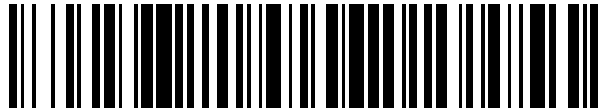


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 499**

51 Int. Cl.:

F16L 59/02 (2006.01)

F16L 59/065 (2006.01)

F16L 59/153 (2006.01)

F16L 11/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2017 PCT/EP2017/054228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144609**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2017 E 17706809 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021 EP 3420264**

54 Título: **Tubería aislada**

30 Prioridad:

26.02.2016 DE 102016103446

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

07.12.2021

73 Titular/es:

**UPONOR INNOVATION AB (100.0%)
P.O. Box 101
73061 Virsbo, SE**

72 Inventor/es:

ROSEEN, PATRIK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 883 499 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

Tubería aislada

La presente solicitud se refiere a una tubería aislada, en particular, a una tubería aislada al vacío para la distribución de calor local.

5 Las soluciones modernas para la distribución de calor local deben cumplir los requisitos más estrictos en materia de seguridad, fiabilidad, robustez y eficiencia.

10 Es conocido el uso de tuberías preaisladas para la distribución de agua potable caliente o para redes de suministro de calefacción en diferentes tipos de edificios, entre ellos, complejos hoteleros, instalaciones industriales y viviendas unifamiliares, así como naves de almacenamiento múltiple. Estas tuberías se pueden utilizar para suministrar calor desde la sala de calderas local directamente al edificio o como una manera fácil de conectar la tubería preaislada al colector del sistema de calefacción por suelo radiante.

Hasta ahora, se utilizaban tuberías aisladas de vacío para la distribución primaria de calor que comprenden una tubería interior metálica, siendo así inflexible. Dichas tuberías son, por ejemplo, conocidas a partir del documento WO 95/00797 A1.

15 El documento US 2015/375433 A1 describe una tubería aislada que comprende una tubería interior, un aislamiento que rodea la tubería interior y una camisa exterior. La tubería interior puede estar hecha de plástico. Se considera que toda la tubería y, por lo tanto, el aislamiento son flexibles.

El documento GB 2397076 A describe un PAV flexible relleno opcionalmente con una carga en polvo y que comprende opcionalmente un material de filtro.

20 Este PAV se utiliza para adaptarse a superficies contorneadas, por ejemplo, para grandes vehículos cisterna.

El documento EP 0949444 A2 se refiere a un tubo criogénico flexible para transportar medios fríos, en particular para el transporte de gases licuados, que comprende un tubo interior y al menos un tubo intermedio de material flexible en frío y un tubo exterior y está provisto de un aislamiento de vacío.

25 El documento US 2009/007594 A1 describe un componente de conducto para una red de suministro de energía, teniendo el conducto opcionalmente diferentes configuraciones.

El documento US 2011/129398 A1 se refiere a un componente para producir sistemas de aislamiento al vacío. Los materiales para el sistema se pueden elegir de manera que se puedan lograr diferentes radios de curvatura que oscilen entre menos de 1,5 y menos de 20 m sin dañar el sistema.

30 El documento US 2013/149481 A1 describe un material en láminas para aislamiento térmico. El documento DE 198 17 689 A1 describe un aislamiento para tuberías de múltiples líneas de metal o plástico, especialmente para transportar medios de calentamiento o suministros de agua caliente.

35 El objeto de la presente invención es proporcionar una tubería aislada que tenga una conductividad térmica muy baja y, al mismo tiempo, sea lo suficientemente compacta y flexible para que pueda enrollarse. Otro objeto de la presente invención es proporcionar una tubería aislada que tenga excelentes propiedades de obsolescencia incluso si está enrollada.

Este objeto se ha conseguido proporcionando una tubería aislada según la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

40 En una realización preferida, las una o más tuberías interiores están reforzadas y, por tanto, comprenden un material de refuerzo y un plástico. El material de refuerzo puede ser inorgánico u orgánico. Por ejemplo, es posible utilizar fibras orgánicas como material de refuerzo.

En una realización preferida, las una o más tuberías interiores son tuberías multicapa, que comprenden preferiblemente una o más capas de barrera a la difusión, como una capa de aluminio. Preferiblemente, la barrera de difusión comprende, preferiblemente consiste en, un material seleccionado del grupo que consiste en etileno alcohol vinílico (EVOH), papel de aluminio y una combinación de los mismos.

45 En una realización preferida, las uno o más tuberías interiores están hechas de plástico.

50 Según la presente invención, el plástico es una poliolefina reticulada o no reticulada. Preferiblemente, las poliolefinas no reticuladas se seleccionan del grupo que consiste en polietileno, preferiblemente PE-RT (polietileno de resistencia a temperaturas elevadas), polipropileno, PPR preferible (aproximadamente 5 % de PE en la cadena molecular del polímero uniforme aleatorio de PP (copolímero aleatorio), tereftalato de polibutileno (PBT) y mezclas de los mismos. Como alternativa, se utiliza una poliolefina reticulada. Un ejemplo de poliolefina reticulada es el polietileno reticulado (PEX) que se fabrica preferiblemente a partir de polietileno de alta densidad (HDPE). PEX contiene enlaces reticulados

en la estructura del polímero, cambiando el termoplástico a termoestable. La reticulación se logra durante o después de la extrusión de la tubería. El grado de reticulación se sitúa preferiblemente entre el 60 y el 90 %. Un mayor grado de reticulación podría resultar en fragilidad y agrietamiento por tensión del material, mientras que un menor grado de reticulación podría resultar en una tubería interior con peores propiedades físicas. Más preferiblemente, el grado de reticulación se establece de acuerdo con la norma ASTM F876 o ISO 15875. El polietileno reticulado (PEX) es el material preferido para una o más tuberías interiores debido a sus propiedades materiales, en particular flexibilidad y resistencia a altas temperaturas.

Los paneles de aislamiento al vacío (PAV) son láminas en las que se encapsulan completamente materiales aislantes o rellenos inertes y la envoltura, que tiene la máxima impermeabilidad a los gases, está sustancialmente muy evacuada.

Se necesitan valores de difusión de gas muy bajos para el material de la envoltura, de modo que una vez que se ha aplicado el vacío, se retiene durante el tiempo máximo. De acuerdo con la presente invención, un PAV flexible es un PAV que tiene una mayor flexibilidad que un PAV que tiene un núcleo que comprende sílice prepresado. En particular, según la presente invención, un PAV flexible es un PAV, en donde el núcleo del panel de aislamiento al vacío comprende un material en polvo, como polvo de óxidos inorgánicos. Se conocen procesos para producir tales PAV que tienen un núcleo que comprende material en polvo, por ejemplo, a partir del documento WO 2014/183814 A1. El PAV tiene preferiblemente un espesor de 5 a 40 mm, más preferiblemente de 5 a 35 mm, siendo lo más preferible de 8 a 30 mm. El valor U del PAV es preferiblemente inferior a 0,3 W/(m²K), más preferiblemente por debajo de 0,25 W/(m²K).

En el contexto de la presente memoria descriptiva, las láminas del PAV en las que se encapsulan completamente materiales aislantes o rellenos inertes se denominan envoltura. Asimismo, el contenido de la envoltura se conoce como el núcleo del PAV. El núcleo comprende preferiblemente un material en polvo, suelto, sin moldear.

El PAV comprende preferiblemente un material de filtro. El material del filtro puede, por ejemplo, consistir en una tela de poliéster no tejida, que se puede pegar con adhesivo a la envoltura del PAV. El filtro facilita la evacuación de la envoltura del PAV lleno de material en polvo, suelto, sin moldear.

Por ejemplo, el filtro se puede utilizar, como se describe en el documento DE 102005045726: Un polvo suelto y sin moldear se echa, particularmente se vierte, en la abertura de una bolsa que está formada por una película de alta barrera y está abierta por un lado; un material de filtro que es permeable al aire e impermeable al polvo en polvo se fija a la cara interna de la bolsa de película en el área de la abertura de la bolsa de película llena de tal manera que el interior de la bolsa quede cerrado de manera hermética al polvo mientras aún se puede descargar aire; a continuación, se evacúa el interior de la bolsa de película cerrada herméticamente al polvo; y la bolsa de película evacuada finalmente se cierra herméticamente al vacío.

En una variación de este método, el PAV se produce de la siguiente manera: Se suelda una bolsa a lo largo de tres bordes. Se suelda un filtro de manera que cubra el cuarto borde. El borde restante no se suelda, la bolsa todavía se puede abrir. Sin embargo, la abertura está completamente cubierta por el filtro. Se inserta una "boquilla de aguja" a través del filtro y la bolsa se llena con polvo de sílice suelto sin moldear a través de la "boquilla de aguja". De este modo, hay un impacto mínimo en el filtro. A continuación, la bolsa se expone al vacío y, a continuación, el cuarto borde se suelda de forma permanente.

Como alternativa, se puede utilizar un método como se describe en el documento US20130149481 A1: proporcionando un núcleo de polvo suelto dispuesto sobre una primera película de barrera de modo que la película de barrera presente una protuberancia completamente circunferencial con respecto a una primera superficie principal adyacente del núcleo; proporcionar un material de filtro plano colocado sobre el mismo de manera que el material de filtro presente una protuberancia completamente circunferencial con respecto a una segunda superficie principal, adyacente al material del filtro, del núcleo; estando conectado el material de filtro plano en la región de su protuberancia a la protuberancia de la primera película de barrera, de modo que el volumen del núcleo o el volumen del polvo esté sellado; evacuar el núcleo en una cámara de vacío a una presión de <10 mbar, aplicar una segunda película de barrera externamente al material de filtro de modo que la segunda película de barrera presente una protuberancia completamente circunferencial que sobresale más allá de la segunda superficie principal del núcleo y se conecta al vacío a la protuberancia del material de filtro y/o a la protuberancia de la primera película de barrera, de modo que el volumen interior, compuesto por el núcleo de polvo y el material de la hoja de filtro, quede sellado herméticamente al vacío; y retirar el material laminar de la cámara de vacío después de la aireación. Se prefiere el último método, ya que permite una evacuación más rápida.

En una realización preferida, al menos uno de los lados de la envoltura del PAV tiene ranuras para mejorar la flexibilidad. Estas ranuras pueden, por ejemplo, formarse grabando en relieve la envoltura precargada en un molde en un horno de vacío. Preferiblemente, estas ranuras no penetran en el aislamiento para evitar un efecto de puente térmico. El número y la disposición de las ranuras no está limitado. Preferiblemente, las ranuras están dispuestas de forma regular. Más preferiblemente, las ranuras están dispuestas de manera que formen ranuras en la dirección de la mayor longitud del PAV. En particular, el espacio entre las ranuras es de entre 0,5 y 5 cm, más preferiblemente entre 1 y 4 cm, en particular, entre 1 y 3 cm.

En una realización preferida, la tubería aislada comprende, además, una barrera de difusión entre una o más tuberías interiores y el panel de aislamiento al vacío flexible. La barrera de difusión es preferiblemente resistente a la humedad. Por ejemplo, se puede utilizar una hoja de aluminio para la barrera de difusión.

5 Como alternativa o adicionalmente, una capa de etileno vinil alcohol (EVOH), que es un copolímero formal de etileno y alcohol vinílico, se puede utilizar como barrera de difusión. La capa de EVOH evita que el oxígeno entre a los fluidos dentro de la tubería y, por lo tanto, pueda causar corrosión en los radiadores. Es posible extrudir la barrera de difusión en la tubería interior. Como alternativa o adicionalmente, es posible envolver el PAV en una barrera de difusión, por ejemplo, una hoja de aluminio. La envoltura del PAV en la barrera de difusión mejora las propiedades de obsolescencia del PAV. Preferiblemente, la barrera de difusión comprende, preferiblemente consiste en, un material seleccionado del grupo que consiste en etileno alcohol vinílico (EVOH), papel de aluminio y una combinación de los mismos.

10 Como material para la camisa exterior, se puede utilizar el mismo plástico que se ha especificado anteriormente para una o más tuberías interiores.

15 En una realización preferida, la tubería aislada comprende, además, una capa flexible debajo de la cubierta exterior, preferiblemente hecha de, espuma de polietileno o poliuretano preferiblemente reticulado. En vista de una fragilidad disminuida, se prefiere la espuma de polietileno reticulado o no reticulado. Esta capa flexible asegura que la temperatura del PAV no sea demasiado alta durante el procesamiento de la camisa exterior y también proporciona protección mecánica del PAV. Más específicamente, la capa flexible proporciona aislamiento térmico/protección mecánica del panel PAV durante el procesamiento (es decir, las altas temperaturas a las que estará expuesto el PAV cuando la capa de plástico exterior se extruya en el exterior de la tubería). Esto permite la producción continua de tubería. En contraposición, los métodos de la técnica anterior que se basan en una tubería de metal hacen uso de métodos discontinuos en donde el poliuretano se moldea en el sitio. Por lo tanto, no hay riesgo de exposición del PAV a altas temperaturas durante la producción (que pueden degradar el aislamiento) para esos productos. Se prefiere particularmente la espuma de polietileno reticulado (PEX) debido a su estabilidad térmica que facilita la producción de la tubería. Otra función es la protección mecánica del PAV y el aislamiento térmico. Además, la espuma PEX tiene una absorción de humedad menor que la espuma PE.

20 En una realización preferida, la tubería aislada comprende, además, uno o más espaciadores entre el panel de aislamiento al vacío y la cubierta exterior, preferiblemente hechos de un polímero espumado.

25 En una realización preferida, el núcleo del panel de aislamiento al vacío comprende óxidos inorgánicos en forma de polvo, preferiblemente, polvo de sílice, más preferiblemente, polvo de sílice de combustión. Se prefiere dicho polvo de óxidos inorgánicos porque mejora la flexibilidad del PAV, particularmente en comparación con la sílice prepresada. Se prefiere la sílice ya que es más resistente a la obsolescencia (es decir, un aumento de presión debido a la difusión de gases aumenta la lambda a una velocidad más lenta para el polvo de sílice debido a su nanoestructura). De forma adicional, la sílice tiene un tamaño de poro pequeño y, por lo tanto, no es tan sensible a la presión como, por ejemplo, la fibra de vidrio. Por lo tanto, la sílice es adecuada para aplicaciones a largo plazo, especialmente a temperaturas elevadas, cuando la difusión es más rápida.

30 La sílice de combustión, también conocida como sílice pirogénica porque se produce en una llama, consiste en gotitas microscópicas de sílice amorfa fusionadas en partículas secundarias tridimensionales ramificadas a modo de cadena que luego se aglomeran en partículas terciarias. El polvo resultante tiene una densidad aparente extremadamente baja y una gran superficie. La sílice de combustión se obtiene a partir de la pirólisis a la llama de tetracloruro de silicio o de arena de cuarzo vaporizada en un arco eléctrico de 3000 °C. Los principales productores mundiales son Evonik (Aerosil®), Cabot Corporation (Cab-O-Sil®), Wacker Chemie (HDK®), Dow Corning y OCI (Konasil®). La sílice de combustión es particularmente preferida porque los PAV que comprenden sílice de combustión se degradan aproximadamente 100 veces más lento que los paneles de fibra de vidrio y, por lo tanto, son preferibles para aplicaciones de temperatura elevada. Por ejemplo, el núcleo del PAV puede comprender sílice de combustión, opacificantes IR y una pequeña cantidad de fibras orgánicas. El material del núcleo es preferiblemente incombustible. Preferiblemente se sella con una película de alta barrera a los gases y un tejido de fibra de vidrio adicional para protección contra golpes mecánicos.

35 En una realización preferida, el panel de aislamiento al vacío comprende, además, una camisa exterior hecha de un elemento seleccionado del grupo que consiste en una lámina metalizada, poliéster o poliamida, y una combinación de los mismos, preferiblemente hoja metalizada. Se observa que el papel de aluminio contiene, para la misma área, 21 veces más aluminio en comparación con la película metalizada. De forma adicional, el aluminio posee una alta conductividad térmica. De este modo, uno esperaría más puentes de calor en el PAV que comprende papel de aluminio en comparación con el PAV que comprende hoja metalizada, lo que da como resultado un valor lambda más bajo del PAV. Por lo tanto, se prefiere la hoja metalizada en vista de la conductividad térmica.

50 En una realización preferida, el panel de aislamiento al vacío comprende capas de copolímero de etileno-alcohol vinílico dentro del panel de aislamiento al vacío. Dichas capas de copolímero de etileno-alcohol vinílico se prefieren en vista de las características de la obsolescencia.

55 En una realización preferida, el panel de aislamiento al vacío comprende una solapa para juntas sin espacios.

5 En una realización preferida, la tubería aislada comprende una tubería interior dispuesta de manera concéntrica con respecto a la barrera de difusión opcional, el panel de aislamiento al vacío y la camisa exterior. En esta realización, el panel de aislamiento al vacío se puede envolver más de una vez, preferiblemente dos veces, alrededor de la tubería interior. Se prefiere una disposición de este tipo para tuberías aisladas que comprenden una tubería interior con un diámetro de menos de 100 mm, más preferiblemente menos de 75 mm, en particular menos de 50 mm.

10 En una realización preferida, la tubería aislada comprende dos tuberías interiores dispuestos de manera no concéntrica con respecto a la camisa exterior. En esta realización, cada tubería interior puede estar rodeada por una barrera de difusión opcional y un panel de aislamiento al vacío. Como alternativa, solo una de las tuberías interiores puede estar rodeada por una barrera de difusión opcional y un panel de aislamiento al vacío. Como alternativa, ambas tuberías interiores pueden envolverse con un panel de aislamiento al vacío. Preferiblemente, la envoltura de las dos tuberías interiores con el único panel de aislamiento al vacío es tal que la tubería interior para transportar el fluido con las temperaturas más altas está mejor aislada. Más preferiblemente, la tubería interior para el transporte de fluidos a mayor temperatura está completamente envuelto en el PAV, mientras que solo la parte de la circunferencia de la segunda tubería interior para el transporte de fluidos con temperatura más baja que no mira a la primera tubería interior está envuelta en el PAV.

15 Según la presente invención, la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 20 a 60 mm, preferiblemente de 25 a 50 mm, en particular, de 25 a 40 mm, sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 40 %, más preferiblemente menos del 30 % en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.

20 Según la presente invención, la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 60 a 120 mm, preferiblemente de 65 a 100 mm, en particular de 65 a 90 mm, sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 20 %, preferiblemente menos del 10 % en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.

25 En una realización preferida, la tubería aislada tiene una conductividad térmica λ inferior a 0,02 W/(m*K), preferiblemente de menos de 0,015 W/(m*K).

En una realización preferida, la tubería aislada tiene un valor U de menos de 0,35 W/(m²*K), preferiblemente menos de 0,3 W/(m²*K), más preferiblemente menos 0,25 W/(m²*K), en particular menos de 0,2 W/(m²*K).

En una realización preferida, la tubería aislada tiene una conductancia térmica lineal Λ de menos de 0,08 W/(m*K), preferiblemente de menos de 0,07 W/(m*K).

30 En una realización preferida, la tubería aislada tiene una conductancia térmica lineal Λ que es del 60 %, preferiblemente del 65 %, reducida en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.

35 Las tuberías según la presente invención se pueden utilizar adecuadamente para la distribución de agua potable caliente o distribución de calor local, en particular, para la distribución local de calor a los destinos finales (redes secundarias). Las tuberías tienen muy buenas propiedades de aislamiento térmico cumpliendo con todos los requisitos legales vigentes en Europa. El tamaño de la tubería es más compacto en comparación con las tuberías de la técnica anterior que tienen las mismas propiedades de aislamiento térmico (baja conductividad térmica). Además, la flexibilidad de las tuberías es suficiente, por ejemplo, para permitir enrollarlas, por ejemplo, en longitudes de 200 m. Finalmente, las tuberías según la presente invención tienen excelentes propiedades de obsolescencia incluso si están enrolladas. Esto es particularmente sorprendente porque doblar significativamente la tubería significa que el PAV se dobla en dos direcciones, la primera dirección es el enrollado alrededor de la tubería y la segunda dirección es la flexión que sigue a la flexión de la tubería.

A continuación, se describen brevemente las Figuras:

la figura 1 muestra una tubería aislada al vacío que comprende una tubería interior PEX

45 la figura 2 muestra una tubería aislada al vacío que comprende una tubería interior PEX con una disposición alternativa del PAV

la figura 3 muestra una tubería doble que comprende dos tuberías interiores PEX aisladas de vacío

la figura 4 muestra una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores, en donde una tubería interior está aislada al vacío

50 la figura 5 muestra una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores, en donde un PAV se envuelve alrededor de ambas tuberías interiores

la figura 6 muestra una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores, en donde un PAV se envuelve alrededor de la primera tubería interior en forma de U y otro PAV se envuelve alrededor de la primera tubería interior en forma de U, con las partes abiertas de la forma de U dirigidas en cada caso a la otra tubería interior

La figura 1 muestra una tubería aislada que comprende una tubería PEX interior (1), una barrera de difusión opcional (2), un PAV (3), una espuma PEX (4) y una tubería de camisa (5) que están dispuestos de manera concéntrica.

5 La figura 2 muestra una realización alternativa de una tubería aislada que comprende una tubería PEX interior (1), una barrera de difusión opcional (2), un PAV (3), una espuma PEX (4) y una tubería de camisa (5) que están dispuestos de manera concéntrica. En esta realización alternativa, el PAV se envuelve más de una vez alrededor de la tubería PEX interior. Se prefiere una disposición de este tipo para tuberías aisladas con un diámetro exterior inferior a 100 mm.

10 La figura 3 muestra una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores aisladas al vacío que comprenden una tubería PEX interior (1), una barrera de difusión opcional (2) y un PAV (3), respectivamente. Estas dos tuberías interiores están rodeadas por una espuma PEX (4) que está nuevamente rodeada por una tubería de camisa (5). La tubería doble muestra una disposición no concéntrica de las dos tuberías interiores.

15 La figura 4 muestra una primera realización alternativa de una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores, en donde la tubería de entrada (temperaturas más altas) (6) comprende una tubería PEX interior (1), una barrera de difusión opcional (2) y un PAV (3), y en donde la tubería de retorno (temperatura más baja) (7) comprende una tubería PEX interior (1) y una barrera de difusión opcional (2). Estas dos tuberías interiores están rodeadas por una espuma PEX (4) que está nuevamente rodeada por una tubería de camisa (5). La tubería doble muestra una disposición no concéntrica de las dos tuberías interiores.

20 La figura 5 muestra una segunda realización alternativa de una tubería doble que comprende dos tuberías PEX interiores, en donde la tubería de entrada (temperaturas más altas) (6) y la tubería de retorno (temperatura más baja) (7) comprenden una tubería PEX interior (1) y una barrera de difusión opcional (2), respectivamente. Un PAV (3) se envuelve alrededor de ambas tuberías interiores de modo que la tubería de entrada (temperaturas más altas) (6) esté (casi) completamente cubierta por el PAV (3), mientras que la tubería de retorno (temperatura más baja) (7) está parcialmente cubierta por el PAV (3). Estas dos tuberías interiores están rodeadas por una espuma PEX (4) que está nuevamente rodeada por una tubería de camisa (5). La tubería doble muestra una disposición no concéntrica de las dos tuberías interiores.

25 Las tuberías según la realización de las figuras 1 y 2 se examinaron con respecto a su conductancia térmica y flexibilidad.

Medidas de conductancia térmica

30 Una pieza de 2600 mm de tubería según la realización de la figura 1 que comprende una tubería PEX con un diámetro de 32 mm, un PAV (Va-Q-plus® de la empresa va-Q-Tec), la capa de espuma PEX y la camisa de plástico exterior se utilizaron como muestra de prueba. Se utilizó como referencia la misma tubería sin PAV.

El método de prueba se basa en las normas SFS-EN 253:2009 +A1:2013 y EN ISO 8497. La temperatura se fijó en 70 (+ 5) °C.

35 La camisa de plástico de la muestra se perforó para instalar sensores de temperatura alrededor de la muestra en la superficie exterior del aislamiento. Las temperaturas de la superficie exterior del aislamiento se midieron en 14 puntos alrededor de la muestra. Se calculó una temperatura media utilizando los 10 últimos puntos. La temperatura media se presenta en la tabla de resultados.

40 Ambos extremos se aislaron con tapas de poliuretano de > 10 cm para evitar el flujo de calor axial. Como las pérdidas finales fueron insignificantes, fueron ignoradas. La resistencia de calentamiento se fijó en el medio del tubo de flujo entre las tapas de los extremos. La temperatura del tubo de flujo se mantuvo en el intervalo de 70 (+5) °C. La tubería se estabilizó a la temperatura de prueba durante > 10 horas.

Los sensores de temperatura se colocaron dentro del tubo de flujo y se cubrieron con protectores de cerámica. El método difiere del método estándar. Por lo tanto, la resistencia térmica de la tubería PEX se calcula mediante el uso de valores de tubería PEX de 32 mm d = 0,0044 m para el espesor de pared PEX y $\lambda = 0,35 \text{ W/mK}$.

Tabla 1: Resultados de las medidas de conductancia térmica

	Unidad	VIP32/140	Referencia (D140)
Circunferencia de aislamiento	m	0,33395	0,3708
Diámetro del tubo de flujo	m	0,0323	0,0323
Temperatura del tubo de flujo	°C	68,80	67,46
Temperatura de aislamiento	°C	10,37	13,80
Energía	W	8,84	17,67
Conductividad térmica, λ	W/mK	0,011	0,034
Conductancia térmica lineal, \wedge	W/mK	0,058	0,165
Diferencia con la referencia (\wedge)	%	65	0

Además, también se realizaron mediciones en una tubería de 75 mm de acuerdo con la realización de la figura 2. Esta medida se compara con un valor calculado de la tubería sin PAV.

5

Diámetro

exterior de la

tubería de

plástico

[mm]

75

75

Espesor de la

pared de tubería

[mm]

6,8

6,8

Espesor

del PAV

[mm]

12

0

Aislamiento

de espuma

[mm]

20,5

32,5

Diámetro de la

tubería de

camisa

[mm]

140

140

Valor de U

[W/m²K]

0,155

0,386

Esta medida muestra que al utilizar PAV es posible reducir el grosor de la pared de la camisa exterior, manteniendo un valor U muy alto.

Medidas de flexibilidad

10

En resumen, un extremo de la tubería se fija y se tira del otro extremo para crear una flexión. El tubo se dobla con un radio de curvatura de 0,5 m contra el soporte. La tubería se dobla hasta que el soporte restrinja completamente el movimiento, que es DE 90° en teoría.

Específicamente, se utilizó el siguiente procedimiento:

15

-Montar el aparato de modo que la distancia entre la polea y la abrazadera sea de 1 m

-Retener una tubería de modo que la distancia entre abrazaderas sea de 1 m. Por lo tanto, la longitud de la muestra debe ser superior a 1 m. (Ángulo de alambre/tubería de 45 grados)

-Ajustar el soporte para que toque la tubería

-Conectar la abrazadera y la báscula de la grúa con alambre de acero y levantar la grúa hasta que el alambre esté apretado

-Tarar la báscula de grúa electrónica

20

-Iniciar la grabación con cámara para que se pueda ver la báscula de la grúa en el vídeo

-Empezar a levantar el puente grúa a la velocidad más lenta

La elevación y el registro se pueden detener después de que el soporte restrinja completamente la flexión y el valor de la balanza de la grúa aumente significativamente más rápido.

A continuación, se indican los resultados de las medidas de flexibilidad.

"Thermo single" indica que solo hay una tubería en el interior, no dos.

75 o 32 es el diámetro de la tubería PEX, y el otro número es el diámetro de la camisa exterior

PAV largo = paneles PAV 1300 mm de largo

PAV Short = Paneles PAV 313 mm de largo

- 5 Si no se menciona PAV = solo aislamiento de espuma PEX, no PAV

Tabla 2: Fuerza de flexión [N]/90°

	Fuerza de flexión en [N] a 90°
Thermo single 75/D200	688
Thermo single 75/D175 (PAV largo)	677
Thermo single 75/D140 (PAV largo)	703

Tabla 3: Fuerza de flexión [N]/90°

	Fuerza de flexión en [N] a 90°
Thermo single 32/D140	76
Thermo single 32/D140 (PAV largo)	97
Thermo single 32/D140 (PAV corto)	94
Thermo single 32/D90 (PAV corto)	69
Thermo single 32/D90 (PAV largo)	76

- 10 Obsolescencia acelerada

Se realizaron cuatro experimentos para evaluar la obsolescencia acelerada de los paneles PAV. Todas las pruebas se realizaron en una habitación cerrada. Para minimizar las variaciones de temperatura, se limitó el acceso a la habitación. Dentro de la habitación se montaron dos refrigeradores (Kylma) para mantener la temperatura constante.

- 15 Prueba n.º 1

Una tubería Uponor Radi de 32x2,9 mm se aisló con paneles PAV, paneles cortos (300x313x6 mm) (tubería de 32 mm) y versión larga (paneles 1300x313x6 mm). No había una barrera de aluminio entre el PAV y el PEX. Las tuberías se instalaron en un banco de pruebas. Se utilizó un calentador de agua construido internamente. La temperatura del agua se fijó en 100 °C con circulación de agua continua. La tubería se dobló a r = 350 mm. Se especifica una tubería Ecoflex estándar de 32/140 mm para doblarse hasta r = 300 mm. Tanto los paneles PAV cortos como los largos estaban doblados. La temperatura fue registrada por un registrador de temperatura Expert L.

- 20

Prueba n.º 2

Tubería Uponor Radi de 75x6,8 mm con panel PAV largo paneles de 1300x313x6 mm. La longitud total fue de 3,9 m. La tubería PEX se envolvió en papel de aluminio en forma de hélice. La hoja de aluminio tenía 0,1 mm de espesor y 600 mm de ancho. Había aproximadamente 50-100 mm de superposición en cada vuelta. Se utilizaron tres paneles PAV. Dos de los paneles estaban rectos y el tercer panel estaba doblado, correspondiente a un radio de 400 mm que se dobla más agresivamente en comparación con una tubería Ecoflex estándar 75/200 que solo se permite doblar hasta 700 mm.

- 25

La temperatura del agua fue de 110 °C. Para alcanzar esta alta temperatura, se tuvieron que usar dos calentadores en paralelo. Un calentador se ajustó a 110 °C y el otro a 105 °C. El segundo calentador tuvo que ajustarse a 105 °C, ya que la protección contra el sobrecalentamiento apagará el calentador a 110 °C. Este calentador se usó también para la Prueba n.º 3 y la Prueba n.º 4.

- 30

Prueba n.º 3

Una tubería Uponor Radi de 32x2,9 mm con panel PAV largo (paneles de 1300x313x6 mm) y espuma PEX estaban dentro de la camisa exterior de 90 mm. La longitud total fue de 1,3 m, es decir, solo un panel PAV. La temperatura de

- 35

la tubería se registró por primera vez durante 1 semana como tubería recta, luego la tubería se dobló a un radio de 300 mm, es decir, el mismo radio de curvatura permitido para un Ecoflex de 32/140 mm.

Prueba n.º 4

5 Una tubería Uponor Radi de 75x6,8 mm con paneles PAV dentro de la camisa exterior de 140 mm. La tubería se produjo en Nastola. La longitud total fue de 1,2 m. El procedimiento de prueba se realizó de acuerdo con la Prueba n.º 3. La tubería se dobló a un radio de 200 mm, que se dobla mucho más agresivamente en comparación con una tubería Ecoflex 75/200 estándar que solo se permite doblar hasta 700 mm. La tubería estaba más o menos estrecha cuando se doblaba.

10 Si hay un efecto de obsolescencia, las propiedades de aislamiento del panel PAV decaerán, dando como resultado que la temperatura fuera del panel PAV aumente gradualmente en función del tiempo. Una tubería se quedó obsoleta pasado 1 año y un mes, y las tres tuberías restantes quedaron obsoletas pasados casi 11 meses. La temperatura era considerablemente más alta que la temperatura de servicio, que acelerará la obsolescencia. Cabe señalar que también el material PEX se queda obsoleto a estas temperaturas elevadas. Tres de las cuatro tuberías quedaron obsoletos a 110 °C. A esta temperatura, la vida útil requerida de una tubería PEX es de 1 año. Por lo tanto, el PAV ha estado expuesto a una obsolescencia realmente extensa en estos experimentos. No hubo indicios significativos de obsolescencia en ninguno de los resultados. Por tanto, la obsolescencia no parece ser crucial para esta aplicación, a pesar de que los paneles PAV están doblados en 2 direcciones. Estos experimentos no indican que sea necesaria una hoja de aluminio para prevenir la obsolescencia.

15 Los números de referencia en las Figuras tienen el siguiente significado:

20

- 1 tubería interior PEX
- 2 Barrera de difusión opcional
- 3 Panel de aislamiento al vacío (PAV)
- 4 Espuma PEX
- 5 Chaqueta de plástico exterior
- 6 Tubería "entrante" (temperatura más alta)
- 7 Tubería de retorno (temperatura más baja)

REIVINDICACIONES

1. Una tubería aislada que comprende:
 - una o más tuberías interiores que comprenden un plástico
 - una camisa exterior,

5 caracterizada por que

 la tubería aislada comprende, además, un panel de aislamiento al vacío flexible que rodea las una o más tuberías interiores,

 en donde las una o más tuberías interiores comprenden una poliolefina reticulada o no reticulada, preferiblemente seleccionada del grupo que consiste en polietileno (PE), preferiblemente PE-RT (polietileno de resistencia a temperaturas elevadas), polipropileno, polibutileno (PB), polietileno reticulado (PEX) y mezclas de los mismos,

10 en donde la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 20 a 60 mm sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 40 % en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío, o

15 en donde la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 60 a 120 mm, en particular, de 65 a 90 mm, sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 20 % en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.
2. Una tubería aislada según la reivindicación 1, en donde las una o más tuberías interiores comprenden, preferiblemente consisten en, polietileno reticulado (PEX).
- 20 3. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una barrera de difusión entre las una o más tuberías interiores y el panel de aislamiento al vacío flexible y/o que comprende una barrera de difusión envuelta alrededor del panel de aislamiento al vacío y, preferiblemente, en donde se cumplen una o más de las siguientes disposiciones: el núcleo del panel de aislamiento al vacío comprende un material en polvo, suelto, sin moldear y la barrera de difusión comprende, preferiblemente consiste en, un material seleccionado del grupo que
- 25 consiste en etileno alcohol vinílico (EVOH), papel de aluminio y una combinación de los mismos.
4. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una capa flexible debajo de la camisa exterior, preferiblemente consistente en espuma de polietileno o poliuretano reticulado o no reticulado.
5. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el núcleo del panel de aislamiento al vacío comprende un polvo de óxidos inorgánicos, preferiblemente, polvo de sílice, más preferiblemente, polvo de sílice de
- 30 combustión.
6. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la tubería aislada comprende una tubería interior dispuesta de manera concéntrica con respecto a la barrera de difusión opcional, el panel de aislamiento al vacío y la camisa exterior y, preferiblemente, en donde el panel de aislamiento al vacío se envuelve más de una vez, preferiblemente dos veces, alrededor de la tubería interior.
- 35 7. La tubería aislada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la tubería aislada comprende dos tuberías interiores dispuestas de manera no concéntrica con respecto a la camisa exterior y, preferiblemente, en donde se cumple una de las siguientes disposiciones: cada tubería interior está rodeada por una barrera de difusión opcional y un panel de aislamiento al vacío, o solo una de las tuberías interiores está rodeada por una barrera de difusión opcional y un panel de aislamiento al vacío, o ambas tuberías interiores están envueltas por un único panel de aislamiento al
- 40 vacío, preferiblemente, de modo que la tubería interior para transportar el fluido con las temperaturas más altas esté mejor aislada.
8. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 20 a 60 mm, preferiblemente de 25 a 50 mm, en particular, de 25 a 40 mm, sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 30 % en
- 45 comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.
9. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la fuerza de flexión para doblar 90° una pieza de tubería que tiene una tubería interior con un diámetro de 60 a 120 mm, preferiblemente de 65 a 100 mm, en particular de 65 a 90 mm, sujeta a una distancia de 1 m alrededor de un soporte difiere menos del 10 % en
- comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.
- 50 10. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la tubería aislada tiene una conductividad térmica λ de menos de 0,02 W/(m*K), preferiblemente de menos de 0,015 W/(m*K).

11. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la tubería aislada tiene una conductancia térmica lineal λ de menos de 0,08 W/(m*K), preferiblemente de menos de 0,07 W/(m*K).
12. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la tubería aislada tiene una conductancia térmica lineal λ que es del 60 %, preferiblemente del 65 %, reducida en comparación con la misma tubería sin panel de aislamiento al vacío.
- 5
13. La tubería aislada según la reivindicación 8, en donde un PAV se envuelve alrededor de la primera tubería interior en forma de U y otro PAV se envuelve alrededor de la primera tubería interior en forma de U, estando las partes abiertas de la U en cada caso dirigidas a la otra tubería interior.
- 10
14. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el panel de aislamiento al vacío tiene un núcleo y una envoltura que rodea el núcleo y, preferiblemente, en donde la envoltura del panel de aislamiento al vacío tiene ranuras.
15. La tubería aislada según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el panel de aislamiento al vacío comprende un material de filtro.

Fig. 1

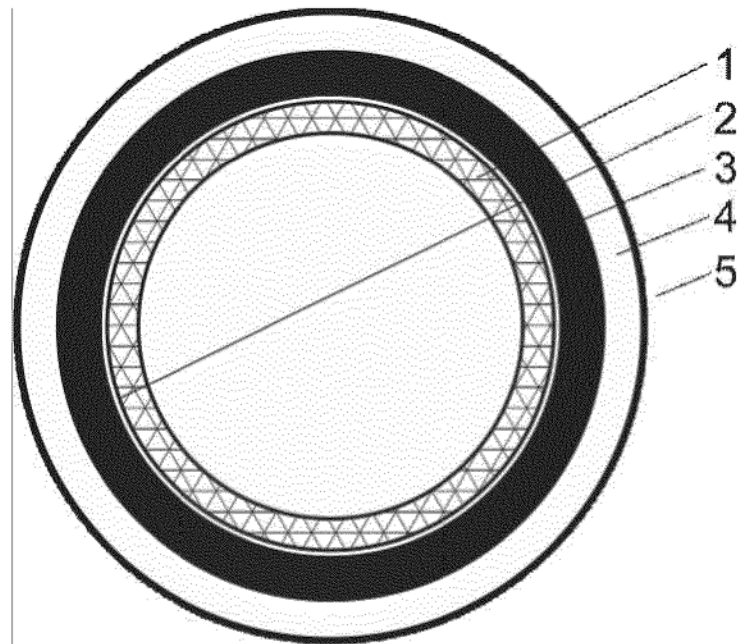


Fig. 2

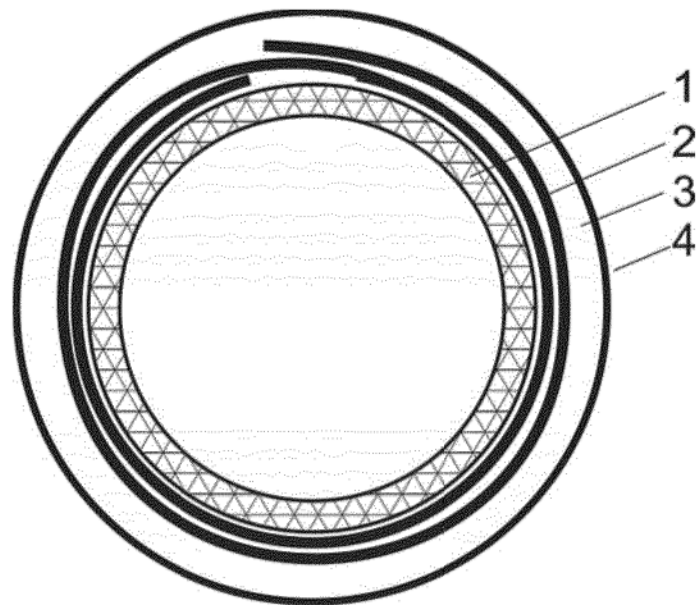


Fig. 3

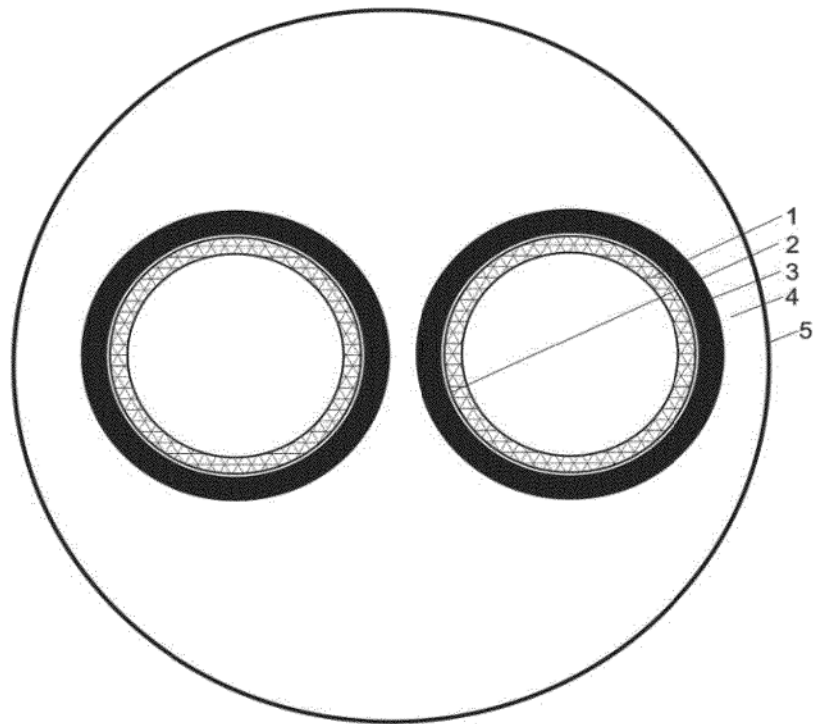


Fig. 4

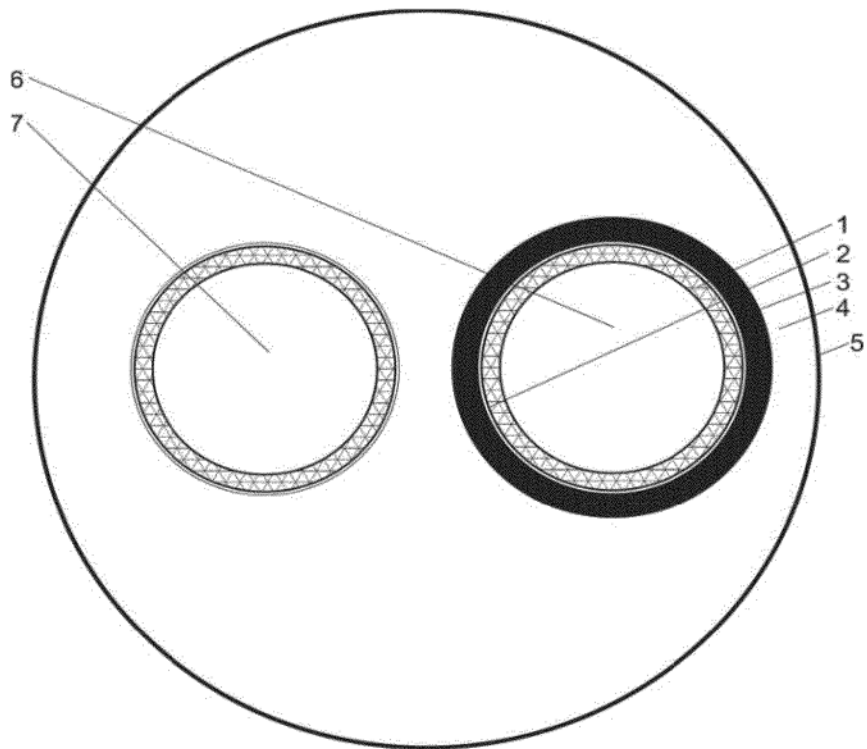


Fig. 5

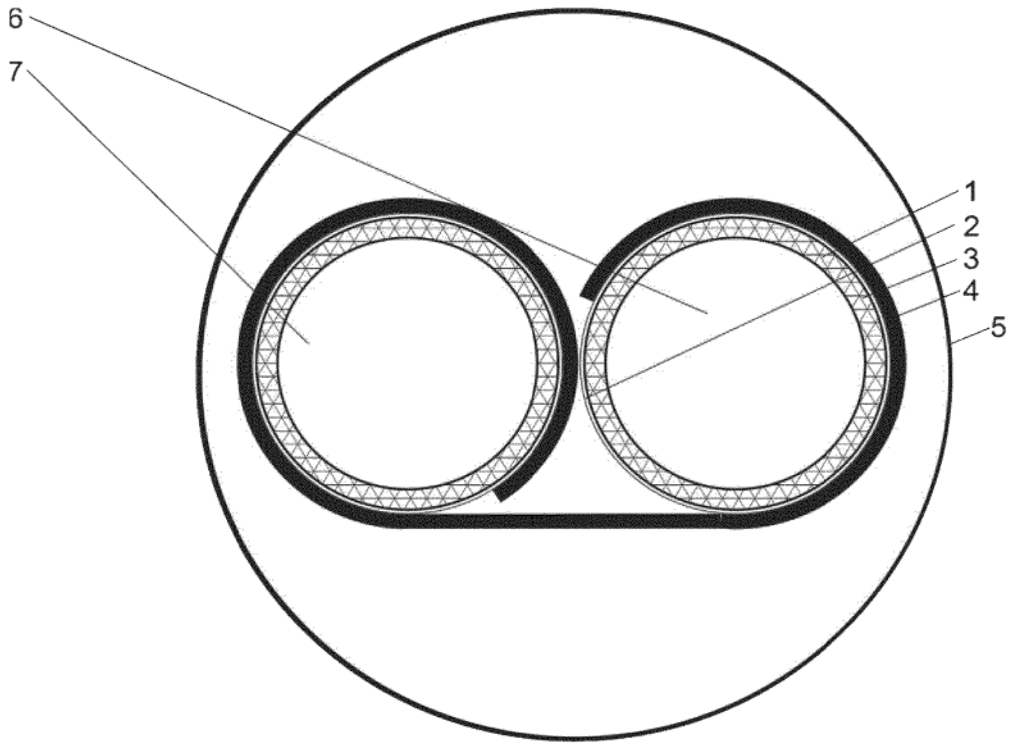


Fig. 6

