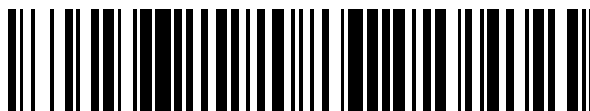


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 035**

51 Int. Cl.:

**C01B 21/26** (2006.01)

**B01D 53/56** (2006.01)

**C01B 21/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2016 PCT/EP2016/061029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16184858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2016 E 16726292 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3365276**

54 Título: **Disminución de la concentración de gases de salida NOx en la producción de ácido nítrico en la parada y/o el arranque del procedimiento de producción**

30 Prioridad:  
**20.05.2015 DE 102015209243**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.06.2019**

73 Titular/es:  
**THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG (50.0%)  
ThyssenKrupp Allee 1  
45143 Essen, DE y  
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:  
**DAMMEIER, JOHANNES**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 718 035 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

Disminución de la concentración de gases de salida NO<sub>x</sub> en la producción de ácido nítrico en la parada y/o el arranque del procedimiento de producción

5 La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual, que se produce durante la parada y/o el arranque de dispositivos para la producción de ácido nítrico.

10 Para la producción de ácido nítrico habitualmente se oxida NH<sub>3</sub> con oxígeno del aire catalíticamente. A este respecto se forma NO, que se oxida con O<sub>2</sub> para dar NO<sub>2</sub> y a continuación se absorbe con H<sub>2</sub>O en un dispositivo de absorción bajo la formación de HNO<sub>3</sub>. NO y NO<sub>2</sub> se denominan gases nitrosos o también óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Las instalaciones modernas para la producción de ácido nítrico se hacen funcionar bajo presión para conseguir concentraciones de ácido más elevadas y mejores rendimientos en la absorción y tasas de degradación más elevadas en óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual.

20 Se diferencian instalaciones con dos presiones e instalaciones con una presión. En las instalaciones con dos presiones la producción del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> se realiza mediante la oxidación de amoníaco a una presión de aproximadamente 4·10<sup>5</sup> a 6·10<sup>5</sup> Pa (4 a 6 bares) y la absorción del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> generado de esta manera con agua para dar ácido nítrico a 1·10<sup>6</sup> a 1,5·10<sup>6</sup> Pa (10 a 15 bares). En cambio, en instalaciones con una presión la generación de gases y la absorción se realiza a casi la misma presión de aproximadamente 6·10<sup>5</sup> a 1,4·10<sup>6</sup> Pa (6 a 14 bares). Para la generación de presión sirven compresores, que se accionan por medio de turbinas de gas y/o turbinas de vapor o electromotor.

25 Las instalaciones modernas para la producción de ácido nítrico están equipadas con instalaciones depuradoras de gases residuales para disminuir la concentración del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual. A continuación, el gas residual se entrega al entorno con una disminución de la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> como gas de salida. En este sentido los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>, es decir NO y NO<sub>2</sub>, habitualmente se reducen en las instalaciones depuradoras de gases residuales mediante procedimientos SCR (Selective Catalytic Reduction, reducción catalítica selectiva) mediante la alimentación de agentes de reducción adecuados, como por ejemplo amoníaco, a catalizadores SCR adecuados como por ejemplo, catalizadores DeNO<sub>x</sub> basados en V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub>. El porcentaje relativo de NO<sub>2</sub> con respecto a la cantidad total molar de NO<sub>x</sub> en el gas residual se caracteriza por el grado de oxidación del NO<sub>x</sub>. Un perfeccionamiento de la tecnología SCR en el campo de la tecnología del ácido nítrico es el procedimiento EnviNO<sub>x</sub>®, en el que se reducen de manera especialmente eficaz óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> mediante alimentación de agentes de reducción adecuados y el NO<sub>x</sub> en el gas de salida en muchos casos ya no puede apreciarse prácticamente más. Adicionalmente, en este sentido se reduce igualmente N<sub>2</sub>O o se descompone catalíticamente.

40 Las concentraciones de las emisiones de óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> no deben sobrepasar un valor límite máximo según las condiciones oficiales. Actualmente un valor de 50 ppm es un valor límite habitual, aunque puede esperarse que disminuya en un futuro.

45 A diferencia del funcionamiento estacionario de las instalaciones para la producción de ácido nítrico, durante la parada y/o el arranque o en el caso de una avería de la instalación actualmente no es posible, o solo de manera limitada evitar emisiones de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> limitadas en el tiempo que sobrepasan claramente los valores límites.

50 En el caso de una avería o durante la parada de la instalación para la producción de ácido nítrico los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> que se encuentran bajo presión habitualmente se descomprimen hacia el entorno a través del dispositivo de absorción y la instalación depuradora de gases residuales. Sin embargo, la instalación depuradora de gases residuales puede mantenerse en funcionamiento solo hasta una determinada temperatura límite permitida, por debajo de la cual debe ponerse fuera de funcionamiento. Los sistemas de purificación de gases residuales en los cuales se utiliza NH<sub>3</sub> como agentes de reducción para el óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>, pueden ponerse en funcionamiento de manera duradera concretamente solo a partir de una temperatura límite mínima para evitar la formación y acumulación indeseadas de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> en el catalizador SCR. Esta temperatura límite con frecuencia se sitúa en el intervalo de 170 a 200 °C. En el funcionamiento estacionario las instalaciones para la producción de ácido nítrico alcanzan normalmente temperaturas de funcionamiento de aproximadamente 300 °C a aproximadamente 600 °C, pudiendo hacerse funcionar la instalación depuradora de gases residuales sin formación y acumulación indeseadas de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

60 Por regla general el apagado de la instalación depuradora de gases residuales debe realizarse antes de la descompresión completa de la instalación, por lo que la concentración del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual que va a entregarse al entorno aumenta intensamente. Una subida adicional de las emisiones de óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> se forma porque el dispositivo de absorción equipado habitualmente con fondo perforado se vuelve inestable con el aumento de la descompresión, de modo que el rendimiento de absorción cae intensamente. Tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales está fuera de mantenimiento, la concentración de las emisiones de

óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> aumentará intensamente durante la descompresión residual.

En el caso de avería o parada de una instalación para la producción de ácido nítrico se bloquea habitualmente en primer lugar la alimentación de amoniaco para la generación de gases antes de que detenga la maquinaria de la instalación. Mientras la instalación depuradora de gases residuales pueda mantenerse en funcionamiento observando las temperaturas límites, el gas residual que va a entregarse al entorno no superará la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> y el gas residual se volverá incoloro. Es ventajoso en este sentido mantener en funcionamiento la maquinaria el tiempo que sea posible hasta que el óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> en la instalación para la producción de ácido nítrico se sustituya por aire. Sin embargo, cuando es necesaria una desconexión de la maquinaria directamente o poco después de la detención de la alimentación de amoniaco un intercambio de gases de este tipo ya no se da. En el caso de una descompresión adicional y cuando se alcanza la temperatura límite forzosamente condiciona por esto para la instalación depuradora de gases residuales y la avería condicionada por ello de la instalación depuradora de gases residuales aparecen emisiones claramente superiores de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>.

Debido al equilibrio termodinámico los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> se representan con enfriamiento de la temperatura de funcionamiento principalmente en forma de NO<sub>2</sub> por lo que este en el gas residual que se entrega al entorno será visible como gas marrón.

También en el arranque de la instalación el valor límite de la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual emitido al entorno se supera. Una parte de este gas residual son gases que durante la paralización de la instalación se quedan en las tuberías y aparatos o se han formado en ellos. La absorción de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en una composición acuosa es un proceso reversible que está en equilibrio con la desorción de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> de la composición acuosa. Por tanto, el resultado es una parte adicional de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> de desgasificaciones de NO<sub>x</sub> a partir de ácido nítrico, con el que habitualmente al volver arrancar la instalación se llena el dispositivo de absorción.

Para reducir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual de una instalación para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales en el arranque de la instalación se pone en funcionamiento tan pronto como sea posible. El gas residual se entrega al entorno habitualmente mediante la circulación a través de la instalación depuradora de gases residuales a través de un expansor, refrigerándose el gas residual. Mientras el gas residual no haya alcanzado todavía una temperatura de funcionamiento suficientemente alta no puede ponerse en funcionamiento todavía la purificación de gases residuales, dado que existe el peligro de la formación y acumulación de nitrato de amonio y nitrito de amonio combustible y explosivo de NH<sub>3</sub> y óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. También por este motivo es deseable una reducción del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual de una instalación para la producción de ácido nítrico.

El documento DE 10 2012 000 569 A1 da a conocer un procedimiento para el arranque y parada incoloros de instalaciones de ácido nítrico. En este sentido, en el arranque y/o en la parada de la instalación de ácido nítrico se alimenta fluido calentado bajo presión a la instalación de ácido nítrico para disminuir la velocidad del descenso de temperatura del gas que circula a través de la instalación de ácido nítrico durante la parada de la instalación o para aumentar la velocidad del ascenso de temperatura del gas que circula a través de la instalación de ácido nítrico en el arranque de la instalación.

El documento DE 10 2012 010 017 A1 da a conocer un procedimiento para la disminución de la concentración de gases de salida de óxido de nitrógeno en una instalación de ácido nítrico durante la parada y/o arranque, así como instalaciones de ácido nítrico adecuadas para ello. El procedimiento está caracterizado porque, en el arranque y/o en la parada de la instalación de ácido nítrico, se conducen gas de salida de la instalación de ácido nítrico sometido a presión, que contiene óxidos de nitrógeno, así como agente de reducción gaseoso para los óxidos de nitrógeno a un reactor llenado con catalizador que está previsto adicionalmente al reactor de la purificación de gases residuales.

Sin embargo, los procedimientos y los dispositivos de una instalación que funciona bajo presión para la producción de ácido nítrico en la parada y/o arranque de la instalación no son satisfactorios bajo todos los puntos de vista y existe una demanda de mejora en los procedimientos y dispositivos. El documento WO 2011/054928 A1 da a conocer un procedimiento para la producción de ácido nítrico en cuyo marco en el funcionamiento de carga parcial se alimenta al expansor de gases (7) una parte del aire de proceso comprimido evitando el proceso químico para la obtención de energía.

El documento DE 10 2012 000 570 A1 da a conocer un procedimiento para el arranque y/o parada de una instalación para la producción de ácido nítrico a partir de amoniaco o gas que contiene oxígeno según el procedimiento de una presión o de dos presiones en el que la oxidación del amoniaco empleado sucede mediante aire de proceso comprimido en un catalizador que se ha comprimido en al menos un compresor (6), el gas nitroso formado mediante la combustión se refrigera en uno o varios refrigeradores de gas de proceso (3) equipados con serpentines para un agente de refrigeración, así como en uno o varios recalentadores de agua de alimentación (2) equipados con serpentines para un agente de refrigeración, y a continuación el gas nitroso refrigerado se absorbe al menos parcialmente de agua, por lo que se forma ácido nítrico y el gas residual no absorbido se expando para la

obtención de trabajo de compresor en una turbina de gas residual (11).

Es un objetivo de la invención disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual emitido al entorno que se produce durante la parada y/o el arranque de dispositivos para la producción de ácido nítrico.

5 Este objetivo se consigue mediante el objeto de las reivindicaciones.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para la producción de ácido nítrico desde óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> que comprende los componentes que están conectados activamente entre sí:

- 10
- (i) un reactor configurado para generar óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>;
  - (ii) un dispositivo de absorción configurado para la absorción al menos de una parte de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados en una composición acuosa;
  - 15 (iii) una instalación depuradora de gases residuales configurada para descomponer y/o reducir óxidos de nitrógeno no absorbidos NO<sub>x</sub>;
  - (iv) medios de alimentación configurados para alimentar el óxido de nitrógeno generado NO<sub>x</sub> del reactor al dispositivo de absorción;
  - (v) medios de descarga configurados para descargar óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> no absorbido del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales; y
  - 20 (vi) un conducto de derivación configurado para trasladar una mezcla de gases durante el arranque y/o la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción.

25 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende un reactor, que está configurado para generar óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Preferiblemente el reactor está configurado para la conversión de NH<sub>3</sub> mediante la generación de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Los reactores adecuados son conocidos por un experto en la materia.

30 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende un dispositivo de absorción, que está configurado para la absorción al menos de una parte de los óxidos de nitrógeno generados NO<sub>x</sub> en una composición acuosa. Los dispositivos de absorción adecuados, por ejemplo, torres de absorción son conocidos por un experto en la materia. Para la producción de ácido nítrico, por el dispositivo de absorción circula preferiblemente óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados en el reactor. Preferiblemente el dispositivo de absorción está configurado para absorber al menos 10 % en volumen de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados en el reactor, preferiblemente al menos 20 % en volumen, al menos 30 % en volumen, al menos 40 % en volumen, al menos 50 % en volumen, al menos 60 % en el reactor, al menos 70 % en volumen, al menos 80 % en volumen, al menos 90 % en volumen o al menos 99 % en volumen. Preferiblemente el dispositivo de absorción comprende fondos perforados o platos de burbujas. Preferiblemente los fondos perforados o los platos de burbujas están configurados para alojar la composición acuosa que absorbe los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Preferiblemente los fondos perforados están configurados para alojar en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la composición acuosa, tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales se haya puesto en funcionamiento. La composición acuosa comprende preferiblemente ácido nítrico. Los platos de burbujas están configurados preferiblemente configurado de modo que en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico ya están llenos de la composición acuosa.

45 El dispositivo de absorción está configurado preferiblemente de tal modo que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> entran en el extremo de base en el dispositivo de absorción, circulan a través del dispositivo de absorción de abajo hacia arriba y abandonan el dispositivo de absorción en el extremo superior. Preferiblemente el dispositivo de absorción está configurado para la refrigeración de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Preferiblemente la refrigeración del óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub> se realiza en el dispositivo de absorción de tal modo que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en la circulación a través del dispositivo de absorción se enfrían al menos 10 °C, preferiblemente al menos 20 °C, al menos 30 °C, al menos 40 °C, al menos 50 °C, al menos 60 °C, al menos 70 °C, al menos 80 °C, al menos 90 °C o al menos 100 °C.

50 Preferiblemente el dispositivo de absorción está configurado de modo que su volumen asciende con respecto al volumen total de todas las partes dispositivo para la producción de ácido nítrico a al menos 10 % en volumen, de manera más preferible al menos 20 % en volumen, al menos 30 % en volumen, al menos 40 % en volumen, al menos 50 % en volumen, al menos 60 % en volumen, al menos 70 % en volumen al menos 80 % en volumen, al menos 90 % en volumen o al menos 99 % en volumen.

60 La instalación depuradora de gases residuales está configurada para descomponer y/o reducir óxidos de nitrógeno no absorbidos NO<sub>x</sub>. Las instalaciones depuradoras de gases residuales son conocidas por un experto en la materia y permiten una reducción de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> NO y NO<sub>2</sub> habitualmente mediante procedimientos SCR mediante la alimentación de agentes de reducción adecuados. Además, permiten preferiblemente reducción o descomposición de N<sub>2</sub>O catalíticamente. La instalación depuradora de gases residuales está equipada preferiblemente con catalizadores para la degradación de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (catalizadores DeNO<sub>x</sub>). Estos catalizadores son conocidos por el experto en la materia.

65 Por regla general en este sentido se trata de catalizadores de metales de transición que promueven la reducción de

óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> con agentes de reducción. Preferiblemente son catalizadores DeNO<sub>x</sub> clásicos, en particular aquellos que contienen metales de transición y/o óxidos de metales de transición, como por ejemplo óxidos de hierro, níquel, cobre, cobalto, manganeso, rodio, renio o vanadio o platino metálico, oro o paladio, así como mezclas de dos o varios de estos compuestos. Especialmente se prefieren catalizadores a base de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- TiO<sub>2</sub>.

5 Además de los catalizadores DeNO<sub>x</sub>, que catalizan la reducción de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> con agentes de reducción, la instalación depuradora de gases residuales puede contener también catalizadores que promueven la descomposición química de N<sub>2</sub>O en nitrógeno y oxígeno o la reducción química de N<sub>2</sub>O con agentes de reducción. Estos catalizadores son conocidos por un experto en la materia.

10 En la instalación depuradora de gases residuales, además del gas residual, que contiene óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>, también se introducen agentes de reducción para óxidos de nitrógeno, en particular agentes de reducción para óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Como agentes de reducción para óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> son adecuados, por ejemplo, agentes de reducción que contienen nitrógeno. De manera especialmente preferible se utiliza amoníaco como agente de reducción para óxidos de nitrógeno, en particular para óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Las cantidades necesarias de agentes de reducción dependen del tipo de los agentes de reducción y pueden determinarse por el experto en la materia mediante experimentos de rutina.

20 Preferiblemente la instalación depuradora de gases residuales está configurada para disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual del dispositivo para la producción de ácido nítrico al menos 10 %, de manera más preferible al menos 20 %, al menos 30 %, al menos 40 %, al menos 50 %, al menos 60 %, al menos 70 %, al menos 80 %, al menos 90 % o al menos 99 %.

25 El dispositivo para la producción de ácido nítrico desde óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> comprende además medios de alimentación, que están configurados para la alimentación de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados del reactor al dispositivo de absorción, y medios de descarga, que están configurados para la descarga de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> no absorbidos o desorbidos del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales. En este sentido los medios de alimentación y medios de descarga comprenden preferiblemente tuberías adecuadas por lo que el reactor, el dispositivo de absorción y la instalación depuradora de gases residuales se conectan entre sí en un modo que garantiza la capacidad de funcionamiento general del dispositivo. Las medidas necesarias para ello se conocen por un experto en la materia.

35 Preferiblemente los medios de alimentación están configurados de tal modo que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados por el reactor se alimentan al extremo inferior del dispositivo de absorción. Preferiblemente los medios de descarga están configurados de tal modo que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> no absorbidos o desorbidos se descargan desde el extremo superior del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales.

40 El dispositivo para la producción de ácido nítrico comprende un conducto de derivación, que está configurado para el traslado de una mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción durante el arranque y/o la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico.

45 Un experto en la materia puede diferenciar el estado de un dispositivo para la producción de ácido nítrico durante su arranque y/o parada del estado del dispositivo durante su funcionamiento estacionario. El arranque del dispositivo precede al funcionamiento estacionario, la parada del dispositivo sigue al funcionamiento estacionario.

50 Preferiblemente la mezcla de gases, que durante el arranque y/o la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico se traslada del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción, comprende aire. La mezcla de gases puede comprender, dado el caso, componentes adicionales. Preferiblemente la mezcla de gases comprende aire y óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Preferiblemente a través del conducto de derivación circula la mezcla de gases antes del encendido o después del apagado de la combustión de amoníaco en el arranque y/o parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico de la mezcla de gases. Preferiblemente el conducto de derivación está dispuesto entre los medios de alimentación y los medios de descarga. Preferiblemente el conducto de derivación comprende una tubería que está conectada activamente con el medio de alimentación y el medio de descarga del dispositivo de acuerdo con la invención.

55 Preferiblemente la mezcla de gases, que se traslada del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción, se calienta. Preferiblemente se calienta la mezcla de gases en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la mezcla de gases se calienta antes del encendido o después del apagado de la combustión de amoníaco en el arranque y/o parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la mezcla de gases se calienta a una temperatura tal que la instalación depuradora de gases residuales en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico puede mantenerse en funcionamiento el mayor tiempo posible o en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico lo más temprano posible.

65 Preferiblemente la mezcla de gases en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico se calienta a una temperatura de al menos 100 °C, de manera más preferible al menos 150 °C, al menos 200 °C, al

menos 250 °C, al menos 300 °C, al menos 350 °C, al menos 400 °C, al menos 450 °C, al menos 500 °C, al menos 550 °C o al menos 600 °C.

La mezcla de gases puede calentarse a través de todos los dispositivos y procedimiento conocidos por el inventor. Por ejemplo la mezcla de gases puede calentarse con ayuda de un quemador, con ayuda de vapor, mediante calor de compresión o con ayuda de un dispositivo eléctrico.

Preferiblemente la mezcla de gases, que durante el arranque y/o la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico se traslada del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción, se comprime en un dispositivo de compresión. El dispositivo de compresión está configurado preferiblemente para comprimir una mezcla de gases. Según la invención pueden emplearse todos los dispositivos adecuados para comprimir una mezcla de gases. Preferiblemente para comprimir una mezcla de gases se emplea un compresor de aire. Por ejemplo como compresor de aire pueden emplearse turbocompresores.

En una forma de realización preferida el dispositivo de acuerdo con la invención comprende componentes adicionales que están conectados activamente entre sí. Preferiblemente el dispositivo comprende al menos un primer intercambiador de calor, que está dispuesto preferiblemente después del reactor y preferiblemente antes del dispositivo de absorción y que preferiblemente está configurado para refrigerar los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>, que se alimentan a través de los medios de alimentación del reactor al dispositivo de absorción.

Preferiblemente el dispositivo de acuerdo con la invención comprende uno o varios intercambiadores de calor adicionales, que preferiblemente están dispuestos después del dispositivo de absorción y preferiblemente antes de la instalación depuradora de gases residuales y que preferiblemente están configurados para calentar los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>, que se trasladan a través de los medios de descarga del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales y/o que se trasladan a través del conducto de derivación del reactor a la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> se calientan en el calentador de gas residual al menos 20 °C t, de manera más preferible al menos 40 °C, al menos 60 °C, al menos 80 °C, al menos 100 °C, al menos 120 °C, al menos 140 °C, al menos 160 °C, al menos 180 °C, al menos 200 °C, al menos 220 °C, al menos 240 °C, al menos 260 °C, al menos 280 °C, al menos 300 °C, al menos 320 °C, al menos 340 °C, al menos 360 °C, al menos 380 °C, al menos 400 °C, al menos 420 °C, al menos 440 °C o al menos 450 °C.

Los intercambiadores de calor de acuerdo con la invención no están limitados en cuanto su estructura según la invención. Los intercambiadores de calor adecuados comprenden intercambiadores de calor de haz de tubos, intercambiadores de calor de placas, intercambiadores de calor de espiral, intercambiadores de calor de tubo en U, intercambiadores de calor de tubo envolvente, etc.

Preferiblemente el dispositivo de acuerdo con la invención comprende un dispositivo de mezcla, que preferiblemente está dispuesto después del calentador de gas residual y preferiblemente antes de la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente el dispositivo de mezcla está configurado para mezclar los die óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> no absorbidos o desorbidos, que se alimentan a la instalación depuradora de gases residuales a través de los medios de descarga y/o del conducto de derivación, preferiblemente con amoníaco.

En una forma de realización preferida el dispositivo comprende un dispositivo de control, que está configurado

- para abrir o cerrar el conducto de derivación'; y/o
- para abrir o cerrar los medios de alimentación; y/o
- para abrir o cerrar los medios de descarga..

Preferiblemente el dispositivo de control está dispuesto después del reactor y antes del dispositivo de absorción.

Preferiblemente el dispositivo de control está configurado para abrir o cerrar el conducto de derivación' y para abrir o cerrar los medios de alimentación. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que en la apertura del conducto de derivación se cierran los medios de alimentación. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que en el cierre del conducto de derivación se abren los medios de alimentación. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura del conducto de derivación' condiciona el cierre de los medios de alimentación. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que el cierre del conducto de derivación' condiciona la apertura de los medios de alimentación. Preferiblemente la apertura o cierre del conducto de derivación' y la apertura o cierre de los medios de alimentación se realiza al mismo tiempo.

El dispositivo de control comprende preferiblemente dispositivos de cierre para abrir o cerrar una tubería, que preferiblemente comprenden al menos una válvula. Los dispositivos de cierre del dispositivo de control para abrir o cerrar las tuberías pueden estar dispuestos en una posición o en diferentes posiciones. Si los dispositivos de cierre están instalados en una posición el dispositivo de control está dispuesto preferiblemente en el lugar en el que el

conducto de derivación se desvía de los medios de alimentación. Si los dispositivos de cierre en cambio están dispuestos en diferentes posiciones entonces preferiblemente el al menos un dispositivo de cierre está dispuesto en el conducto de derivación y al menos un dispositivo de cierre en los medios de alimentación.

5 Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura o cierre del conducto de derivación' y la apertura o cierre de los medios de alimentación se realiza dependiendo del funcionamiento del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico los medios de alimentación se cierran y el conducto de derivación se abre. Preferiblemente, en el funcionamiento estacionario del dispositivo para la producción de ácido nítrico se cierra el conducto de derivación y los medios de alimentación se abren.

15 Un experto en la materia puede diferenciar el estado de un dispositivo para la producción de ácido nítrico durante su parada y/o arranque del estado del dispositivo durante su funcionamiento estacionario. La parada del dispositivo sigue al funcionamiento estacionario, el arranque del dispositivo precede al funcionamiento estacionario.

20 En otra forma de realización preferida el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura o cierre del conducto de derivación' y/o la apertura o cierre de los medios de alimentación se realiza dependiendo del funcionamiento de la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que durante el funcionamiento de la instalación depuradora de gases residuales provoca el cierre del conducto de derivación' y la apertura de los medios de alimentación. Preferiblemente el dispositivo de control provoca la apertura del conducto de derivación' y el cierre de los medios de alimentación, tan pronto como o mientras la instalación depuradora de gases residuales está fuera de funcionamiento.

25 En una forma de realización el dispositivo de control está configurado adicionalmente o alternativamente para abrir o cerrar los medios de descarga.

Preferiblemente el dispositivo de control está configurado para abrir o cerrar el conducto de derivación' y para abrir o cerrar los medios de alimentación y para abrir o cerrar los medios de descarga.

30 Si el dispositivo de control adicionalmente o alternativamente está configurado para abrir o cerrar los medios de descarga, el dispositivo de control comprende preferiblemente un dispositivo de cierre, que está dispuesto después del dispositivo de absorción, preferiblemente en la salida del dispositivo de absorción. Preferiblemente el dispositivo de cierre comprende una válvula, que está configurada para la apertura y cierre de los medios de descarga. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado para la apertura y cierre simultáneos de los medios de alimentación y medios de descarga, de modo que el dispositivo de control abre o cierra los medios de alimentación y los medios de descarga simultáneamente.

40 Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que en la apertura del conducto de derivación' los medios de alimentación y medios de descarga se cierran. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que durante el cierre del conducto de derivación' los medios de alimentación y medios de descarga se abren. Preferiblemente, el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura del conducto de derivación' condiciona el cierre de los medios de alimentación y de los medios de descarga. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que el cierre del conducto de derivación' condiciona la apertura de los medios de alimentación y de los medios de descarga. Preferiblemente la apertura o cierre del conducto de derivación' y la apertura o cierre de los medios de alimentación y de los medios de descarga se realiza al mismo tiempo.

50 Preferiblemente, el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura o cierre de los medios de descarga se realiza dependiendo del funcionamiento del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente, en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico los medios de descarga se cierran. Preferiblemente, en el funcionamiento estacionario del dispositivo para la producción de ácido nítrico los medios de descarga se abren.

55 En otra forma de realización preferida el dispositivo de control está configurado de tal manera que la apertura o cierre de los medios de descarga se realiza dependiendo del funcionamiento de la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente el dispositivo de control está configurado de tal manera que durante el funcionamiento de la instalación depuradora de gases residuales provoca la apertura de los medios de descarga. Preferiblemente el dispositivo de control provoca el cierre de los medios de descarga, tan pronto como o mientras la instalación depuradora de gases residuales está fuera de funcionamiento.

60 En otra forma de realización preferida la apertura o cierre del conducto de derivación' se realiza sin cierre de los medios de alimentación y de descarga. Preferiblemente la pérdida de presión en el dispositivo de absorción es suficientemente alta, de modo que la mayor parte de la mezcla de gases, que circula a través del dispositivo para la producción de ácido nítrico circula a través del conducto de derivación.

65 Preferiblemente el dispositivo de control para el bloqueo de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el dispositivo de

absorción está configurado de tal modo que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> no pueden escaparse del dispositivo de absorción. Preferiblemente el cierre de los medios de descarga y de los medios de alimentación se realiza en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico y tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales esté fuera de funcionamiento. Preferiblemente se realiza la apertura de los medios de alimentación y medios de descarga en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico, tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales esté en funcionamiento.

Preferiblemente el dispositivo de absorción está configurado de tal modo que pueden bloquearse al menos 10 % en volumen de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>, con respecto al volumen total de todas las partes de dispositivo del dispositivo para la producción de ácido nítrico, en el dispositivo de absorción, de manera más preferible al menos 20 % en volumen, al menos 30 % en volumen, al menos 40 % en volumen, al menos 50 % en volumen, al menos 60 % en volumen, al menos 70 % en volumen, al menos 80 % en volumen o al menos 90 % en volumen.

En una forma de realización preferida el conducto de derivación está configurado para trasladar la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción y evitando al menos un intercambiador de calor. Preferiblemente el conducto de derivación para trasladar los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> generados del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción y evitando el intercambiador de calor, que está dispuesto después del reactor y antes del dispositivo de absorción y que está configurado para refrigerar los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>. Preferiblemente la apertura del conducto de derivación y el cierre de los medios de alimentación en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico se realiza tras el ajuste de la combustión de NH<sub>3</sub> en el reactor, para que los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> situados detrás del reactor se alimenten a la instalación depuradora de gases residuales y allí aprovechando su calor residual puedan descomponerse o reducirse.

Un aspecto adicional de la invención comprende un procedimiento para disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> en el gas residual, que se produce durante la parada y/o el arranque del dispositivo de acuerdo con la invención para la producción de ácido nítrico, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

(a) impedir la alimentación de una mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción; y

(b) trasladar la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción.

Todas las formas de realización preferidas, que se han descrito previamente en relación con el dispositivo de acuerdo con la invención de aplican de manera debidamente análoga también para el procedimiento de acuerdo con la invención.

Preferiblemente la mezcla de gases comprende aire. En otra forma de realización preferida la mezcla de gases comprende aire y óxido de nitrógeno NO<sub>x</sub>. La mezcla de gases puede comprender dado el caso componentes inertes, adicionales para el procedimiento de acuerdo con la invención.

Preferiblemente la alimentación de la mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción se impide dependiendo del funcionamiento del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la alimentación de la mezcla de gases al dispositivo de absorción se impide en la etapa (a) exclusivamente en la parada y/o arranque, aunque no en el funcionamiento estacionario del dispositivo para la producción de ácido nítrico.

En la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención la mezcla de gases se traslada del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente la mezcla de gases del reactor se traslada a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción, dependiendo del funcionamiento del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la mezcla de gases en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico en la etapa (b) se traslada evitando el dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales. Preferiblemente la mezcla de gases, antes del encendido o después del apagado de la combustión de amoníaco en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico evitando el dispositivo de absorción se traslada a la instalación depuradora de gases residuales.

Preferiblemente las etapas de acuerdo con la invención (a) y (b) se realizan simultáneamente.

En una forma de realización preferida en la etapa (b) el traslado de la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales se realiza evitando el dispositivo de absorción y evitando un intercambiador de calor. Preferiblemente el traslado de la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales se realiza evitando el dispositivo de absorción y evitando un intercambiador de calor antes del encendido o después del apagado de la combustión de amoníaco en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente en la etapa (b) se realiza el traslado de la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción y evitando el intercambiador de calor, que está dispuesto después del reactor y antes del dispositivo de absorción y que está configurado para la refrigeración de la mezcla de gases y calentamiento del gas residual. Preferiblemente, en la parada del dispositivo para la producción



de ácido nítrico tras el ajuste de la combustión de  $\text{NH}_3$  en el reactor se abre el conducto de derivación' y los medios de alimentación se cierran para que los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$ , situados detrás del reactor se alimenten a la instalación depuradora de gases residuales y allí puedan descomponerse o reducirse aprovechando su calor residual.

5 Preferiblemente en la etapa (b) el traslado de la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales se realiza evitando el dispositivo de absorción, evitando un intercambiador de calor y evitando al menos una parte de dispositivo adicional del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la parte de dispositivo adicional comprende una parte del dispositivo para la producción de ácido nítrico, en la que durante el  
10 procedimiento de acuerdo con la invención puede acumularse ácido nítrico. Preferiblemente la parte de dispositivo adicional, que en la etapa (b) se evita, comprende al menos un intercambiador de calor adicional.

En una forma de realización preferida el procedimiento comprende la etapa adicional

15 (c) impedir la descarga de óxidos de nitrógeno no absorbidos  $\text{NO}_x$  u óxidos de nitrógeno desorbidos  $\text{NO}_x$  del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales.

Preferiblemente la descarga de óxidos de nitrógeno no absorbidos  $\text{NO}_x$  u óxidos de nitrógeno desorbidos  $\text{NO}_x$  del  
20 dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales se impide dependiendo del funcionamiento del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente la descarga en la etapa (c) se impide en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico. Preferiblemente las etapas (a) y (c) del procedimiento de acuerdo con la invención se realizan simultáneamente. Preferiblemente las etapas (a), (b) y (c) del procedimiento de acuerdo con la invención se realizan simultáneamente.

25 En una forma de realización preferida la etapa (a) y/o etapa (b) y/o etapa (c), se realizan tan pronto como en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales se ponga fuera de servicio o mientras en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales no esté todavía en funcionamiento.

30 Preferiblemente en la etapa (a) se impide la alimentación de la mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción, tan pronto como en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales se ponga fuera de servicio o mientras en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales no esté todavía en funcionamiento.

35 Preferiblemente en la etapa (b) la mezcla de gases del reactor se traslada a la instalación depuradora de gases residuales evitando el dispositivo de absorción, tan pronto como en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales se ponga fuera de servicio, o mientras en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales no esté todavía en funcionamiento.

40 Preferiblemente en la etapa (c) se impide la descarga de óxidos de nitrógeno no absorbidos  $\text{NO}_x$  u óxidos de nitrógeno desorbidos  $\text{NO}_x$  del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales, tan pronto como en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales se pone fuera de servicio o mientras en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación  
45 depuradora de gases residuales no esté todavía en funcionamiento.

En una forma de realización preferida se impide el evitar el dispositivo de absorción en la etapa (b), mientras en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales esté en funcionamiento o tan pronto como en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación  
50 depuradora de gases residuales se ponga en funcionamiento.

En una forma de realización preferida al impedir la alimentación de la mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción en la etapa (a) se bloquea al menos una parte del óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$ , que se encuentra dentro del dispositivo para la producción de ácido nítrico en el dispositivo de absorción.

55 En una forma de realización preferida el bloqueo del óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en el dispositivo de absorción se realiza adicionalmente impidiendo la descarga de óxidos de nitrógeno no absorbidos  $\text{NO}_x$  u óxidos de nitrógeno desorbidos  $\text{NO}_x$  del dispositivo de absorción a la instalación depuradora de gases residuales en la etapa (c).

60 Preferiblemente en la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico se bloquea al menos 10 % en volumen de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  situados en el dispositivo para la producción de ácido nítrico en el dispositivo de absorción, de manera más preferible al menos 20 % en volumen, al menos 30 % en volumen, al menos 40 % en volumen, al menos 50 % en volumen, al menos 60 % en volumen, al menos 70 % en volumen, al menos 80 % en volumen o al menos 90 % en volumen, en cada caso con respecto al volumen total de todas las  
65 partes de dispositivo del dispositivo para la producción de ácido nítrico.

Preferiblemente el dispositivo de absorción del procedimiento de acuerdo con la invención comprende fondos perforados, que en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico se llenan con ácido nítrico y el llenado con ácido nítrico se realiza tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales se haya puesto en funcionamiento.

5 En otra forma de realización preferida el dispositivo de absorción comprende platos de burbujas, que en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico están llenos ya con ácido nítrico.

10 En una forma de realización preferida al menos una parte del ácido nítrico, que en un intercambiador de calor se condensa, se conduce hacia el dispositivo de absorción. Preferiblemente al menos 10 % en volumen del ácido nítrico, que se condensan en un intercambiador de calor, se conduce hacia el dispositivo de absorción, de manera más preferible al menos 20 % en volumen, al menos 30 % en volumen, al menos 40 % en volumen, al menos 50 % en volumen, al menos 60 % en volumen, al menos 70 % en volumen, al menos 80 % en volumen o al menos 90 % en volumen, en cada caso con respecto a la cantidad total de ácido nítrico condensado en un intercambiador de calor. Preferiblemente el ácido nítrico condensado en un intercambiador de calor completamente se conduce hacia el dispositivo de absorción.

20 En una forma de realización preferida el dispositivo de acuerdo con la invención se emplea en el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 1 ilustra esquemáticamente y a modo de ejemplo el dispositivo de acuerdo con la invención para la producción de ácido nítrico desde óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$ , sin embargo no está diseñado de manera limitada. A este respecto, tal como es habitual en la producción de ácido nítrico, preferiblemente en un reactor, que se alimenta preferiblemente con amoníaco y aire se generan óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1).

25 En la producción de ácido nítrico en el funcionamiento estacionario estos óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) preferiblemente se conducen a través de uno o varios intercambiadores de calor (2) y preferiblemente a través de los medios de alimentación (5) al dispositivo de absorción (7), absorbiéndose al menos una parte del óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$  de una composición acuosa bajo la formación de ácido nítrico que se acumula preferiblemente en el foso (6) del dispositivo de absorción. Los óxidos de nitrógeno no absorbidos  $\text{NO}_x$  u óxidos de nitrógeno desorbidos  $\text{NO}_x$  se alimentan preferiblemente a través de medios de descarga (8) a un dispositivo de mezcla (11), en el que los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  se mezclan preferiblemente con amoníaco (10). Dado el caso pueden alimentarse inicialmente a un intercambiador de calor (9) adicional. Los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  mezclados preferiblemente con amoníaco se alimentan entonces preferiblemente a la instalación depuradora de gases residuales (12), y el excedente de gas residual (13) se entrega preferiblemente al entorno.

40 En la parada y/o arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico una mezcla de gases preferiblemente evitando el dispositivo de absorción (7) puede conducirse a través de un conducto de derivación (4). Preferiblemente la apertura y/o el cierre del conducto de derivación' y del dispositivo de alimentación puede regularse a través de un dispositivo de control (3).

45 En la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico se ajusta preferiblemente en primer lugar la combustión de  $\text{NH}_3$  en el reactor de modo que ya no pueden formarse óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) adicionales. Los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) que se encuentran todavía en el dispositivo detrás del reactor se refrigeran preferiblemente en el intercambiador de calor (2). A través de un compresor, preferiblemente también tras el ajuste de la combustión de  $\text{NH}_3$  se conduce además una mezcla de gases mediante el dispositivo para la producción de ácido nítrico. Por ello en los medios de alimentación (5) baja la concentración de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$ , por lo que preferiblemente a través del dispositivo de cierre de los medios de alimentación (3') se cierran los medios de alimentación (5). Preferiblemente con ello la corriente de aire mediante el dispositivo de absorción se interrumpe, por lo que al menos una parte del óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$  en el dispositivo de absorción se bloquea. Dado el caso, también alternativamente los medios de descarga (8) pueden cerrarse, para impedir una salida de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  del dispositivo de absorción (7). El conducto de derivación (4) se abre preferiblemente al mismo tiempo a través del dispositivo de cierre del conducto de derivación' (3''), de modo que la mezcla de gases, que circula a través del dispositivo para la producción de ácido nítrico evita el dispositivo de absorción preferiblemente por completo. Preferiblemente se impide por ello una desorción de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) desde el ácido nítrico, que se encuentra en el dispositivo de absorción (7) en la mezcla de gases, que circula a través del dispositivo para la producción de ácido nítrico.

60 Tan pronto como la combustión de  $\text{NH}_3$  se ajusta en el reactor, una refrigeración adicional de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) que se encuentran todavía en el dispositivo detrás del reactor puede ser desventajosa en el intercambiador de calor (2) dado que un enfriamiento de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) contrarresta un funcionamiento de la instalación depuradora de gases residuales (12) lo más largo posible; el calor contenido en los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  puede más bien mantener la instalación depuradora de gases residuales (12) para un determinada duración a la temperatura necesaria. Preferiblemente, por tanto, tras el ajuste de la combustión de  $\text{NH}_3$  en el reactor los medios de alimentación (5) se cierran y una mezcla de gases preferiblemente a través del conducto de derivación (4) evitando tanto el dispositivo de absorción (7) como evitando el intercambiador de calor (2) se

conduce a la instalación depuradora de gases residuales (12) (no mostrada en la figura 1). En este sentido el calor residual de los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  se aprovecha preferiblemente para la reducción y descomposición catalítica dentro de la instalación depuradora de gases residuales (12).

- 5 En el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales (12) la temperatura, que es necesaria para la reducción o descomposición catalítica de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1), habitualmente no se ha alcanzado todavía. En este estado los medios de alimentación (5) están preferiblemente cerrados y el conducto de derivación (4) preferiblemente abierto. Preferiblemente, antes del encendido de la combustión de amoníaco en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la purificación de gases
- 10 residuales se calienta hasta que haya alcanzado una temperatura que permita la dosificación amoníaco para la purificación de gases residuales. Tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales haya alcanzado su temperatura de funcionamiento, preferiblemente el conducto de derivación (4) se cierra y los medios de alimentación (5) y medios de descarga (8) se abren. Los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  que salen del dispositivo de absorción (7) pueden reducirse preferiblemente en la purificación de gases residuales calentada. Preferiblemente a continuación se inicia la combustión de amoníaco. Preferiblemente puede impedirse con ello que óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1), que en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico quedan en el dispositivo de absorción (7) puedan escaparse de este antes de que la instalación depuradora de gases residuales haya alcanzado la temperatura de funcionamiento necesaria. Preferiblemente se impide además una desorción de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  desde ácido nítrico, que se encuentra en el dispositivo de absorción (7). Preferiblemente el conducto de derivación (4) se
- 20 cierra y los medios de alimentación (5) se abren, tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales (12) se ponga en funcionamiento. Los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  (1) que quedan en el dispositivo de absorción (7) pueden circular preferiblemente a través de los medios de descarga (8) hacia la instalación depuradora de gases residuales (12) y allí descomponerse o reducirse.

25 **Lista de números de referencia:**

- 1 óxido de nitrógeno  $\text{NO}_x$   
 2 intercambiador de calor  
 3 dispositivo de control  
 30 3' dispositivo de cierre de los medios de alimentación  
 3" dispositivo de cierre del conducto de derivación'  
 4 conducto de derivación  
 5 medios de alimentación  
 6 foso  
 35 7 dispositivo de absorción  
 8 medios de descarga  
 9 intercambiador de calor adicional  
 10 amoníaco  
 11 dispositivo de mezcla  
 40 12 instalación depuradora de gases residuales  
 13 gas residual

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para la producción de ácido nítrico a partir de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) que comprende los componentes conectados activamente entre sí:
- 5
- (i) un reactor configurado para generar óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1);
  - (ii) un dispositivo de absorción (7) configurado para la absorción en una composición acuosa al menos de una parte de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) generados;
  - (iii) una instalación depuradora de gases residuales (12) configurada para descomponer y/o reducir óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) no absorbidos;
  - (iv) medios de alimentación (5) configurados para alimentar los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) generados del reactor al dispositivo de absorción (7);
  - (v) medios de descarga (8) configurados para descargar óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) no absorbidos del dispositivo de absorción (7) a la instalación depuradora de gases residuales (12); y
  - (vi) un conducto de derivación (4) configurado para trasladar una mezcla de gases, durante el arranque y/o la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico, del reactor a la instalación depuradora de gases residuales (12) evitando el dispositivo de absorción (7).
- 10
- 15
2. El dispositivo según la reivindicación 1, que comprende un dispositivo de control (3) configurado
- 20
- para abrir o cerrar el conducto de derivación (4); y/o
  - para abrir o cerrar los medios de alimentación (5); y/o
  - para abrir o cerrar los medios de descarga (8).
- 25
3. El dispositivo según la reivindicación 2, estando configurado el dispositivo de control (3) adicionalmente para abrir o cerrar los medios de descarga (8).
4. El dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, estando configurado el conducto de derivación (4) para trasladar la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales (12) evitando el dispositivo de absorción (7) y evitando un intercambiador de calor (2).
- 30
5. Un procedimiento para disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) en el gas residual, que se produce durante la parada y/o el arranque de un dispositivo para la producción de ácido nítrico según una de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- 35
- (a) impedir la alimentación de una mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción (7); y
  - (b) trasladar la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales (12) evitando el dispositivo de absorción (7).
- 40
6. El procedimiento según la reivindicación 5, realizándose en la etapa (b) el traslado de la mezcla de gases del reactor a la instalación depuradora de gases residuales (12) evitando el dispositivo de absorción (7) y evitando un intercambiador de calor (2).
- 45
7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 o 6, que comprende la etapa adicional
- (c) impedir la descarga de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) no absorbidos del dispositivo de absorción (7) a la instalación depuradora de gases residuales (12).
- 50
8. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, realizándose la etapa (a) y/o la etapa (b) y/o la etapa (c), tan pronto como en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales (12) se pone fuera de servicio, o mientras que en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales (12) no esté todavía en funcionamiento.
- 55
9. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 8, impidiéndose evitar el dispositivo de absorción (7) en la etapa (b), mientras que en la parada del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales (12) esté en funcionamiento, o tan pronto como en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico la instalación depuradora de gases residuales (12) se ponga en funcionamiento.
- 60
10. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 9, bloqueándose, al impedir la alimentación de la mezcla de gases del reactor al dispositivo de absorción (7) en la etapa (a), al menos una parte de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) que se encuentran dentro del dispositivo para la producción de ácido nítrico en el dispositivo de absorción (7).
- 65
11. El procedimiento según la reivindicación 10, realizándose el bloqueo de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) en el dispositivo de absorción (7) adicionalmente a impedir la descarga de óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> (1) no absorbidos del dispositivo de absorción (7) a la instalación depuradora de gases residuales (12) en la etapa (c).

12. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 11, comprendiendo el dispositivo de absorción (7) fondos perforados, que se llenan con ácido nítrico en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico y realizándose el llenado con ácido nítrico tan pronto como la instalación depuradora de gases residuales (12) se haya puesto en funcionamiento.
- 5
13. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 12, comprendiendo el dispositivo de absorción (7) platos de burbujas, que en el arranque del dispositivo para la producción de ácido nítrico ya están llenos de ácido nítrico.
- 10
14. El procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 13, conduciéndose al menos una parte del ácido nítrico, que se condensa en un intercambiador de calor (2), hacia el dispositivo de absorción.
15. Uso del dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4 en el procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 10.

Figura 1

