%	5,02	2,38	3,59	2,34	3,38	2,23	3,29	2,33
MgO	%	0,18	0,15	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
BaO	%	1,51	3,36	1,62	3,49	1,69	3,09	1,71	3,11
Na ₂ O	%	0,60	0,18	0,41	0,22	0,48	0,13	0,38	0,12
K ₂ O	%	0,83	0,35	0,38	0,37	0,26	0,28	0,27	0,27
SO ₃	%	14,59	3,97	10,27	4,04	9,31	3,89	8,97	3,80
P ₂ O ₅	%	0,32	0,09	0,36	0,09	0,36	0,09	0,38	0,08
V ₂ O ₅	%	0,27	0,35	0,28	0,35	0,27	0,31	0,32	0,30
WO ₃	%	3,27	5,14	3,74	5,14	3,88	5,22	3,89	5,16
MoO ₃	%	0,12	0,16	0,12	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18
As	ppm	3300	269	3400	2491	3700	2971	4200	3173
Cr ₂ O ₃	%	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01

Ejemplo 7

- 5 En este ejemplo, un catalizador RCS de panel de abeja con una decoloración del extremo delantero de color naranja se trató con la tecnología de chorro abrasivo que se describe en este documento. Un área de un módulo del catalizador RCS 61 se trató con corriente de chorro de óxido de aluminio (Figura 6 centro área superior), mientras

que las otras áreas del catalizador 62 se dejaron sin tratar. El tratamiento de chorro eliminó correctamente los depósitos de color naranja de la zona del catalizador chorreado. La penetración y eliminación del color fue de una profundidad de aproximadamente 10 mm a 15 mm desde la entrada de canal. El tratamiento causó una ligera abrasión en el material cerámico subyacente.

5 Ejemplo 8

En este ejemplo, un catalizador RCS de panal de abeja con una decoloración del extremo delantero naranja/gris se trató con la tecnología de chorro abrasivo que se describe en este documento. Una porción del catalizador RCS 71 se trató con corriente de chorro de óxido de aluminio (Figura 7) mientras que el resto del catalizador 72 se dejó sin tratar. El tratamiento del chorro eliminó con éxito los depósitos de color naranja y gris de la parte tratada del catalizador. La penetración y la eliminación del color fue a una profundidad de aproximadamente 10 mm a 15 mm desde la entrada de canal. El tratamiento causó una ligera abrasión en el material cerámico subyacente.

Reivindicaciones

1. Un método para eliminar taponamientos de cenizas volantes acumuladas en los canales de un sistema RCS que comprende:
- 5 tratar un catalizador RCS con una corriente de chorro que comprende un gas portador a presión y un medio de chorro de partículas dirigido a un lado de la entrada del gas de combustión del catalizador RCS, en el que el catalizador RCS tiene una estructura de catalizador seleccionada del grupo que consiste en un catalizador de panel de abeja, un catalizador ondulado y un catalizador de placa, y
- retirar al menos una porción del taponamiento de las cenizas volantes acumuladas de los canales del sistema RCS,
- 10 caracterizado porque el medio de chorro de partículas es un material de partículas de hielo seco.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la ceniza volante acumulada comprende materiales de partículas de taponamientos de cenizas volantes, polvo de cenizas volantes, ceniza de partículas grandes, ceniza de palomitas de maíz, trozos de cenizas volantes gruesos, o combinaciones de los mismos.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en el que la corriente de chorro se dirige al lado de la entrada del gas de combustión del catalizador RCS a través de una boquilla y la corriente de chorro sale de la boquilla a una presión que varía de aproximadamente 120 KPa (17,4 psig) a aproximadamente 27579 KPa (4000 psig) y en el que se selecciona el gas portador del grupo que consiste en aire, nitrógeno, dióxido de carbono, un gas inerte y mezclas de cualquiera de los mismos.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en donde el tratamiento del catalizador RCS se lleva a cabo en el catalizador RCS in situ mientras está instalado en la ubicación normal de operación o ex situ mientras está retirado de su ubicación normal de operación.
5. El método de la reivindicación 1, en el que el catalizador RCS se trata en al menos una de una posición vertical y una posición horizontal.
- 25 6. El método de la reivindicación 1, que comprende además someter el catalizador RCS a un proceso de limpieza en seco que comprende al menos uno de aspiración, soplado de aire, agitación del catalizador, raspado de la superficie del catalizador, o raspado del canal del catalizador para eliminar al menos una porción de las cenizas volantes acumuladas, ya sea antes o después del proceso de tratamiento.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además eliminar al menos una porción de uno o más depósitos de hierro de color de un extremo del catalizador RCS usando la corriente de chorro.
- 30 8. El método de la reivindicación 1, que comprende además someter el catalizador RCS a un proceso de limpieza químico en húmedo y secado del catalizador RCS ya sea antes o después del proceso de tratamiento.
9. El método de la reivindicación 1, que comprende además someter el catalizador RCS a un proceso de limpieza químico en húmedo y volver a impregnar el catalizador RCS con uno o más metales catalíticamente activos.

FIG. 1A

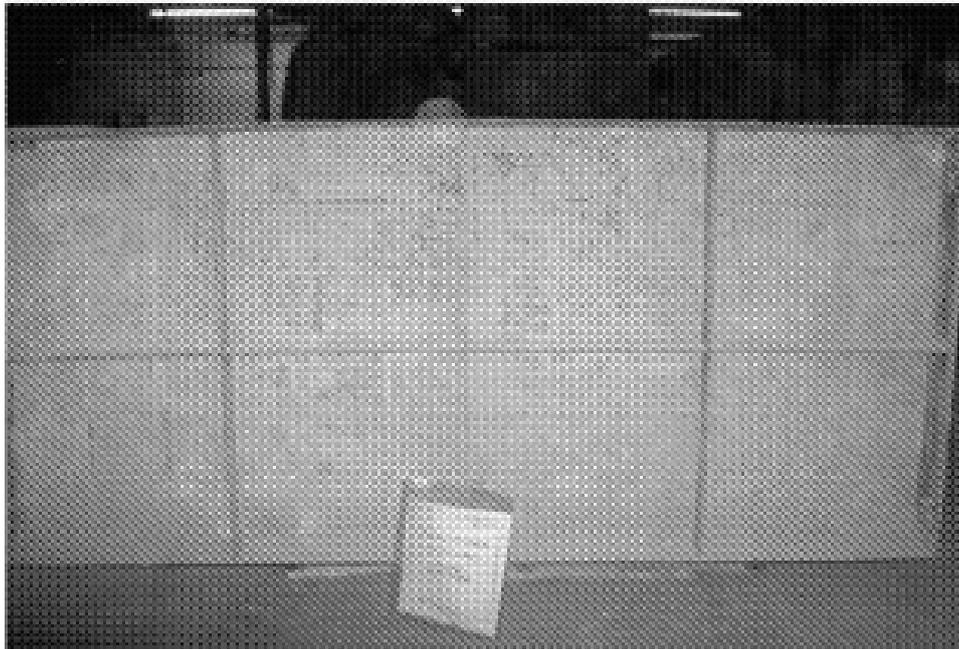


Fig. 1B



Fig. 2A

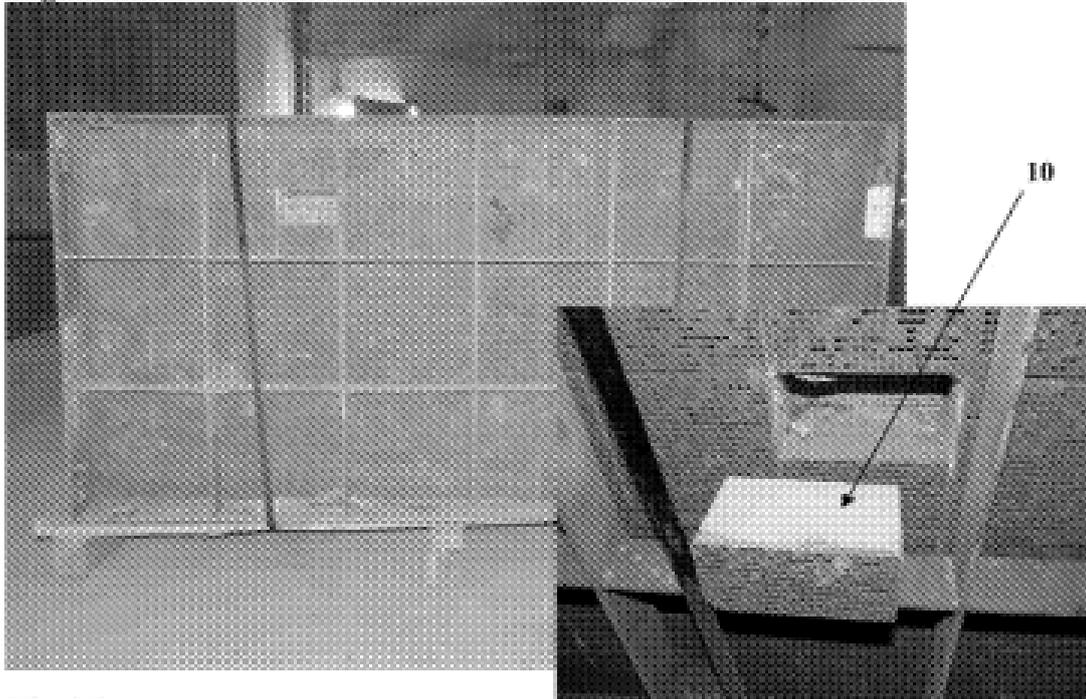


Fig 2B

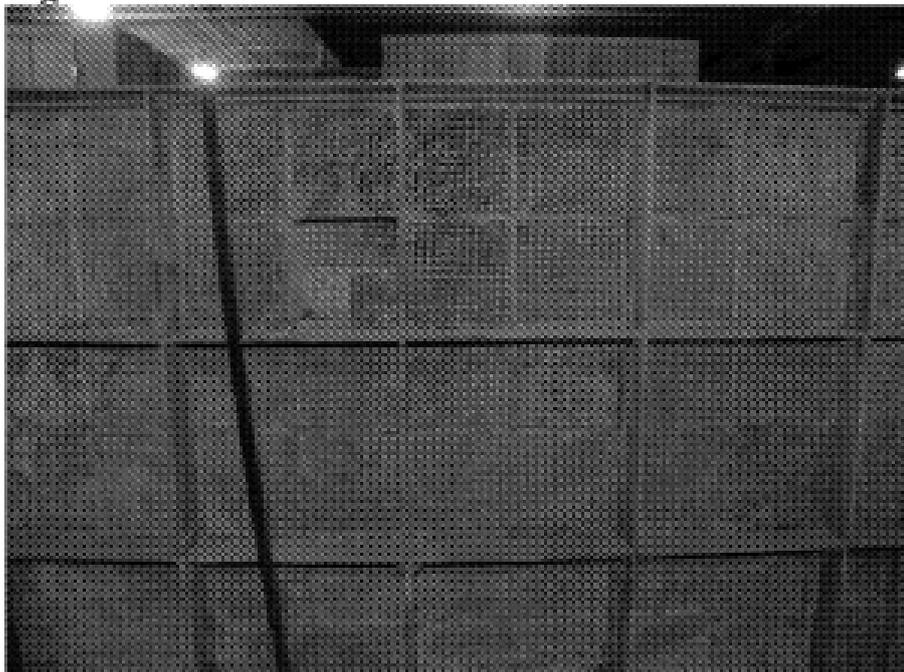


Fig. 3A

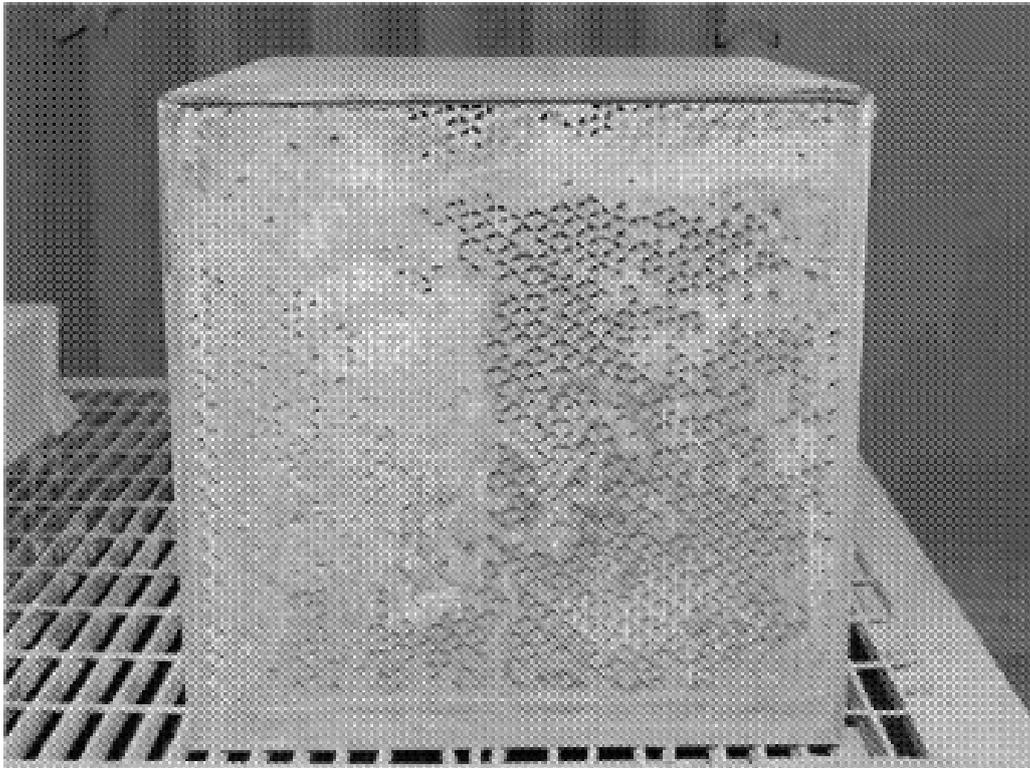


Fig. 3B

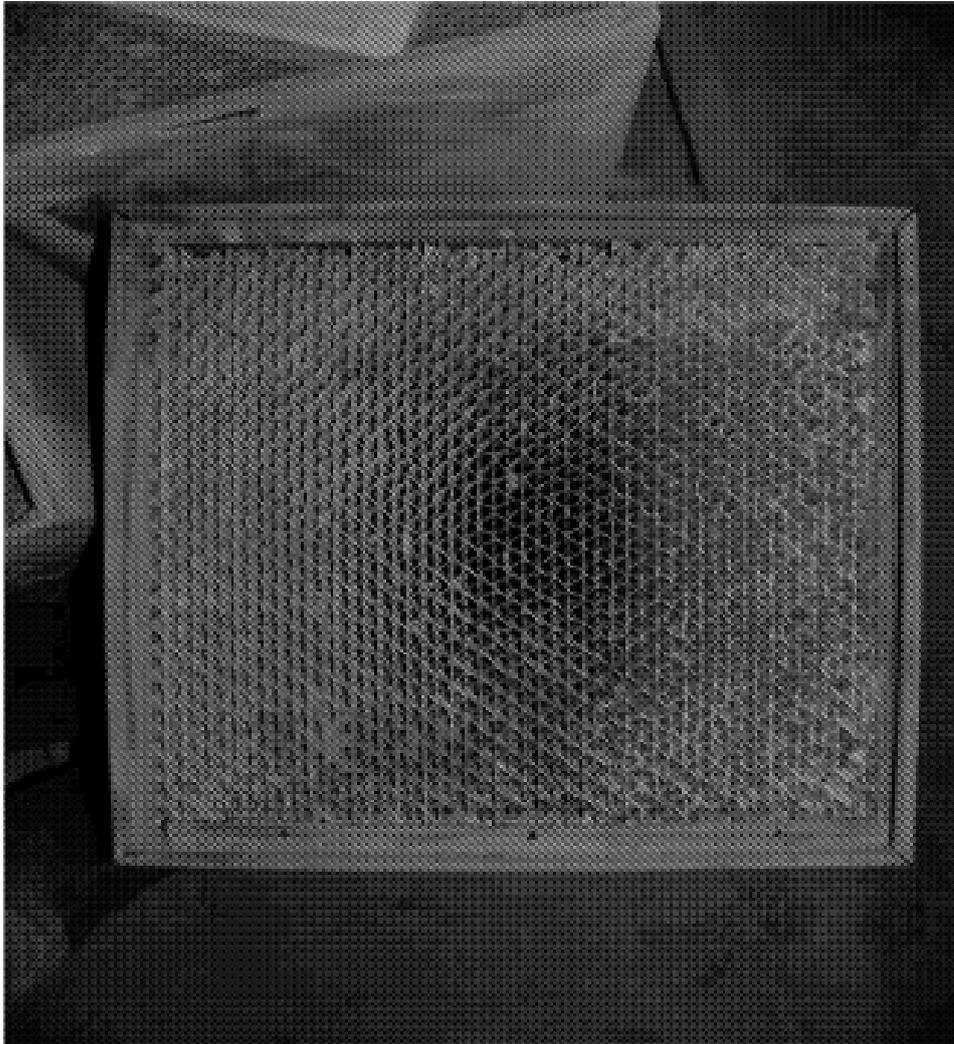


Fig. 4A

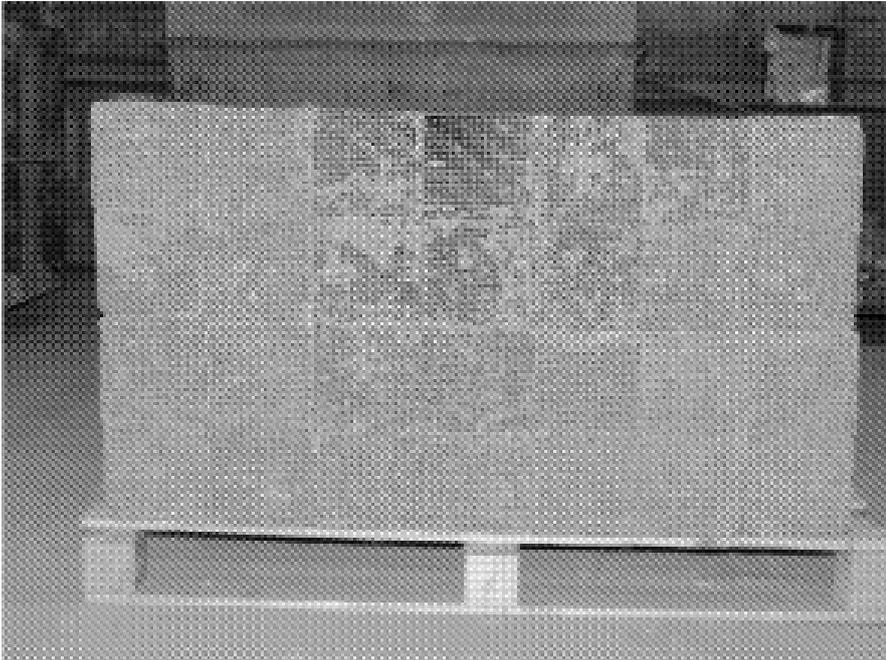


Fig. 4B

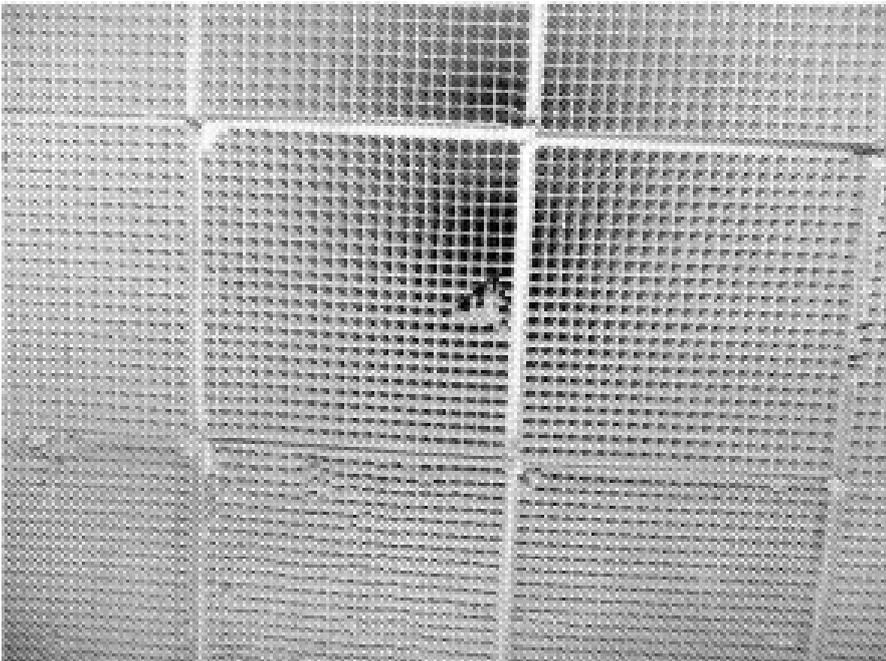


Fig. 5A



Fig. 5b

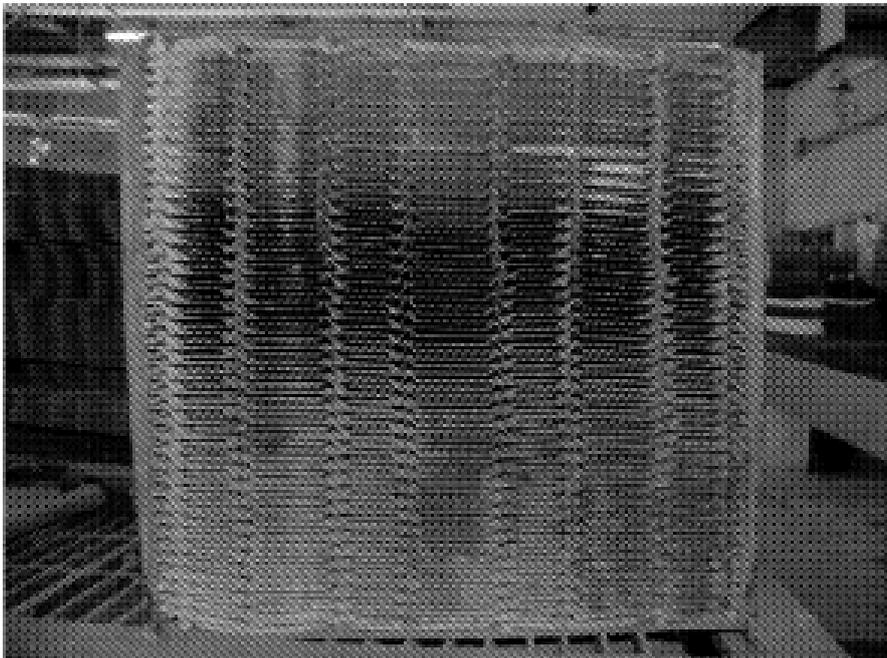


Fig. 6

62. Área no tratada de color naranja

61. Área tratada

62. Área no tratada de color naranja

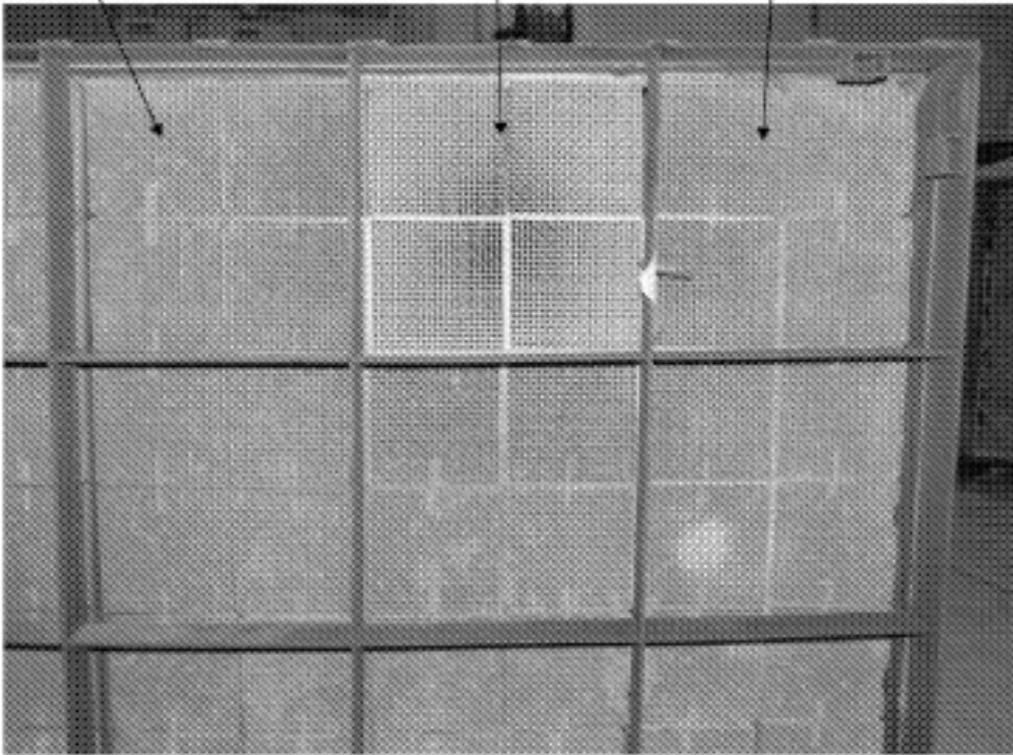
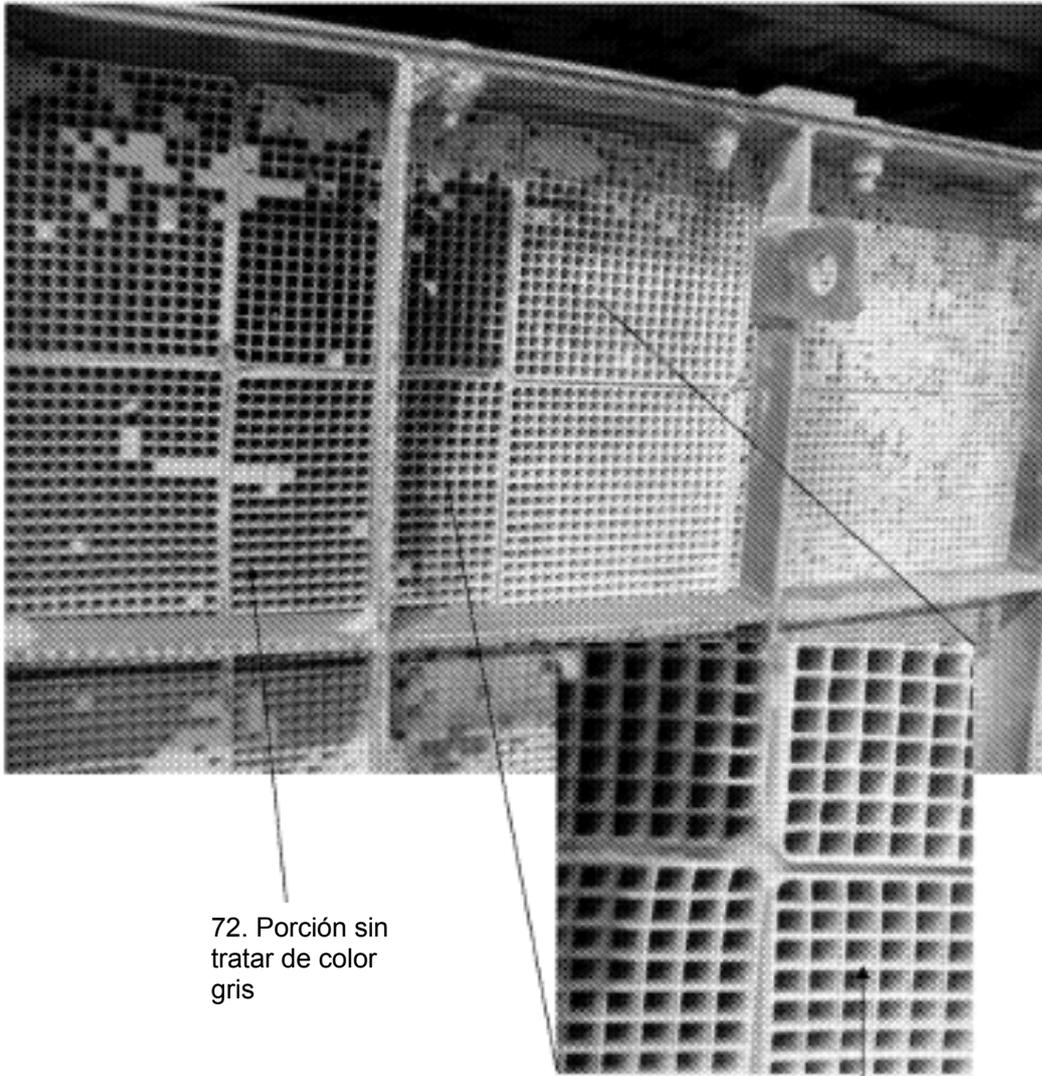


Fig. 7



72. Porción sin
tratar de color
gris

71. Porción
tratada sin color
gris