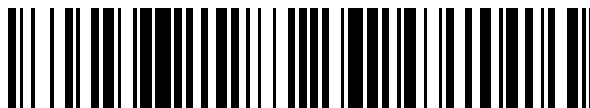


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 303**

21 Número de solicitud: 201830587

51 Int. Cl.:

**F24S 20/20**

(2008.01)

12

## PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**15.06.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.12.2019**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**13.03.2020**

Fecha de concesión:

**17.12.2020**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**28.12.2020**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (100.0%)  
Av. Gregorio Peces Barba, 1  
28919 LEGANES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**SANTANA SANTANA, Domingo José;  
RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Maria De Los Reyes;  
LAPORTE AZCUE, Marta;  
LÓPEZ PUENTE, Jorge y  
ACOSTA IBORRA, Antonio**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **RECEPTOR SOLAR DE TORRE EXTERIOR**

57 Resumen:

Receptor solar (10) para plantas solares tipo torre, que comprende al menos un panel (1), tal que cada panel (1) comprende un colector de entrada (2), un colector de salida (3), y al menos un tubo (4) uniendo el colector de entrada (2) y el colector de salida (3), donde los tubos (4) comprenden una sección con una forma a elegir entre ovalada y elíptica en al menos una zona central entre el colector de entrada (2) y el colector de salida (3), y donde el colector de entrada (2), el al menos un tubo (4) y el colector de salida (3) configuran al menos un circuito (11) para un fluido caloportador, donde la forma ovalada/elíptica de los tubos permite una redistribución de la radiación solar reflejada a lo largo del perímetro de los tubos, reduciendo las pérdidas de calor con el ambiente y aumentando la eficiencia del receptor.

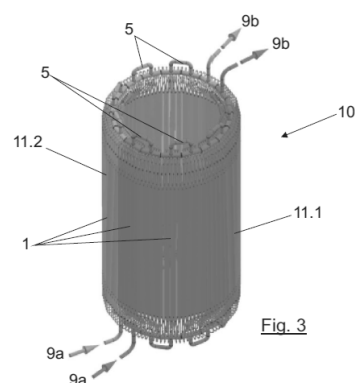


Fig. 3

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.  
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 735 303 B2

## DESCRIPCIÓN

### RECEPTOR SOLAR DE TORRE EXTERIOR

5    Campo de la invención

La presente invención se engloba dentro del campo de la energía solar de concentración de alta temperatura, y más concretamente en las centrales de generación termosolar tipo torre y en la conversión de radiación solar en energía térmica.

10   Antecedentes

El sol es una fuente de energía renovable que ha captado la atención de la industria en las últimas décadas debido al creciente interés en las energías renovables y al aumento de la demanda eléctrica.

15    Dentro de los sistemas de energía solar cabe destacar el gran desarrollo experimentado por las tecnologías de producción eléctrica mediante concentración solar. Entre ellas los sistemas de receptor central o de torre parecen ser la tecnología con mayor proyección de futuro debido a su gran capacidad de almacenamiento y su adaptabilidad para producir según la demanda del mercado energético.

20

En las centrales solares tipo torre, la radiación solar directa es concentrada y reflejada por un conjunto de espejos, llamados heliostatos, sobre la superficie de un receptor solar situado en la parte superior de una torre. En el receptor típicamente el 80%-90% de la energía reflejada es absorbida y transferida a un fluido de trabajo, que circula por su interior, en forma de energía térmica. Esta energía térmica puede almacenarse o  
25    enviarse a un generador de vapor, dónde será convertida mediante un ciclo tradicional de potencia en energía eléctrica.

Aunque existen numerosas configuraciones de receptores centrales, los más extendidos  
30    comercialmente son los receptores exteriores tubulares. Estos receptores consisten en una serie de paneles, formados por colectores de entrada y salida y tubos verticales, dispuestos en forma poliédrica, aproximándose a un cilindro. Los colectores localizados en la parte superior de la torre se encuentran empotrados con restricción de movimiento, mientras que los tubos son guiados de forma periódica, permitiendo desplazamientos  
35    en dirección vertical. La radiación solar es captada por los tubos que están sometidos a unas condiciones de trabajo extremas ya que por su parte exterior interceptan una alta radiación solar no homogénea y de carácter cíclico, que provoca grandes gradientes de

temperaturas, tensiones y fatiga, y por su parte interna los tubos están sometidos a un ambiente corrosivo debido al fluido de trabajo.

Las centrales solares tipo torre con receptor exterior conocidas en el estado de la técnica presentan dificultades técnicas, relacionadas principalmente con la resistencia de los materiales. Entre las dificultades técnicas más comunes de estas plantas destaca la aparición temprana de fisuras en los tubos debido principalmente a la acción conjunta de las tensiones y la corrosión termoquímica. Así pues, es deseable conseguir un diseño de receptor que posibilite trabajar a altas temperaturas, minimizar pérdidas y aumentar el tiempo de vida, de modo que se reduzcan los costes de mantenimiento y se aumente el rendimiento global de la planta.

Hasta ahora para alargar la vida de los receptores solares se ha actuado tratando de homogeneizar la radiación solar incidente, desapuntando heliostatos o utilizando estrategias de multi-apuntamiento, pero esta solución reduce notablemente la eficiencia óptica del campo de heliostatos, y por tanto la eficiencia global de la planta solar.

También se ha actuado realizando modificaciones de diseño con vistas a reducir los gradientes térmicos, principalmente en dirección axial. Se conocen numerosas propuestas que modifican el diseño del receptor intentando aumentar su eficiencia, entre ellas se pueden destacar los documentos: US6668555, US2013/0319501, US2010/0018522, y la solicitud de patente española P201730456. Sin embargo, ninguno de estos documentos se centra en reducir las tensiones generadas en el receptor, principal culpable del fallo temprano de los tubos.

Es importante tener en cuenta que las tensiones en los tubos del receptor no son debidas únicamente a los gradientes térmicos, sino que se ven acrecentadas por las restricciones mecánicas de movimiento que producen sus sujeciones. Así mismo, la dirección en la que aparecen los gradientes térmicos en los tubos del receptor tiene distintos efectos en los desplazamientos de los tubos y en las tensiones generadas. Por ejemplo, los gradientes térmicos en dirección radial no producen flexión de los tubos y por lo tanto sólo genera tensiones debidas a los gradientes de temperatura. Sin embargo, los gradientes térmicos en dirección circunferencial generan flexión de los tubos aumentando las tensiones totales, que en este caso son producidas por gradientes térmicos y restricciones mecánicas.

Por lo tanto, para reducir las dificultades técnicas de los receptores solares es imprescindible reducir los gradientes térmicos en dirección circunferencial, para restringir así los desplazamientos y por lo tanto las tensiones producidas por los gradientes térmicos y las restricciones de movimiento.

5

Descripción de la invención

La invención se refiere a un nuevo receptor para plantas solares tipo torre, que comprende al menos un panel dispuesto verticalmente, tal que cada panel comprende un colector de entrada, un colector de salida y una pluralidad de tubos uniendo el  
10 colector de entrada y el colector de salida, donde cada tubo comprende una sección transversal con una forma a elegir entre ovalada y elíptica en al menos una zona central entre el colector de entrada y el colector de salida, y donde el colector de entrada, la pluralidad de tubos y el colector de salida configuran al menos un circuito para un fluido caloportador.

15

El receptor solar exterior objeto de la invención comprende una pluralidad de guías unidas a los tubos configuradas para permitir únicamente el movimiento de los tubos en dirección axial. El receptor solar exterior objeto de la invención comprende una soldadura entre las guías y los tubos.

20

En el receptor solar exterior objeto de la invención en la realización con más de un panel al menos un colector de salida de un panel está unido a un colector de entrada de otro panel mediante al menos un conector, tal que los paneles conectados entre sí configuran un circuito para un fluido caloportador, con una entrada de fluido caloportador al circuito  
25 por el colector de entrada del primer panel del circuito y una salida de fluido caloportador del circuito por el colector de salida del último panel del circuito. Pudiendo existir más de un circuito de fluido caloportador en un mismo receptor.

En el receptor solar exterior objeto de la invención los tubos pueden ser ovalados o  
30 elípticos en su longitud completa o comprender una sección con forma circular en la unión con los colectores existiendo una transición progresiva entre la forma a elegir entre ovalada y elíptica y la forma circular.

Los tubos del receptor solar exterior objeto de la invención comprenden una zona  
35 extrema con una curvatura para favorecer el ensamblaje con los colectores de entrada y salida.

En el receptor solar exterior objeto de la invención los tubos van recubiertos de un material de alta absorción en el espectro de la radiación solar y baja emisión en el espectro infrarrojo.

## 5 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

10

La figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de un receptor formado por un único panel con un detalle del colector situado en la parte superior del panel (entrada) en la realización del panel en el que la sección de los tubos cambia desde ovalada o elíptica hasta circular en el encuentro con el colector.

15

La figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de un panel mostrando las tuberías de entrada y salida para conectar el fluido de trabajo con otro panel, aparece un detalle de una guía soldada a un tubo.

20

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un receptor formado por dieciocho paneles dispuestos en forma cilíndrica, formado por dos circuitos de fluido caloportador independientes.

La figura 4 muestra una vista en planta del receptor solar exterior de la figura 3.

25

1. panel,
2. colector de entrada,
3. colector de salida,
4. tubo,
5. conectores entre colectores,
- 6a. entrada para el fluido caloportador frío del colector de entrada,
- 6b. salida para el fluido caloportador frío del colector de salida,
7. guía,
8. soldadura,
- 9.a entrada al circuito,
- 9.b salida del circuito,
10. receptor solar exterior,

30

35

- 11.      circuito del fluido caloportador,
- 11.1    primer circuito, y
- 11.2    segundo circuito.

5    Descripción detallada de un modo de realización

Tal y como puede verse en las figuras es objeto de la invención un receptor solar exterior (10) que comprende al menos un panel (1) dispuesto verticalmente, de modo que forma al menos un circuito (11) para que circule un fluido caloportador.

10   Cada panel (1) comprende:

- un colector de entrada (2) con una entrada (6a) para el fluido caloportador frío;
  - un colector de salida (3) con una salida (6b) para el fluido caloportador caliente;
  - y
  - una pluralidad de tubos (4), de sección ovalada o elíptica, que unen el colector
- 15       de entrada (2) al colector de salida (3).

La unión del colector de entrada (2), la pluralidad de tubos (4) y el colector de salida (3) da forma a un circuito (11) donde el fluido caloportador frío accede por la entrada (6a) del colector de entrada (2) se calienta en el tránsito por la pluralidad de tubos (4) que

20   reciben la radiación solar, y sale del circuito (11) por la salida (6b) del colector de salida (3).

Así pues, en el interior de cada uno de los tubos (4) es donde se produce la absorción de la radiación solar por parte del fluido caloportador circulando por los tubos (4),

25   radiación solar que se transforma en energía térmica, de modo que el colector de entrada (2) es el encargado de repartir el fluido por los diferentes tubos (4) del panel (1) y el colector de salida (3) es el encargado de recibir el fluido ya caliente de los diferentes tubos (4) del panel (1).

30   Existe una realización alternativa de los tubos (4), en la que la sección se modifica cerca de los extremos donde los tubos (4) se unen a los colectores (2, 3), pasando de forma progresiva desde una sección ovalada o elíptica en la zona central hasta una sección circular en el contacto con los colectores (2, 3) (ver figura 1).

35   La sección transversal ovalada o elíptica de los tubos (4) permite una redistribución de la radiación solar reflejada por los heliostatos a lo largo del perímetro de los tubos (4), reduciendo las pérdidas de calor con el ambiente y aumentando por tanto la eficiencia

del receptor solar exterior (10). Además, la sección transversal ovalada o elíptica resulta en un mayor momento de inercia con respecto a tubos (4) de sección circular, lo que reduce la deformación de los tubos (4).

- 5 Esta realización de los tubos (4) reduce las tensiones que soportan los tubos (4), respecto la realización en la que los tubos (4) tienen sección circular constante.

Cada panel (1) comprende una pluralidad de guías (7) unidas mediante una soldadura (8) a los tubos (4), tal que dichas guías (7) restringen el movimiento de los tubos (4) a  
10 un movimiento en dirección axial. Las guías (7) impiden los esfuerzos de flexión y torsión sobre los tubos (4).

Con la idea de maximizar el número de tubos (4) de cada panel (1), en la realización preferente de la invención, los tubos (4) no salen de forma vertical de los colectores  
15 (2,3), sino que tienen una zona cerca de los extremos con cierta curvatura. Es decir, los tubos tienen una zona central que es recta, de longitud variable, con vistas a maximizar el número de tubos (4) que aloja cada panel (1) como ya se ha comentado (ver figura 2).

20 En una realización formada por una pluralidad de paneles (1), los distintos paneles (1) van conectados entre sí en serie, uniendo el colector de salida (3) de un panel (1) con el colector de entrada (2) del siguiente panel (1) mediante conectores (5) y así sucesivamente, de modo que el citado circuito (11) para el fluido caloportador se forma mediante más de un panel (1). De esta forma el fluido caloportador asciende en un panel  
25 (1) y desciende en el panel (1) inmediatamente posterior, para volver a ascender en el siguiente panel (1), de modo que la posición relativa de los colectores de entrada y salida (2 y 3) se modifica entre un panel (1) y el inmediato anterior/posterior.

Atendiendo a lo anterior, existen multitud de posibilidades para un receptor solar exterior  
30 (10), ya que puede contener diverso número de circuitos (11) independientes para el fluido caloportador, según estén o no unidos entre sí los colectores de salida (3) y colectores de entrada (2). Así pues, el número de circuitos (11) que pueden configurarse con un mismo receptor solar exterior (10) está comprendido entre uno y el número de paneles (1) que forman el receptor solar exterior (10), que sería aquella realización en  
35 la que cada panel (1) forma un único circuito (11). Como un ejemplo de realización, la figura 3 muestra un receptor solar exterior (10) que contiene un primer circuito (11.1) y un segundo circuito (11.2), donde cada circuito (11) tiene su propia entrada al circuito

(9a) de fluido caloportador en estado frío a través de la entrada (6a) de un colector de entrada (2), y su propia salida del circuito (9b) del fluido caloportador en estado caliente a través de la salida (6b) de un colector de salida (3).

5 En este caso el fluido frío entra al receptor solar exterior (10) por un extremo, y recorre dos circuitos simétricos (11) hasta la salida, una vez caliente, por el extremo opuesto. En esta realización el fluido sube por un panel (1) y baja por el panel (1) situado inmediatamente a continuación, por lo que en unos paneles (1) el colector de entrada (2) está en la parte inferior y en otros paneles (1) el colector de entrada (2) se encuentra  
10 en la parte superior.

El receptor solar exterior (10) objeto de la invención, resuelve el problema relacionado con la resistencia de materiales, y reduce el riesgo de fallo de los receptores solares sin penalizar su rendimiento térmico. De esta forma se mejora la competitividad de la  
15 tecnología solar de torre respecto a formas de producción de electricidad tradicional.

El colector (2, 3) situado en la parte superior del panel (1) tiene restringido el movimiento mientras que los tubos (4) y el colector (2, 3) situado en la parte inferior del panel (1) tienen movimiento libre en dirección axial, estando restringidos el resto de movimientos  
20 por las guías (7) fijadas a los tubos (4).

Los tubos (4) de cada panel (1) pueden estar formados por distintos materiales, con la condición de que los materiales soporten las temperaturas que se van a generar en el panel (1). Como ejemplo de los materiales se pueden citar aceros inoxidables y  
25 materiales cerámicos.

Además, con vistas a aumentar el rendimiento térmico del receptor solar exterior (10), los tubos (4) pueden recubrirse con pinturas selectivas, que tienen alta absorción en el espectro de la radiación solar y baja emisión en el espectro infrarrojo.  
30

## REIVINDICACIONES

1. Receptor solar exterior (10) para plantas solares tipo torre, que comprende al menos un panel (1) dispuesto verticalmente, caracterizado por que cada panel (1) comprende:  
5       – un colector de entrada (2)  
          – un colector de salida (3)  
          – un pluralidad de tubos independientes (4) uniendo el colector de entrada (2) y el colector de salida (3) que reciben la radiación solar reflejada por unos heliostatos,  
10    donde cada tubo (4) comprende una sección con una forma a elegir entre ovalada y elíptica en al menos una zona central entre el colector de entrada (2) y el colector de salida (3), y donde el colector de entrada (2), la pluralidad de tubos (4) y el colector de salida (3) configuran al menos un circuito (11) para un fluido caloportador.
2. Receptor solar exterior (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que  
15    comprende una pluralidad de guías (7) unidas a los tubos (4), tal que cada tubo está unido a al menos una guía (7), y donde las guías (7) están configuradas para permitir únicamente un movimiento en dirección axial de los tubos (4).
3. Receptor solar exterior (10) según las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado por que comprende una soldadura (8) entre las guías (7) y los tubos (4).
- 20   4. Receptor solar exterior (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por que al menos un colector de salida (3) de un panel (1) está unido a un colector de entrada (2) de otro panel (1) mediante al menos un conector (5), tal que dos paneles (1) configuran un circuito (11) para un fluido caloportador, con una entrada (9a) de fluido caloportador al circuito (11) por un colector de entrada (2) de un panel (1) y  
25   una salida (9b) de fluido caloportador del circuito (11) por el colector de salida (3) de otro panel (1).
5. Receptor solar exterior (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque cada tubo (4) comprende una sección con forma circular en la unión con los colectores (2, 3), existiendo una transición progresiva entre la forma a  
30   elegir entre ovalada y elíptica y la forma circular.
6. Receptor solar exterior (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado porque los tubos (4) comprenden una zona extrema con una curvatura.
7. Receptor solar exterior (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que cada tubo (4) va recubiertos de un material de alta absorptividad  
35   en el espectro de la radiación solar y baja emisividad en el espectro infrarrojo.

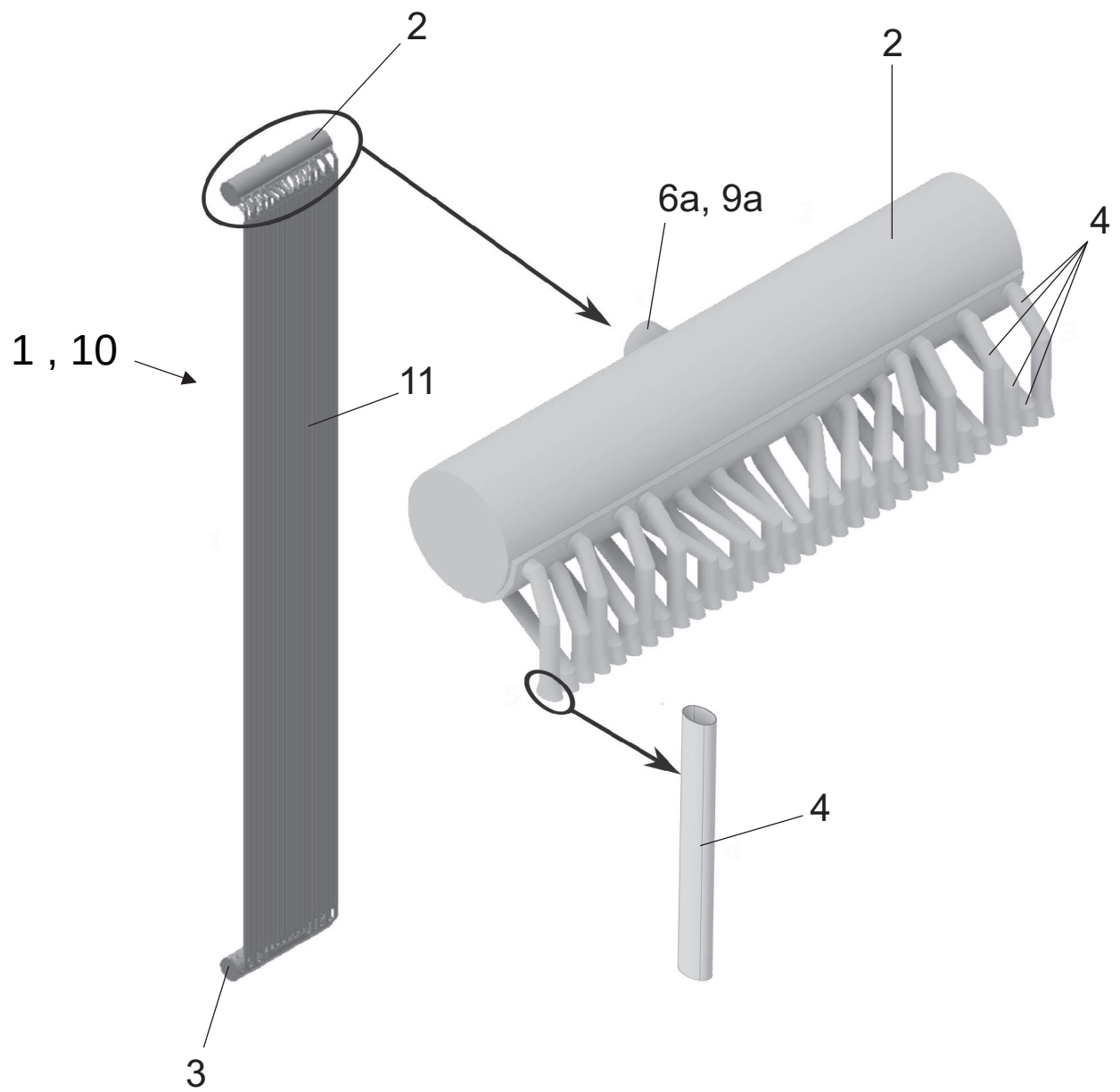


Fig. 1

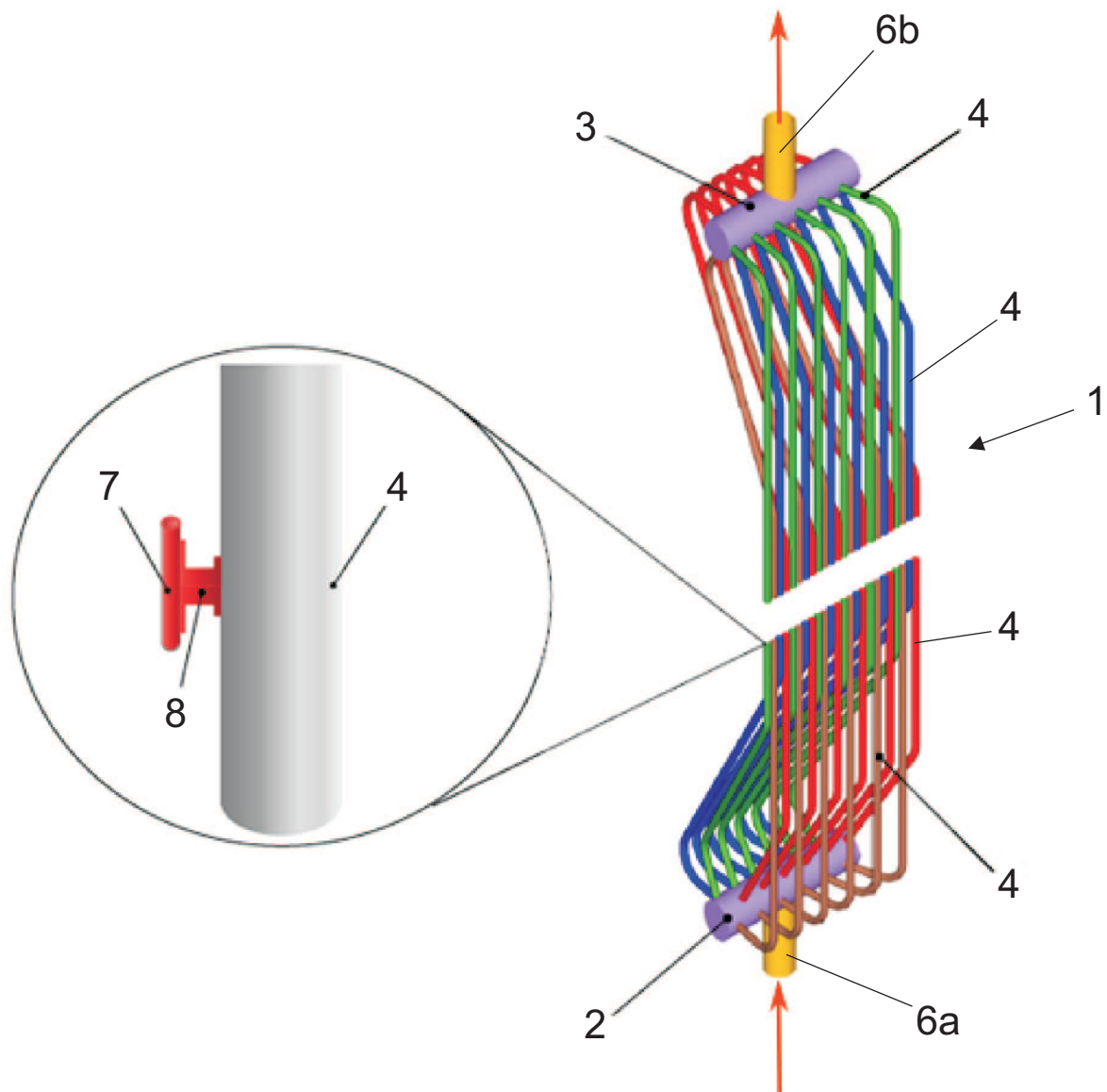


Fig. 2

