

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 709**

51 Int. Cl.:

B01D 53/86 (2006.01)
B05D 7/14 (2006.01)
B05D 7/20 (2006.01)
B05B 7/00 (2006.01)
B01D 53/90 (2006.01)
B05B 1/00 (2006.01)
H01B 13/06 (2006.01)
H01B 13/30 (2006.01)
C23D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2020** **PCT/EP2020/060115**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2020** **WO20208125**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2020** **E 20716090 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2023** **EP 3953022**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la producción de alambres esmaltados**

30 Prioridad:

10.04.2019 EP 19168503

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.09.2023

73 Titular/es:

P & F MASCHINENBAU GMBH (100.0%)
Schwarzhubergasse 8
3002 Purkersdorf, AT

72 Inventor/es:

PASCHER, GERALD

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 948 709 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

Dispositivo y procedimiento para la producción de alambres esmaltados

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la producción de alambres esmaltados, con un dispositivo de aplicación para aplicar, como mínimo, una capa de esmalte, un horno para solidificar la capa de esmalte y con un dispositivo de depuración de gases de escape para eliminar, como mínimo, los óxidos de nitrógeno de un gas de escape del horno, presentando el dispositivo de depuración de gases de escape una instalación para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape del horno y una unidad de suministro para suministrar
10 un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, al gas de escape del horno.

Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de alambres esmaltados, aplicándose a un alambre metálico, como mínimo, una capa de esmalte que se solidifica en un horno, liberándose un gas de escape del horno, como mínimo, de óxidos de nitrógeno, sometándose el gas de escape del horno a una reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno, suministrándose un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, a través de una unidad de suministro al gas de escape.

20 Un dispositivo de este tipo o un procedimiento de este tipo para la producción de alambres esmaltados con un horno de convección para el secado y el endurecimiento de capas de esmalte aplicadas al alambre se conoce por el estado de la técnica anterior según la Patente EP 2 929 927 A1. El gas de escape del horno de convección, que de manera condicionada por el proceso contiene óxidos de nitrógeno (NO_x) tales como monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2), se conduce a través de un dispositivo de depuración de gases de escape, que presenta
25 una instalación para la reducción catalítica selectiva. La instalación presenta catalizadores de desnitrificación y un catalizador de oxidación aguas abajo de los catalizadores de desnitrificación. En el sentido de flujo del gas de escape antes de los catalizadores de desnitrificación, una tobera de pulverización se adentra en perpendicular al sentido de flujo del gas de escape en una carcasa tubular, recta, en la que se transporta el gas de escape a los catalizadores. A través de la tobera de pulverización se inyecta un agente reductor que contiene urea en el gas de escape en perpendicular al sentido de flujo del gas de escape. La urea se transforma en el gas de escape con ayuda de termólisis e hidrólisis en amoníaco (NH_3), utilizándose el amoníaco para la reducción de los óxidos de nitrógeno para dar nitrógeno (N_2) y agua (H_2O) en los catalizadores de desnitrificación. Entre la inyección del agente reductor y los catalizadores de desnitrificación están dispuestas unidades de mezclado en la carcasa tubular, para provocar una desviación del flujo de gas de escape. A este respecto es desventajoso que, debido a la inyección, el agente reductor inyectado puede formar una película sobre una superficie interna de la carcasa tubular. Una desventaja
35 adicional es que el agente reductor no se mezcla de manera óptima con el gas de escape y por consiguiente la urea no experimenta una termólisis e hidrólisis completa, de modo que se pueden producir deposiciones de urea sólida en la zona de la inyección y/o en los catalizadores de desnitrificación.

40 Por la Patente DE 10 2007 055874 A1 se conoce además un dispositivo para el suministro de un agente reductor, estando previsto en este caso un saliente en una sección de tubo curvada, en la que está dispuesto un agujero de pulverización de un dispositivo de inyección de solución de urea, a través del que se introduce el agente reductor en un flujo de gas de escape.

45 Por la Patente CN 207 499 951 U se conoce que se puede añadir aire a presión mediante una bomba de dosificación a un conducto de urea ya antes de la zona de tobera. El suministro del agente reductor tiene lugar en el dispositivo conocido en una pieza de tubo recta y el agente reductor se aporta sustancialmente normal al sentido de flujo del gas de escape.

50 El objetivo de la presente invención consiste en mitigar o subsanar, como mínimo, desventajas individuales de las instalaciones conocidas para la producción de alambres esmaltados. La presente invención se plantea en particular el propósito de mejorar el mezclado del agente reductor aportado con el gas de escape.

La presente invención pone a disposición un dispositivo para la producción de alambres esmaltados, con un dispositivo de aplicación para aplicar, como mínimo, una capa de esmalte, un horno para solidificar la capa de esmalte y con un dispositivo de depuración de gases de escape para eliminar, como mínimo, los óxidos de nitrógeno de un gas de escape del horno, presentando el dispositivo de depuración de gases de escape una instalación para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape del horno y una unidad de suministro para suministrar un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, al gas de escape del horno, estando dispuesta una parte de la unidad de suministro, que es recta y
60 alrededor de la cual fluye el gas de escape, en una pieza de tubo arqueada, que presenta una curvatura de entre 60° y 150° y presentando la unidad de suministro, como mínimo, una abertura de salida, que está diseñada de tal manera que el agente reductor sale de la abertura de salida sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape.

65 De ese modo se alcanza dicho objetivo.

Correspondientemente, la presente invención pone a disposición también un procedimiento para la producción de alambres esmaltados, aplicándose a un alambre metálico, como mínimo, una capa de esmalte, que se solidifica en un horno, liberándose un gas de escape del horno, como mínimo, de óxidos de nitrógeno, sometiéndose el gas de escape del horno a una reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno, suministrándose un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, a través de una unidad de suministro al gas de escape, estando dispuesta una parte de la unidad de suministro, que es recta y alrededor de la cual fluye el gas de escape, en una pieza de tubo arqueada, que presenta una curvatura de entre 60 ° y 150 °, y aportándose el agente reductor sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape.

También de ese modo se alcanza dicho objetivo.

Con el procedimiento según la presente invención se pueden reducir las formaciones de película y las deposiciones del agente reductor. Mediante el agente reductor aportado sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape a través de la abertura de salida se minimiza el transporte del agente reductor en perpendicular al sentido de flujo del gas de escape hacia un borde del flujo de gas de escape, de modo que se reducen las deposiciones en paredes, dentro de las que se guía el gas de escape. De ese modo, se puede conseguir un aporte homogéneo del agente reductor al gas de escape, de modo que el agente reductor se distribuye de manera relativamente homogénea en la sección transversal de flujo del gas de escape. A este respecto, el agente reductor se aporta según el principio de flujo paralelo al gas de escape que está fluyendo, de modo que el agente reductor al salir de la abertura de salida fluye sustancialmente en la misma dirección que el gas de escape, al que se aporta el agente reductor.

Según un modo de realización preferente, una parte de la unidad de suministro está dispuesta en una pieza de tubo arqueada, presentando la pieza de tubo arqueada una curvatura de entre 75 y 120 °, de manera especialmente preferente entre 80 y 100 °, en particular sustancialmente 90 °. Ventajosamente, de ese modo, una parte alrededor de la cual fluye el gas de escape de la unidad de suministro, que suministra el agente reductor al gas de escape, puede estar realizada sin variaciones de dirección, de modo que está reducida la sección transversal de la unidad de suministro transversalmente al sentido de flujo del gas de escape y por consiguiente la resistencia al flujo del gas de escape debido a la unidad de suministro. Además, de ese modo una limpieza de la unidad de suministro es más sencilla, al limpiarse fácilmente las partículas extrañas y/o la urea que se pueden acumular en la abertura de salida o en la unidad de suministro, a través de un acceso externo. Mediante la realización recta de la parte alrededor de la cual fluye el gas de escape de la unidad de suministro, en esta sección la unidad de suministro no presenta ninguna zona de riesgo, tal como, por ejemplo, dobleces, esquinas, cantos sobresalientes, juntas, costuras de soldadura o zonas muertas con remolinos, en los que ya durante el suministro del agente reductor se pueden producir deposiciones. Una ventaja adicional de la realización recta de la parte alrededor de la cual fluye el gas de escape de la unidad de suministro es la fabricación sustancialmente más sencilla y más económica de la unidad de suministro.

Según un modo de realización especialmente preferente, la parte dispuesta en la pieza de tubo arqueada de la unidad de suministro, salvo la abertura de salida, está envuelta por un tubo protector. De ese modo, se protege la unidad de suministro frente al gas de escape que está fluyendo, de modo que se puede reducir o impedir una condensación de, por ejemplo, residuos de esmalte en puntos fríos de la unidad de suministro.

Para la protección de la abertura de salida es favorable que el tubo protector se extienda en el sentido de flujo del gas de escape sustancialmente hasta la abertura de salida. Ventajosamente, de ese modo la abertura de salida está completamente envuelta por el tubo protector y se protege por consiguiente frente a altas temperaturas o influencias de flujo del gas de escape que pasa fluyendo, tal como, por ejemplo, flujos de cizallamiento del gas de escape.

Además, es favorable que la unidad de suministro presente un conducto de suministro con la, como mínimo, una abertura de salida, presentando la abertura de salida una tobera, que está orientada sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape para inyectar el agente reductor sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape. De ese modo, es posible una inyección precisa del agente reductor en el gas de escape. A este respecto, el conducto de suministro es preferentemente una lanza de tobera.

Para el mezclado mejorado del agente reductor con el gas de escape es favorable que la tobera de la abertura de salida sea una tobera de pulverización para dividir el agente reductor, en particular, en gotitas finas. Por consiguiente, el agente reductor se puede inyectar ventajosamente distribuido de manera fina en forma de una pulverización en el gas de escape para, en el caso de componentes líquidos del agente reductor, vaporizarlos rápidamente.

Según un modo de realización preferente, la tobera de pulverización es una tobera binaria, que presenta una cámara interna de tobera y una cámara externa de tobera, siendo la cámara interna de tobera para suministrar un primer medio, conteniendo el primer medio el agente reductor, preferentemente el compuesto que contiene amoníaco, en particular la solución de urea, siendo la cámara externa de tobera para suministrar un segundo medio, preferentemente un aire a presión. De ese modo, el agente reductor se puede inyectar con ayuda de aire a presión en el gas de escape, para posibilitar una distribución fina del agente reductor en el gas de escape. Preferentemente, la presión del aire a presión se encuentra entre 1 y 20 bar, de manera especialmente preferente entre 3 y 12 bar, en

particular entre 5 y 7 bar. Ventajosamente, con la tobera binaria son posibles ángulos de apertura más pequeños de la pulverización (ángulos de pulverización), de modo que se puede reducir o evitar el transporte del agente reductor a la región de límite del flujo de gas de escape durante la inyección en el gas de escape.

5 Según un modo de realización especialmente preferente, la tobera binaria es una tobera binaria de mezclado externo, que presenta una cámara de mezclado, estando conectadas la cámara interna de tobera y la cámara externa de tobera por separado con la salida de tobera para la salida separada del primer medio y del segundo medio, preferentemente del aire a presión, desde la tobera binaria. De mezclado externo significa en este contexto que el agente reductor debido a depresión o fuerza de la gravedad no se guía al interior del flujo del segundo medio, que sirve para la pulverización, y se pulveriza en el mismo hasta la salida de tobera. Ventajosamente, la tobera binaria presenta un sistema de tubo en tubo, en el que un tubo interno transporta el primer medio hasta la cámara interna de tobera y un tubo externo dispuesto coaxialmente alrededor del tubo interno transporta el segundo medio hasta la cámara externa de tobera. De ese modo, el agente reductor en el primer medio se puede aislar térmicamente del gas de escape mediante el segundo medio, para evitar un sobrecalentamiento de la tobera. El primer medio puede contener en el caso de la tobera binaria de mezclado externo, además del agente reductor, un aire a presión adicional.

Según un modo de realización especialmente preferente adicional, la tobera binaria es una tobera binaria de mezclado interno, que presenta una salida de tobera, estando conectadas la cámara interna de tobera y la cámara externa de tobera con la cámara de mezclado para mezclar el primer medio con el segundo medio, preferentemente el aire a presión, en la cámara de mezclado. De mezclado interno significa en este contexto que el agente reductor y el segundo medio, que sirve para la pulverización, se mezclan en la cámara de mezclado todavía antes de la salida de tobera. De ese modo, se puede generar una pulverización especialmente fina.

25 Para aumentar adicionalmente el mezclado del agente reductor con el gas de escape es favorable que el dispositivo de depuración de gases de escape presente en el sentido de flujo del gas de escape tras la unidad de suministro y antes de la instalación para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno una pieza de tubo cónica para el paso del gas de escape, aumentando el diámetro de la pieza de tubo cónica en el sentido de flujo del gas de escape, aportándose el agente reductor suministrado, como mínimo, por secciones a la pieza de tubo cónica. De ese modo, el agente reductor aportado se puede expandir adicionalmente en la dirección radial con respecto al flujo del gas de escape, sin tocar una pared, que limita el flujo de gas de escape. Una ventaja adicional es el tiempo de permanencia aumentado del agente reductor en el gas de escape debido a la velocidad de flujo decreciente del gas de escape, que se provoca mediante el ensanchamiento de la sección transversal. Ventajosamente, de ese modo puede tener lugar una termólisis y/o hidrólisis del agente reductor en la pieza de tubo cónica, de modo que, también en el caso de tasas de dosificación altas del agente reductor, a la instalación para la reducción catalítica selectiva aguas abajo de la pieza de tubo cónica se le puede suministrar un agente reductor completamente termolizado y/o hidrolizado.

Además, es favorable que el agente reductor aportado, preferentemente el compuesto que contiene amoníaco aportado, en particular la solución de urea aportada, sea líquido y se vaporice en la pieza de tubo cónica, formándose amoníaco. De ese modo, un agente reductor aportado en forma líquida se puede vaporizar en la pieza de tubo cónica y, por consiguiente, suministrarse a la instalación para la reducción catalítica selectiva aguas abajo de la pieza de tubo cónica un agente reductor completamente vaporizado. Esto reduce o impide formaciones de película y deposiciones en la instalación para la reducción catalítica selectiva.

45 Para un guiado del flujo mejorado es favorable que la pieza de tubo cónica presente un medio ángulo de apertura de entre 1 y 10 °, preferentemente entre 2 y 7 °, de manera especialmente preferente entre 3 y 5 °, en particular sustancialmente 4 °. Ventajosamente, de ese modo el flujo de gas de escape se adapta al desarrollo de la pared interna de la pieza de tubo cónica, de modo que se evitan desprendimientos del flujo en la pared interna. De ese modo se suprime una formación de remolinos de flujo, que aunque aumentan el mezclado del agente reductor con el gas de escape, pueden conducir a una distribución heterogénea del agente reductor en el gas de escape.

Según un modo de realización preferente, la instalación para la reducción catalítica selectiva presenta, como mínimo, un catalizador de desnitrificación y, como mínimo, un catalizador de oxidación para la degradación de monóxido de carbono y/o hidrocarburos y/o amoníaco, estando previstos uno detrás de otro preferentemente, como mínimo, dos, en particular exactamente dos, catalizadores de desnitrificación en el sentido de flujo del gas de escape. De ese modo, el agente reductor puede transformar los óxidos de nitrógeno en nitrógeno y agua. Ventajosamente, el amoníaco formado en los catalizadores de desnitrificación a partir del agente reductor reacciona catalíticamente con los óxidos de nitrógeno en el gas de escape para formar nitrógeno y agua. En el catalizador de oxidación, sustancias nocivas tales como monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos sin combustionar (C_mH_n) pueden reaccionar para formar dióxido de carbono (CO_2) y agua.

Según un modo de realización especialmente preferente, el, como mínimo, un catalizador de desnitrificación presenta un primer soporte metálico recubierto y un primer revestimiento y el catalizador de oxidación presenta un segundo soporte metálico y un segundo revestimiento, presentando preferentemente el primer revestimiento óxidos de titanio, vanadio y/o wolframio y el segundo revestimiento platino y/o paladio. Debido al soporte metálico recubierto, el, como mínimo, un catalizador de desnitrificación y el, como mínimo, un catalizador de oxidación son

mecánicamente más resistentes que, por ejemplo, los catalizadores cerámicos completamente extruidos, de modo que estos se pueden utilizar a temperaturas mayores y están mejor protegidos frente a daños mecánicos durante el transporte. Ventajosamente, debido a una impresión del primer o segundo revestimiento sobre el primer o segundo soporte metálico recubierto se aumenta la superficie de reacción del, como mínimo, un catalizador de desnitrificación o de oxidación, de modo que se aumenta la eficiencia de las reacciones químicas que transcurren en los catalizadores.

Según un modo de realización preferente, el caudal del gas de escape y las concentraciones de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape se determinan en el sentido de flujo antes de suministrar el agente reductor y en el sentido de flujo tras la reducción catalítica selectiva, determinándose en base al caudal determinado del gas de escape y las concentraciones determinadas de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape, la cantidad del agente reductor aportado, preferentemente del compuesto que contiene amoníaco aportado, en particular de la solución de urea aportada. De ese modo, se puede determinar la cantidad del agente reductor que se aporta al gas de escape en base a las concentraciones determinadas de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape y suministrarse esta cantidad a través de la unidad de suministro al gas de escape.

Según un modo de realización especialmente preferente, en base a las concentraciones determinadas de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape, se determina la cantidad necesaria estequiométricamente para la reducción de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape del agente reductor aportado, preferentemente del compuesto que contiene amoníaco aportado, en particular de la solución de urea aportada. De ese modo, se suministra al gas de escape de manera ventajosa exactamente la cantidad del agente reductor que es necesaria estequiométricamente para los óxidos de nitrógeno presentes en el gas de escape. Ventajosamente, para la determinación de la cantidad necesaria del agente reductor se tienen en cuenta, además de las concentraciones determinadas de los óxidos de nitrógeno, una temperatura medida del gas de escape y una presión dinámica medida del gas de escape para la determinación del flujo másico del gas de escape.

La presente invención se explica a continuación adicionalmente mediante el ejemplo de realización no limitativo, mostrado en los dibujos.

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo para la producción de alambres esmaltados;

la figura 2 muestra esquemáticamente un corte de un dispositivo de depuración de gases de escape según la presente invención para el dispositivo según la figura 1;

la figura 3 muestra esquemáticamente una vista tridimensional de una unidad de suministro del dispositivo de depuración de gases de escape según la figura 2;

la figura 4 muestra esquemáticamente un corte de un primer modo de realización de una tobera binaria de la unidad de suministro según la figura 3;

la figura 5 muestra esquemáticamente un corte de un segundo modo de realización de una tobera binaria de la unidad de suministro según la figura 3.

La figura 1 muestra un dispositivo 1 para la producción de alambres esmaltados 2. El dispositivo 1 presenta un dispositivo de aplicación 3 para aplicar varias capas de esmalte a un alambre metálico. Además, está previsto un horno 4 para secar y endurecer las capas de esmalte sobre el alambre metálico. El horno 4 presenta una zona de secado 4' y una zona de endurecimiento 4". En el horno 4 se guía en círculo aire de circulación 5 por medio de un ventilador 6. El aire de circulación 5 se enriquece, tal como se explica a continuación en detalle, con diferentes sustancias nocivas. Además, está previsto un catalizador de oxidación de aire de circulación 7' así como, en un conducto que guía gases de escape 9, una instalación de depuración de gases de escape 7 para eliminar las sustancias nocivas, en particular óxidos de nitrógeno, del gas de escape del horno. En la figura 1 se puede ver además un enfriador 8 para enfriar el alambre esmaltado.

El aislamiento de alambre se produce mediante el secado y endurecimiento de las capas de esmalte líquidas aplicadas al alambre en el horno de convección 4 a aproximadamente 550 - 700 °C. Dado que la aplicación del grosor de recubrimiento final necesario tiene que tener lugar en varias pasadas, se guían hasta 24 coberturas del mismo alambre a través del horno de secado o de endurecimiento. Durante el secado de las capas de esmalte líquidas sobre el alambre metálico se evaporan disolventes de esmalte a alta temperatura, con lo que el aire de circulación de la instalación de alambre esmaltado se satura a lo largo de la zona de secado de manera continua con vapor de disolvente.

El aire cargado con disolvente pasa durante el funcionamiento de aire de circulación constantemente por un catalizador de paladio-platino, que sirve como catalizador de oxidación de aire de circulación 7', con lo que los hidrocarburos (C_mH_n = vapor de disolvente) se oxidan con el oxígeno O_2 del aire fresco succionado al interior del horno de manera exotérmica para formar dióxido de carbono CO_2 y vapor de agua H_2O . Por tanto, durante esta reacción química exotérmica se libera energía térmica, que calienta el aire de proceso. Sin embargo, allí se puede

oxidar de manera reforzada también el nitrógeno de disolvente para formar óxidos de nitrógeno NO_x (predominantemente monóxido de nitrógeno NO , dióxido de nitrógeno NO_2). La tasa de conversión en el catalizador de oxidación de aire de circulación 7' aumenta básicamente con el nivel de temperatura creciente. En las regiones fuera del catalizador, la mezcla de disolvente-aire puede reaccionar químicamente ya de manera prematura debido al nivel de temperatura suficientemente alto (por ejemplo, zona de secado, zona de calentamiento).

Los caudales aportados de aire y disolvente al sistema son aproximadamente constantes durante la producción. De manera condicionada por el proceso, directamente después del catalizador de aire de circulación se extraer mediante succión un gas de escape caliente 9 y se descarga al entorno. La descarga del gas de escape tiene lugar a través de un tubo de acero con un diámetro interno de 80 mm por medio de un ventilador radial. Directamente en la salida del tubo está embridado en la mayoría de los casos un elemento de transferencia de calor a contracorriente orientado verticalmente, que con la energía térmica del gas de escape genera vapor de agua como gas protector y de limpieza para el proceso de recocido del alambre bruto. En el funcionamiento estándar, la temperatura de gas de escape antes del evaporador se encuentra entre 300 - 500 °C y tras el evaporador a aproximadamente 250 - 280 °C.

Los componentes nocivos relevantes en el gas de escape de la instalación durante el proceso de esmaltado son monóxido de carbono CO , sustancias orgánicas volátiles restantes (hidrocarburos indicados como carbono unido total o C total) y óxidos de nitrógeno NO_x . El CO se genera debido a la combustión incompleta de los hidrocarburos. Las cantidades residuales restantes de hidrocarburos en el gas de escape del horno son atribuibles a que los vapores de disolvente presentes en el proceso de aire de circulación se oxidan de manera insuficiente especialmente en el catalizador de aire de circulación 7'. Esto puede estar condicionado, por ejemplo, por una sobrecarga del aire de proceso con hidrocarburos (es decir, en el caso de una entrada de disolvente demasiado alta en el sistema), un nivel de temperatura insuficiente en el catalizador de aire de circulación o también por demasiado poco oxígeno reactivo (suministro de aire fresco o cantidad de gas de escape) en el sistema.

El NO_x en máquinas de alambre esmaltado es el denominado NO_x de combustible y no NO_x térmico. La generación de NO_x se basa por tanto en el proceso de esmaltado de manera decisiva en la reacción química de los componentes de nitrógeno unidos en el combustible (disolvente de esmalte) con oxígeno del aire. El NO_x térmico se generaría a partir del nitrógeno del aire a más de 1000 °C. Aun así, según la experiencia, temperaturas mayores promueven la tasa de reacción química del N_2 para formar NO_x (especialmente en el catalizador de aire de circulación). Un causante principal de NO_x durante el recubrimiento de alambre es el disolvente NMP (N-metil-2-pirrolidona), que es el disolvente básico del esmalte de poliamidoimida (PAI) usado con frecuencia como revestimiento superior. La NMP contiene altas cantidades de nitrógeno, que en el proceso en el horno, especialmente en regiones de alta temperatura (por ejemplo, zona de calentamiento, catalizador de aire de circulación), se oxida para formar NO_x .

En instalaciones horizontales para el esmaltado de alambres redondos con diámetros de hasta 1,6 mm, hay cantidades de gas de escape de aproximadamente 65 - 70 Nm^3/h . En el gas de escape se encuentran, como se ha mencionado anteriormente, cantidades restantes de monóxido de nitrógeno NO , dióxido de nitrógeno NO_2 , monóxido de carbono CO y cantidades de disolvente residual restantes en forma de hidrocarburos sin combustión C_nH_m , que se deben eliminar mediante depuración de manera activa. Los valores límite de sustancias nocivas para gas de escape industrial se establecen mediante las más diversas normas legales.

La figura 2 muestra un dispositivo de depuración de gases de escape 7 según la presente invención, que presenta un elemento de conexión 10 para conectar el dispositivo de depuración de gases de escape 7 al tubo de acero del horno 4 previsto para la descarga del gas de escape 9, una unidad de suministro 11, una pieza de tubo cónica 12 y una instalación 13 para la reducción catalítica selectiva. Básicamente, el dispositivo de depuración de gases de escape 7 se puede instalar en cualquier conducto tubular de aire de escape. La orientación del dispositivo de depuración de gases de escape 7 puede ser horizontal o vertical. Dado que en el caso de una orientación vertical existe una accesibilidad dificultada al dispositivo de depuración de gases de escape 7 para el mantenimiento y reparaciones, en las instalaciones horizontales para el esmaltado de alambres redondos se prefiere la orientación horizontal del dispositivo de depuración de gases de escape 7.

En el modo de realización mostrado, el gas de escape 9 del horno de convección 4 se conduce a través de una pieza de tubo vertical recta 14 hasta una pieza de tubo arqueada 90 ° 15 y a continuación a la pieza de tubo cónica 12. En la pieza de tubo arqueada 15, en la que se redirige el gas de escape 9 de un flujo vertical a uno horizontal, la unidad de suministro 11 está dispuesta hacia una parte, presentando la unidad de suministro 11 un conducto de suministro que, en el modo de realización mostrado, está realizado como lanza de tobera recta 16. La lanza de tobera 16 está guiada horizontalmente a través de un agujero 17 en la pieza de tubo arqueada 15, de modo que un extremo 18 de la lanza de tobera 16 está dispuesto en un área de sección transversal vertical circular en el extremo de la pieza de tubo arqueada 15, que limita con la pieza de tubo cónica 12 y en la que el flujo del gas de escape 9 está orientado horizontalmente. En el extremo 18 de la lanza de tobera 16 está dispuesta una abertura de salida, que en el modo de realización mostrado es una tobera binaria 19. A este respecto, la tobera binaria 19 está dispuesta en el punto central del área de sección transversal vertical circular en el extremo de la pieza de tubo arqueada 15, que limita con la pieza de tubo cónica 12, de modo que la salida de tobera de la tobera binaria 19 apunta hacia el punto central de la abertura circular de la pieza de tubo cónica 12, que limita con la pieza de tubo

arqueada 12 y coincide con el área de sección transversal vertical circular de la pieza de tubo arqueada 12. En el sentido de flujo del gas de escape 9, la sección transversal de la pieza de tubo cónica 12 aumenta, de modo que la pieza de tubo cónica 12 presenta un medio ángulo de apertura de 4 °. Debido a la sección transversal creciente en la pieza de tubo cónica 12 se reduce la velocidad de flujo del gas de escape 9. La pieza de tubo cónica 12 y la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva están aisladas térmicamente con una capa de 50 mm de grosor de lana mineral, para que el gas de escape 9 entre la inyección del agente reductor y la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva no se enfríe de manera demasiado intensa.

En el modo de realización mostrado, a través de la tobera binaria 19 se inyecta un agente reductor junto con aire a presión en el gas de escape, adentrándose el aerosol 20 que se forma durante la inyección en la pieza de tubo cónica 12. Dado que la salida de tobera de la tobera binaria 19 apunta hacia el punto central de la abertura circular de la pieza de tubo cónica 12, el agente reductor se inyecta en forma de gotitas finas junto con el aire a presión sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape 9 en el centro del gas de escape que está fluyendo 9, para conseguir un mezclado homogéneo del gas de escape 9 con el agente reductor. Como agente reductor, en el modo de realización mostrado se utiliza una solución acuosa de urea con un porcentaje en masa de urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ del 32,5 %. Esta solución acuosa de urea se conoce de la industria de los vehículos como "AdBlue". Tras la inyección del agente reductor en el gas de escape 9 a través de la tobera binaria 19 se somete a termólisis la urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ con ayuda del gas de escape caliente 9 para formar amoníaco NH_3 y ácido isocianico HNCO . El agua H_2O del agente reductor se vaporiza completamente y reacciona con el ácido isocianico HNCO para formar amoníaco NH_3 y dióxido de carbono CO_2 . Mediante el mezclado homogéneo con el gas de escape 9 y el tiempo de permanencia mayor en la pieza de tubo cónica 12 debido a la velocidad de flujo decreciente del gas de escape 9, en la pieza de tubo cónica 12 la urea y el ácido isocianico se transforman completamente en amoníaco en forma de vapor.

En el modo de realización mostrado, aguas abajo de la pieza de tubo cónica 12 en el sentido de flujo del gas de escape está conectada la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva, que presenta dos catalizadores de desnitrificación 21 y un catalizador de oxidación 22. Los catalizadores de desnitrificación 21 - también denominados catalizadores SCR - son soportes de metal sólido recubiertos, con un primer soporte metálico y una densidad celular de 300 cpsi. Los soportes metálicos están caracterizados, a diferencia de los productos cerámicos, por una resistencia a la temperatura y una resistencia mecánica sustancialmente mayores. De ese modo, el catalizador SCR también se podría utilizar en tipos de hornos de alambre esmaltado, en los que existen temperaturas de aire de escape mucho mayores de hasta 650 °C. La resistencia mecánica protege a los catalizadores metálicos frente a daños durante el transporte, que aparecen con más facilidad en los catalizadores cerámicos. Sobre el primer soporte metálico está imprimido un primer revestimiento de óxido de aluminio con una superficie específica muy alta, que está recubierto con los óxidos relevantes de titanio, vanadio y/o wolframio. Debido al primer revestimiento aplicado aumenta significativamente la superficie de reacción de los catalizadores de desnitrificación 21, con lo que se aumenta la eficiencia de las reacciones químicas que transcurren. En los catalizadores metálicos recubiertos es especialmente importante la reducida capacidad de almacenamiento de amoníaco, que permite una regulación posterior mucho más rápida de la dosificación de AdBlue en el caso de cargas de NO_x variables del sistema. De este modo se puede reducir significativamente el riesgo de sobredosificación estequiométrica de AdBlue, lo que es muy relevante para la formación de deposiciones de urea en el catalizador de desnitrificación 21. Los extruidos cerámicos tienden debido a su construcción estructural con alta porosidad de manera reforzada al almacenamiento de amoníaco, con lo que las reacciones químicas y por consiguiente también la regulación de la dosificación de urea discurren de manera especialmente lenta.

En los dos catalizadores de desnitrificación 21 de la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva, el amoníaco NH_3 vaporizado reacciona con monóxido de nitrógeno NO y dióxido de nitrógeno NO_2 , así como oxígeno O_2 del gas de escape 9 y del aire a presión para formar nitrógeno N_2 y vapor de agua H_2O .

Tras los dos catalizadores de desnitrificación 21 conectados en serie, en el sentido de flujo del gas de escape 9 está dispuesto el catalizador de oxidación 22, que es un soporte de metal sólido recubierto, con un segundo soporte metálico y una densidad celular de 300 cpsi. Sobre el segundo soporte metálico está imprimido un segundo revestimiento de óxido de aluminio con superficie específica muy alta, que está recubierto con platino y/o paladio. Debido al segundo revestimiento aplicado aumenta significativamente la superficie de reacción del catalizador de oxidación 22, con lo que se aumenta la eficiencia de las reacciones químicas que transcurren. En el catalizador de oxidación 22, los hidrocarburos C_nH_m restantes en el gas de escape 9 y el monóxido de carbono CO reaccionan para formar dióxido de carbono CO_2 y vapor de agua H_2O . El amoníaco NH_3 en exceso, que no ha reaccionado en los catalizadores de desnitrificación 21, reacciona para formar nitrógeno N_2 y H_2O . Entre los dos catalizadores de desnitrificación 21 conectados en serie y el catalizador de oxidación 22 hay respectivamente entre dos catalizadores adyacentes un intersticio con una anchura de intersticio mínima de 10 mm, para conseguir un mezclado mejorado del flujo de gas de escape mediante turbulencias generadas tras la salida del gas de escape 9 desde los catalizadores.

En el modo de realización mostrado, en la pieza de tubo vertical recta 14 está dispuesto un primer sensor de NO_x 23 para medir la concentración de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape 9 antes de la inyección del agente reductor. Además, en el sentido de flujo del gas de escape 9 después del catalizador de oxidación 22 está dispuesto un segundo sensor de NO_x 24 para medir la concentración de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape 9

después de la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva. Las concentraciones de óxido de nitrógeno medidas con ayuda del primer sensor de NO_x 23 y del segundo sensor de NO_x 24 se usan para calcular la cantidad de amoníaco que se necesita estequiométricamente para reducir la concentración de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape 9 tras la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva hasta un valor teórico predeterminado legalmente. La medición de NO_x con el primer sensor de NO_x 23 sirve para calcular la cantidad de inyección teórica estequiométrica de solución de urea. Con la medición de NO_x con el segundo sensor de NO_x 24 se comprueba el resultado del proceso químico o se regula correspondientemente la cantidad de dosificación de la solución de urea. Además, para calcular la cantidad necesaria estequiométricamente de amoníaco se tienen en cuenta el caudal y la temperatura del gas de escape 9. A este respecto, el caudal del gas de escape se determina por ejemplo con ayuda de una presión dinámica medida a través de un tubo de Prandtl o de una presión diferencial medida a través de un tubo de Venturi del gas de escape 9. La cantidad de amoníaco necesaria estequiométricamente para la transformación de los óxidos de nitrógeno del gas de escape 9 se utiliza para determinar la cantidad de la urea inyectada a través de la tobera binaria 19 o de la solución de urea. Debido a la inyección paralela del agente reductor en el gas de escape 9 se minimiza no solo la deposición debido a la formación de película de pared del agente reductor, sino que se consigue también una señal mucho más fina de la concentración de partida de NO_x actual o de la cantidad de dosificación actual con escasas oscilaciones y escasas amplitudes.

La figura 3 muestra la pieza de tubo arqueada 15 y la unidad de suministro 11 del dispositivo de depuración de gases de escape 7 según la presente invención, según la figura 2. La parte dispuesta en la pieza de tubo arqueada 15 de la unidad de suministro 11 está envuelta por un tubo protector 25, que protege la lanza de tobera 16 y la tobera binaria 19 frente al gas de escape que fluye a través de la pieza de tubo arqueada 15. De ese modo, el tubo protector impide posibles deposiciones de residuos de esmalte sobre la superficie en parte fría de la lanza de tobera 16 y de la tobera binaria 19 y protege además toda la tobera binaria 19 frente al gas de escape 9 de afluencia en parte transversal. Para la protección de la abertura de salida de la tobera binaria 19, el tubo protector 25 se extiende en el sentido de flujo del gas de escape 9 hasta la abertura de salida. De ese modo, la abertura de salida de la tobera binaria 19 está completamente envuelta por el tubo protector 25 y se protege por consiguiente frente a altas temperaturas e influencias de flujo del gas de escape que pasa fluyendo 9. El tubo protector 25 está soldado a la pieza de tubo arqueada y sobresale parcialmente de la misma, estando sujeta una brida 26 al extremo dispuesto por fuera de la pieza de tubo arqueada 15 del tubo protector 25. La brida 26 del tubo protector 25 está conectada con ayuda de un anillo tensor 27 con una brida 28 sujeta a la lanza de tobera 16, de modo que la lanza de tobera 16 y la tobera binaria 19 están fijadas en el tubo protector 25. En el caso de soltar el anillo tensor 27, la lanza de tobera 16 se puede extraer con la tobera binaria 19 del tubo protector 25 para el mantenimiento de la tobera binaria 19.

En el modo de realización mostrado, la unidad de suministro 11 presenta un primer conducto 29 para el suministro del agente reductor y un segundo conducto 30 para el suministro del aire a presión con una presión estándar de 6 bar. El primer conducto 29 conduce el agente reductor desde una bomba (no mostrada) a un tubo interno 31 que está dispuesto en la lanza de tobera 16 y el agente reductor, a la tobera binaria 19. El segundo conducto 30 conduce aire a presión a un tubo externo 32 dispuesto coaxialmente alrededor del tubo interno 31, que está dispuesto en la lanza de tobera 16 y conduce el aire a presión a la tobera binaria 19. Poco antes de la entrada del segundo conducto 30 al tubo externo 32 está dispuesta una ramificación 30a del segundo conducto 30, que conduce a una entrada de aire a presión de la bomba. En el caso de una fuga del segundo conducto 30, entonces no fluiría aire a presión ni a través de la tobera ni a través de la bomba, lo que se detectaría inmediatamente mediante un sensor de presión de la bomba. De este modo, se puede impedir la entrada de agente reductor líquido sin aire a presión en una tobera calentada intensamente de manera forzada y con ello las deposiciones de urea asociadas. Al principio del tubo externo 32, la lanza de tobera 16 presenta un compensador 32a, que puede compensar diferentes extensiones longitudinales, condicionadas térmicamente, del tubo interno 31 y del tubo externo 32.

En el sentido de flujo del gas de escape 9 antes de la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva se mide la temperatura del gas de escape 9 para su control, dado que la temperatura de gas de escape se debe encontrar entre 220 y 550 °C. Las temperaturas de gas de escape por debajo de 220 °C inhiben la descomposición de urea en amoníaco o pueden promover su cristalización. Las temperaturas de gas de escape por encima de 550 °C condicionan mayores cantidades de urea condicionadas químicamente y pueden conducir más fácilmente a sobrecalentamientos de la tobera binaria 19. Fuera del rango de temperatura admisible de entre 220 y 550 °C no se inyecta agente reductor. Además, en el dispositivo según la presente invención se comprueba un movimiento de alambre a través de una señal de enrollador, no inyectándose sin un movimiento de alambre tampoco agente reductor. Con ayuda de una medición de la concentración de oxígeno en el gas de escape 9 en el sentido de flujo del gas de escape 9 antes de la instalación 13 para la reducción catalítica selectiva, se comprueba si se aporta o no esmalte al dispositivo según la presente invención. En el caso de la ausencia de aporte de esmalte tampoco se inyecta agente reductor a través de la tobera binaria 19 al gas de escape 9. En caso de avería del dispositivo según la presente invención o de su parada, los conductos que guían agente reductor y la lanza de tobera 16 se limpian y se vacían completamente. Una comprobación del estado de llenado de un tanque de agente reductor por medio de un interruptor flotador asegura la bomba frente a la marcha en seco. Tiempos de enfriamiento previo suficientemente largos de la tobera binaria 19 con aire a presión antes del inicio de la inyección del agente reductor impiden un sobrecalentamiento del tubo interno 31 de la lanza de tobera 16 y con ello la ebullición de la solución acuosa de urea y la pérdida de urea en la tobera binaria 19. Una limpieza suficientemente larga de los conductos que guían agente

reductor con aire a presión tras el fin de la inyección elimina el agente reductor restante en la lanza de tobera 16 y en la tobera binaria 19.

La figura 4 muestra un primer modo de realización de la tobera binaria 19, estando realizada la tobera binaria 19 como tobera binaria de mezclado externo. La tobera binaria de mezclado externo presenta una cámara interna de tobera 33, una cámara externa de tobera 34 y una salida de tobera 35, que está dispuesta en una caperuza de tobera 36. En el modo de realización mostrado según la figura 3, el tubo interno 31 de la lanza de tobera 16 guía una mezcla del agente reductor y de un aire a presión adicional a la cámara interna de tobera 33 de la tobera binaria de mezclado externo y el tubo externo 32 de la lanza de tobera 16 guía el aire a presión a la cámara externa de tobera 34 dispuesta coaxialmente alrededor de la cámara interna de tobera 33. La cámara interna de tobera 33 y la cámara externa de tobera 34 están conectadas por separado con la salida de tobera 35, para que la mezcla del agente reductor y el aire a presión adicional salga por separado del aire a presión de la tobera binaria de mezclado externo. La caperuza de tobera 36 presenta una profundidad reducida, con lo que la pulverización del agente reductor tiene lugar directamente en la salida de tobera 35. De ese modo, en el segundo conducto 30 hacia la bomba se obtiene como resultado una contrapresión sustancialmente menor, de modo que como bomba se puede utilizar por ejemplo una bomba de membrana. La caperuza de tobera 36 de la tobera binaria de mezclado externo se puede desatornillar en cualquier momento y cambiar por otra caperuza.

La figura 5 muestra un segundo modo de realización de la tobera binaria 19, estando realizada la tobera binaria 19 como tobera binaria de mezclado interno. La tobera binaria de mezclado interno presenta una cámara interna de tobera 33, una cámara externa de tobera 34, una cámara de mezclado 37 y una salida de tobera 35. En el modo de realización mostrado según la figura 5, el tubo interno 31 de la lanza de tobera 16 guía el agente reductor a la cámara interna de tobera 33 de la tobera binaria de mezclado interno y el tubo externo 32 de la lanza de tobera 16 guía el aire a presión a la cámara externa de tobera 34 dispuesta coaxialmente alrededor de la cámara interna de tobera 33. La cámara interna de tobera 33 y la cámara externa de tobera 34 están conectadas con la cámara de mezclado 37 para mezclar el agente reductor con el aire a presión. Desde la cámara de mezclado 37, el agente reductor mezclado con el aire a presión sale a través de la salida de tobera 35 de la tobera binaria de mezclado interno. En el caso de usar una tobera binaria de mezclado interno, a través del tubo interno 31 se puede suministrar un agente reductor puro, tal como la solución acuosa de urea sin aire a presión, a la cámara interna de tobera 33. A este respecto, por ejemplo una bomba de ruedas dentadas eléctrica puede generar la presión necesaria y la tasa de dosificación del agente reductor se puede regular por ejemplo a través de una medición de presión diferencial en las posiciones antes y después de una válvula proporcional de la bomba de ruedas dentadas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para la producción de alambres esmaltados, con un dispositivo de aplicación (3) para aplicar, como mínimo, una capa de esmalte, un horno (4) para solidificar la capa de esmalte y con un dispositivo de depuración de gases de escape (7) para eliminar, como mínimo, los óxidos de nitrógeno de un gas de escape (9) del horno (4), presentando el dispositivo de depuración de gases de escape (7) una instalación (13) para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno en el gas de escape (9) del horno y una unidad de suministro (11) para suministrar un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, al gas de escape (9) del horno (4), **caracterizado por que** una parte de la unidad de suministro (11), que es recta y alrededor del cual circula el gas de escape (9), está dispuesta en una pieza de tubo arqueada (15) que presenta una curvatura de entre 60 ° y 150 °, y la unidad de suministro (11) presenta, como mínimo, una abertura de salida, que está diseñada de tal manera que el agente reductor sale de la abertura de salida sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape (9).
2. Dispositivo (1), según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, la pieza de tubo arqueada (15) presenta una curvatura de entre 75 y 120 °, de manera especialmente preferente entre 80 y 100 °, en particular sustancialmente 90 °.
3. Dispositivo (1), según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la parte dispuesta en la pieza de tubo arqueada (15) de la unidad de suministro (11), salvo la abertura de salida, está envuelta por un tubo protector (25).
4. Dispositivo (1), según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la unidad de suministro (11) presenta un conducto de suministro con la, como mínimo, una abertura de salida, presentando la abertura de salida una tobera, que está orientada sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape (9) para inyectar el agente reductor sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape (9).
5. Dispositivo (1), según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la tobera de la abertura de salida es una tobera de pulverización para dividir el agente reductor, en particular en gotitas finas.
6. Dispositivo (1), según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la tobera de pulverización es una tobera binaria (19), que presenta una cámara interna de tobera (33) y una cámara externa de tobera (34), siendo la cámara interna de tobera (33) para suministrar un primer medio, conteniendo el primer medio el agente reductor, preferentemente el compuesto que contiene amoníaco, en particular la solución de urea, siendo la cámara externa de tobera (34) para suministrar un segundo medio, preferentemente un aire a presión.
7. Dispositivo (1), según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la tobera binaria (19) es una tobera binaria de mezclado externo, que presenta una salida de tobera (35), estando conectadas la cámara interna de tobera (33) y la cámara externa de tobera (34) por separado con la salida de tobera (35) para la salida separada del primer medio y del segundo medio, preferentemente del aire a presión, desde la tobera binaria.
8. Dispositivo (1), según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la tobera binaria (19) es una tobera binaria de mezclado interno, que presenta una cámara de mezclado (37), estando conectadas la cámara interna de tobera (33) y la cámara externa de tobera (34) con la cámara de mezclado (37) para mezclar el primer medio con el segundo medio, preferentemente el aire a presión, en la cámara de mezclado (37).
9. Dispositivo (1), según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el dispositivo de depuración de gases de escape (7) presenta en el sentido de flujo del gas de escape (9) tras la unidad de suministro (11) y antes de la instalación (13) para la reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno una pieza de tubo cónica (12) para el paso del gas de escape (9), aumentando el diámetro de la pieza de tubo cónica (12) en el sentido de flujo del gas de escape (9), aportándose el agente reductor suministrado, como mínimo, por secciones a la pieza de tubo cónica (12).
10. Dispositivo (1), según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la pieza de tubo cónica (12) presenta un medio ángulo de apertura de entre 1 y 10 °, preferentemente entre 2 y 7 °, de manera especialmente preferente entre 3 y 5 °, en particular sustancialmente 4 °.
11. Dispositivo (1), según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la instalación (13) para la reducción catalítica selectiva presenta, como mínimo, un catalizador de desnitrificación (21) y, como mínimo, un catalizador de oxidación (22) para la degradación de monóxido de carbono y/o hidrocarburos y/o amoníaco, estando previstos uno detrás de otro preferentemente, como mínimo, dos, en particular exactamente dos, catalizadores de desnitrificación (21) en el sentido de flujo del gas de escape (9).
12. Dispositivo (1), según la reivindicación 11, **caracterizado por que** el, como mínimo, un catalizador de desnitrificación (21) presenta un primer soporte metálico recubierto y un primer revestimiento y el, como mínimo, un catalizador de oxidación (22) presenta un segundo soporte metálico y un segundo revestimiento, presentando

preferentemente el primer revestimiento óxidos de titanio, vanadio y/o wolframio y el segundo revestimiento platino y/o paladio.

- 5 13. Procedimiento para la producción de alambres esmaltados, aplicándose a un alambre metálico, como mínimo, una capa de esmalte, que se solidifica en un horno (4), liberándose un gas de escape (9) del horno (4), como mínimo, de óxidos de nitrógeno, sometiéndose el gas de escape (9) del horno (4) a una reducción catalítica selectiva de óxidos de nitrógeno, suministrándose un agente reductor, preferentemente un compuesto que contiene amoníaco, en particular una solución de urea, a través de una unidad de suministro (11) al gas de escape (9),
10 **caracterizado por que** una parte de la unidad de suministro (11), que es recta y alrededor de la cual fluye el gas de escape (9), está dispuesta en una pieza de tubo arqueada (15) que presenta una curvatura de entre 60 ° y 150 ° y el agente reductor se aporta al gas de escape (9) sustancialmente en el sentido de flujo del gas de escape (9).
- 15 14. Procedimiento, según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el agente reductor aportado, preferentemente el compuesto que contiene amoníaco aportado, en particular la solución de urea aportada, es líquido y se vaporiza en una pieza de tubo cónica (12), formándose amoníaco.
- 20 15. Procedimiento, según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado por que** se determinan el caudal del gas de escape (9) y las concentraciones de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape (9) en el sentido de flujo antes de suministrar el agente reductor y en el sentido de flujo tras la reducción catalítica selectiva, determinándose, en base al caudal determinado del gas de escape (9) y las concentraciones determinadas de los óxidos de nitrógeno en el gas de escape (9), la cantidad del agente reductor aportado, preferentemente del compuesto que contiene amoníaco aportado, en particular de la solución de urea aportada.

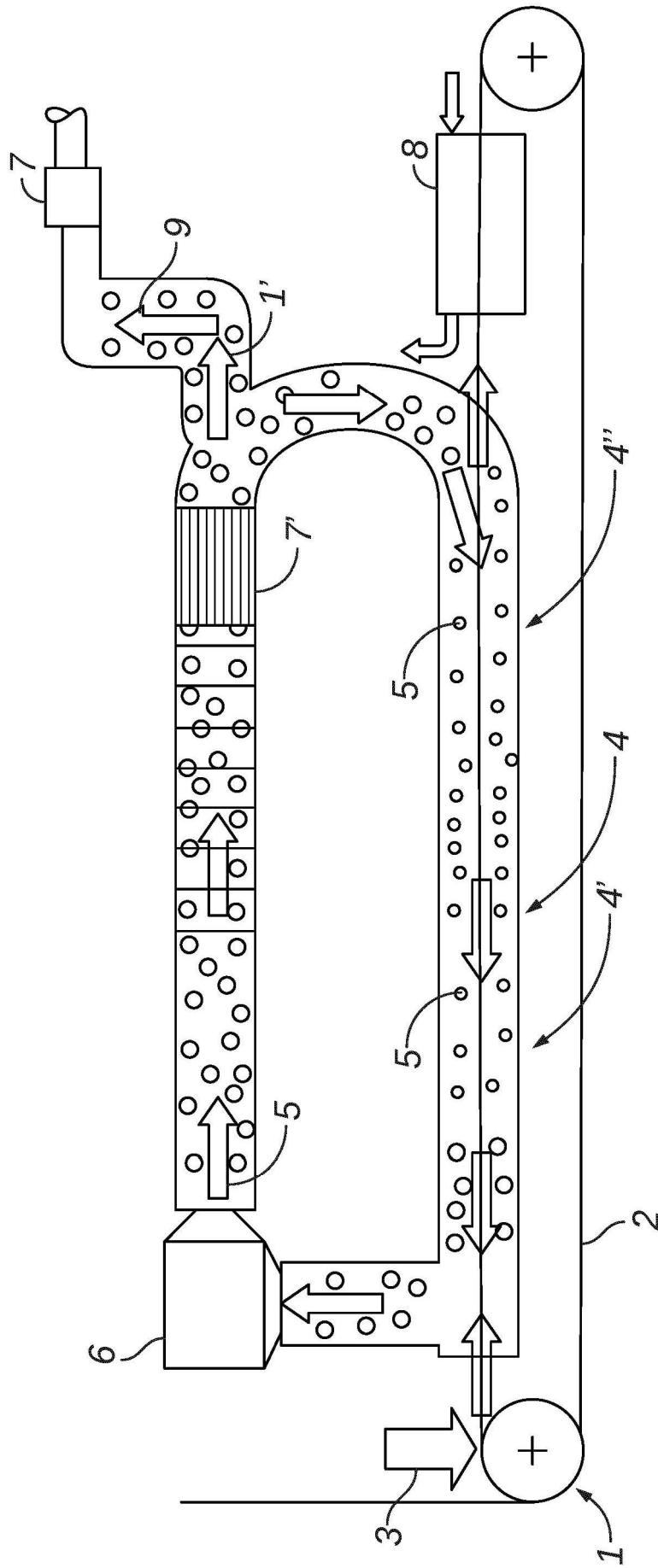


FIG 1

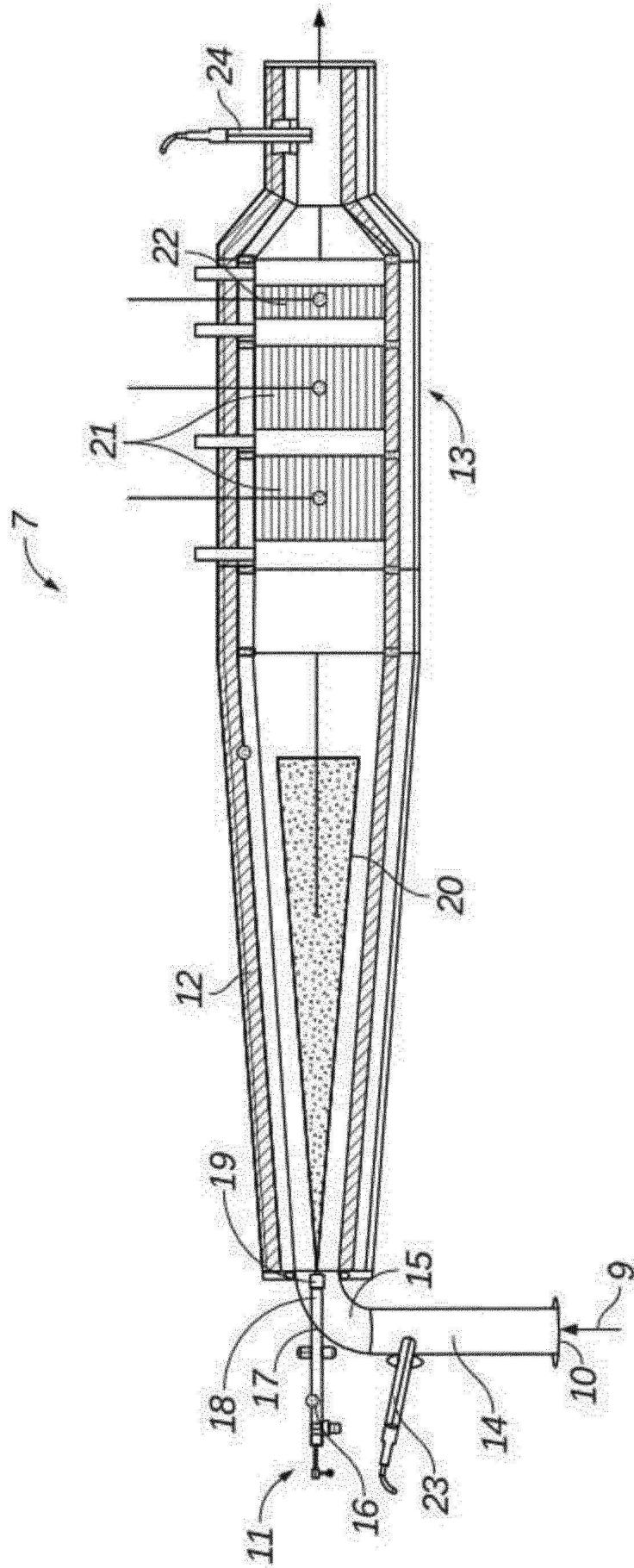


FIG 2

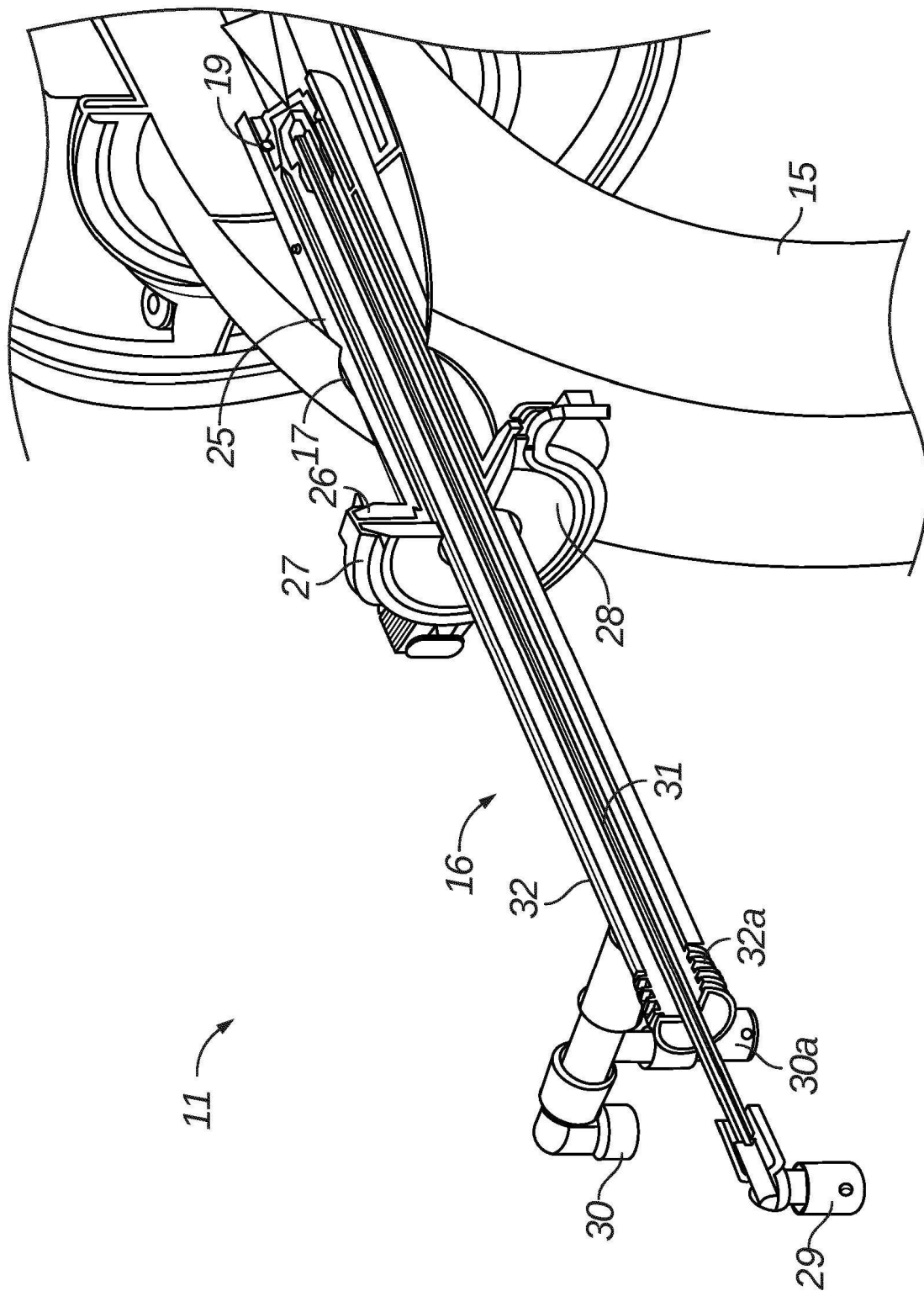


FIG 3

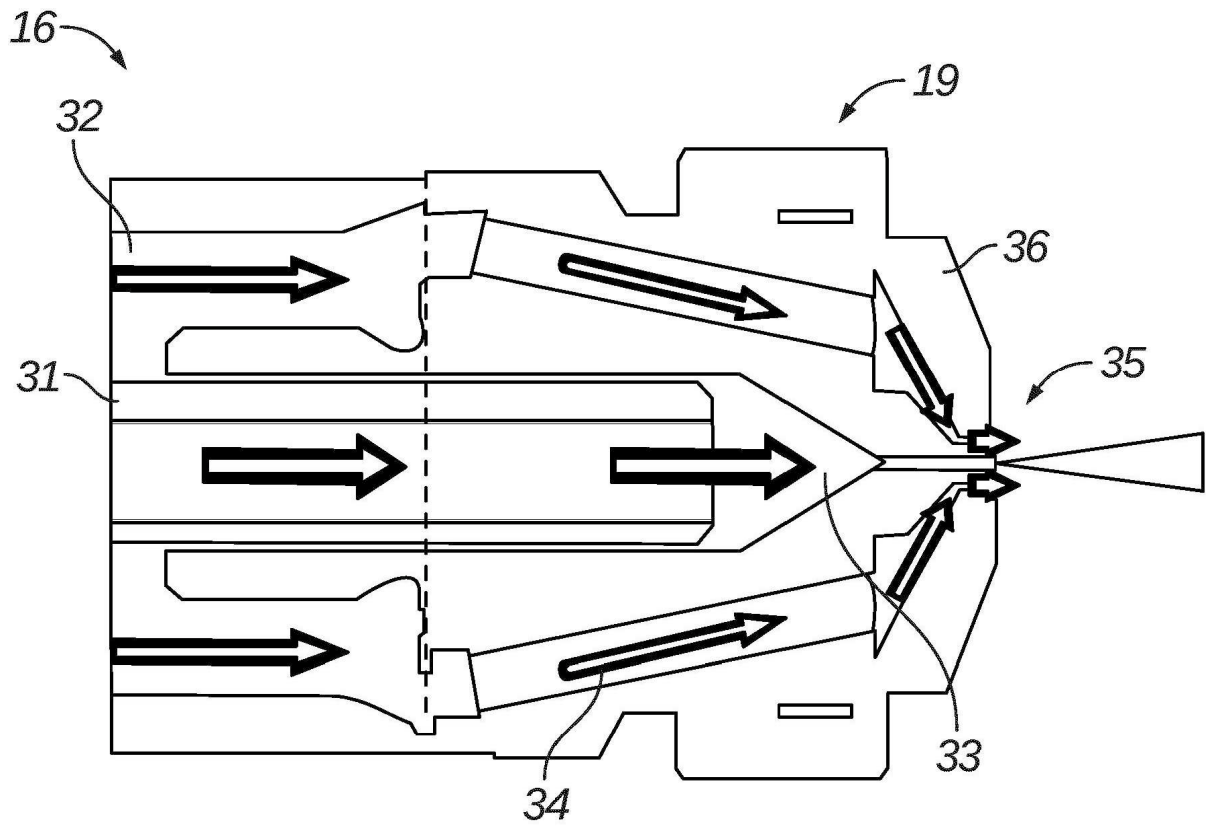


FIG 4

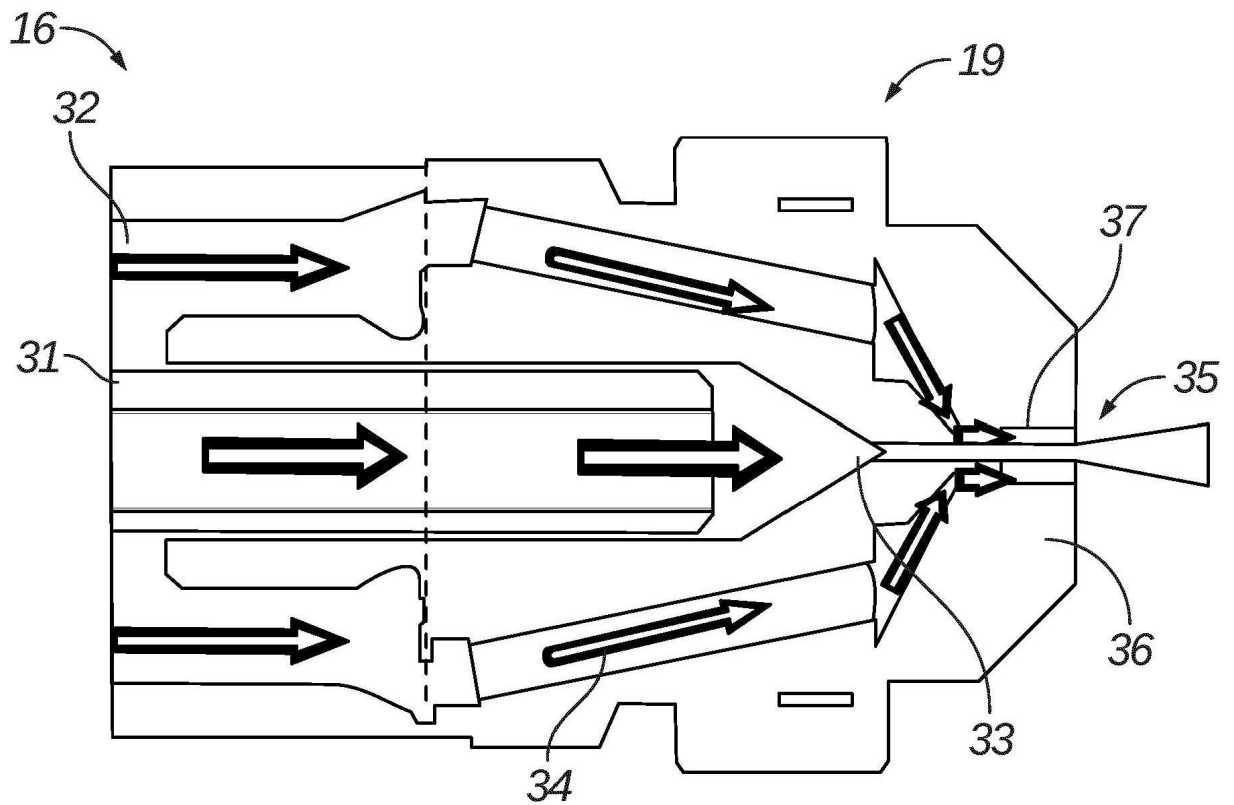


FIG 5

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 2929927 A1
- DE 102007055874 A1
- CN 207499951 U