

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 083**

51 Int. Cl.:

B01D 53/82 (2006.01)

B01D 53/83 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2016 PCT/CN2016/087622**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17000879**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2016 E 16817243 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3272414**

54 Título: **Método para eliminar óxidos de nitrógeno de una corriente de gas**

30 Prioridad:

02.07.2015 CN 201510393991

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

16.07.2020

73 Titular/es:

**HUANG, LIWEI (100.0%)
Room 302, Unit 1, Building 11, Jialuyuanxi West
Lake District
Hangzhou, Zhejiang 310012, CN**

72 Inventor/es:

HUANG, LIWEI

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 774 083 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 eliminar óxidos de nitrógeno de una corriente de gas

5 **Campo tecnológico**

La presente invención se refiere a un método para eliminar óxidos de nitrógeno de corrientes de gas y pertenece al campo técnico del control de la contaminación atmosférica y la protección del medio ambiente relacionada.

10 **Antecedentes de la invención**

Las actividades humanas producen una gran cantidad de óxidos de nitrógeno (NO_x), incluyendo principalmente NO y NO₂, entre los cuales el 90% se producen por la combustión de combustibles fósiles, seguida por el proceso de fabricación de ácido nítrico, la nitrificación de industrias químicas y farmacéuticas, los procesos de tratamiento de semiconductores y superficies de metal. El NO_x tiene un efecto tóxico en los seres humanos, y la emisión de una gran cantidad de óxidos de nitrógeno es una de las principales causas de humos fotoquímicos atmosféricos y de lluvias ácidas. Las estadísticas del informe anual del medio ambiente de China (2010) mostraron que la contribución de los óxidos de nitrógeno en la lluvia ácida urbana de China aumentó en algunas regiones. Por tanto, se han decretado leyes y reglamentos mucho más estrictos sobre las emisiones de óxidos de nitrógeno, especialmente para las emisiones de las plantas de energía térmica y otros procesos de combustión fósil.

En general, la concentración de óxidos de nitrógeno en gases de escape de la combustión de combustibles fósiles, tales como en las plantas de energía térmica, es de varios cientos a varios miles de partes por millón (ppm), de las cuales más del 95% es óxido nítrico. Actualmente la reducción catalítica selectiva (SCR) es uno de los principales métodos para eliminar NO_x de los gases de combustión. Sin embargo, el catalizador trabaja en unas condiciones de funcionamiento muy estrictas, y se necesita amoniaco como agente reductor. Cuando los gases de combustión contienen sulfuros y polvos, el catalizador puede degradarse durante un periodo de funcionamiento. El funcionamiento de plantas térmicas alimentadas con carbón da lugar a costes de funcionamiento de sistema de SCR altos. El principal método para purificación de fuentes de emisión a bajas temperaturas es un método húmedo que utiliza una variedad de líquidos para absorber NO_x de corriente de gas. Hay dos tipos de absorción de oxidación y absorción de reducción para eliminar NO_x. Un método de oxidación es el uso de peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio y permanganato de potasio como un oxidante. Un método de reducción es el uso de sulfito de sodio, sulfuro de sodio y urea como agente reductor. Sin embargo, cuando el gas de combustión contiene mucho más óxido nítrico, debido a la pequeña solubilidad del óxido nítrico en solución, la eficiencia de eliminación es menor, y los costes de funcionamiento son también altos debido al consumo de reactivos caros. Por lo tanto, se requiere una nueva tecnología de purificación de óxido de nitrógeno.

El documento CN104353347 describe un método para reducir los óxidos de nitrógeno mediante el uso de cloruros metálicos.

40 **Sumario de la Invención**

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

45 El esquema técnico descrito en esta divulgación comprende las siguientes etapas: un método para eliminar óxidos de nitrógeno de la corriente de gas, caracterizado porque la corriente de gas a tratar se introduce en la columna de reacción gas-sólido, y al mismo tiempo se añaden las partículas sólidas de cloruro férrico en la columna de reacción gas-sólido, y después en la columna de reacción gas-sólido los óxidos de nitrógeno de la corriente de gas se absorben por partículas de cloruro férrico debido a las reacciones de gas-sólido entre los óxidos de nitrógeno y el cloruro férrico para formar productos sólidos, para lograr así la purificación del gas.

Los óxidos de nitrógeno incluyen el óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno, principalmente óxido nítrico. El producto sólido de la reacción de adsorción de gas-sólido de óxidos de nitrógeno y cloruro férrico incluye compuestos de coordinación de cloruro férrico y óxidos de nitrógeno o sales relacionadas. Los gases de escape incluyen principalmente gases de combustión que contienen óxido de nitrógeno generados por la combustión de combustibles fósiles tales como procesos de generación de energía térmica y fundición, y otros procesos relacionados o de otros procesos industriales. La concentración de óxidos de nitrógeno en gases de combustión de combustible generalmente está por debajo del 1% en volumen y la concentración de óxidos de nitrógeno en otros gases de escape industriales puede estar por encima del 1% en volumen.

60 La columna de reacción gas-sólido se puede utilizar como un reactor de contacto gas-sólido en forma de un lecho fijo, un lecho móvil, un lecho de burbujas, un lecho fluidizado y un reactor de lecho fluidizado circulante, que se utilizan normalmente en procesos químicos, y la corriente de gas y partícula sólida en la columna puede estar dispuesto en forma de flujo de arrastre, contraflujo, flujo cruzado y otras formas de flujo. El efecto de las disposiciones anteriores es aproximadamente el mismo. Para más detalles de la estructura de reactor, pueden consultarse manuales de equipos de reacción química relevantes.

En el caso de utilizar una columna de reacción de lecho fluidizado circulante como el reactor gas-sólido, la parte inferior lateral de la columna está provista de una entrada de gas que está conectada a la corriente de gas a tratar; y un puerto de adición sólido se proporciona en la mitad de la columna para la adición de polvo sólido de cloruro férrico en la columna. La adición de las partículas sólidas de cloruro férrico puede llevarse a cabo por sistema de alimentación mecánica o alimentación neumática, y el efecto es casi el mismo. Un distribuidor de gas está dispuesto por encima de la entrada de gas en la columna, y la parte superior de la columna está provista de un tubo de conexión a un separador gas-sólido. El gas limpio se descarga de la parte superior del separador gas-sólido, y las partículas sólidas se descargan de la parte inferior del separador gas-sólido. Parte de las partículas sólidas pueden regresar a la columna de reacción para que el cloruro férrico sin reacción participe nuevamente en la reacción, y la proporción de las partículas sólidas que regresan a la columna se puede ajustar en el intervalo del 0 al 100%.

La temperatura de reacción en la columna de reacción gas-sólido tiene un intervalo de 35°C a 95°C, y la temperatura puede ser adecuadamente baja a presión negativa en la columna, y la temperatura en la columna puede ser más alta a presión más alta. El intervalo de temperatura prioritario es de 40°C a 75°C. Si la temperatura de las partículas sólidas del cloruro férrico que se precalientan a 40°C o más (en el intervalo de 50°C a 95°C) y entonces se añaden a la columna de reacción gas-sólido, la temperatura de la corriente de gas introducido en la columna de reacción puede ser más baja de 35°C. Esto se debe a que el cloruro férrico se activa por precalentamiento, así la temperatura de reacción gas-sólido entre óxidos de nitrógeno y cloruro férrico puede disminuir de manera correspondiente. La reacción gas-sólido de cloruro férrico y óxidos de nitrógeno es una reacción exotérmica. El tiempo de contacto gas-sólido en el reactor es de generalmente de 0,5 s a 100 s. La eliminación de NO_x aumenta con el aumento del tiempo de contacto gas-sólido, preferiblemente 1 s-25 s. La relación estequiométrica de la reacción de los óxidos de nitrógeno y el cloruro férrico se puede suponer que es 1.

En una operación real, la dosis del cloruro férrico añadida a la columna se puede determinar de acuerdo al tipo de columna de reacción, el tamaño de las partículas del cloruro de hierro, la temperatura de la corriente de gas, el tiempo de permanencia de gas, la tasa de conversión predeterminada y otros parámetros de funcionamiento. En cuanto a la columna de reacción gas-sólido de lecho fluidizado circulante, la relación molar del cloruro férrico y el óxido de nitrógeno se establece generalmente entre 0,5-100. Cuanto mayor sea la relación molar, mayor será la eliminación de NO_x. La prioridad de relación molar es de 5-30, dependiendo de las condiciones de funcionamiento específicas. En cuanto al lecho fijo, el lecho móvil, el lecho de burbujas y el lecho fluidizado, no hay requisitos específicos de relación molar para cloruro férrico.

Las partículas sólidas del cloruro férrico generalmente son productos en polvo y pueden ser productos comerciales. El tamaño de partícula promedio de producto comercial es generalmente de 0,01 mm a 1 mm, y el tamaño de partícula será preferiblemente pequeño. Con el fin de mejorar la eficiencia de reacción gas-sólido en la columna de reacción, se puede utilizar una mezcla de arena de cuarzo, cerámica o zeolita y otros rellenos granulares y polvo del cloruro férrico en una determinada proporción en la columna de reacción gas-sólido. Los tamaños de partícula de estos rellenos granulares son generalmente de 0,01 mm a 10 mm, y la proporción de mezcla es de hasta el 99% en volumen en la mezcla. La proporción de mezcla puede determinarse según la forma de la columna de reacción y los parámetros de funcionamiento. La proporción de mezcla en una columna de reacción de lecho fluidizado puede ser, en algunos ejemplos, del 5% al 30%, y en la columna de reacción de lecho fijo la proporción de mezcla puede ser más alta, preferiblemente del 30% al 60%. Por ejemplo, en una columna de reacción gas-sólido de lecho fijo mezclado al 50% (relación de volumen) del tamaño de partícula de aproximadamente 2 mm-5 mm de arena de cuarzo, la eficiencia de reacción de cloruro férrico y óxidos de nitrógeno puede mejorarse más del 20%. La presencia de oxígeno y humedad en la corriente de gas tiene poco efecto sobre la eliminación de óxidos de nitrógeno, y el proceso de reacción puede producir pequeñas cantidades de gas de cloruro de hidrógeno que pueden eliminarse mediante la posterior absorción sólida o líquida.

Los óxidos de nitrógeno absorbidos en productos sólidos después de la reacción pueden liberarse por calentamiento, y la temperatura de calentamiento será generalmente de 105°C o más alta, preferiblemente de 150°C a 250°C bajo presión normal, puede ser más baja a presión negativa. Cuando el producto sólido se calienta a 300°C o más en presencia de oxígeno, se puede obtener un subproducto de óxido de hierro. Los óxidos de nitrógeno desorbidos pueden utilizarse para hacer ácido nítrico. El producto sólido también puede disolverse en un solvente tal como agua para liberar el óxido de nitrógeno absorbido, y también se puede recuperar el subproducto óxido de hierro. Los productos sólidos también pueden usarse para regenerar cloruro férrico y pueden reciclarse como el absorbente químico.

En comparación con la técnica anterior, esta invención tiene las ventajas de utilizar cloruro férrico como absorbente sólido que reacciona con óxidos de nitrógeno en corriente de gas a un determinado intervalo de temperatura en un producto sólido, con el fin de lograr el propósito de purificación de gas. El producto sólido puede tratarse además para producir subproductos, tales como ácido nítrico u óxido de hierro después de liberar los óxidos de nitrógeno absorbidos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista estructural esquemática de un aparato de columna de reacción gas-sólido según el ejemplo 1-3 de la presente divulgación;

5 La figura 2 es una vista estructural esquemática de un aparato de columna de reacción gas-sólido según el ejemplo 4-5 de la presente divulgación.

La figura 3 es una vista estructural esquemática de un aparato de columna de reacción gas-sólido según el ejemplo 6 de la presente divulgación.

10 Descripción de símbolos en las figuras: 1 entrada de gas; 2 distribuidor de corriente de gas; 3 entrada de partículas sólidas; 4 cuerpo de columna; 5 tubo de conexión; 6 salida de gas; 7 separador gas-sólido; 8 puerto de retorno de partículas sólidas; 9 puesto de descarga de partículas sólidas; 10 puerto de inspección; 11 puerto de descarga de partículas sólidas de fondo; 12 zona de reacción gas-sólido; 13 zona de recuperación de partículas sólidas; 14 capa de relleno de cloruro férrico.

15

Descripción detallada

20 Un aparato para eliminar óxidos de nitrógeno de la corriente de gas se muestra en la figura 1. El dispositivo incluye un cuerpo de columna 4, y la parte inferior del cuerpo de columna 4 está provista de una entrada de gas 1 para flujo de gas. Un distribuidor de flujo gas 2 está dispuesto por encima de la entrada de gas inferior del cuerpo de columna 4, y la parte intermedia de la columna está provista de una entrada de partículas sólidas 3. La parte superior de la columna 4 está provista de un tubo de conexión 5 a un separador gas-sólido 7, y la parte superior del separador gas-sólido 7 está provista de una salida de gas 6, y la parte inferior del separador gas-sólido 7 está provista de un puerto de descarga de partículas sólidas 9, y el puerto de retorno de partículas sólidas 8 se conecta al cuerpo de columna 4, y la parte inferior y la parte de fondo del cuerpo de columna 4 están provistas de un puerto de inspección 10 y un puerto de descarga de partículas sólidas del fondo 11, respectivamente.

25

30 Según un aparato para eliminar óxidos de nitrógeno del corriente de gas como se muestra en la figura 1, el proceso de tratamiento se lleva a cabo introduciendo la corriente de gas de la entrada de gas 1 en el cuerpo de columna 4 a través del distribuidor de gas 2 y el polvo sólido de cloruro férrico en el cuerpo de columna 4 a través de la entrada de partículas sólidas 3 también. Con la mezcla de gas y partículas sólidas en la columna, tiene lugar la reacción química de adsorción de gas-sólido, y se absorbe NO_x en la corriente de gas por partícula sólidas de cloruro férrico, y después la mezcla de gas y productos sólidos se dirige al separador gas-sólido 7 a través del tubo de conexión 5 en la parte superior de la columna para la separación gas-sólido, y entonces la corriente de gas limpio se descarga desde la salida de gas 6, y una parte de partículas sólidas no reaccionadas descargadas desde el separador gas-sólido 7 puede alimentarse de nuevo al cuerpo de columna 4 a través del puerto de retorno de partículas sólidas 8 para volver a participar en la reacción gas-sólido y la parte restante de los productos sólidos puede descargarse a través del puerto de descarga de partículas sólidas 9. Un puerto de descarga de partículas sólidas de fondo 11 también está provisto para descargar partículas sólidas en exceso en la columna.

40

45 Ejemplo 1: En la figura 1 se muestra un aparato de columna de reacción gas-sólido de lecho fluidizado circulante para la eliminación de óxidos de nitrógeno de una corriente de gas. Las dimensiones de la columna de reacción gas-sólido con el lecho fluidizado circulante es de $\Phi 60 \text{ mm} \times 2500 \text{ mm}$, usando acero inoxidable 316L como material. La corriente de gas está compuesta de oxígeno aproximadamente el 8% en volumen, humedad aproximadamente el 10% en volumen y el resto es gas nitrógeno. El reactivo sólido de cloruro férrico utilizado es un polvo de grado comercial (el contenido es $\geq 98\%$), y el tamaño de partícula promedio es de aproximadamente 0,1 mm. Las temperaturas de la corriente de gas introducido en la columna se ajustan a 35°C, 45°C, 65°C, 80°C y 95°C, respectivamente. El caudal de gas es de aproximadamente 5 m^3/h , y el tiempo de contacto gas-sólido en la columna de reacción se estima de aproximadamente 0,5-5 s. La relación molar entre los óxidos de nitrógeno y el cloruro férrico es aproximadamente 1:15 con un sistema alimentación de tornillo y pesaje de polvo sólido. Las partículas sólidas tras la reacción no regresan a la columna tras la separación por el separador gas-sólido (utilizando un separador ciclónico). Los resultados experimentales se muestran en la tabla 1.

50

55 Tabla 1: Eliminación de óxidos de nitrógeno

Ítems Temperatura	Concentración de NO _x en la entrada (ppm)	Concentración de NO _x en la salida (ppm)
35°C	500	410
45°C	500	51
65°C	500	45
80°C	500	91
95°C	500	320

5 Ejemplo 2: La concentración de NO en la corriente de gas es de 500 ppm, y la temperatura de la corriente de gas es 40°C, 55°C y 75°C, respectivamente, y la relación molar entre el óxido nítrico y el cloruro férrico es de 1:30. Las otras condiciones de funcionamiento son las mismas que en el ejemplo 1. Los resultados experimentales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Eliminación de óxido nítrico

Ítems Temperatura	Concentración de NO en la entrada (ppm)	Concentración de NO en la salida (ppm)
40°C	500	58
55°C	500	46
75°C	500	79

10 Ejemplo 3: Una mezcla del 20% en volumen de arena de cuarzo que tiene un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 1 mm se mezcló con polvo de cloruro férrico, y la relación molar entre los óxidos de nitrógeno y el cloruro férrico es aproximadamente 1:10; y la temperatura de la corriente de gas es de 40°C, 55°C y 75°C, respectivamente. Otras condiciones son las mismas que en el ejemplo 1. Los resultados experimentales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Eliminación de óxidos de nitrógeno

Ítems Temperatura	Concentración de NO _x en la entrada (ppm)	Concentración de NO _x en la salida (ppm)
40°C	500	41
55°C	500	33
75°C	500	65

20 Ejemplo 4: En la figura 2 se muestra un aparato de columna de reacción gas-sólido de lecho móvil de contracorriente para eliminar óxidos de nitrógeno de la corriente de gas.

25 Este aparato comprende un cuerpo de columna 4, y la parte inferior del cuerpo de columna 4 está provista de una entrada de gas 1, y la parte superior está provista de una entrada de partículas sólidas 3 y una salida de gas 6, y el fondo está provisto de un puerto de descarga de partículas sólidas 9. La entrada de gas 1 se comunica con la salida de gas 6 por medio de la zona de reacción gas-sólido 12, y la entrada de partículas sólidas 3 se comunica con el puerto de descarga de partículas sólidas 9 por medio de la zona de reacción gas-sólido 12 y la zona de recuperación de partículas sólidas 13, secuencialmente en el cuerpo de columna 4.

30 El cuerpo de columna tiene un diámetro de $\Phi 60$ mm, una altura de 1500 mm, que utiliza el material de acero inoxidable 316L. La altura efectiva de la zona de reacción gas-sólido es de aproximadamente 1000 mm. El gas portador es aire con una humedad relativa de aproximadamente el 70%, y la concentración del óxido nítrico en la corriente de gas es de 500 ppm. El absorbente sólido de cloruro férrico utilizado en el experimento es un polvo de grado comercial (el contenido es $\geq 98\%$), con un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 0,1 mm. Las temperaturas de la corriente de gas introducido en la columna son 40°C, 55°C y 75°C, respectivamente, y el caudal promedio de la corriente de gas es de aproximadamente 1 m³/h, con un tiempo de contacto gas-sólido de aproximadamente 10 s-15 s en la columna de reacción. La relación molar entre el óxido de nitrógeno y el cloruro férrico es aproximadamente 1:30.

40 El proceso de tratamiento se lleva a cabo introduciendo la corriente de gas desde la entrada de gas 1 al cuerpo de

columna 4 y también las partículas sólidas de cloruro férrico en el cuerpo de columna 4 a través de la entrada de partículas sólidas 3. Con la mezcla de gas y partículas sólidas en la zona de reacción gas-sólido 12 de la columna, tiene lugar la reacción química de adsorción de gas-sólido entre NO_x y cloruro férrico, y se absorbe NO_x en la corriente de gas por las partículas sólidas de cloruro férrico. El gas purificado se descarga entonces desde la salida de gas 6, y las partículas sólidas tras la reacción se descargan a través del puerto de descarga de partículas sólidas 9. Los resultados experimentales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Eliminación de óxido nítrico

Items Temperatura	Concentración de NO en la entrada (ppm)	Concentración de NO en la salida (ppm)
40°C	500	38
55°C	500	31
75°C	500	63

Ejemplo 5: En la figura 2 se muestra un aparato de columna de reacción gas-sólido de lecho móvil de contracorriente para eliminar óxidos de nitrógeno de la corriente de gas. El polvo de cloruro férrico se precalentó a 40°C, 50°C, 80°C y 95°C antes de añadirse a la columna de reacción gas-sólido, y la temperatura de la corriente de gas introducido en la columna de reacción fue de aproximadamente 25°C, y las otras condiciones son las mismas que las del ejemplo 4. Los resultados experimentales mostraron que las concentraciones de NO de salida en corriente de gas fueron de 365 ppm, 273 ppm, 85 ppm y 48 ppm, respectivamente.

Ejemplo 6: En la figura 3 se muestra un aparato de columna de reacción gas-sólido de lecho fijo para eliminar óxidos de nitrógeno de una corriente de gas.

El dispositivo comprende un cuerpo de columna 4, una entrada de gas 1 que está dispuesta en la parte inferior del cuerpo de columna 4, un distribuidor de gas 2 que está dispuesto por encima de la entrada de gas 1 en la columna, una capa de relleno del cloruro férrico 14 que está dispuesta por encima del distribuidor de flujo de gas 2, y un puerto de descarga de partículas sólidas 3 por encima de la capa de relleno del cloruro férrico 14, un puerto de descarga de partículas sólidas 9, un puerto de inspección 10, y una salida de gas 6 en el puerto superior del cuerpo de columna 4. La entrada de gas 1 se comunica con la salida de gas 6 a través del distribuidor de gas 2 y el espacio de la capa de relleno del cloruro férrico 14, secuencialmente. El puerto de entrada de partículas sólidas 3 y el puerto de descarga de partículas sólidas 9 se comunican con la capa de relleno del cloruro férrico 14.

El cuerpo de columna tiene un diámetro de $\Phi 60$ mm, una altura de 1500 mm, utilizando el material de acero inoxidable 316L. Una mezcla del 50% en volumen de arena de cuarzo (un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 3 mm) y polvo de cloruro férrico del 50% se utiliza como capa de relleno sólido. La densidad aparente de la mezcla fue de aproximadamente 1500 kg/m^3 y la altura del lecho compacto de la capa de relleno sólido es de aproximadamente 500 mm. La temperatura de la entrada de gas es temperatura ambiente, y la temperatura de la corriente de gas que salen de la salida de gas de la columna de reacción se mantiene entre 65°C y 95°C por calentamiento eléctrico de la pared externa de la columna de reacción (la mezcla del polvo del cloruro férrico y la arena de cuarzo no se precalienta antes de añadirse a la columna), y el caudal de gas es de aproximadamente $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ con un tiempo de residencia del gas de aproximadamente 15 s-25 s en la columna de reacción. Otras condiciones son las mismas que en el ejemplo 1.

El proceso de tratamiento se lleva a cabo introduciendo la corriente de gas que contiene el óxido de nitrógeno desde la entrada de gas 1 hasta la capa de relleno del cloruro férrico 14 a través del distribuidor de gas 2. En la capa de relleno del cloruro férrico 14, tiene lugar la reacción química de adsorción de gas-sólido entre NO_x y cloruro férrico, y se absorbe NO_x en la corriente de gas por partículas sólidas de cloruro férrico en la capa de relleno. El gas purificado se descarga entonces desde la salida de gas 6, y las partículas sólidas tras la reacción pueden descargarse periódicamente desde el puerto de descarga de partículas sólidas 9.

Cuando la concentración de los óxidos de nitrógeno (que contiene aproximadamente el 95% de óxido nítrico) en la corriente de gas es 500 ppm, se mide que la concentración más baja de óxidos de nitrógeno que salen de la salida de gas es de aproximadamente 55 ppm. Dado que se fija la cantidad de cloruro férrico añadido a la capa de relleno de lecho fijo en la columna, la eliminación de óxidos de nitrógeno de la corriente de gas cambia con el consumo de cloruro férrico en la columna, y la concentración de salida dada de óxidos de nitrógeno es el valor cuando se alcanza la máxima eliminación.

Cabe mencionar que las realizaciones anteriores son meramente ilustrativas de los aspectos técnicos de la presente invención, y el alcance de la presente invención no está limitado a estas. La invención se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para eliminar óxidos de nitrógeno de una corriente de gas, que comprende:
 - 5 introducir una corriente de gas a tratar en una columna de reacción gas-sólido e introducir partículas de cloruro férrico en la columna de reacción gas-sólido, en donde
 - 10 la temperatura de reacción dentro de dicha columna de reacción gas-sólido se encuentra en el intervalo de 35°C a 95°C; y
 - 10 formar productos sólidos utilizando dichas partículas de cloruro férrico para adsorber óxidos de nitrógeno, purificando de esta manera la corriente de gas.
 - 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha columna de reacción gas-sólido es una de una columna de reacción de lecho fijo, de lecho móvil, de lecho de burbujas, de lecho fluidizado y de lecho fluidizado circulante.
 - 20 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una temperatura de precalentamiento de las partículas sólidas de cloruro férrico es 40°C o más, si la temperatura de dicha corriente de gas es inferior a 35°C.
 - 20 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la columna de reacción gas-sólido comprende una mezcla de rellenos de partículas de arena de cuarzo, cerámica o zeolita y polvo de cloruro férrico, y el volumen de dichos rellenos es desde 0 hasta un valor máximo del 99%.
 - 25 5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos óxidos de nitrógeno comprenden una mezcla de óxido nítrico y dióxido de nitrógeno, principalmente óxido nítrico, u óxido nítrico.
 - 30 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los óxidos de nitrógeno adsorbidos se liberan de los productos sólidos al calentarlos a una temperatura de 105°C o más bajo presión normal, o al disolverlos en agua.
 - 35 7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha columna de reacción gas-sólido comprende:
 - 35 un cuerpo de columna (4);
 - una parte inferior de dicho cuerpo de columna (4) incluye una entrada de gas (1);
 - 40 una parte central del cuerpo de columna (4) incluye un puerto de partículas sólidas (3);
 - 40 un distribuidor de gas (2) está dispuesto en el cuerpo de columna (4) por encima de la entrada de gas (1);
 - una parte superior del cuerpo de columna (4) incluye un tubo de conexión (5) comunicado con un separador gas-sólido (7);
 - 45 la parte superior del separador gas-sólido (7) incluye una salida de gas (6);
 - una parte inferior del separador gas-sólido (7) incluye un puerto de descarga de partículas sólidas (9) y un puerto de retorno de partículas sólidas (8);
 - 50 el puerto de retorno de partículas sólidas (8) se comunica con el cuerpo de columna (4), y
 - el cuerpo de columna (4) incluye un puerto de inspección (10) y un puerto de descarga de partículas sólidas en el fondo (11).
 - 55 8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha columna de reacción gas-sólido comprende:
 - un cuerpo de columna (4);
 - 60 una parte inferior de dicho cuerpo de columna (4) incluye una entrada de gas (1);
 - una parte superior de dicho cuerpo de columna (4) incluye una salida de gas (6) y una entrada de partículas sólidas (3)
 - 65 un puerto de descarga de partículas sólidas (9) está dispuesto en un fondo del cuerpo de columna (4);

dicha entrada de gas (1) está comunicada con la salida de gas (6) por medio de la zona de reacción gas-sólido (12); y

5 la entrada de partículas sólidas (3) está comunicada con el puerto de descarga de partículas sólidas (9) por medio de la zona de reacción gas-sólido (12) y una zona de recuperación de partículas sólidas (13).

9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha columna de reacción gas-sólido comprende:

10 un cuerpo de columna (4);

una parte inferior de dicho cuerpo de columna (4) incluyendo una entrada de gas (1);

15 un distribuidor de flujo de gas (2) está dispuesto por encima de la entrada de gas (1) en el cuerpo de columna (4);

una capa de relleno del cloruro férrico (14) está dispuesta por encima del distribuidor de flujo de gas (2);

20 una entrada de partículas sólidas (3) y una salida de gas (6) de dicho cuerpo de columna (4) están dispuestas por encima de la capa de relleno de cloruro férrico (14);

un puerto de descarga de partículas sólidas (9) está dispuesto en un fondo del cuerpo de columna (4);

el cuerpo de columna incluyendo además un puerto de inspección (10);

25 dicha entrada de gas (1) se comunica con la salida de gas (6) a través del distribuidor de gas (2) y el espacio de la capa de relleno de cloruro férrico (14); y

30 la entrada de partículas sólidas (3) y el puerto de descarga de partículas sólidas (9) están comunicadas con la capa de relleno de cloruro férrico (14).

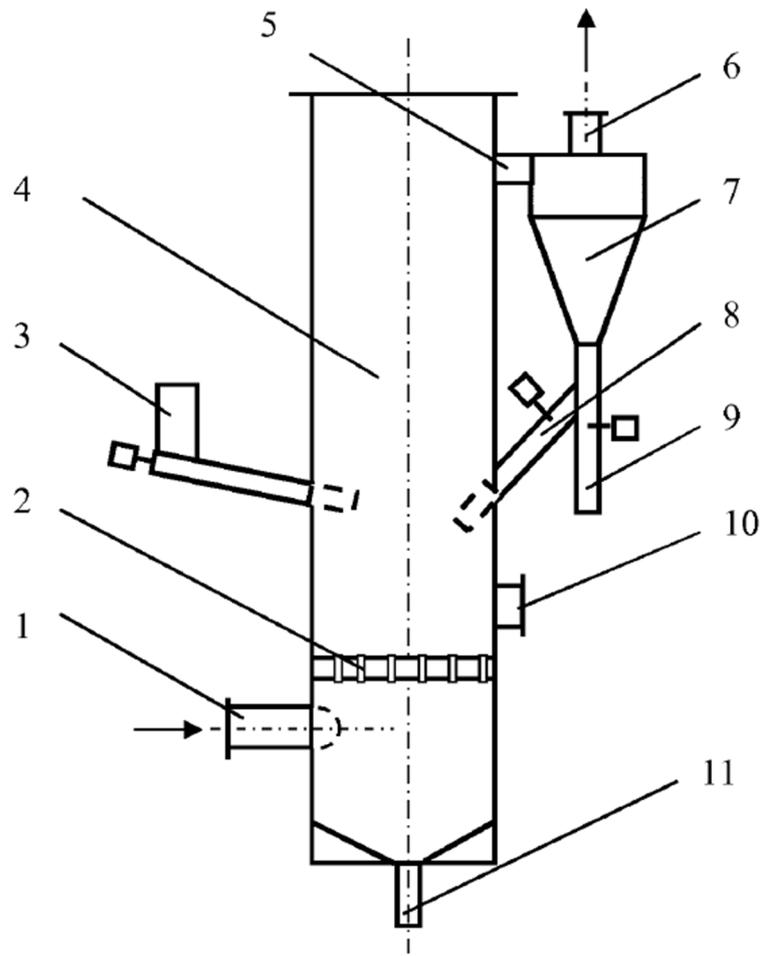


FIG. 1

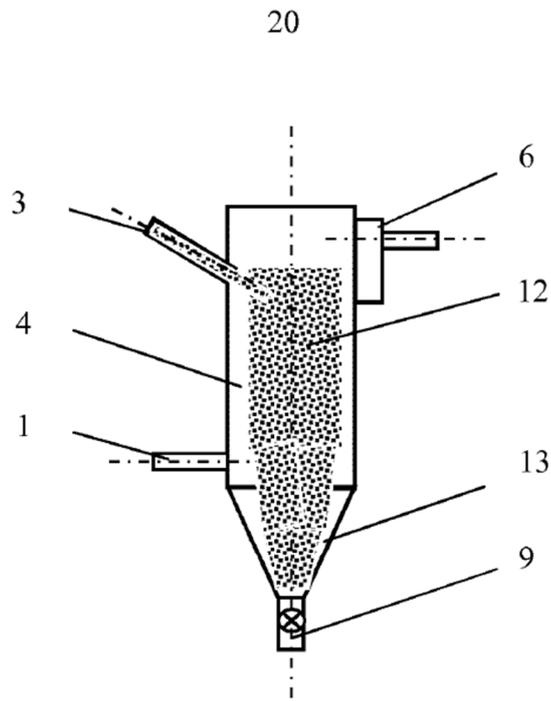


FIG. 2

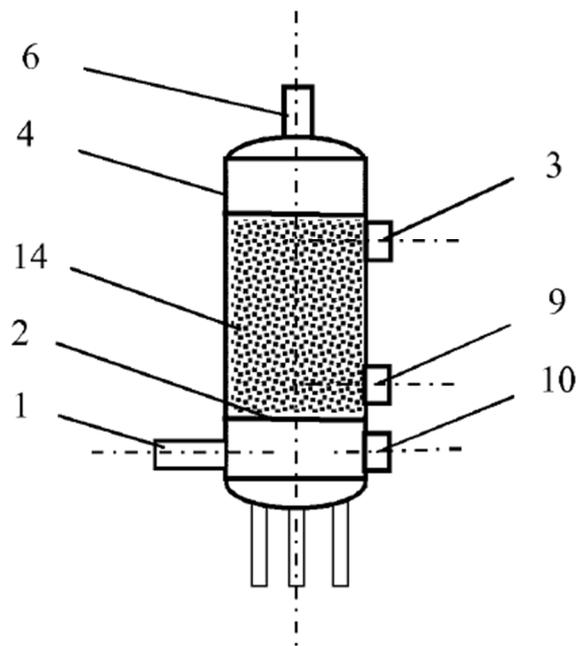


FIG. 3