

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 472**

51 Int. Cl.:

H05B 3/48 (2006.01)

F24H 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2015 PCT/EP2015/052712**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128183**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2015 E 15705240 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **01.05.2019 EP 2926623**

54 Título: **Elemento calefactor y calentador de procesos**

30 Prioridad:

25.02.2014 DE 102014102474

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
27.11.2019

73 Titular/es:

**SANDVIK MATERIALS TECHNOLOGY
DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Heerdter Landstrasse 229/243
40549 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**MANN, MARKUS y
KRAMER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 586 472 T5

DESCRIPCIÓN

Elemento calefactor y calentador de procesos

La presente invención se refiere a un elemento calefactor para el calentamiento de gases a altas temperaturas, con al menos un tubo 1 diseñado para la circulación de gas caliente o bien a calentar y con un alambre calefactor eléctrico en el tubo, que está diseñado para la transmisión de calor a gas que circula por delante del alambre calefactor, según el preámbulo de la reivindicación 1.

De la misma manera, la presente invención se refiere a un calentador de procesos con una carcasa con una alimentación de gas y una salida de gas, con un espacio calefactor entre la alimentación de gas y la salida de gas para el alojamiento de un elemento calefactor y conexiones eléctricas para al menos un elemento calefactor, según el preámbulo de la reivindicación 15. Se conocen desde hace mucho tiempo elementos calefactores correspondientes. Están constituidos, como ya se ha mencionado, por al menos un tubo recorrido por la corriente de gas, que está abierto en ambos lados para la finalidad de la circulación, en el que en el tubo está dispuesto un alambre calefactor, por delante del cual circula el gas y se calienta a través del contacto directo con el alambre calefactor.

El documento DE 16 15 278 A1 publica un elemento calefactor con un alambre calefactor helicoidal dispuesto en un tubo.

Normalmente se utilizan como alambres calefactora unos alambres finos arrollados en forma de espiral, cuya sección transversal es mucho más pequeña que la sección transversal del tubo y que son recorridos por la corriente y se calientan de esta manera. La energía eléctrica convertida en calor a través del alambre calefactor depende evidentemente de la tensión eléctrica disponible y de la resistencia de alambres calefactores correspondientes, de manera que para la consecución de valores deseados de la resistencia se puede adaptar de manera correspondiente la longitud de un alambre arrollado o se pueden conectar varios alambres calefactores en paralelo o también en serie. La energía térmica transmitida sobre el gas que circula a lo largo del alambre calefactor depende en este caso evidentemente de la temperatura máxima, que alcanza el alambre calefactor, de la velocidad de la circulación y de la superficie disponible para el intercambio de calor así como también de las relaciones exactas de la circulación en el elemento calefactor. Las temperaturas máximas del gas, que se pueden alcanzar en la práctica regularmente en el funcionamiento duradero con tales calentadores de proceso, están en el orden de magnitud de 700°C.

En efecto, se ofrecen individualmente también elementos calefactoras o bien calentadores de proceso, que permiten una generación de temperaturas más altas de gas de hasta aproximadamente 900°C, pero éstos tienen sólo tiempos de funcionamiento extraordinariamente cortos. En las tasas de circulación de gas necesarias para muchos procesos, el alambre calefactor propiamente dicho tiene necesariamente siempre una temperatura que está más o menos claramente por encima de la temperatura del gas, de manera que ya inhomogeneidades muy pequeñas en el alambre calefactor o bien en la sección transversal o también sólo condiciones locales desfavorables de la circulación y turbulencias pueden conducir a que algunas secciones del alambre calefactor se calienten más fuertemente que la parte restante, lo que conduce entonces rápidamente a la rotura y fallo de los alambres calefactores. Puesto que el alambre calefactor contiene típicamente aluminio en cantidades pequeñas, el contacto con oxígeno conduce en primer lugar a la configuración de una capa de óxido de aluminio de protección alrededor del alambre. No obstante, después del consumo de la porción de aluminio, otros componentes de la aleación como hierro y cromo reaccionan con el oxígeno, lo que significa, en general, la terminación de la duración de vida útil del alambre calefactor. Otras reacciones químicas del gas de proceso a calentar o caliente con el material del alambre calefactor pueden acelerar todavía el fallo o bien la rotura del alambre calefactor. Pequeñas irregularidades en el material o la sección transversal del alambre calefactor en virtud de modificaciones químicas conducen rápidamente a un recalentamiento local del alambre calefactor y a la rotura. Puesto que también la estabilidad de los alambres calefactores arrollados muy finos especialmente a altas temperaturas es relativamente reducida, las espiras calefactoras se pueden comprimir fácilmente en sí en un tubo vertical, con lo que aparecen cortocircuitos, que reducen la duración de vida útil de tales alambres arrollados. Tal fallo debido a recalentamiento, sobre todo recalentamiento local, aparece tanto más fácilmente cuando menor es la sección transversal o bien el diámetro de los alambres calefactores. Pero, por otra parte, una relación grande entre superficie y volumen de los alambres calefactora se considera ventajosa para una transmisión efectiva de la cantidad de energía generada en el alambre calefactor sobre el gas que circula por delante del mismo, de manera que se tolera hasta ahora el tiempo de actividad corto de tales elementos calefactores, cuando se quieren conseguir temperaturas del gas en el intervalo de 900°C o más.

Los calentadores de procesos y los elementos calefactores, que generan temperaturas del gas de 900°C y también todavía más elevadas, tienen, sin embargo, por los motivos mencionados anteriormente regularmente sólo un tiempo de actividad de pocas horas.

El documento US 4,877,990 divulga un elemento calefactor según el preámbulo de la reivindicación 1 y también un calentador de procesos según el preámbulo de la reivindicación 15. Los elementos calefactores según D1 están constituidos por varios taladros en un bloque de material aislante a través de los cuales se extienden en dirección

longitudinal unos filamentos calefactores centrales. El elemento calefactor sirve como esterilizador de aire y está previsto para la generación de temperaturas que ascienden como máximo a 400°C. La forma de realización concretamente descrita expone un filamento calefactor de NiCr con una resistencia de 100 Ω/m. Resulta de ello una sección transversal del elemento calefactor comprendida entre 1 y $1,5 \times 10^{-8} \text{ m}^2$, teniendo los taladros a través de los cuales se conduce el filamento un diámetro de 2 mm y, por tanto, una sección transversal de $3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Esto conduce a una relación de la sección transversal del filamento calefactor a la sección transversal del tubo comprendida entre 0,031 y 0,0047. Esta relación de la sección transversal limita, a una temperatura máxima dada para el filamento calefactor, la posible transmisión de energía al gas circulante.

Ante estos antecedentes, la presente invención tiene el cometido de preparar un calentador de procesos y un elemento calefactor correspondiente, que permiten una generación de temperaturas del gas de hasta 1000°C y también más elevadas, para que se puedan transmitir cantidades de energía extremadamente grandes sobre el gas y a pesar de todo tengan un tiempo de actividad relativamente largo, que es durante la generación de temperaturas del gas de hasta 1000°C, en general, al menos 10 veces la duración de vida útil de espiras calefactoras convencionales.

Este cometido se soluciona para el elemento calefactor con las características de la reivindicación 1 y para el calentador de procesos con las características de la reivindicación 15.

Con otras palabras, el alambre calefactor no es un alambre arrollado, cuya sección transversal del material es esencialmente menor que la del tubo, sino más bien una barra, para la que se puede definir, por su parte, un eje longitudinal correspondiente, que se extiende esencialmente a lo largo o paralelamente al eje del tubo y en este caso se llena el tubo hasta el punto de que entre la barra calefactora y la pared del tubo permanece solamente una distancia interior relativamente pequeña, que tiene como máximo 10 mm y con preferencia es todavía claramente menor, aunque puede ser mayor puntualmente, es decir, en zonas que representan menos del 20% de la longitud de solape del tubo y la barra calefactora o, en cambio, menos del 20% de la circunferencia de la barra calefactora. El concepto "alambre calefactor" se utiliza, por lo tanto, en el marco de la presente descripción como concepto general tanto para alambres arrollados finos como también para barras calefactoras de acuerdo con la presente invención, de manera que el espesor diferente no es el criterio de distinción principal.

La distancia interior máxima entre la barra calefactora y el tubo está en muchos casos entre 1 y 2 mm, un poco por encima o también por debajo hasta valores mínimos de 0,02 mm. El diámetro máximo de la barra calefactora está raramente por encima de 10 mm, por que con diámetros todavía mayores se reduce considerablemente la eficiencia de la transmisión de energía debido a una relación relativamente grande entre volumen y superficie de la barra calefactora, lo que se puede compensar sólo en parte a través de la longitud mayor del tubo y de la barra calefactora. Pero en principio, a pesar de todo es posible la utilización de barras calefactoras con diámetros mayores, aunque no es preferido. Un intervalo de diámetros claramente más favorable en la práctica para barras calefactoras en el sentido de la presente invención está entre 0,5 mm y 5 mm.

Aparte de la distancia interior máxima entre la barra calefactora y el tubo, la presente invención prevé una relación mínima de la superficie de la sección transversal de la barra calefactora a la sección transversal interior libre del tubo que está en el intervalo comprendido entre 0,04 y 0,95.

En una forma de realización preferida la barra calefactora, la barra calefactora, al menos en la medida en que se extiende dentro del tubo, debería tener un área de la sección transversal que sea al menos 30% y todavía más preferido al menos 50% de la sección transversal libre del tubo. En formas de realización concretas, que han sido ensayadas con resultados positivos, esta relación de la sección transversal era aproximadamente 80%, siendo la distancia interior máxima de 0,2 a 0,5 mm y estando un intersticio anular uniforme correspondiente entre la barra calefactora y la pared del tubo en aproximadamente 0,1 a 0,25 mm.

El concepto "tubo" en el sentido de la presente invención debe entenderse en sentido amplio y define finalmente sólo un espacio hueco con una entrada y un orificio de salida, que permiten una circulación con gas a calentar. En este caso, de nuevo la sección transversal no es constante más allá de la longitud del tubo, aunque esto es evidentemente preferido para generar con medios sencillos un intersticio en gran medida constante, en particular un intersticio anular constante entre la barra calefactora y la pared del tubo. El intersticio anular se puede interrumpir por medio de elevaciones, que están dispuestas distribuidas sobre la circunferencia sobre la superficie de la barra calefactora o sobre la superficie interior del tubo, para posibilitar un centrado de la barra calefactora y garantizar una transmisión homogénea del calor.

Como tubos se consideran, por ejemplo, también taladros pasantes en un bloque macizo, en los que tal bloque puede presentar una pluralidad de taladros paralelos.

Puesto que las barras calefactoras según la presente invención son relativamente gruesas en comparación con los alambres arrollados en tubos correspondientes de calentadores convencionales, pueden transmitir y distribuir mejor calor internamente, lo que puede evitar un recalentamiento local, y tienen ya por este motivo en el caso de carga térmica alta o bien temperaturas altas de las barras calefactoras más allá de 1000°C una duración de vida útil y un

tiempo de actividad claramente más largas o bien posibilitan ya el calentamiento de gases por encima de 1000°C con elementos calefactores eléctricos metálicos.

En términos generales, las relaciones preferidas de las medidas entre la sección transversal de la barra calefactora y la sección transversal interior del tubo están de manera más conveniente en el intervalo de 0,2 a aproximadamente 0,95. Una relación de la sección transversal de 0,2 resulta, por ejemplo, con un diámetro muy fino de la barra calefactora de 0,2 mm y un diámetro del tubo de 0,45 mm. Una relación de la sección transversal de 0,9 resulta, por ejemplo, con un diámetro de la barra calefactora de aproximadamente 4,75 mm en un tubo con 5 mm de diámetro interior, en el que con respecto a las relaciones de las secciones transversales no importa la unidad de medida o bien las medidas absolutas, con tal que el diámetro de las barras calefactoras esté dentro de los intervalos indicados anteriormente y a continuación. Un intervalo preferido de relaciones de la sección transversal está entre 0,3 y 0,8, que corresponde a una relación de los diámetros entre aproximadamente 0,5 y 0,9 con diámetros absolutos de las barras calefactoras entre 0,5 y 5 mm.

Al mismo tiempo, se ha comprobado que con una circulación esencialmente laminar del gas a través de un intersticio anular entre una barra calefactora en forma de barra que se extiende a lo largo del eje del tubo y la pared interior del tubo, es efectiva de manera sobresaliente la transmisión de calor entre la barra calefactora y la circulación del gas, de manera que con tal elemento calefactor se pueden conseguir sin más unas temperaturas de proceso de hasta 1200°C o también todavía más elevadas, mientras que la duración de vida útil de estos calentadores de procesos o bien en particular de las barras calefactoras es un múltiplo de la duración de vida útil de calentadores de procesos o bien de alambres calefactores convencionales, que están diseñados para la generación de temperaturas del gas de 900°C o más. En este caso, el intersticio anular tampoco tiene que tener a lo largo de la circunferencia de la barra calefactora necesariamente una anchura constante, si no que puede variar entre 0 (contacto) y el valor máximo (por lo tanto, en secciones transversales de forma anular el doble de la anchura uniforme del intersticio).

El diámetro absoluto del tubo y el diámetro de la barra calefactora se pueden variar en amplias zonas, en particular entre un diámetro interior del tubo de 1 mm a 20 mm o también más, por ejemplo 60 mm, de nuevo en función de las otras medidas, como por ejemplo de la longitud del tubo y de la barra calefactora, de la anchura deseada del intersticio anular, del caudal de corriente de gas y de la resistencia eléctrica de la barra calefactora así como de la tensión disponible.

La barra calefactora tiene evidentemente, con diámetros pequeños del tubo, un diámetro que es en el caso extremo también 0,5 mm o menos, por ejemplo 0,2 mm. Por lo tanto, frente a los alambres arrollados convencionales o filamentos calefactoras convencionales, es siempre, sin embargo, todavía claramente más grueso y sobre todo no está arrollado, sino que se extiende paralelo al eje del tubo y a lo largo del eje del tubo. La diferencia entre el "alambre calefactor" según el estado de la técnica y la "barra calefactora" de acuerdo con la presente invención reside, por lo tanto, principalmente no (o no sólo) en el espesor diferente, sino más bien en la extensión longitudinal definidas y en la forma comparativamente estable de la barra calefactora, que se extiende, si es útil en la práctica, exactamente a lo largo del eje del tubo, de manera que su longitud dentro del tubo corresponde exactamente a la longitud del tubo y la barra colectora no se extiende, por lo tanto, a lo largo de un recorrido prolongado artificialmente en el tubo. Sin embargo, la barra colectora de un elemento calefactor según la presente invención, es, en general, también más gruesa que los alambres calefactores en elementos calefactores convencionales con la misma sección transversal del tubo y en un elemento calefactor comparable, en general, en la potencia calefactora de acuerdo con el estado de la técnica.

De manera ideal, la barra calefactora está dispuesta lo más exactamente posible en el centro del tubo, coincidiendo esencialmente la sección transversal exterior de la barra calefactora con la forma de la sección transversal interior del tubo, lo que conduce como resultado a que el intersticio anular entre la barra calefactora y la pared interior del tubo tenga una anchura esencialmente constante. Pero eventualmente la superficie interior del tubo y/o la superficie exterior de la barra calefactora podrían estar también estructuradas, es decir, por ejemplo, podrían presentar una estructura nervadura o estructura ranurada que se extiende en la dirección longitudinal de la barra y del tubo, que puede presentar también un ángulo de torsión pequeño. Tales estructuras superficiales pueden ampliar, con una anchura dada del intersticio anular, la zona de la circulación laminar dado el caso para caudales mayores de la corriente de gas.

La anchura concreta del intersticio anular representa en este caso siempre un compromiso entre transmisión máxima de energía térmica y pérdida de presión con un caudal deseado de la corriente de gas. Esto significa que cuanto más estrecho es el intersticio anular, tanto más efectiva es la transmisión de calor desde la barra calefactora sobre el gas que circula entre la barra calefactora y el tubo, de manera que un intersticio estrecho limita, sin embargo, también la corriente de gas y/o requiere una diferencia mayor de la presión entre entrada y salida.

Pero, además, la anchura conveniente del intersticio anular depende también de la longitud del tubo y también de la potencia calorífica eléctrica convertida en la barra calefactora.

En una forma de realización concreta, la anchura media del intersticio anular es aproximadamente 0,1 mm, en otro ejemplo 0,2 mm, pero no siempre se consigue disponer la barra calefactora realmente concéntrica en un tubo, de

manera que la anchura del intersticio anular puede variar al menos en algunas posiciones axiales en dirección circunferencial entre cero y el doble de la anchura media del intersticio anular.

5 Por lo tanto, en una forma de realización, en algunas posiciones, distribuidos a lo largo de la circunferencia y/o sobre la longitud, están previstos unos espaciadores, que centran la barra calefactora en el tubo. Los espaciadores pueden estar configurados en una solamente con la barra calefactora o el tubo y están configurados especialmente de tal manera que impiden lo menos posible la corriente de gas entre la barra calefactora y el tubo. Los espaciadores están constituidos con preferencia de cerámica resistente al calor y están realizados idealmente sobre la geometría del tubo.

Idealmente, la barra calefactora y el tubo están dispuestos coaxiales entre sí, es decir, que sus ejes coinciden.

10 Pero en este caso, la barra calefactora y el tubo no tienen una sección transversal de forma circular, por ejemplo podrían tener, por ejemplo, también la sección transversal de un polígono con preferencia equilátero y podría tener también un tubo con sección transversal hexagonal u octogonal o un contorno exterior, que recibe una barra calefactora cilíndrica. Especialmente un contorno exterior cuadrado o hexagonal de los tubos posibilita una disposición muy compacta del haz de tubos y una circulación de derivación mínima resultante de ello entre los tubos.

15 En una forma de realización de la invención, una pluralidad de tubos paralelos están agrupados en un paquete de tubos y la barra calefactora, dicho con más exactitud las barras calefactoras de los tubos individuales del paquete de tubos tienen la forma de un alambre calefactor conducido en forma de meandro a través de los tubos, que se introduce en el extremo de un tubo y se retorna desde el lado de salida de este tubo de nuevo a través de un tubo vecino. En este caso, el número de los tubos, a través de los cuales se conduce un alambre calefactor individual como barra calefactora, es con preferencia par, de manera que la barra calefactora sale en forma de un alambre que se extiende en vaivén a través de la pluralidad de tubos sobre el mismo lado que el lado de entrada paralelamente a éste y de esta manera se puede conectar en un extremo del paquete de tubos con contactos de conexión eléctrica correspondientes. Se entiende que un paquete de tubos puede estar constituido de varios grupos de tubos, que son atravesados en cada caso por un alambre calefactor individual coherente. Si la potencia de conexión eléctrica lo requiriese, ha dado buen resultado una distribución en varias zonas eléctricas, que posibilitan una conexión en circuito de triángulo o circuito de estrella.

De manera más conveniente, un tercer paquete de tales tubos está dispuesto en una carcasa común, de manera que entre la pared de la carcasa y el lado exterior del paquete denso de tubos individuales está dispuesto adicionalmente todavía un material de aislamiento.

30 El material de aislamiento es con preferencia un material cerámico resistente a altas temperaturas, que presenta una estabilidad suficiente para la fabricación de tubos de forma estable. Entre varios tubos paralelos, que están agrupados en un paquete, se puede disponer un material aislante cerámico resistente a altas temperaturas, como se distribuye por la solicitante bajo la designación de marca "Fibrothal".

35 En lugar de estar dispuestos adyacentes entre sí, también se pueden disponer varios de los elementos calefactores según la invención y paquetes correspondientes de elementos calefactores unos detrás de los otros axialmente.

Los tubos deberían estar constituidos de una cerámica aislante y resistente a alta temperatura, a cuyo fin se contempla especialmente óxido de aluminio (Al_2O_3).

40 La barra calefactora está constituida con preferencia de una aleación de hierro-cromo-aluminio o de una aleación de níquel-cromo-hierro. Dado el caso, especialmente una barra calefactora más gruesa podría estar constituida también, por una parte, de un haz de barras individuales o bien alambres retorcidos dado el caso también entre sí, estando definida en tal forma de realización la distancia interior definida anteriormente por la distancia interior de una envolvente del haz de barras y alambres con respecto a la parte interior del tubo.

La barra calefactora puede tener un diámetro en el intervalo de 0,2 a 50 mm, con preferencia entre 0,5 y 10 mm.

45 Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención se describen claramente con la ayuda de la siguiente descripción de una forma de realización preferida y de las figuras adjuntas.

En este caso:

La figura 1 muestra una vista en planta superior frontal sobre un elemento calefactor, que está constituido por un haz de tubos con barras calefactoras conducidas a través de los mismos,

La figura 2 muestra una vista lateral del elemento calefactor según la figura 1,

50 La figura 3 muestra una vista en sección con una sección a lo largo del eje longitudinal de un calentador de procesos completo con un elemento calefactor según la invención y una carcasa con conexiones para gas y corriente así como con un aislamiento,

La figura 4 muestra una vista frontal desde la izquierda sobre el calentador de procesos según la figura 3,

La figura 5 muestra una sección a través de un elemento calefactor según las figuras 1 y 2, y

La figura 6 muestra de nuevo esquemáticamente un calentador de procesos con la posición de la línea de intersección de la figura 5.

Se reconoce en la figura 1 un paquete denso de tubos 1 en disposición hexagonal, a través del cual se conducen barras calefactoras 2. Los tubos 1 están constituidos de cerámica de óxido de aluminio y tienen un diámetro interior de aproximadamente 1,7 mm así como un diámetro exterior de aproximadamente 2,7 a 2,8 mm, de donde resulta un espesor de pared de los tubos 1 de aproximadamente 0,5 a 0,55 mm. Las barras calefactoras se forman aquí por un alambre calefactor continuo con un diámetro de aproximadamente 1,5 mm, que se conducen alternando, respectivamente, en dirección opuesta a través de una pluralidad de los tubos de este paquete de tubos, de manera que la barra calefactora marcada con 2a marca el lado de entrada de la barra calefactora en el tubo 1a, que se conduce de retorno de nuevo a través del tubo 1b, se introduce otra vez en el tubo 1c y de esta manera se conduce a través de una pluralidad de tubos y esencialmente paralelos a su eje hasta que finalmente el extremo del alambre sale de nuevo en forma de barra calefactora 2z a través del tubo 1z.

Algunos de los tubos son tubos vacíos 3, por ejemplo para el alojamiento de termoelementos u otros termómetros, mientras que el tubo central puede presentar, por ejemplo un centrado 4, con cuya ayuda se puede centrar el elemento calefactor 10 constituido por el paquete de tubos y el alambre calefactor conducido a través del mismo en la carcasa del calentador de proceso.

La figura 2 muestra una vista lateral del paquete o bien del paquete hexagonal de tubos según la figura 1.

La longitud l de los tubos 1 está, por ejemplo, entre 150 y 500 mm, mientras que la longitud L de todo el elemento calefactor 10 (sin extremos de conexión sobresalientes 2a y 2z) en las medida sindicadas aquí de tubos 1 y barras calefactoras 2 es aproximadamente 4,5 mm mayor.

La figura 3 muestra un calentador de procesos completo 100 con una carcasa 6 en forma de tubo, un tubo de alimentación de gas 7, una tobera de salida de gas 9 con tubo de salida 8 y una pestaña de fijación 13, que está montada, por su parte, en una pestaña de alimentación de corriente 14.

El tubo de alimentación de gas 7 desemboca en un espacio hueco cilíndrico 18, a través del cual se extienden también dos tubos de conexión de corriente paralelos 16, solamente uno de los cuales se puede reconocer en la vista lateral de la figura 3. Los tubos de conexión de corriente forman un orificio de paso para la conexión de los extremos de los alambres 2a y 2z con contactos de conexión eléctricos en la pestaña de conexión eléctrica 14. El elemento calefactor 10, que está constituido por un paquete de tubos, por ejemplo según las figuras 1 y 2, está recibido en el centro de la carcasa tubular 6, de manera que entre la pared interior de la carcasa tubular 6 y el elemento calefactor 10 está dispuesto un material cerámico 17 resistente a altas temperaturas, que está constituido típicamente por dos semicáscaras 17a, 17b que rodean el elemento calefactor 10 desde lados opuestos (ver la figura 5), cuyo contorno interior está adaptado al contorno exterior del elemento calefactor 10.

De manera alternativa, las semicáscaras forman también en común un tubo cilíndrico sencillo, en el que entonces los espacios intermedios restantes entre el elemento calefactor 10 se taponan con material aislante presente en forma de compuesto de fibras sueltas, que rellena, por lo demás, también los espacios intermedios entre los tubos 1, 3.

Como alternativa al tapón de los espacios intermedios del tubo, el lado de entrada del gas del elemento calefactor 10 podría presentar también un disco de cubierta de forma circular, taladrado correspondiente, cuyo diámetro corresponde al diámetro exterior máximo del paquete de tubos del elemento calefactor 10 y que presenta taladros solamente en la posición de los tubos o bien de los orificios tubulares y de esta manera cubre todo el lado frontal del paquete de tubos con la excepción de los taladros, antes de que el alambre calefactor sea conducido a través de los tubos. Tal disco de cubierta podría estar constituido del mismo material aislante cerámico, que se utiliza también para las semicáscaras 17a, 17b entre la carcasa y el elemento calefactor 10 y que se distribuye por la solicitante bajo el nombre de marca "Fibrothal". Los extremos 2a y 2z del alambre calefactor o bien de los alambres calefactores 2 se conectan a través de los tubos de unión aislante 16 con conexiones eléctricas exteriores 12, que están montadas a través de un roscado de anillo de sujeción 11 en la pestaña de alimentación 14.

La variante representada aquí de un calentador de procesos está diseñada con un diámetro de la barra calefactora o bien del alambre calefactor de aproximadamente 1,5 mm para una potencia calefactora de 3,5 kW, en la que el diámetro interior ligero del tubo puede estar entre aproximadamente 1,7 y 2,2 mm, y en la que el alambre calefactor o bien los alambres calefactores están constituidos de una aleación de hierro-cromo-aluminio. Los alambres calefactores adecuados son distribuidos por la solicitante, entre otros, bajo la designación de marcha "NICROTHAL". Se entiende que el calentador de procesos correspondiente se puede dimensionar opcionalmente, de manera que la zona de potencia se puede extender entre algunos vatios y algunos 100 vatios y 100 o más kilovatios.

El gas a calentar se alimenta a través de la conexión 7 y llega a una antecámara 18 esencialmente cilíndrica, que está atravesada, por lo demás, todavía, por los dos tubos aislantes 16 de la conexión de corriente y circula al interior

de los intersticios anulares abiertos 5 entre los tubos 1 y los alambres calefactores 2 y a través de los tubos, para salir entonces a través de la tobera 9 y el tubo de salida 8 desde el calentador de procesos.

Se entiende que se pueden conectar varios elementos calefactores o bien calentadores de procesos también axialmente unos detrás de los otros.

- 5 La figura 4 muestra finalmente todavía una vista frontal sobre el calentador de procesos según la figura 3 desde la izquierda, de manera que se reconoce de nuevo la tobera 9 con el extremo de salida 8 lo mismo que la carcasa 6, el tubo de alimentación de gas 7 y la pestaña de conexión 13.

Lista de signos de referencia

	1	Tubo
10	2	Barras calefactoras, alambre calefactor
	2a, 2z	Extremos del alambre calefactor o bien de las barras calefactoras
	3	Tubo de vacío
	4	Centrado
	5	Intersticios anulares
15	6	Carcasa
	7	Tubo de alimentación de gas
	8	Tubo de salida
	9	Tobera
	10	Elemento calefactor
20	11	Roscado del anillo de sujeción
	12	Conexiones eléctricas
	13	Pestaña de fijación
	14	Pestaña de alimentación
	16	Tubos de conexión de corriente / tubos de unión
25	17a, 17b	Semicáscaras
	18	Antecámara

REIVINDICACIONES

1. Elemento calefactor para el calentamiento de gases a altas temperaturas con al menos un tubo (1) diseñado para la circulación de gas caliente o bien a calentar y con un alambre calefactor eléctrico en el tubo, que está diseñado para la transmisión de calor a gas que circula por delante del alambre calefactor, caracterizado por que el alambre calefactor está configurado como barra calefactora (2) que se extiende a lo largo del eje del tubo, cuya distancia interior máxima hasta la pared interior del tubo sobre al menos el 80% de la circunferencia y/o al menos el 80% de la longitud de solape del tubo y la barra calefactora no excede un valor de 10 mm, cumpliéndose que la relación de la sección transversal de la barra calefactora con respecto a la sección transversal interior del tubo está en el intervalo comprendido entre 0,04 y 0,95.
2. Elemento calefactor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la relación de la sección transversal de la barra calefactora con respecto a la sección transversal interior del tubo está en el intervalo comprendido entre 0,3 y 0,8.
3. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la barra calefactora tiene un diámetro en el intervalo de 0,2 a 50 mm, con preferencia entre 0,5 y 10 mm.
4. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la distancia interior máxima entre la barra calefactora y la pared interior del tubo es de 0,02 a 5 mm.
5. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la distancia interior entre la barra calefactora y la pared interior del tubo está definida por un intersticio anular esencialmente constante más allá de la longitud de solape y la circunferencia.
6. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la distancia interior o bien la anchura del intersticio anular está en el intervalo de 0,05 a 1 mm, con preferencia en el intervalo entre 0,1 y 0,5 mm.
7. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la barra calefactora se extiende como alambre calefactor macizo continuo en forma de meandros a través de una pluralidad de tubos paralelos.
8. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que presenta una pluralidad de tubos paralelos con barras calefactoras, que están dispuestas con preferencia adyacentes en un paquete estanco.
9. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el al menos un tubo está constituido de óxido de aluminio.
10. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la barra calefactora está constituida de una aleación de hierro-cromo-aluminio o aleación de níquel-cromo.
11. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la barra calefactora está constituida, por su parte, por un haz de barras individuales o bien alambres paralelos, dado el caso retorcidos también entre sí, en el que la distancia interior está definida por la distancia interior de una envolvente del haz con respecto a la pared interior del tubo.
12. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que entre la barra calefactora y la pared del tubo están previstos unos espaciadores, que resultan con preferencia a partir de la geometría del tubo.
13. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la superficie interior del tubo está estructurada.
14. Elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espacio intermedio entre varios tubos y entre los tubos y la carcasa está relleno y obturado por medio de un material de fibras cerámicas resistentes a altas temperaturas.
15. Calentador de procesos con una carcasa, con una alimentación de gas y con una salida de la carcasa, un espacio calefactor entre la alimentación de gas y la salida de gas y conexiones eléctricas para al menos un elemento calefactor eléctrico, caracterizado por que el espacio calefactor presenta al menos un elemento calefactor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14.

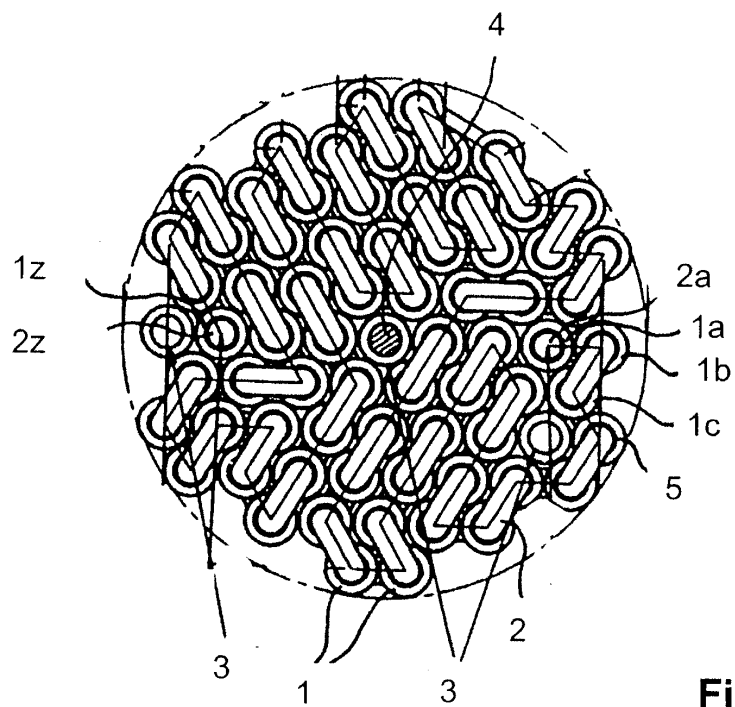


Fig. 1

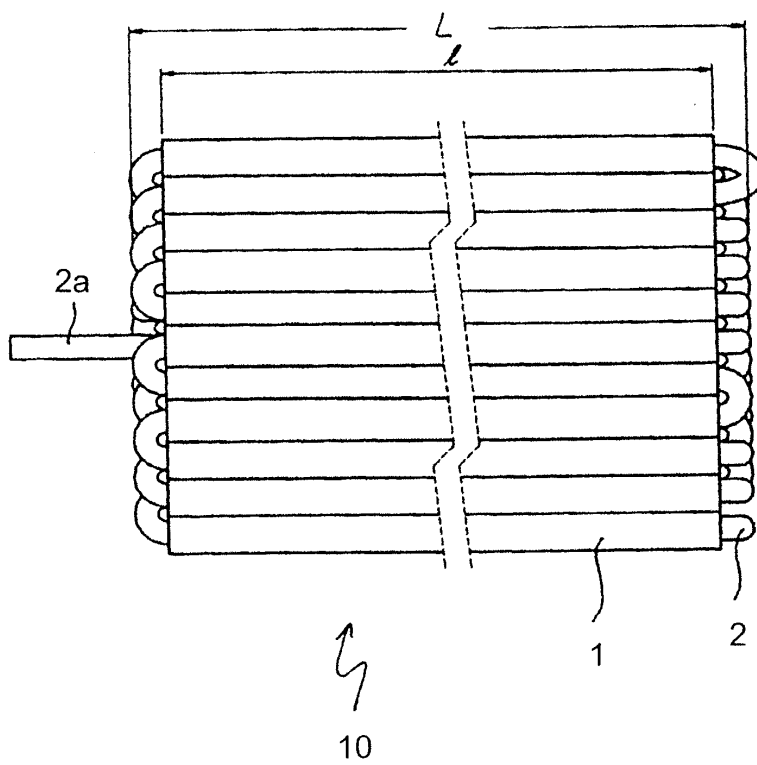


Fig. 2

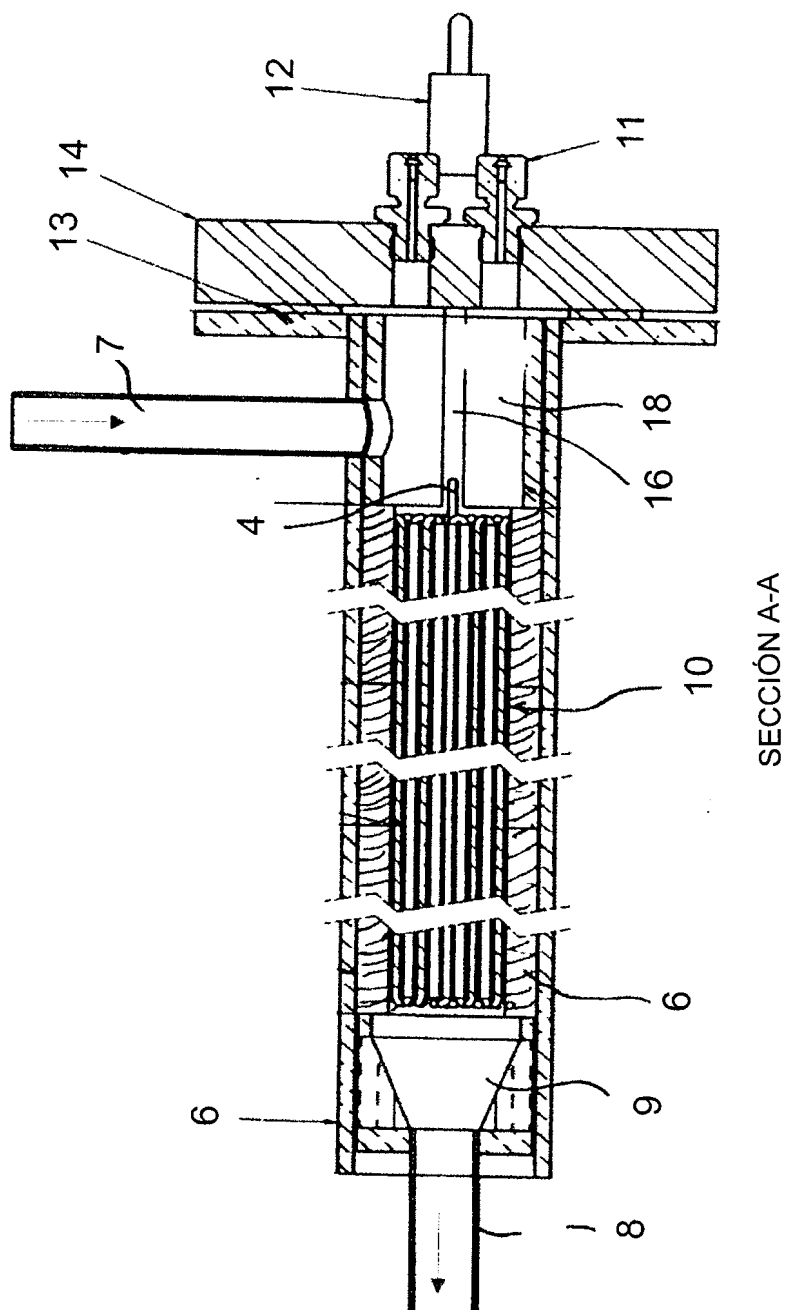


Fig. 3

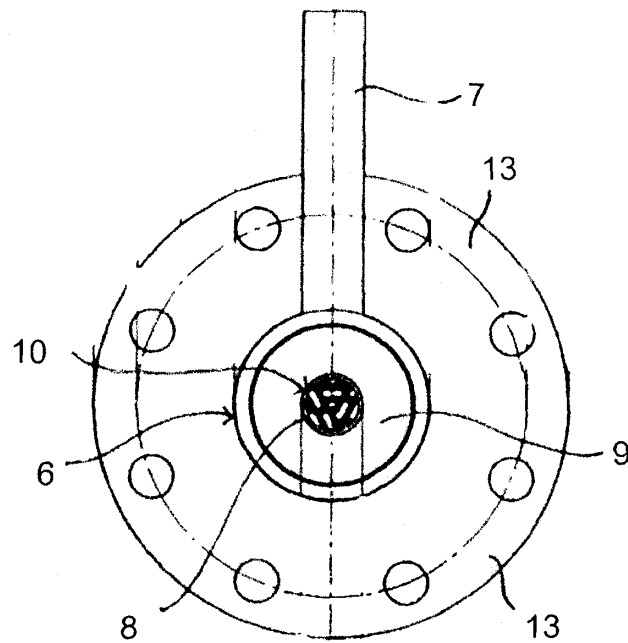


Fig. 4

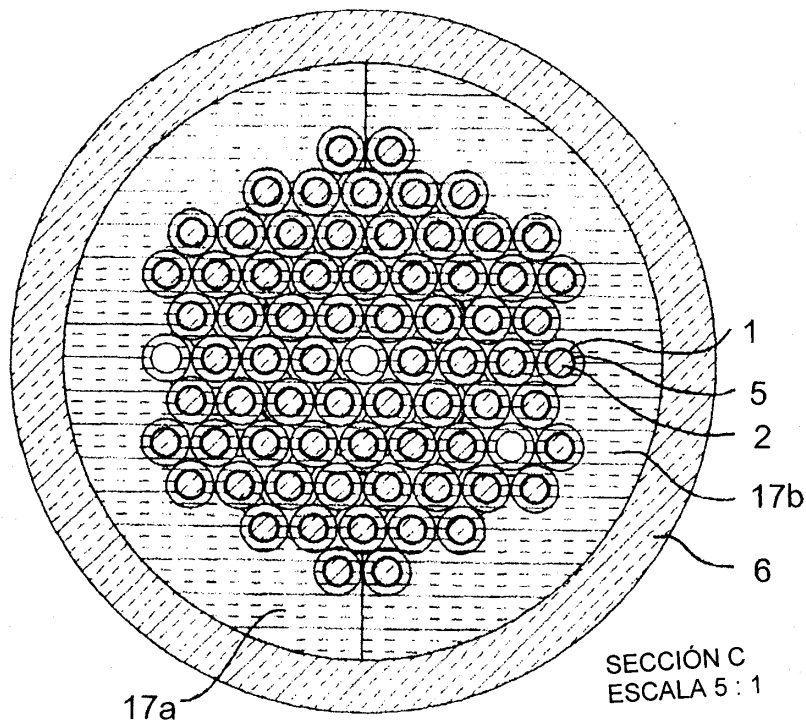


Fig. 5

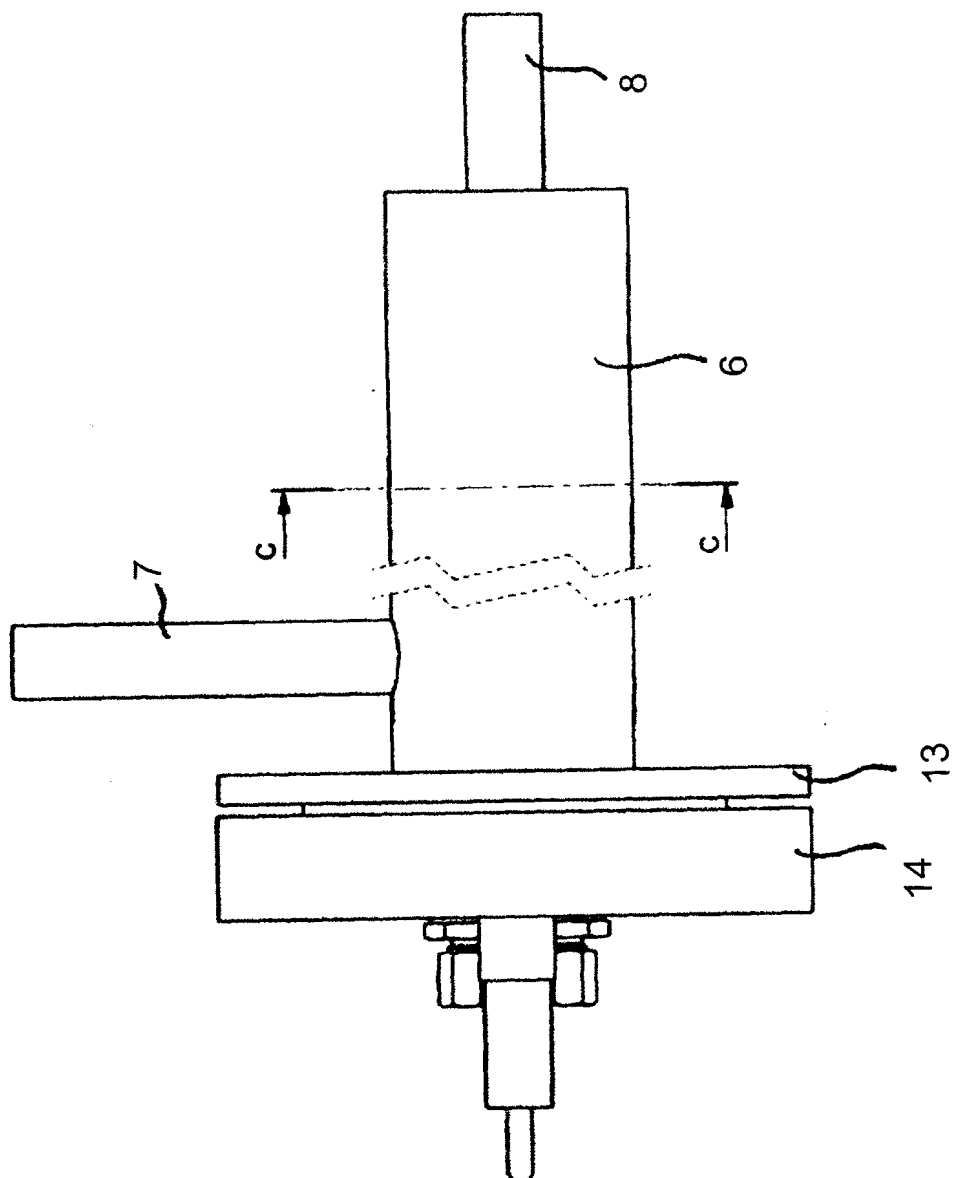


Fig. 6