

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 770**

51 Int. Cl.:

**F28G 1/16** (2006.01)

**F28G 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05728683 .3**

96 Fecha de presentación: **18.03.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1735579**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54 Título: **Procedimiento de limpieza de los tubos de un cambiador de calor mediante un agente abrasivo y dispositivo correspondiente**

30 Prioridad:  
**24.03.2004 DE 102004014822**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2012**

73 Titular/es:  
**AREVA NP GMBH  
PAUL-GOSSEN-STRASSE 100  
91052 ERLANGEN, DE**

72 Inventor/es:  
**KRÄMER, Georg y  
MEIER-HYNEK, Konrad**

74 Agente/Representante:  
**Isern Jara, Jorge**

ES 2 376 770 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**

5 Procedimiento de limpieza de los tubos de un cambiador de calor mediante un agente abrasivo y dispositivo correspondiente

Procedimiento de limpieza de los tubos de un cambiador de calor con la ayuda de un agente abrasivo y dispositivo correspondiente según el concepto general de la reivindicación 1 o bien de la reivindicación 5. El documento WO 02/059538 muestra un dispositivo y un procedimiento de este tipo.

10 La invención se refiere a un procedimiento de limpieza de los tubos de un cambiador de calor con la ayuda de un agente abrasivo y un dispositivo para realizar este procedimiento. Los tubos de los cambiadores de calor deben limpiarse de vez en cuando de los residuos. A pesar de la existencia de una multitud de procedimientos de limpieza química, los mismos se realizan con un esfuerzo técnico mayor, visto el número elevado de tubos de cambiadores de calor y el número correspondiente de aberturas. Por este motivo, los tubos de cambiadores se limpian sobre todo de manera mecánica. Aparte de la limpieza con cepillos se utilizan frecuentemente procedimientos de pulverización en los que se sopla un agente abrasivo a través de un tubo, mediante una tobera de pulverización fijada en un extremo del tubo. Un procedimiento de este tipo se describe por ejemplo en la patente DE 195 46 788 A1. Como agentes abrasivos se emplean por ejemplo unas partículas de acero o corindón. Las partículas que salen del respectivamente otro extremo de tubo son recogidas por un dispositivo colector y se alimentan a la circulación del agente abrasivo. Un dispositivo colector de este tipo se describe en la DE 198 37 683 C2. Tal como se representa en la figura 1, en un procedimiento habitual de limpieza se aplican dos toberas de pulverización 2, fijadas en un soporte 1, por ejemplo en el lado de admisión 3 de un cambiador de calor 4. Las toberas de pulverización 2 están estrechadas en su extremo orientado en la dirección de la pulverización 5 para formar un racor cilíndrico 6 que es introducido en el extremo del tubo 7. En su extremo orientado contra la dirección de la pulverización 5, las toberas de pulverización 2 comprenden una abertura de admisión 9 conectada con un tubo de transporte 8. Entre la abertura de evacuación 10 rodeada por el extremo anterior del racor 6 y la abertura de admisión 9, está dispuesta una tobera venturi 12 con un dispositivo de estrangulación 13. El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento alternativo y un dispositivo con configuración alternativa para realizar el procedimiento indicado inicialmente, con los cuales se facilita particularmente una limpieza más eficaz de un cambiador de calor.

Este objeto se resuelve con las características según la reivindicación 1 o la reivindicación 5. Esta conformación permite alimentar un tubo a ser limpiado con un gran flujo de agente abrasivo. Con las toberas de pulverización tradicionales ello no es posible a esta escala. Allí, la velocidad del flujo de agente abrasivo existente en un tubo de transporte conectado con la tobera de pulverización es aumentada considerablemente por un embotellamiento con dimensiones relativamente reducidas en la tobera venturi. Las consecuencias son que unas partículas de chorro son expulsadas con alta energía cinética. Sin embargo, estas partículas ya son frenadas dentro de una pieza de tubo relativamente corta. Después solamente queda un flujo de agente abrasivo con una concentración reducida de partículas a disposición para la limpieza del tubo. Ello es diferente con la invención. En este caso, debido a la ausencia de estrangulación o de embotellamiento en la tobera de pulverización, existe un flujo de agente abrasivo con una concentración muy alta de partículas y con la abrasividad alta consecutiva. Una configuración que permite unas grandes aberturas de evacuación, prevé que la tobera de pulverización es empujada contra el lado frontal de un extremo de tubo con una superficie de apoyo que comprende la abertura de evacuación. Contrariamente a ello, en el estado de la técnica se introduce un racor estrechado en un extremo de tubo, en cuyo caso la abertura de evacuación del racor debe ser reducida al menos de una medida correspondiente al espesor de su pared, con respecto a la superficie transversal del tubo.

El tiempo requerido para el procedimiento de limpieza puede ser reducido por el hecho que se limpian varios tubos al mismo tiempo. Ello es realizado utilizando varias toberas de pulverización, retenidas en un soporte en la cuadrícula de tubos del cambiador de calor. Mientras que con los procedimientos y dispositivos tradicionales una fijación de la posición de las toberas de pulverización se realiza introduciéndolas con un racor estrechado en un extremo de tubo, de acuerdo con la invención está previsto un bulón de fijación que sobresale en la dirección de la pulverización y es introducido en un extremo de tubo para la limpieza. Ello es posible sin problemas si el bulón de fijación está situado en el soporte en una posición que corresponde a la cuadrícula de tubos.

Una tobera de pulverización sin estrangulación se consigue porque la tobera de pulverización es atravesada por un canal de circulación delimitado por una abertura de admisión y de evacuación, presentando el canal de circulación una superficie transversal esencialmente constante y que corresponde aproximadamente al tamaño de la abertura de evacuación. Tal como se describe más arriba, la abertura de evacuación de la tobera de pulverización es rodeada por una superficie de apoyo que, durante la realización del procedimiento, es empujada contra el lado frontal del tubo a ser limpiado. De modo preferente, esta superficie de apoyo es delimitada radialmente en el exterior por un collar que sobresale axialmente, formando la superficie de apoyo y el collar un alojamiento para un extremo de tubo. Esta configuración permite por una parte una mejor estanqueidad de la zona del extremo de tubo, y por otra parte una fijación adicional de la posición del dispositivo en el cambiador de calor. Se impide con ello una torsión de un soporte que lleva varias toberas de pulverización, por el bulón de fijación como eje giratorio. Para aumentar la estanqueidad entre el extremo de tubo y la tobera de pulverización, en una realización preferente está previsto que la zona que comprende el alojamiento y la abertura de evacuación consiste de un elastómero. Adicionalmente ello

permite compensar unas tolerancias e irregularidades en la zona del lado frontal de un extremo de tubo. Para servir de protección mecánica y para evitar que el flujo de agente abrasivo que se encuentra bajo presión ensanche el collar que comprende la zona del lado frontal de un tubo, el mismo está rodeado por un casquillo de refuerzo de un material rígido, por ejemplo de metal. De modo preferente, la zona de elastómero es formada por una pieza de extremo en forma de sección de tubo unido por unión positiva con la tobera de pulverización.

A continuación, la invención se describe en detalle mediante los dibujos anexos. En los dibujos:  
 La figura 1 muestra un dispositivo tradicional, posicionado en un cambiador de calor, en sección longitudinal,  
 La figura 2 muestra una ilustración de acuerdo con la figura 1 de un dispositivo según la invención,  
 La figura 3 muestra un segmento del dispositivo según la figura 2 en una representación agrandada,  
 La figura 4 muestra un segmento de la figura 3,  
 La figura 5 muestra una ilustración en perspectiva del dispositivo de la figura 2.

El dispositivo mostrado en la figura 2 a 5 comprende una cabeza de pulverización con un soporte 21, en el que están alojadas dos toberas de pulverización 22. Desde luego, también se pueden utilizar cabezas de pulverización con una sola tobera de pulverización o más de dos toberas de pulverización. El soporte es formado esencialmente por una carcasa 23 en forma de paralelepípedo hueco. La carcasa 23 es atravesada por dos taladros 24 que discurren paralelos unos con respecto al otro y reciben respectivamente una tobera de pulverización 22. Una tobera de pulverización 22 es conformada esencialmente como una carcasa 25 en forma de segmento de tubo. La carcasa 25 presenta tres segmentos longitudinales diferentes, presentando un segmento medio 26 un mayor diámetro que los dos demás segmentos, a saber, un segmento anterior 27 y un segmento posterior 28. El tránsito entre el segmento medio 26 y los segmentos estrechados 27, 28 es formado respectivamente por un saliente radial 29, 30. Desde la pared de los taladros 24 sobresale respectivamente una brida de tope 32 radialmente hacia el interior. El lado de esta brida de tope orientado hacia un segmento medio 26 colabora con el saliente radial 29 en el sentido de una fijación axial de la carcasa 25. La carcasa 25 se encuentra adyacente con el saliente radial 30 a una pieza de cubierta 33, que cierra la carcasa del soporte 23 en su lado posterior. Entre la pieza de cubierta 33 y el segmento posterior 28 de la tobera de pulverización 22 está dispuesta una junta de anillo tórico 31. En aquella zona del taladro 24 que se extiende alejándose de la brida de tope 32 y que rodea la periferia del segmento 27, está insertada una junta de elastómero 34. En el lado frontal anterior de la carcasa de la tobera de pulverización 25 está aplicada una ranura 35 con su sección transversal en cola de milano, en la que está alojada con uno de sus extremos en unión positiva una pieza de extremo 36 de forma esencialmente de segmento de tubo, de un material de elastómero.

El segmento anterior 27 es atravesado por un canal de flujo 37. El eje longitudinal central 38 del canal de flujo forma al mismo tiempo el eje longitudinal central de la carcasa de la tobera de pulverización 25. El canal de flujo 37 es delimitado en su lado anterior por una abertura de evacuación 39 y por una abertura de admisión 40 en su otro extremo. Presenta una superficie transversal esencialmente constante o un diámetro 42 constante. La superficie transversal o el diámetro 42 corresponde aproximadamente a la superficie transversal o el diámetro 43 de un tubo de transporte 46 atornillado con un roscado exterior 44 en el roscado interior 45 del segmento medio 26. El tubo de transporte 46 está adyacente con su lado frontal anterior 47 a un saliente radial 48 existente en la zona de tránsito entre el segmento 26 y el segmento 27. Desde el saliente radial 48 sobresale en dirección axial un saliente 49 con una sección transversal en forma de cuña que rodea la abertura de admisión 40 en forma de anillo y se entierra en el material del tubo de transporte 46, un material de elastómero. Ello mejora la estanqueidad entre el tubo de transporte 46 y el segmento de la carcasa 26. El diámetro 50 de la abertura de admisión 40 es ligeramente mayor que el diámetro 43 del tubo de transporte 46. La diferencia de diámetros es dimensionada por ejemplo de tal modo que corresponde a un ensanchamiento del diámetro 43 en caso de alimentar el tubo con un flujo de agente abrasivo bajo presión. Gracias a ello se garantiza que un flujo de agente abrasivo no choque contra un borde molesto de la carcasa que sobresale dentro del canal de flujo. La zona 52 del canal de flujo 37 que está adyacente a la abertura de admisión 40 se estrecha ligeramente en forma de cono aproximadamente hasta su centro, quedando adyacente a la zona 52 una zona de canal cilíndrica con el diámetro 42.

Para realizar un procedimiento de limpieza, tal como se muestra en la figura 2, el soporte 21 es dispuesto en el lado de admisión 53 o bien en el lado de evacuación de un cambiador de calor 54. Si se trata del cambiador de calor de una central nuclear, de regla general el soporte 21 es sujetado por un manipulador (no representado), en el que el soporte 21 está fijado mediante un dispositivo de fijación 55 (figura 5). Los tubos 56 de un cambiador de calor están dispuestos en una cuadrícula regular y con sus extremos penetran una placa de retención 57, de la que sobresalen con sobrante 58. Las toberas de pulverización 22 están dispuestas sobre el soporte 21, distanciadas una de la otra hasta que puedan ser sujetadas sobre los lados frontales 59 de dos tubos 56b separados el uno del otro por un tubo 56a. La pieza del extremo 36 dispone a este efecto de una superficie de apoyo 60 que colabora con el lado frontal 59 y que rodea la abertura de evacuación 39. La superficie de apoyo 60 se extiende transversalmente con respecto al eje longitudinal central 38. Por su parte, la superficie de apoyo 60 está delimitada por un collar 62 que sobresale en la dirección axial o bien en la dirección de la pulverización 5. El collar 62 está configurado en forma de cuña en su sección transversal y presenta una superficie inclinada 63 orientada radialmente hacia el interior y una superficie inclinada 61 orientada radialmente hacia el exterior. La superficie inclinada 63 sirve como chafflán de introducción al aplicar la tobera de pulverización 22 sobre un extremo del tubo. El mismo está alojado durante la limpieza en una escotadura 64 rodeada por una superficie de tope 60 y el collar 62. El collar 62 queda adyacente con un segmento de borde cilíndrico 65 a la circunferencia exterior de un tubo 56b. La superficie inclinada 63 se arrima contra una

- costura de soldadura 66 con la cual los tubos 56 están fijados en la placa de soporte 57. De este modo, el collar 62 actúa como una junta de contacto que colabora con la circunferencia exterior y la costura de soldadura 66 de un tubo 56b. Para evitar que el collar se ensanche radialmente en caso de alimentación con presión, está rodeado por su circunferencia entera por un casquillo de refuerzo 67. El casquillo de refuerzo 67 está alojado con una brida 68 que sobresale radialmente hacia el interior con su extremo orientado hacia el soporte 21, en una ranura radial 71 de la pieza de extremo 36. El lado frontal del casquillo de refuerzo 67 orientado hacia la brida 68 está achaflanado y forma una superficie inclinada 69 alineada con la superficie inclinada 61 del collar 62. Mediante el achaflanamiento de la pieza de extremo en forma de superficies inclinadas se impide que llegue a tener contacto con la costura de soldadura 66a de un tubo adyacente 56a, y que impida así eventualmente un contacto hermetizante de una pieza de extremo 3 en el tubo a ser limpiado 56b. Entre el segmento 27 de la carcasa de la tobera de pulverización 25 y el casquillo de refuerzo 67, en la pieza de extremo 36 está presente una ranura radial adicional 70 que aumenta la elasticidad de la misma en la dirección axial.
- Para fijar la posición del soporte 21 en la placa de soporte 57, en el lado anterior del soporte 21, del cual sobresalen también las toberas de pulverización 22 con un sobrante 72, está presente un bulón de fijación 73 que sobresale del soporte 21 en dirección del eje longitudinal central 38. El bulón de fijación 73 está atornillado con un segmento del roscado 74 en un taladro de roscado 75 del soporte 21. Su extremo anterior 76 alejado del segmento de roscado 74 se estrecha cónicamente. El segmento longitudinal adyacente a la zona estrechada presenta un diámetro que es ligeramente más pequeño que el diámetro interior de un tubo 56. Durante el proceso de limpieza, el bulón de fijación 76 sobresale dentro de un tubo 56a dispuesto entre dos tubos 56b a ser limpiados. Mediante la colaboración en unión positiva de los extremos de tubos con las piezas de extremo 36 se evita un giro del soporte por el bulón de fijación 73 como eje giratorio.
- En el lado anterior del soporte 21 está dispuesto además un sensor mecánico de distancias 77 que asegura que el soporte 21 pueda desplazarse con la ayuda de un manipulador (no representado) hacia una posición determinada con respecto a la placa de soporte 57.

Lista de referencias

- 1 soporte
- 2 tobera de pulverización
- 3 lado de admisión
- 4 cambiador de calor
- 5 dirección de pulverización
- 6 racor
- 7 extremo de tubo
- 8 tubo de transporte
- 9 abertura de admisión
- 10 abertura de evacuación
- 12 tobera venturi
- 13 zona de estrangulación
- 21 soporte
- 22 tobera de pulverización
- 23 carcasa
- 24 taladro
- 25 carcasa
- 26 sección media
- 27 sección anterior
- 28 sección posterior
- 29 saliente radial
- 30 saliente radial
- 31 junta de anillo tórico
- 32 brida de tope
- 33 pieza de cubierta
- 34 junta de elastómero
- 35 ranura
- 36 pieza de extremo
- 37 canal de flujo
- 38 eje central longitudinal
- 39 abertura de evacuación
- 40 abertura de admisión
- 42 diámetro
- 43 diámetro
- 44 rosca exterior
- 45 rosca interior
- 46 tubo de transporte

- 47 lado frontal
- 48 saliente radial
- 49 saliente
- 5 50 diámetro
- 52 zona
- 53 lado de admisión
- 54 cambiador de calor
- 56 tubo
- 10 57 placa de soporte
- 58 sobrante
- 59 lado frontal
- 60 superficie de apoyo
- 61 superficie inclinada
- 15 62 collar
- 63 superficie inclinada
- 64 escotadura
- 65 sección cilíndrica de pared
- 66 costura de soldadura
- 20 67 casquillo de refuerzo
- 68 brida
- 69 superficie inclinada
- 70 ranura radial
- 72 sobrante
- 25 73 bulón de fijación
- 74 segmento de roscado
- 75 taladro de roscado
- 76 extremo anterior
- 77 sensor de distancias
- 30
  
- 35

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Procedimiento de limpieza de los tubos de un cambiador de calor (54), en el que se sitúa una tobera de pulverización en un extremo de un tubo (56) y se sopla un flujo de aire que contiene un agente abrasivo a través del tubo, caracterizado porque se utiliza una tobera de pulverización (22) sin estrangulación, cuya abertura de evacuación (39) es tan grande o ligeramente más pequeña que la superficie transversal interior del tubo (56).
- 10 **2.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la tobera de pulverización (22) es empujada contra el lado frontal (52) de un extremo de tubo con una superficie de apoyo (60) que comprende la abertura de evacuación (39).
- 15 **3.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque varios tubos (56) son limpiados al mismo tiempo, aplicándose varias toberas de pulverización (22) retenidas por un soporte (21) en la cuadrícula de tubos del cambiador de calor sobre los tubos correspondientes (56b).
- 20 **4.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el soporte (21) es bloqueado en un extremo de tubo, introduciendo en el extremo de tubo un bulón de fijación (73) proyectándose del mismo en el sentido de la pulverización (5).
- 25 **5.** Dispositivo de pulverización para realizar un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por una tobera de pulverización (22) sin estrangulación que comprende una abertura de evacuación (39, 40), rodeada por una superficie de apoyo (60) que colabora con el lado frontal (52) de un tubo (56) y se extiende en su plano de abertura.
- 30 **6.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la tobera de pulverización (22) es atravesada por un canal de circulación (37) delimitado por una abertura de admisión y de evacuación (39, 40), presentando el canal de circulación (37) una superficie transversal esencialmente constante y que corresponde aproximadamente al tamaño de la abertura de evacuación (39).
- 35 **7.** Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la superficie de apoyo (60) es delimitada radialmente en el exterior por un collar (62) que sobresale axialmente, donde la superficie de apoyo y el collar forman un alojamiento (64) para un extremo de tubo.
- 40 **8.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque una zona de la tobera de pulverización (22) que contiene el alojamiento (64) y la abertura de evacuación (39) consiste de un elastómero.
- 45 **9.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la zona de elastómero es formada por una pieza de extremo (36) en forma de sección de tubo unido por unión positiva con la tobera de pulverización (22).
- 50 **10.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque la sección longitudinal de la zona de elastómero que comprende el alojamiento (64) está rodeado por un casquillo de refuerzo (67) de un material rígido.
- 11.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado porque varias toberas de pulverización (22) están dispuestas sobre un soporte (21) en la cuadrícula de tubos del cambiador de calor a ser limpiado.
- 12.** Dispositivo de pulverización de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado porque un bulón de fijación (73) que puede ser introducido en un extremo de tubo está presente sobre el soporte (21).

55

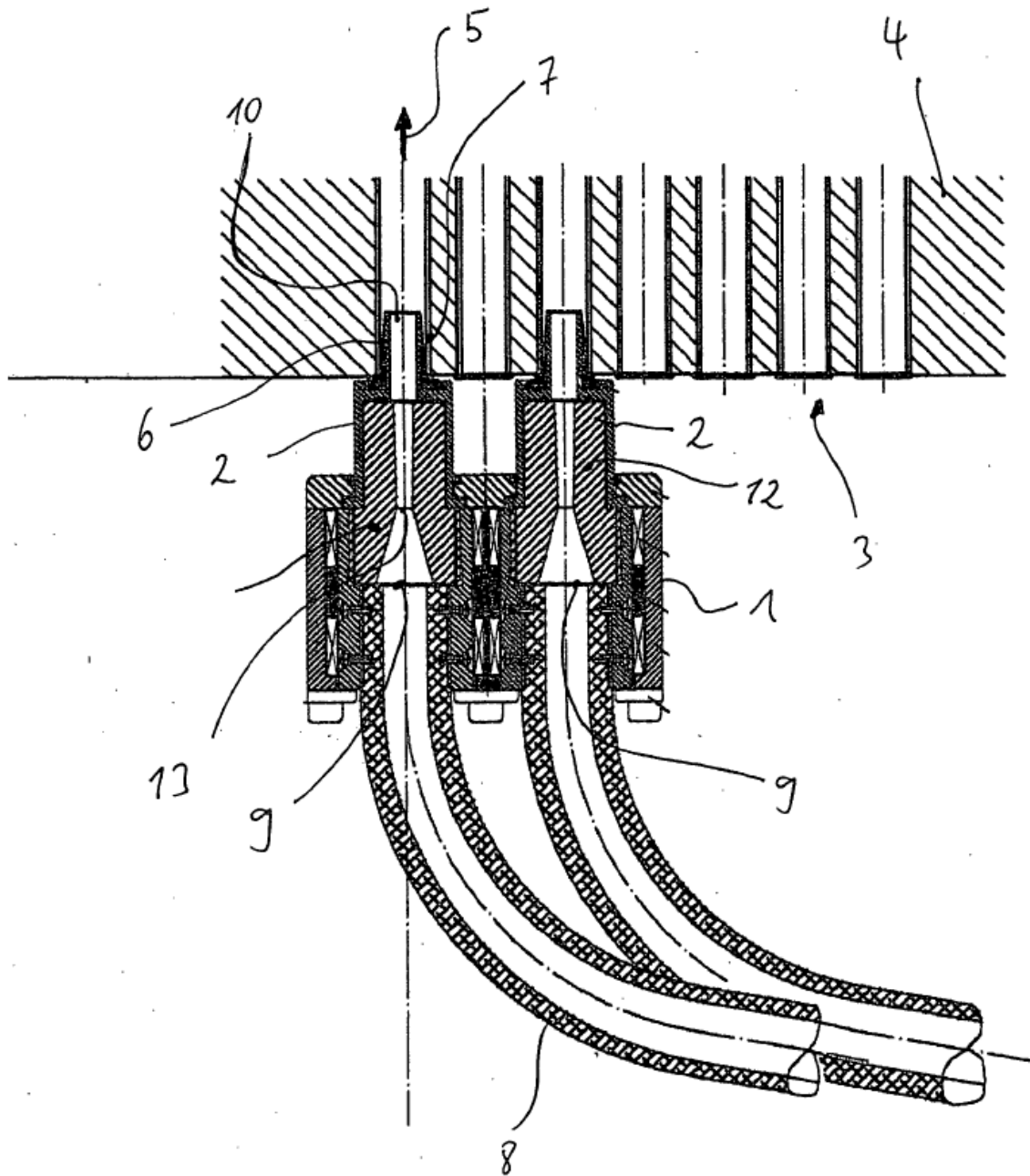


Fig. 1

Estado de la técnica

Fig. 2

