

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 748**

51 Int. Cl.:

**F28D 7/16** (2006.01)

**F28F 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009 E 09801407 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2382435**

54 Título: **Intercambiador de calor de haz tubular con un dispositivo para influir sobre el flujo en la zona de una placa portatubos**

30 Prioridad:

**27.01.2009 DE 102009006246**

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

**13.07.2015**

73 Titular/es:

**GEA TDS GMBH (100.0%)  
Voss Strasse 11-13  
31157 Sarstedt, DE**

72 Inventor/es:

**GEHLING, JÜRGEN;  
KOWALIK, GOTTFRIED;  
TACKE, LUDGER;  
SCHWENZOW, UWE y  
TASLER, FRANZ**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 540 748 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

Intercambiador de calor de haz tubular con un dispositivo para influir sobre el flujo en la zona de una placa portatubos.

5

### Campo de la técnica

La invención se refiere a un intercambiador de calor de haz tubular con una placa portatubos, una brida de intercambiador, un codo de unión o un accesorio de unión y un dispositivo para influir sobre el flujo en la zona de la placa portatubos, en particular para la industria alimentaria y de bebidas, que presenta al menos un cuerpo de desplazamiento que influye sobre el flujo en la zona de flujo de entrada de la placa portatubos, presentando el intercambiador de calor de haz tubular un canal exterior, rodeado por una envoltura exterior, para un medio portador de calor, un número de tubos interiores que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior a través del canal exterior, que forman conjuntamente un canal interior y que están apoyados por el extremo respectivamente en la placa portatubos, una entrada o una salida común para todos los tubos interiores que está configurada en la brida de intercambiador y una salida o una entrada común para un producto que está configurada en un manguito de conexión, estando fijado firmemente el cuerpo de desplazamiento en el codo de unión/el accesorio de unión que se conecta a la brida de intercambiador o al manguito de conexión, estando dispuesto el mismo con simetría axial y de manera concéntrica respecto a la placa portatubos y estando formado por al menos dos secciones que en su sección transversal de unión configuran entre sí un diámetro exterior interno máximo común, dividiendo el cuerpo de desplazamiento el flujo con simetría axial respecto al canal interior, desviándolo hacia afuera y acelerándolo así en una sección transversal de espacio anular, estrechada en forma de tobera, estando formada esta última entre el cuerpo de desplazamiento y un contorno interior, que está en correspondencia con éste, del entorno que rodea concéntricamente al cuerpo de desplazamiento y está conformado en la brida de intercambiador o en el manguito de conexión, y formando a continuación el cuerpo de desplazamiento, visto en dirección de flujo, junto con el contorno interior una sección transversal de espacio anular que se amplía.

### Estado de la técnica

Un intercambiador de calor de haz tubular de tipo genérico es conocido de los documentos DE102005059463A1B3 o WO2007/068343A1. El intercambiador de calor de haz tubular en cuestión se describe en el documento DE9403913U1. Un estado de la técnica más actual en el campo de los intercambiadores de calor de haz tubular correspondientes, que no se diferencia básicamente del intercambiador de calor de haz tubular más antiguo, se describe en la publicación de la firma "Röhrenwärmetauscher VARITUBE®", GEA Tuchenhausen, Liquid Processing Division, 632d-00, del año 2000.

Debido a la geometría de su sección transversal, este tipo de intercambiadores de calor de haz tubular es más adecuado en general para el tratamiento térmico de productos de alta y baja viscosidad y de productos con contenido de sólidos con trozos enteros, pulpa o fibras que otros tipos constructivos de intercambiador de calor, por ejemplo, los intercambiadores de calor de placas. En este sentido se ha de tener en cuenta también que en el caso de medios fibrosos, como los zumos con pulpa de fruta, se forman depósitos en los orificios de entrada de los tubos interiores de las placas portatubos. El tratamiento a temperaturas relativamente altas favorece la aglomeración de fibras y la formación de la pulpa. Éstas se depositan preferentemente en los nervios entre los tubos interiores múltiples y en las superficies de la placa portatubos orientadas en transversal a la dirección de flujo y pueden producir aquí atascos. Los depósitos temporales se desprenden cada cierto tiempo y, dado el caso, los grumos llegan de manera no deseada al envase destinado para el consumidor final del producto respectivo.

El problema analizado arriba se soluciona suficientemente mediante un dispositivo para una pluralidad de aplicaciones, que se propone en los documentos DE102005059463A1 o WO2007/068343A1. Sin embargo, este dispositivo no resulta adecuado en particular para el tratamiento térmico de productos con contenido de sólidos con trozos enteros, pulpa o fibras. Además, debido a la conexión del cuerpo de desplazamiento con el codo de unión o el accesorio de unión, el centro de la placa portatubos queda libre para un tubo central activo del intercambiador de calor de haz tubular, si se desean divisiones de tubo óptimas geométricamente con 7, 19, 37 y más tubos interiores que contienen en todos los casos un tubo central activo. No obstante, se ha comprobado que con el dispositivo conocido no se puede impedir en el caso de placas portatubos con más de 19 tubos una distribución no uniforme del flujo y, por tanto, un flujo de entrada, distribuido de manera no uniforme, en los tubos interiores repartidos por la superficie de flujo de entrada de la placa portatubos.

De los documentos DE10311529B3 o WO2004/083761A1 es conocido un dispositivo para influir sobre la zona de

flujo de entrada de una placa portatubos de un intercambiador de calor de haz tubular del tipo en cuestión, en el que el cuerpo de desplazamiento está unido fijamente con el centro de la placa portatubos o está configurado como esfera y posicionado de manera móvil libremente sobre todo en el centro de la placa portatubos. En este dispositivo conocido en las dos formas de realización básicas se ha de prescindir previamente de divisiones de tubo, óptimas geoméricamente, con un tubo central activo y en el caso de placas portatubos con más de 19 tubos tampoco se puede impedir aquí una distribución no uniforme del flujo y, por tanto, un flujo de entrada, distribuido de manera no uniforme, en los tubos interiores repartidos por la superficie de flujo de entrada de la placa portatubos.

Por el documento DE1263969B es conocido un distribuidor de impacto para una instalación de limpieza por soplado a alta presión que consigue una solicitación uniforme del conducto de gas por su sección transversal con las partículas de limpieza y de este modo produce una limpieza completa dentro de un período de tiempo corto de limpieza. Esto se logra por medio de un orificio de paso central, situado en el distribuidor de impacto y menor que la desembocadura del embudo de carga, en un cuerpo de impacto superior y un cuerpo de impacto dispuesto por debajo a distancia y curvado en el mismo sentido, estando dispuesto el cuerpo de impacto inferior de manera coaxial dentro de un elemento de blindaje que está unido fijamente con el cuerpo de impacto superior, que se amplía hacia abajo en forma de embudo y que sobresale del cuerpo de impacto inferior hacia abajo.

Por el documento US5261485A es conocido un distribuidor de lodo que distribuye el lodo, compuesto de hielo y líquido, en una pluralidad de tubos repartidos por una sección transversal circular relativamente grande para el tratamiento ulterior en una sección de refrigeración de un cristizador de hielo. A tal efecto, en un depósito cerrado por arriba mediante un fondo curvado está previsto un primer fondo distribuidor cónico con orificios, que disminuye radialmente hacia afuera y presenta en el lado interior un orificio central con un reborde tubular en forma de un rebosadero. Por debajo del primer fondo distribuidor cónico está previsto un segundo fondo distribuidor plano con orificios, en cuyo centro está dispuesto un tubo central, provisto de una tapa, para desviar el lodo hacia afuera. La entrada a la disposición de distribuidor, mencionada arriba, está formada por un manguito tubular que se encuentra dispuesto centralmente en el fondo superior y por debajo del que está situada una chapa de desviación en forma de pantalla que sobresale ligeramente por el lado exterior en sentido radial del orificio central en el primer fondo distribuidor cónico.

Es objetivo de la presente invención perfeccionar un intercambiador de calor de haz tubular de tipo genérico de modo que incluso en caso de placas portatubos con 19 tubos interiores y más se garantice una distribución uniforme del flujo y, por tanto, un flujo distribuido uniformemente en los tubos interiores repartidos por la superficie de flujo de entrada de la placa portatubos, evitando soluciones que resulten problemáticas desde el punto de vista de la higiene, la limpieza y la técnica de fluidos.

Este objetivo se consigue mediante un intercambiador de calor de haz tubular con las características de la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas del intercambiador de calor de haz tubular son objeto de las reivindicaciones secundarias.

La idea básica de la invención consiste en que en el caso de placas portatubos de gran extensión radial, el problema de la distribución uniforme del flujo de entrada en esta zona se solucione al generarse adicionalmente también mediante otro componente, un anillo guía, los efectos deseados desde el punto de vista de la mecánica de fluidos, conocidos en general, del cuerpo de desplazamiento respecto a su entorno. En este caso, el anillo guía forma internamente en sentido radial con su contorno interior el entorno de flujo requerido y apropiado para el cuerpo de desplazamiento y crea con su contorno exterior, en interacción con el entorno que lo rodea externamente en sentido radial, condiciones de mecánica de fluidos comparables y deseables, como las que existen entre el cuerpo de desplazamiento y su entorno.

Esto se consigue según la invención al estar configurado el contorno interior, que se conoce del estado de la técnica y está en correspondencia con el cuerpo de desplazamiento, en forma de un contorno interior interno mediante el lado interior de un anillo guía en forma de manguito y con simetría rotacional, al estar unido el anillo guía de manera fija, ya sea directa o indirectamente, con el codo de unión o el accesorio de unión y al estar formado aquí el anillo guía por una sección de flujo de entrada y una sección de flujo de salida que en su sección transversal de unión configuran entre sí un diámetro exterior externo máximo común. Esta disposición y configuración provocan que el anillo guía divida el flujo con simetría axial respecto al canal interior del intercambiador de calor de haz tubular, lo desvíe hacia afuera al generarse también una componente de flujo radial y lo acelere así en una sección transversal de espacio anular exterior, estrechada en forma de tobera entre el anillo guía y un contorno interior externo de la brida de intercambiador o del manguito de conexión. A continuación de la sección transversal de espacio anular exterior, estrechada en forma de tobera, el anillo guía configura, visto en dirección de flujo, junto con el contorno

interior externo una sección transversal de espacio anular exterior que se amplía.

La solución según la invención se aplica fundamentalmente en el lado de flujo de entrada de la placa portatubos, por lo que aquí se impiden de manera eficaz los depósitos mencionados. El cuerpo de desplazamiento y el anillo se encuentran dispuestos en un codo de unión diseñado como codo de tubo de 180 grados o en un accesorio de unión que provoca una desviación del flujo de 180 grados, finalizando estos por el extremo respectivamente en una brida de intercambiador o en un manguito de conexión. El codo de unión o el accesorio de unión unen entre sí en cada caso dos haces tubulares contiguos del intercambiador de calor de haz tubular que están dispuestos esencialmente en paralelo y conectados en serie. Un intercambiador de calor de haz tubular correspondiente es conocido, por ejemplo, del documento DE9403913U1. Un codo de unión, utilizado en este caso, se divulga, por ejemplo, en los documentos WO2004/051174A1 o WO2004/083761A1 y un accesorio de unión correspondiente se describe en el documento DE102005059463A1.

El efecto deseado del anillo guía desde el punto de vista de la técnica de fluidos se deriva, entre otros, de la sección transversal de espacio anular entre este último y el contorno interior externo de la brida de intercambiador o del manguito de conexión. El anillo guía influye de manera particularmente eficaz sobre el flujo que lo rodea, si una primera sección transversal de paso ampliada dentro de la brida de intercambiador o una segunda sección transversal de paso ampliada dentro del manguito de conexión forma parte respectivamente del contorno interior externo, como se prevé en dos propuestas.

Según una configuración ventajosa, la separación deseada del flujo se produce mediante un borde de desprendimiento de flujo interior circunferencial, diseñado en el cuerpo de desplazamiento. Este borde de desprendimiento de flujo interior es particularmente efectivo si, como está previsto también, se encuentra posicionado en una sección transversal de espacio anular interior, que se amplía, del anillo guía.

La función relativa a la mecánica de fluidos del cuerpo de desplazamiento propuesto resulta particularmente ventajosa si, como prevé otra forma de realización ventajosa, el borde de desprendimiento de flujo interior se encuentra posicionado en el punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular interior mínima) de la sección transversal de espacio anular interior.

Otra forma de realización correspondiente prevé posicionar el borde de desprendimiento de flujo interior, visto en dirección de flujo, por detrás del punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular interior mínima) de la sección transversal de espacio anular interior.

Los requisitos, que debe cumplir el cuerpo de desplazamiento, consisten no sólo en que éste ejerza una influencia particularmente eficaz sobre el flujo, en el que puede influir, en la zona de la placa portatubos, sino también en que éste se ha de configurar de modo que provoque pérdidas de presión lo más pequeñas posibles y no se convierta en un problema para los depósitos. Una forma de realización ventajosa prevé al respecto que las al menos dos secciones del cuerpo de desplazamiento estén diseñadas con simetría axial y configuren entre sí en la sección transversal de unión el diámetro exterior interno máximo común, el borde de desprendimiento de flujo interior.

En este sentido resulta ventajoso desde el punto de vista de la mecánica de fluidos que las dos secciones, la sección sometida al flujo de entrada y la sección sometida al flujo de salida, presenten respectivamente un reborde formado por un contorno exterior cóncavo. La fijación del cuerpo de desplazamiento en el codo de unión o en el accesorio de unión se favorece mecánicamente y desde el punto de vista de la mecánica de fluidos, si la sección sometida al flujo de entrada del cuerpo de desplazamiento está provista de un elemento de vástago que se extiende en dirección de su eje de simetría y en el que engranan el travesaño o los travesaños de fijación.

La resistencia al flujo del cuerpo de desplazamiento se mantiene baja, si el primer contorno exterior cóncavo, asignado a la sección sometida al flujo de entrada, está redondeado en el lado de flujo de entrada mediante un primer contorno exterior convexo.

Está previsto además que los contornos exteriores cóncavos estén redondeados entre sí mediante un segundo contorno exterior convexo. Esta zona de transición continua entre los dos contornos exteriores cóncavos contrarresta la formación de depósitos de producto en esta zona, sin que esta forma redondeada afecte la configuración deseada del borde de desprendimiento de flujo interior que ha de prever en esta zona.

A fin de contrarrestar también la formación de depósitos de producto en la zona de flujo de salida del cuerpo de desplazamiento se propone además que el segundo contorno exterior cóncavo, asignado a la sección sometida al

flujo de salida, esté redondeado en el lado de flujo de salida mediante un tercer contorno exterior convexo.

Según una configuración ventajosa, la separación deseada del flujo en el anillo guía se produce mediante un borde de desprendimiento de flujo exterior circunferencial, diseñado en el mismo. Este borde es particularmente eficaz si, como está previsto también, se encuentra posicionado en la sección transversal de espacio anular exterior, que se amplía, de la brida de intercambiador o del manguito de conexión.

La función relativa a la mecánica de fluidos del anillo guía propuesto resulta particularmente ventajosa si, como prevé otra forma de realización ventajosa, el borde de desprendimiento de flujo exterior se encuentra posicionado en el punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular exterior mínima) de la sección transversal de espacio anular exterior.

Otra forma de realización correspondiente prevé posicionar el borde de desprendimiento de flujo exterior, visto en dirección de flujo, por detrás del punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular exterior mínima) de la sección transversal de espacio anular exterior.

Los requisitos, que debe cumplir el anillo guía, consisten no sólo en que éste ejerza una influencia particularmente eficaz sobre el flujo, en el que puede influir, en la zona de la placa portatubos, sino también en que éste se ha de configurar de modo que provoque pérdidas de presión lo más pequeñas posibles y no se convierta en un problema para los depósitos. Una forma de realización ventajosa prevé al respecto que la sección de flujo de entrada y la sección de flujo de salida del anillo guía estén diseñadas con simetría axial y configuren entre sí en la sección transversal de unión el diámetro exterior externo máximo común, el borde de desprendimiento de flujo exterior.

La resistencia al flujo del anillo guía se mantiene baja, si el extremo libre de su sección de flujo de entrada está configurado con una forma redondeada convexa. Una forma redondeada correspondiente contrarresta también la formación de depósitos de producto en la zona de flujo de entrada del anillo guía. Una formación de depósitos de producto en la zona de flujo de salida del anillo guía se contrarresta, si el extremo libre de la sección de flujo de salida del anillo guía está configurado con una forma redondeada convexa.

La fijación firme del cuerpo de desplazamiento y del anillo guía se realiza con mucha facilidad, si están unidos con el codo de unión o el accesorio de unión mediante al menos un travesaño de fijación en forma de barra que engrana en ambos al mismo tiempo. Una estabilidad suficiente de la fijación y una influencia simétrica sobre el flujo mediante la fijación se garantizan, si están previstos tres travesaños de fijación repartidos de manera uniforme en la periferia del cuerpo de desplazamiento y, por tanto, también del anillo guía.

Una influencia lo más pequeña posible sobre el flujo mediante el travesaño o los travesaños de fijación se obtiene en la zona de flujo de entrada del anillo guía, si estos engranan en el extremo libre de la sección de flujo de entrada del anillo guía. Una influencia lo más pequeña posible sobre el flujo mediante el travesaño o los travesaños de fijación se obtiene en la zona de flujo de entrada del cuerpo de desplazamiento, si estos engranan en la sección sometida al flujo de entrada del cuerpo de desplazamiento. Se consigue una pequeña resistencia al flujo de la fijación y se contrarresta una formación de depósitos de producto mediante la fijación, si la sección sometida al flujo de entrada del cuerpo de desplazamiento está provista de un elemento de vástago que se extiende en dirección a su eje de simetría y en el que engranan el travesaño o los travesaños de fijación.

Para aumentar la estabilidad de la fijación, el codo de unión o el accesorio de unión está configurado en la zona de fijación del travesaño o de los travesaños de fijación con un espesor de pared reforzado en forma de un anillo de refuerzo circunferencial.

#### Breve descripción de los dibujos

Una representación más detallada se obtiene a partir de la siguiente descripción y de las figuras adjuntas del dibujo, así como de las reivindicaciones. Aunque la invención está implementada en las más diversas formas de realización, el dibujo muestra un ejemplo de realización de una forma de realización preferida del intercambiador de calor de haz tubular propuesto, cuyo funcionamiento y construcción se describen a continuación.

Partiendo del estado de la técnica muestran:

Figura 1 un corte central a través de un llamado haz tubular como parte modular de un intercambiador de calor de haz tubular compuesto, dado el caso, de una pluralidad de tales haces tubulares, estando dispuesto en cada lado un

codo de unión circular o un accesorio de unión con desviación de 180 grados según el documento DE102005059463A1, en el que se utilizan las características según la invención;

Un ejemplo de realización del intercambiador de calor de haz tubular propuesto según la invención está representado en las demás figuras del dibujo y se describe a continuación. Muestran:

Figura 2 en representación en perspectiva, un corte central a través de un codo de unión, estando dispuesto en el mismo un cuerpo de desplazamiento, rodeado por un anillo guía, en el lado de flujo de entrada de una placa portatubos no representada y estando dirigida la vista hacia el lado frontal de las bridas de intercambiador y, por tanto, hacia el lado de flujo de salida del cuerpo de desplazamiento y del anillo guía;

Figura 3 en representación en perspectiva, el corte central a través del codo de unión según la figura 2, estando dirigida la vista ahora hacia el lado de flujo de entrada del cuerpo de desplazamiento y del anillo guía;

Figura 4 el corte central a través del codo de unión según las figuras 2 y 3; y

Figura 4a un corte central a través del cuerpo de desplazamiento aislado, separado de la figura 4.

#### Descripción detallada

Un intercambiador de calor de haz tubular según el estado de la técnica, que está integrado generalmente por una pluralidad de haces tubulares 100.1 a 100.n, identificándose con 100.i cualquier haz tubular (véase figura 1; véase también el documento DE9403913U1), está compuesto en su parte central de una envoltura exterior 200, que delimita un canal exterior 200\*, con una brida de envoltura exterior 200a del lado de rodamiento fijo, dispuesta a la izquierda respecto a la posición de la representación, y una brida de envoltura exterior 200b del lado de rodamiento libre, dispuesta a la derecha. A esta última se conecta un primer canal transversal 400a\*, delimitado por una primera carcasa 400.1, con un primer manguito de conexión 400a y a la brida de envoltura exterior 200a del lado de rodamiento fijo se conecta un segundo canal transversal 400b\*, delimitado por una segunda carcasa 400.2, con un segundo manguito de conexión 400b. Un número de tubos interiores 300, que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior 200 a través del canal exterior 200\* y forman conjuntamente un canal interior 300\*, comenzando con cuatro y aumentando después también hasta diecinueve e incluso más, en el sentido de la presente invención, está apoyado por el extremo en cada caso en una placa portatubos 700 del lado de rodamiento fijo o en una placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre (identificadas ambas también como placa de espejo de tubo) y está soldado en la misma por su diámetro exterior de tubo, estando insertada toda esta disposición a través de un orificio, no identificado en detalle, de la segunda carcasa 400.2 en la envoltura exterior 200 y estando unida a la segunda carcasa 400.2 mediante una brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo con la interconexión de una junta plana 900 respectivamente (rodamiento fijo 500, 700, 400.2).

Las dos carcasas 400.1, 400.2 están selladas asimismo con una junta planta 900 respecto a la brida de envoltura exterior 200b, 200a contigua en cada caso, presionándose la primera carcasa 400.1, situada a la derecha, junto con la envoltura exterior 200 contra el rodamiento fijo 500, 700, 400.2, situado a la izquierda, mediante una brida de intercambiador 600 del lado de rodamiento libre con la interconexión de un anillo en O 910. La placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre engrana a través de un taladro, no identificado en detalle, a través de la brida de intercambiador 600 del lado de rodamiento libre y se sella respecto a este último mediante el anillo en O 910 solicitado de manera dinámica que sella además la primera carcasa 400.1 de manera estática respecto a la brida de intercambiador 600 del lado de rodamiento libre. Esta última y la placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre forman un llamado rodamiento libre 600 que permite los cambios de longitud de los tubos interiores 300 soldados en la placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre debido a cambios de temperatura en ambas direcciones axiales.

En dependencia de la disposición del respectivo haz tubular 100.1 a 100.n en el intercambiador de calor de haz tubular 100 y de su conexión respectiva, los tubos interiores 300 pueden ser atravesados por el flujo de un producto P, respecto a la posición de la representación, de izquierda a derecha o viceversa, estando identificada con v la velocidad de flujo promedio en el tubo interior 300 y, por tanto, en el canal interior 200\*. El diseño de la sección transversal se realiza generalmente de tal modo que esta velocidad de flujo promedio v está presente también en un codo de unión 1000 o en un accesorio de unión 1100 que, respecto al haz tubular 100.i en cuestión, está unido, por una parte, con la brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo y, por otra parte, indirectamente con un manguito de conexión 800d del lado de rodamiento libre que se encuentra unido fijamente con la placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre. Con los dos codos de unión 1000 (los llamados codos de tubo de 180 grados) representados en el dibujo sólo por la mitad, el haz tubular 100.i en cuestión se conecta en serie al haz tubular

100.i-1 ó 100.i+1 contiguo respectivamente. Por tanto, la brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo forma una vez una entrada E para el producto P y el manguito de conexión 800d del lado de rodamiento libre aloja una salida A correspondiente. En el caso del haz tubular 100.i-1 ó 100.i+1 contiguo respectivamente se invierten de manera correspondiente estas condiciones de entrada y salida. Una distancia promedio de las placas portatubos 5 700, 800, cubierta por el codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100, está identificada con b (véase figura 4).

La brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo presenta un primer orificio de conexión 500a que corresponde a un diámetro nominal DN y, por tanto, a una sección transversal de paso nominal  $A_0$  del codo de unión 1000 conectado aquí o del accesorio de unión 1100, estando dimensionado generalmente el orificio de conexión 10 500a de modo que aquí está presente la velocidad de flujo correspondiente a la velocidad de flujo promedio v en el tubo interior 300 o en el canal interior 300\*. De la misma manera está dimensionado también un segundo orificio de conexión 800a en el manguito de conexión 800d del lado de rodamiento libre, ampliándose el respectivo orificio de conexión 500a u 800a a una sección transversal de paso 500c u 800c, ampliada respectivamente, en la zona de la placa portatubos contigua 700 u 800 mediante una zona de transición cónica 500b u 800b. La sección transversal de 15 paso ampliada 500c u 800c está diseñada aquí esencialmente de forma cilíndrica con un diámetro  $D_1$  (diámetro máximo de la primera sección transversal de paso ampliada 500c), estando dimensionado este último, por lo general, una a dos amplitudes nominales más grande que el diámetro nominal DN del codo de unión 1000 o del accesorio de unión 1100 (sección transversal de paso nominal  $A_0$  del codo de unión o del accesorio de unión) y, por consiguiente, de manera correspondientemente más grande que toda la sección transversal de paso  $nA_i$  de todos los 20 tubos interiores 300, que entran en la brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo, del número n con un respectivo diámetro interior de tubo  $D_i$  y una sección transversal de paso  $A_i$ . La sección transversal de paso ampliada 500c u 800c configura junto con la primera zona de transición cónica 500b u 800b un contorno interior  $K_i$  en la brida de intercambiador 500 del lado de rodamiento fijo o en el manguito de conexión 800d del lado de rodamiento libre.

25 En dependencia de la dirección de la velocidad de flujo v en el tubo interior 300 o en el canal interior 300\*, el producto P, que se va a tratar, fluye a través del primer orificio de conexión 500a o del segundo orificio de conexión 800a hacia el haz tubular 100.1 a 100.n, de modo que la placa portatubos 700 de lado de rodamiento fijo o la placa portatubos 800 del lado de rodamiento libre se somete al flujo. Dado que en cada caso se ha de producir a 30 contracorriente un intercambio de calor entre el producto P en los tubos interiores 300 o en los canales interiores 300\* y un medio portador de calor M en la envoltura exterior 200 o en los canales exteriores 200\*, este medio portador de calor M fluye hacia el primer manguito de conexión 400a o hacia el segundo manguito de conexión 400b a una velocidad de flujo en la envoltura exterior c.

35 Un cuerpo de desplazamiento 10, conocido en sí (figura 4a; por ejemplo, estado de la técnica según el documento DE102005059463A1), está configurado en general con simetría de rotación respecto a su eje longitudinal, un eje de simetría S, y está compuesto de un elemento de vástago 10i preferentemente cilíndrico, que presenta un diámetro de vástago  $d_3$ , y de una sección 10a, sometida al flujo de entrada, que se conecta directamente al mismo, 40 discurriendo la zona de transición entre ambos de manera continua. La sección 10a sometida al flujo de entrada está unida con una sección 10b sometida al flujo de salida, que está alejada del vástago, y ambas secciones 10a, 10b configuran entre sí en su sección transversal de unión un diámetro exterior interno máximo común  $d_{max}$  que puede ser simultáneamente también un borde de desprendimiento de flujo interior circunferencial 10c.

El cuerpo de desplazamiento 10 está dispuesto en la brida de intercambiador 500 o en el manguito de conexión 45 800d del codo de unión 1000 o del accesorio de unión 1100 (figuras 2 a 4) de tal modo que su eje de simetría S discurre concéntricamente respecto al eje longitudinal del haz tubular 100.i y, por tanto, concéntricamente respecto a la placa portatubos 700, 800 (véase al respecto también figura 1). El elemento de vástago 10i está unido fijamente con el codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100. Por tanto, la disposición conocida en sí que se describe arriba, siempre que se trate sólo del cuerpo de desplazamiento 10, proporciona un cuerpo de desplazamiento 10 50 posicionado en el lado de flujo de entrada de la placa portatubos 700, 800.

La solución según la invención consiste (figuras 2 a 4, 4a) en que el conocido cuerpo de desplazamiento 10, descrito arriba a grandes rasgos, está dispuesto en un anillo guía 11 en forma de manguito con simetría de rotación de tal modo que el eje de simetría S del cuerpo de desplazamiento 10 y el del anillo guía 11 son congruentes. Este último 55 está formado al menos por una sección de flujo de entrada 11a y una sección de flujo de salida 11b que están diseñadas con simetría axial y configuran entre sí en su sección transversal de unión un diámetro exterior externo máximo común  $D_{max}$  (figura 3) que puede ser simultáneamente también un borde desprendimiento de flujo exterior circunferencial 11c. El respectivo extremo libre de la sección de flujo de entrada 11a y de la sección de flujo de salida 11b está configurado preferentemente con una forma redondeada convexa.

El anillo guía 11 está unido de manera fija directa o indirectamente con el codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100. En el ejemplo de realización representado, el cuerpo de desplazamiento 10 y el anillo guía 11, que lo rodea concéntricamente, están unidos fijamente con el codo de unión 1000 mediante tres travesaños de fijación 12 en forma de barra que están repartidos de manera uniforme en la periferia del cuerpo de desplazamiento 10 y, por tanto, también del anillo guía 11 (figura 3), engranando los travesaños de fijación 12 en el extremo libre de la sección de flujo de entrada 11a y al mismo tiempo directa o indirectamente en la sección 10a sometida al flujo de entrada, y en este caso preferentemente en el elemento de vástago 10i que se extiende en dirección del eje de simetría S (figura 4a). El codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100 está configurado en la zona de fijación de los travesaños de fijación 12 con un espesor de pared reforzado en forma de un anillo de refuerzo circunferencial 13 (figuras 2 a 4).

Las al menos dos secciones 10a, 10b del cuerpo de desplazamiento 10 presentan respectivamente un reborde formado por un contorno exterior cóncavo 10g, 10h (figura 4a), estando redondeado el primer contorno exterior cóncavo 10g, asignado a la sección 10a sometida al flujo de entrada, en el lado de flujo de entrada mediante un primer contorno exterior convexo 10d. Los contornos exteriores cóncavos 10g, 10h están redondeados entre sí mediante un segundo contorno exterior convexo 10e y el segundo contorno exterior cóncavo 10h, asignado a la sección 10b sometida al flujo de salida, está redondeado en el lado de flujo de salida mediante un tercer contorno exterior convexo 10f.

El cuerpo de desplazamiento 10 forma entre su elemento de vástago 10i y la sección 10a sometida al flujo de entrada, contigua y conformada con el primer contorno exterior cóncavo 10g, y la sección de flujo de entrada 11a del anillo guía 11, que forma una primera sección de un contorno interior interno  $K_{i1}$ , una sección transversal de espacio anular interior  $A_{S1}$  que se estrecha en forma de tobera (figura 4). Esta última está delimitada internamente en sentido radial en su punto más estrecho, una sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ , por el borde de desprendimiento de flujo interior 10c. El segundo contorno exterior cóncavo 10h, conformado en la sección 10 sometida al flujo de salida del cuerpo de desplazamiento 10, configura, visto en dirección de flujo, junto con una segunda sección del contorno interior interno  $K_{i1}$ , una sección transversal de espacio anular interior  $A_{SE1}$  que se amplía.

El cuerpo de desplazamiento 10 en el anillo guía envolvente 11, que configura el contorno interior interno  $K_{i1}$ , divide un flujo de producto entrante P(E), que circula por el codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100 a una velocidad de flujo w distribuida de manera no uniforme hacia el canal interior 300\* (véase figura 1) del haz tubular 100.i a través de las secciones transversales de espacio anular  $A_{S1}$ ,  $A_{Smin1}$  y  $A_{SE1}$ , con simetría axial por toda la periferia de las secciones transversales de espacio anular y lo desvía hacia afuera (figuras 2, 4). El flujo de producto P(E), que entra en el haz tubular 100.i, se produce a partir de un flujo de producto saliente (P(A) que sale del haz tubular preconectado 100.i-1 a través del codo de unión 1000 o del accesorio de unión 1100. En este proceso, el flujo se acelera en la sección transversal de espacio anular interior  $A_{S1}$ , estrechada en forma de tobera entre el cuerpo de desplazamiento 10 y el contorno interior interno  $K_{i1}$  del anillo guía 11, y alcanza en su punto más estrecho, la sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ , una velocidad de flujo máxima. En el ejemplo de realización, el borde de desprendimiento de flujo interior 10c está posicionado en el punto de la sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ .

El flujo se desvía por detrás del cuerpo de desplazamiento 10 hacia el centro de la placa portatubos 700, 800, produciéndose un flujo lo más uniforme posible a través de todos los tubos interiores 300 o los canales interiores 300\* en esta zona central (véase al respecto también figura 1). La sección transversal de paso para el flujo se amplía además por detrás de la sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ . El flujo curvado de esta manera y retardado se ha de separar forzosamente en esta zona. La separación tiene lugar conforme al plan en este punto definido claramente por medio del borde de desprendimiento de flujo interior 10c. El movimiento de flujo descrito por detrás del cuerpo de desplazamiento 10 genera aquí conforme a las leyes de la mecánica de los fluidos un flujo secundario, en el que se basa en parte el efecto deseado, específicamente impedir la formación de depósitos en la zona central de la placa portatubos 700, 800 sometida al flujo de entrada.

En principio son conocidas las condiciones de flujo en las secciones transversales de espacio anular  $A_{S1}$ ,  $A_{Smin1}$  y  $A_{SE1}$ , si las mismas se limitan a una disposición del cuerpo de desplazamiento 10 de acuerdo con el documento DE102005059463A1. Éstas se han identificado aquí y adicionalmente también en la figura 4 de la presente invención, en esta última debido a la asignación al estado de la técnica mencionado, con  $A_S$ ,  $A_{Smin}$  y  $A_{SE}$ .

El anillo guía 11 configura una sección transversal de espacio anular exterior  $A_{S2}$ , que se estrecha en forma de



tobera, entre su sección de flujo de entrada 11a y una primera sección de un contorno interior externo  $K_{i2}$  que está formada esencialmente por la primera zona de transición cónica 500b en la brida de intercambiador 500 y el elemento tubular antepuesto, que rodea al primer orificio de conexión 500a, o por la segunda zona de transición cónica 800b en el manguito de conexión 800d y el elemento tubular antepuesto que rodea al segundo orificio de conexión 800a (figura 4). La sección transversal de espacio anular exterior  $A_{S2}$  está delimitada internamente en sentido radial en su punto más estrecho, una sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ , por el borde de desprendimiento de flujo exterior 11c.

La sección de flujo de salida 11b del anillo guía 11 configura, visto en dirección de flujo, una sección transversal de espacio anular exterior  $A_{SE2}$ , que se amplía, junto con una segunda sección del contorno interior externo  $K_{i2}$  que está formada esencialmente por la primera zona de transición cónica 500b en la brida de intercambiador 500 y la primera sección transversal de paso ampliada pospuesta 500c o por la segunda zona de transición cónica 800b en el manguito de conexión 800d y la segunda sección transversal de paso ampliada pospuesta 800c (figura 4).

El anillo guía 11 en el contorno interior externo envolvente  $K_{i2}$ , divide el flujo de producto entrante  $P(E)$ , que circula por el codo de unión 1000 o el accesorio de unión 1100 a una velocidad de flujo  $w$  distribuida de manera no uniforme hacia el canal interior 300\* (véase figura 1) del haz tubular 100.i a través de las secciones transversales de espacio anular  $A_{S2}$ ,  $A_{Smin2}$  y  $A_{SE2}$ , con simetría axial por toda la periferia de las secciones transversales de espacio anular y lo desvía hacia afuera en el eje principal (figuras 2, 4). La desviación del flujo hacia la zona exterior de la placa portatubos 700, 800 es, entre otros, objetivo declarado de la invención, en particular si la placa portatubos 700, 800 presenta diecinueve ( $n=19$ ) tubos interiores y más. El flujo se acelera en la sección transversal de espacio anular exterior  $A_{S2}$ , estrechada en forma de tobera entre el anillo guía 11 y el contorno interior externo  $K_{i2}$ , y alcanza en su punto más estrecho, la sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ , una velocidad de flujo máxima. En el ejemplo de realización, el borde de desprendimiento de flujo exterior 11c (figura (4) está posicionado en el punto de la sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ .

El flujo se desvía por detrás del anillo guía 11 también en sentido radial hacia adentro, lo que produce un flujo lo más uniforme posible a través de los tubos interiores 300 o de los canales interiores 300\* en esta zona exterior central, sobre la que ya no puede influir suficientemente el cuerpo de desplazamiento 10. La sección transversal de paso para el flujo se amplía además por detrás de la sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ . El flujo curvado de esta manera y retardado se ha de separar forzosamente en esta zona. La separación tiene lugar conforme al plan en este punto definido claramente por medio del borde de desprendimiento de flujo exterior 11c. El movimiento de flujo descrito por detrás del anillo guía 11 genera aquí conforme a las leyes de la mecánica de los fluidos un flujo secundario, en el que se basa en parte el efecto deseado, específicamente impedir la formación de depósitos en la zona exterior central de la placa portatubos 700, 800 sometida al flujo de entrada.

La interacción según la invención del cuerpo de desplazamiento 10 y del anillo guía (figuras 2 a 4) garantiza en el caso de intercambiadores de calor de haz tubular 100 del tipo en cuestión (figura 1) con placas portatubos 700, 800, que presentan en particular  $n=19$  tubos interiores y más, en una sección transversal de distribución que se configura, visto en dirección de flujo, por detrás del cuerpo de desplazamiento 10 y del anillo guía 11 (velocidad de flujo  $w$ ; véase figura 3), una distribución ampliamente uniforme del flujo y, por tanto, un flujo de entrada distribuido de manera ampliamente uniforme en los tubos interiores 300 repartidos por la superficie de flujo de entrada de la placa portatubos 700, 800.

45 Lista de signos de referencia de las abreviaturas utilizadas

Figura 1 (estado de la técnica, documento DE9403913U1)

100. intercambiador de calor de haz tubular

50

100.1, 100.2,

..., 100.i,

55 ..., 100.n. haz tubular

100.i. haz tubular i-ésimo

100.i+1. haz tubular conectado a continuación del haz tubular 100.i

- 100.i-1. haz tubular conectado delante del haz tubular 100.i
- 200. envoltura exterior
- 5 200\*. canal exterior
- 200a. brida de envoltura exterior del lado de rodamiento fijo
- 10 200b. brida de envoltura exterior del lado de rodamiento libre
- 300. tubo interior
- 300\*. canal interior
- 15 400.1. primera carcasa
- 400a. primer manguito de conexión
- 20 400a\*. primer canal transversal
- 400.2. segunda carcasa
- 400b. segundo manguito de conexión
- 25 400b\*. segundo canal transversal
- 500. brida de intercambiador (del lado de rodamiento fijo)
- 30 500a. primer orificio de conexión
- 500b. primera zona de transición cónica
- 500c. primera sección transversal de paso ampliada
- 35 600. brida de intercambiador del lado de rodamiento libre
- 700. placa portatubos del lado de rodamiento fijo (placa de espejo de tubo)
- 40 800. placa portatubos del lado de rodamiento libre (placa de espejo de tubo)
- 800a. segundo orificio de conexión
- 800b. segunda zona de transición cónica
- 45 800c. segunda sección transversal de paso ampliada
- 800d. manguito de conexión (del lado del rodamiento libre)
- 50 900. junta plana
- 910. anillo en O
- 1000. codo de unión
- 55 1100. accesorio de unión
- b. distancia promedio de las placas portatubos (haces tubulares)

- c. velocidad de flujo en la envoltura exterior
- n. número de tubos interiores
- 5 v. velocidad de flujo promedio en el tubo interior
  - A. salida
- 10  $A_i$ . sección transversal de paso del tubo interior
  - $nA_i$ . sección transversal de paso total de todos los tubos interiores atravesados por el flujo en paralelo
  - $A_o$ . sección transversal de paso nominal del codo de unión
- 15  $D_i$ . diámetro interior de tubo (tubo interior 300)
  - $D_1$ . diámetro máximo de la primera sección transversal de paso ampliada 500c en la brida de intercambiador 500 del lado del rodamiento fijo
- 20 DN. diámetro nominal del codo de unión ( $A_o=DN^2\pi/4$ )
  - E. entrada
  - $K_i$ . contorno interior
- 25 M. medio portador de calor, general
  - P. producto (lado tratado con temperatura)
- 30 (Estado de la técnica, documento DE102005059463A1)
  - 10. cuerpo de desplazamiento
    - 10a, 10b. secciones
- 35  $d_{max}$ . diámetro exterior (interno) máximo común (cuerpo de desplazamiento)
  - $d_3$ . diámetro de vástago
- 40  $A_S$ . sección transversal de espacio anular
  - $A_{SE}$ . sección transversal de espacio anular que se amplía
  - $A_{Smin}$ . sección transversal de espacio anular mínima
- 45 (punto más estrecho de la sección transversal de espacio anular  $A_S$ )
  - S. eje de simetría
- 50 Figuras 2 a 4, 4ª
  - 10. cuerpo de desplazamiento
    - 10a. sección sometida al flujo de entrada
- 55 10b. sección sometida al flujo de salida
  - 10c. borde de desprendimiento de flujo interior

- 10d. primer contorno exterior convexo
- 10e. segundo contorno exterior convexo
- 5 10f. tercer contorno exterior convexo
- 10g. primer contorno exterior cóncavo
- 10h. segundo contorno exterior cóncavo
- 10 10i. elemento de vástago
- 11. anillo guía
- 15 11a. sección de flujo de entrada
- 11b. sección de flujo de salida
- 11c. borde de desprendimiento de flujo exterior
- 20 12. travesaño de fijación
- 13. anillo de refuerzo
- 25 w. velocidad de flujo en la sección transversal de distribución
- $A_{S1}$ . sección transversal de espacio anular interior
- $A_{SE1}$ . sección transversal de espacio anular interior que se amplía
- 30  $A_{Smin1}$ . sección transversal de espacio anular interior mínima  
(punto más estrecho de la sección transversal de espacio anular interior  $A_{S1}$ )
- 35  $A_{S2}$ . sección transversal de espacio anular exterior
- $A_{SE2}$ . sección transversal de espacio anular exterior que se amplía
- $A_{Smin2}$ . sección transversal de espacio anular exterior mínima
- 40 (punto más estrecho de la sección transversal de espacio anular exterior  $A_{S2}$ )
- $D_{max}$ . diámetro exterior externo máximo común (anillo guía)
- 45  $K_{i1}$ . contorno interior interno
- $K_{i2}$ . contorno interior externo
- P(A). flujo de producto saliente
- 50 P(E). flujo de producto entrante

## REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor de haz tubular (100) con una placa portatubos (700, 800), una brida de intercambiador (500), un codo de unión (1000) o un accesorio de unión (1100) y un dispositivo para influir sobre el flujo en la zona de la placa portatubos (700, 800), que presenta al menos un cuerpo de desplazamiento (10) que influye sobre el flujo en la zona de flujo de entrada de la placa portatubos (700, 800), presentando el intercambiador de calor de haz tubular (100) un canal exterior (200\*), rodeado por una envoltura exterior (200), para un medio portador de calor (M), un número de tubos interiores (300) que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior (200) a través del canal exterior (200\*), que forman conjuntamente un canal interior (300\*) y que están apoyados por el extremo respectivamente en la placa portatubos (700, 800), una entrada (E) o una salida (A) común para todos los tubos interiores (300) que está configurada en la brida de intercambiador (500) y una salida (A) o una entrada (E) común para un producto (P) que está configurada en un manguito de conexión (800d), estando fijado firmemente el cuerpo de desplazamiento (10) en el codo de unión (1000)/el accesorio de unión (1100) que se conecta a la brida de intercambiador (500) o al manguito de conexión (800d), estando dispuesto el mismo con simetría axial y de manera concéntrica respecto a la placa portatubos (700, 800) y estando formado por al menos dos secciones (10a, 10b) que en su sección transversal de unión configuran entre sí un diámetro exterior interno máximo común ( $d_{max}$ ), dividiendo el cuerpo de desplazamiento (10) el flujo con simetría axial respecto al canal interior (300\*), desviándolo hacia afuera y acelerándolo así en una sección transversal de espacio anular ( $A_S$ ) estrechada en forma de tobera, estando formada esta última entre el cuerpo de desplazamiento (10) y un contorno interior ( $K_i$ ), que está en correspondencia con éste, del entorno (500 u 800d) que encierra concéntricamente el cuerpo de desplazamiento (10) y está conformado en la brida de intercambiador (500) o el manguito de conexión (800d), y formando a continuación el cuerpo de desplazamiento (10), visto en dirección de flujo, junto con el contorno interior ( $K_i$ ) una sección transversal de espacio anular ( $A_{SE}$ ) que se amplía,

25 **caracterizado porque**

- entre el cuerpo de desplazamiento (10) y la brida de intercambiador (500) o el manguito de conexión (800d) está dispuesto concéntricamente un anillo guía (11) en forma de manguito con simetría de rotación,
- que con su contorno interior en el lado interno en sentido radial configura un contorno interior interno ( $K_{i1}$ ) que forma el contorno interior ( $K_i$ ) del entorno que rodea al cuerpo de desplazamiento (10),
- porque el anillo guía (11) está unido de manera fija directa o indirectamente con el codo de unión (1000) o el accesorio de unión (1100),
- porque el anillo guía (11) está formado al menos por una sección de flujo de entrada (11a) y una sección de flujo de salida (11b) que en su sección transversal de unión configuran entre sí un diámetro exterior externo máximo común ( $D_{max}$ ),
- porque el anillo guía (11) divide el flujo con simetría axial respecto al canal interior (300\*), lo desvía hacia afuera y lo acelera así en una sección transversal de espacio anular exterior ( $A_{S2}$ ) estrechada en forma de tobera entre el anillo guía (11) y un contorno interior externo ( $K_{i2}$ ) de la brida de intercambiador (500) o del manguito de conexión (800d), y
- porque el anillo guía (11) configura a continuación, visto en dirección de flujo, junto con el contorno interior externo ( $K_{i2}$ ) una sección transversal de espacio anular exterior ( $A_{SE2}$ ) que se amplía.

2. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la brida de intercambiador (500) presenta un primer orificio de conexión (500a) que conduce, por una parte, hacia el codo de unión (1000)/el accesorio de unión (1100) y que se amplía, por otra parte, en la brida de intercambiador (500) mediante una primera zona de transición cónica (500b) a una primera sección transversal de paso ampliada (500c) configurada aquí, y porque la primera sección transversal de paso ampliada (500c) dentro de la brida de intercambiador (500) forma parte del contorno interior externo ( $K_{i2}$ ).

3. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el manguito de conexión (800d) presenta un segundo orificio de conexión (800a) que conduce, por una parte, hacia el codo de unión (1000)/el accesorio de unión (1100) y que se amplía, por otra parte, en el manguito de conexión (800d) mediante una segunda zona de transición cónica (800b) a una segunda sección transversal de paso ampliada (800c) configurada aquí, y porque la segunda sección transversal de paso ampliada (800c) dentro del manguito de

conexión (800d) forma parte del contorno interior externo ( $K_{i2}$ ).

4. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el cuerpo de desplazamiento (10) presenta un borde de desprendimiento de flujo interior circunferencial (10c).
5. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo interior (10c) está posicionado en una sección transversal de espacio anular interior ( $A_{SE1}$ ) que se amplía.
- 10 6. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo interior (10c) está posicionado en un punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ ) de la sección transversal de espacio anular interior ( $A_{S1}$ ).
- 15 7. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo interior (10c), visto en dirección de flujo, está posicionado por detrás de un punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular interior mínima  $A_{Smin1}$ ) de la sección transversal de espacio anular interior ( $A_{S1}$ ).
- 20 8. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** las al menos dos secciones (10a, 10b) están diseñadas con simetría axial y configuran entre sí en la sección transversal de unión el diámetro exterior interno máximo común ( $d_{max}$ ), el borde de desprendimiento de flujo interior (10c).
- 25 9. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** las dos secciones (10a, 10b) presentan respectivamente un reborde formado por un contorno exterior cóncavo (10g, 10h).
- 30 10. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el primer contorno exterior cóncavo (10g), asignado a la sección (10a) sometida al flujo de entrada, está redondeado en el lado de flujo de entrada mediante un primer contorno exterior convexo (10d).
- 35 11. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 9 ó 10, **caracterizado porque** los contornos exteriores cóncavos (10g, 10h) están redondeados entre sí mediante un segundo contorno exterior convexo (10e).
- 40 12. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** el segundo contorno exterior cóncavo (10h), asignado a la sección (10b) sometida al flujo de salida, está redondeado en el lado de flujo de salida mediante un tercer contorno exterior convexo (10f).
- 45 13. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el anillo guía (11) presenta un borde de desprendimiento de flujo exterior circunferencial (11c).
14. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo exterior (11c) está posicionado en la sección transversal de espacio anular exterior ( $A_{SE2}$ ) que se amplía.
- 50 15. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo exterior (11c) está posicionado en un punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ ) de la sección transversal de espacio anular exterior ( $A_{S2}$ ).
- 55 16. Intercambiador de calor de haz tubular según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado porque** el borde de desprendimiento de flujo exterior (10c), visto en dirección de flujo, está posicionado por detrás de un punto más estrecho (la sección transversal de espacio anular exterior mínima  $A_{Smin2}$ ) de la sección transversal de espacio anular exterior ( $A_{S2}$ ).
17. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado porque** la sección de flujo de entrada (11a) y la sección de flujo de salida (11b) están diseñadas con simetría axial y configuran entre sí en la sección transversal de unión, el diámetro exterior externo ( $D_{max}$ ), el borde de desprendimiento de flujo exterior (11c).

18. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado porque** el respectivo extremo libre de la sección de flujo de entrada (11a) y de la sección de flujo de salida (11b) está configurado con una forma redondeada convexa.

5

19. Intercambiador de calor de haz tubular según una de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado porque** el cuerpo de desplazamiento (10) y el anillo guía (11) están unidos con el codo de unión (1000) o el accesorio de unión (1100) mediante al menos un travesaño de fijación (12) en forma de barra.

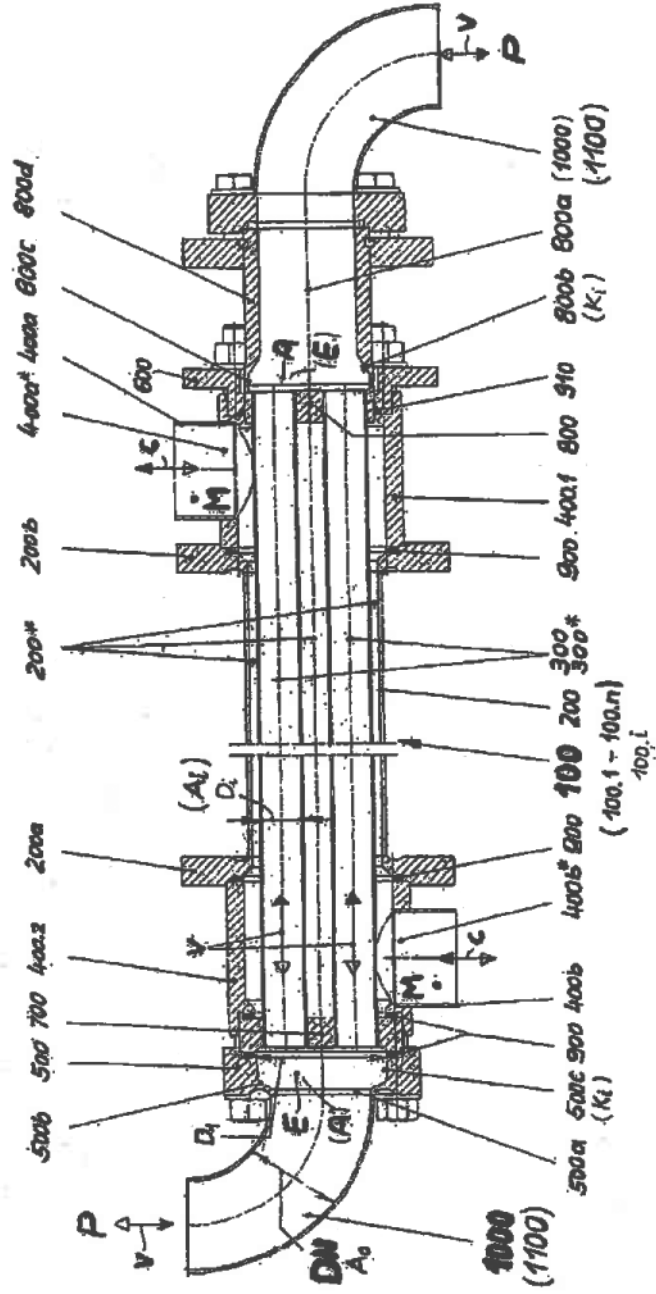
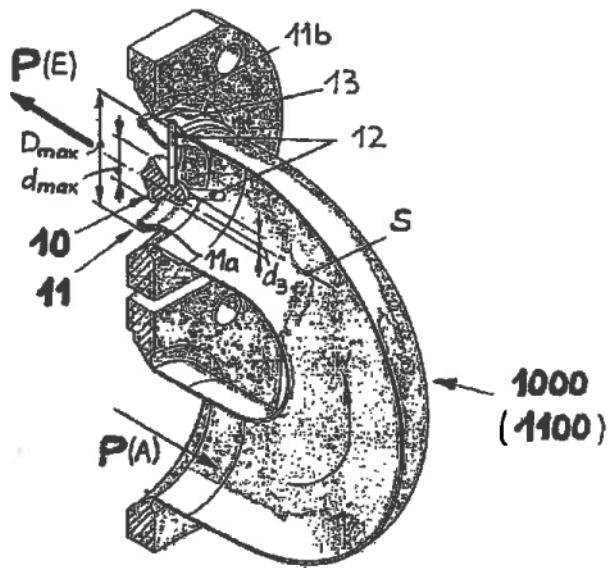
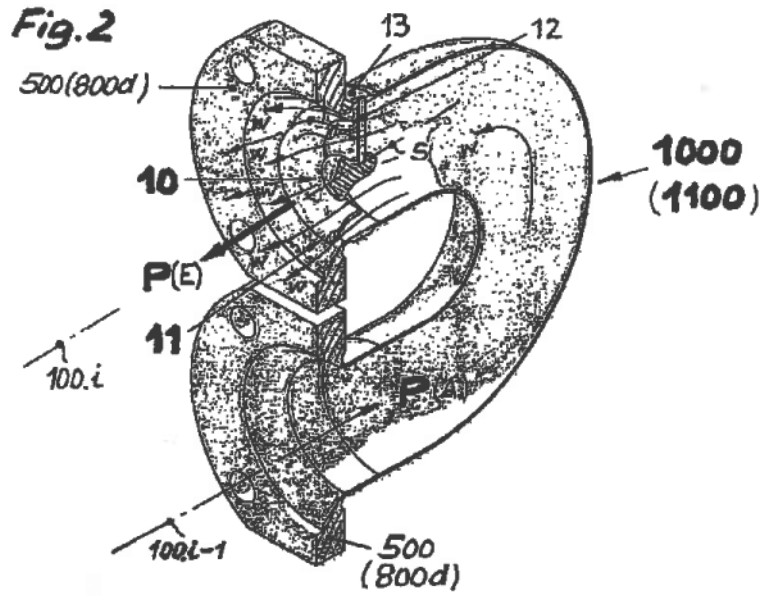


Fig. 1





**Fig. 3**

