(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 555 272**

(51) Int. Cl.:

F16L 11/08	(2006.01)
F16L 53/00	(2006.01)
E21B 17/01	(2006.01)
F16L 11/24	(2006.01)
H05B 3/48	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2012** **E 12165148 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 2520839**

(54) Título: **Canalización temperable para aplicaciones submarinas**

(30) Prioridad:

06.05.2011 DE 102011075383

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.12.2015

(73) Titular/es:

EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE

(72) Inventor/es:

GÖRING, RAINER;
DOWE, ANDREAS;
KUHMANN, KARL;
GRUHN, MAXIMILIAN y
FRANOSCH, JUERGEN

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 555 272 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

Canalización temperable para aplicaciones submarinas

Es objeto de la presente invención un tubo temperable, flexible, de estructura de varias capas, con capas no conectadas. Tal tubo se denomina a continuación Unbonded Flexible Pipe por motivos de simplicidad, y correspondiendo a la terminología inglesa. Este opone una resistencia elevada a la difusión de gases a partir de un fluido transportado, y por lo tanto se puede emplear para el transporte de medios líquidos o gaseosos, y con ventaja especial para el transporte de petróleo crudo o gas natural.

Unbonded Flexible Pipes son estado de la técnica como tales. Tales tubos contienen un revestimiento interno, habitualmente en forma de un tubo de material sintético, como barrera contra la entrada del fluido transportado, así como una o varias capas de refuerzo en el lado externo de este revestimiento interno. El Unbonded Flexible Pipe puede contener capas adicionales, a modo de ejemplo una o varias capas de refuerzo en el lado interno del revestimiento interno, para impedir el colapso del revestimiento interno en el caso de presión externa elevada. Tal refuerzo interno se denomina habitualmente carcasa. Además puede estar contenida una envoltura externa para prever una barrera contra la penetración de líquido del entorno externo en las capas de refuerzo, u otras capas funcionales polímeras o metálicas situadas en el interior. En muchos casos, entre las capas de refuerzo externas se inserta una capa termoplástica, por ejemplo en forma de “bandas antidesgaste” arrolladas, para impedir abrasión en la construcción metálica debida a fricción.

En los documentos WO 01/61232, US 6123114 y US 6085799 se describen Unbounded Flexible Pipes típicos; además, éstos se caracterizan más detalladamente en API Recommended Practice 17B, “Recommended Practice for Flexible Pipe”, 3ª edición, marzo 2002, así como en API Specification 17J, “Specification for Unbonded Flexible Pipe”, 2ª edición, noviembre 1999.

La expresión “unbonded” significa en este contexto que al menos dos de las capas, incluyendo capas de refuerzo y capas de material sintético, no están unidas entre sí en su construcción. De este modo, el tubo es dúctil y suficientemente flexible para arrollarlo con fines de transporte.

Tales Unbonded Flexible Pipes se emplean en diferentes realizaciones en aplicaciones submarinas, así como en diferentes aplicaciones terrestres para el transporte de líquidos, gases y suspensiones. Estos se pueden emplear, a modo de ejemplo, para el transporte de fluidos donde, a lo largo de la longitud del tubo, existe una presión de agua muy elevada o muy diferente, por ejemplo en forma de conductos verticales, que se elevan del fondo del mar a una instalación en la superficie del mar, o próxima a la misma, además generalmente como tubos para el transporte de líquidos o gases entre diversas instalaciones, como tubos que están colocados a gran profundidad en el fondo del mar, o como tubos entre instalaciones próximas a la superficie del mar.

En tubos flexibles convencionales, la capa de refuerzo o las capas de refuerzo están constituidas casi siempre por alambres de acero, perfiles de acero o bandas de acero dispuestos en forma de espiral, pudiendo estar configuradas las capas aisladas con diferentes ángulos de arrollado relativos al eje tubular.

En el estado de la técnica, el revestimiento interno está constituido habitualmente por una poliolefina, como polietileno, que también puede estar reticulada, por una poliamida, como PA11 o PA12, o por fluoruro de polivinilideno (PVDF). Además son conocidos revestimientos de una o varias capas, que pueden contener también capas de materiales diferentes.

A temperaturas por debajo de aproximadamente 40ºC pueden precipitar algunos componentes a partir del petróleo crudo. En este caso juega un papel en especial la precipitación de ceras, y en caso dado hidratos, que pueden conducir a una reducción de la sección transversal de tubo. Para garantizar la función de transporte también a bajas temperaturas, estos conductos debían ser calentables, para impedir este fenómeno. Existen diferentes posibilidades de puesta en práctica del calentamiento de tales canalizaciones.

El documento WO91/18231 da a conocer la parte introductoria de la reivindicación 1, y describe un sistema tubular flexible calentable, que contiene cables electroconductivos, que están conectados a una fuente de corriente electroconductiva, y generan calor según el principio de una calefacción por resistencia. En este concepto son desfavorables el costoso diseño y el temperado irregular a lo largo de la longitud total.

Además, en el documento WO 97/20162 se describe un sistema tubular flexible en el que están situados varios conductos tubulares más reducidos alrededor del conducto tubular flexible interno. Estos se pueden utilizar para el transporte de medios de proceso o corriente. También sería concebible un temperado del sistema tubular, haciéndose pasar un medio temperado a través del mismo. Los inconvenientes de este concepto son igualmente el costoso diseño, pérdidas de calor, así como el temperado irregular a lo largo de la longitud total.

Otras solicitudes (WO 92/11487, WO 85/04941, WO 2000/66934, WO 2000/66935 y WO 2001/07824) se ocupan del tema de aislamiento térmico como estabilización pasiva de la temperatura del medio. No obstante, en este caso existe el problema de la compresibilidad de las estructuras espumadas empleadas frecuentemente. Esto puede conducir a una reducción de la acción aislante a grandes profundidades marinas y a las presiones externas elevadas vinculadas a las mismas.

En los documentos WO 2006/097765, WO 2006/090182, US 2008202616 y US 4 874 925. Se trata de un tubo de varias capas, en el que están presentes, por ejemplo, dos conductores que están alojados en una capa conductiva a lo largo del tubo desplazados en 180º entre sí. Debido al flujo de corriente de un conductor al otro se efectúa el calentamiento en la capa conductiva. Una conexión, o bien un contacto uniforme del conductor con la capa conductiva, es importante para un calentamiento uniforme. La capa conductiva está aislada térmicamente, y en caso dado eléctricamente hacia fuera. Para el aislamiento eléctrico es aconsejable, o bien necesaria una capa adicional interna hacia el petróleo crudo.

En el documento WO 2008/005829 se describen canalizaciones calentables en el sector del automóvil, que pueden contener una capa de polímero electroconductiva; esta capa actúa como calefacción por resistencia.

En el documento GB 2 065 430 A se describe un tubo para fines médicos, que contiene una capa interna y una capa externa constituida por polímeros fluorados y una capa intermedia calentable, que está constituida por una banda conductiva arrollada alrededor de la capa interna. Además, el documento WO 2010/032017 describe un cable calentable, que puede estar arrollado, a modo de ejemplo, alrededor de una canalización de transporte de petróleo que se encuentra en la tierra. Tal canalización de transporte de petróleo es un tubo rígido; el cable se sitúa junto al tubo y, por lo tanto, no es un componente integral de la canalización.

La tarea de la invención consistía en poner a disposición un tubo flexible de estructura multicapa, en el que el medio transportado se puede calentar eléctricamente sin gasto en construcción adicional digno de mención. En este caso debía ser posible calentar la canalización selectivamente sólo en los tramos de tubo donde es necesario en concreto.

Este problema se solucionó mediante un tubo flexible para el transporte de petróleo crudo o gas natural, que contiene las siguientes capas de dentro hacia fuera:

- un revestimiento interno,
- al menos una capa de refuerzo, así como
- en caso dado una envoltura externa,

encontrándose adicionalmente entre dos capas una capa adicional constituida por una banda arrollada, conteniendo la banda las siguientes capas:

a) una primera capa (1) constituida por una masa de moldeo de material sintético no electroconductiva,

b) una capa intermedia (2) constituida por una masa de moldeo de material sintético electroconductiva, cuya resistencia de paso específica según IEC 60093 se sitúa en el intervalo de 10^{-3} a 10^{10} Ωm, preferentemente en el intervalo de 10^{-2} a 10^{8} Ωm, de modo especialmente preferente en el intervalo de 10^{-1} a 10^{7} Ωm,y en especial preferentemente en el intervalo de 10^{0} a 10^{6} Ωm, estando alojados en la capa intermedia al menos dos conductores metálicos (4) a lo largo de la banda, de modo que no están en contacto a lo largo de la longitud total, así como

c) una segunda capa externa (3) constituida por una masa de moldeo de material sintético no electroconductiva.

Respecto a los signos de referencia remítase a las figuras 1 y 2.

El revestimiento interno es habitualmente un tubo de material sintético, que constituye una barrera contra la salida de fluido transportado. Según requisitos técnicos de aplicación, éste puede ser de una capa, o también estar constituido por varias capas de diferentes masas de moldeo en cada caso. A modo de ejemplo, en este caso éste es de dos capas, de tres capas, de cuatro capas, o está constituido en el caso aislado también por aún más capas. Tales revestimientos son estado de la técnica. El revestimiento interno puede estar constituido también por un tubo metálico ondulado, de pared delgada, en otra forma de ejecución.

La capa de refuerzo, o bien las capas de refuerzo, están constituidas habitualmente por alambres de acero, perfiles de acero o bandas de acero dispuestos en forma de espiral. La ejecución de estas capas de refuerzo es estado de la técnica. Preferentemente, al menos una de estas capas de refuerzo está estructurada de modo que resista la presión interna, y al menos otra de estas capas de refuerzo está estructurada de modo que resista las

fuerzas de tracción. Habitualmente se presentan más de dos capas de refuerzo. A las capas de refuerzo se une una envoltura externa en la mayor parte de los casos, habitualmente en forma de un tubo o manga constituida por una masa de moldeo termoplástica o un elastómero.

En una posible forma de ejecución, en el lado interno del revestimiento interno del Unbonded Flexible Pipe se encuentra una carcasa. Tales carcasas y su ejecución son estado de la técnica. En otra posible forma de ejecución, el Unbonded Flexible Pipe no contiene una carcasa, sobre todo si se debe accionar bajo presiones externas elevadas.

Materiales apropiados para la masa de moldeo de material sintético electroconductivo, así como para ambas masas de moldeo de material sintético no electroconductivas son, independientemente entre sí, masas de moldeo, a modo de ejemplo a base de polímeros olefínicos, poliamidas, polímeros fluorados, 2,6-naftalato de polietileno, 2,6-naftalato de polibutileno, polifenilsulfona, poliarilenetercetona, sulfuro de polifenilo o de una mezcla de poliarilenetercetona/sulfuro de polifenileno.

En primer término, el polímero olefínico puede ser un polietileno, en especial un polietileno de alta densidad (HDPE), o un polipropileno isotáctico o sindiotáctico. El polipropileno puede ser un homo- o un copolímero, a modo de ejemplo con etileno o 1-buteno como comonómero, pudiéndose emplear copolímeros aleatorios, como también en bloques. Además, el polipropileno también puede estar modificado a tenacidad al impacto, a modo de ejemplo, correspondientemente al estado de la técnica, por medio de caucho de etileno-propileno (EPM) o EPDM. El poliestireno sindiotáctico empleable igualmente según la invención se puede obtener de modo conocido mediante polimerización de estireno catalizada con metaloceno.

La poliamida se puede obtener a partir de una combinación de diamina y ácido dicarboxílico, a partir de un ácido ω-aminocarboxílico o la correspondiente lactama. En principio se puede emplear cualquier poliamida, a modo de ejemplo PA6 o PA66. En una forma de ejecución preferente, las unidades de monómero de la poliamida contienen en media al menos 8, al menos 9, o bien al menos 10 átomos de carbono. En el caso de mezclas de lactamas, en este caso se considera la media aritmética. En el caso de una combinación de diamina y ácido dicarboxílico, la media aritmética de átomos de carbono de diamina y ácido dicarboxílico debe ascender al menos a 8, al menos a 9, o bien al menos a 10, en esta forma de ejecución preferente. Son poliamidas apropiadas, a modo de ejemplo: PA610 (obtenible a partir de hexametilendiamina [6 átomos de carbono] y ácido sebácico [10 átomos de carbono], por consiguiente, la media de átomos de carbono en las unidades de monómero asciende a 8 en este caso), PA88 (obtenible a partir de octametilendiamina y ácido 1,8-octanodicarboxílico), PA8 (obtenible a partir de caprillactama), PA612, PA810, PA108, PA9, PA613, PA614, PA812, PA128, PA1010, PA10, PA814, PA148, PA1012, PA11, PA1014, PA1212 y PA12. La obtención de poliamidas es estado de la técnica. Naturalmente, también se pueden emplear copoliamidas basadas en las mismas, pudiéndose emplear concomitantemente también monómeros, como caprolactama.

Como poliamida se puede emplear ventajosamente también una poliamida parcialmente aromática, cuya fracción de ácido dicarboxílico procede en un 5 a un 100 % en moles de ácido dicarboxílico aromático con 8 a 22 átomos de carbono, y que posee un punto de fusión de cristalita T_m de al menos 260ºC, preferentemente de al menos 270ºC, y de modo especialmente preferente de al menos 280ºC. Tales poliamidas se denominan habitualmente PPA. Estas son obtenibles a partir de una combinación de diamina y ácido dicarboxílico, en caso dado bajo adición de un ácido ω-aminocarboxílico o la correspondiente lactama. Son tipos apropiados, a modo de ejemplo, PA66/6T, PA6/6T, PA6T/MPMDT (MPMD representa 2-metilpentametilendiamina), PA9T, PA10T, PA11T, PA12T, PA14T, así como copolicondensados de estos últimos tipos con una diamina alifática y un ácido dicarboxílico alifático, o con un ácido ω-aminocarboxílico, o bien una lactama.

Además de poliamida, la masa de moldeo puede contener otros componentes, como por ejemplo, modificadores de tenacidad al impacto, otros termoplásticos, plastificantes, y otros aditivos habituales. Solo es necesario que la poliamida forme la matriz de la masa de moldeo.

El polímero fluorado puede ser, a modo de ejemplo, un fluoruro de polivinilideno (PVDF), un copolímero de etileno-tetrafluoretileno (ETFE), un ETFE modificado con ayuda de un tercomponente, como por ejemplo propeno, hexafluorpropeno, fluoruro de vinilo o fluoruro de vinilideno (a modo de ejemplo EFEP), un copolímero de etileno-clorotrifluoretileno (E-CTFE), un policlorotrifluoretileno (PCTFE), un copolímero de clorotrifluoretileno-perfluoralquilvinileter-tetrafluoretileno (CPT), un copolímero de tetrafluoretilen-hexafluorpropen-copolímero (FEP), o un copolímero de tetrafluoretileno-perfluoralquilviniléter (PFA). También entran en consideración copolímeros a base de fluoruro de vinilideno, que presentan hasta un 40 % en peso de otros monómeros, como por ejemplo trifluoretileno, clorotrifluoretileno, etileno, propeno y hexafluorpropeno.

A modo de ejemplo, se produce polifenilsulfona (PPSU) bajo el nombre comercial Radel® de Solvay Advanced Polymers. Se puede obtener a partir de 4,4'-dihidroxibifenilo y 4,4'-dihidroxidifenilsulfona mediante substitución nucleófila. En especial, también es apropiada una mezcla de PPSU/polímero fluorado, a modo de ejemplo una

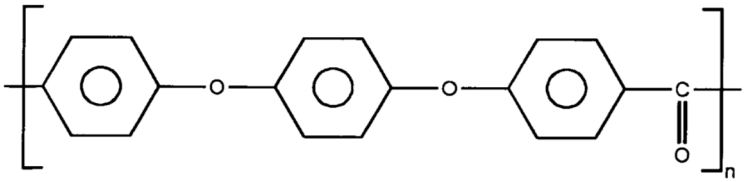
mezcla de PPSU/PTFE.

La poliarilenetercetona, empleable del mismo modo, contiene unidades de las fórmulas

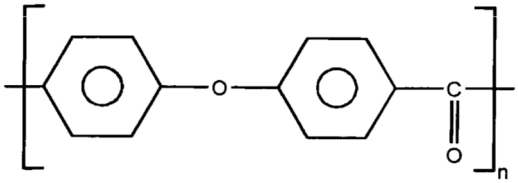
(-Ar-X-) y (-Ar'-Y-),

representando Ar y Ar' un resto aromático divalente, preferentemente 1,4-fenileno, 4,4'-bifenileno, así como 1,4-, 1,5- o 2,6-naftileno. X es un grupo electroatractor, preferentemente carbonilo o sulfonilo, mientras que Y representa otro grupo, como O, S, CH_2, isopropilideno o similares. En este caso, al menos un 50 %, preferentemente al menos un 70 %, y de modo especialmente preferente al menos un 80 % de grupos X representa un grupo carbonilo, mientras que al menos un 50 %, preferentemente al menos un 70 %, y de modo especialmente preferente al menos un 80 % de grupos Y está constituido por oxígeno.

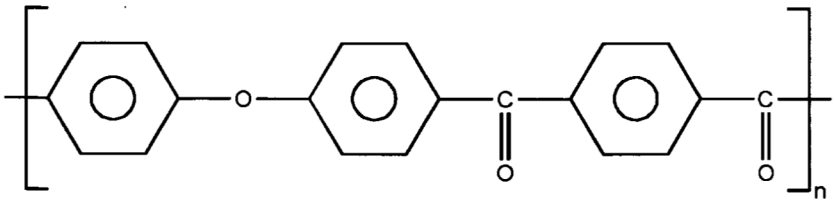
En la forma de ejecución preferente, un 100 % de grupos X está constituido por grupos carbonilo, y un 100 % de grupos Y está constituido por oxígeno. En esta forma de ejecución, la poliarilenetercetona puede ser, a modo de ejemplo, una polieteretercetona (PEEK; fórmula I), una polietercetona (PEK; fórmula II), una polietercetoncetona (PEKK; fórmula III), o una polieteretercetoncetona (PEEKK; fórmula IV), pero naturalmente también son posibles otras disposiciones de grupos carbonilo y oxígeno.



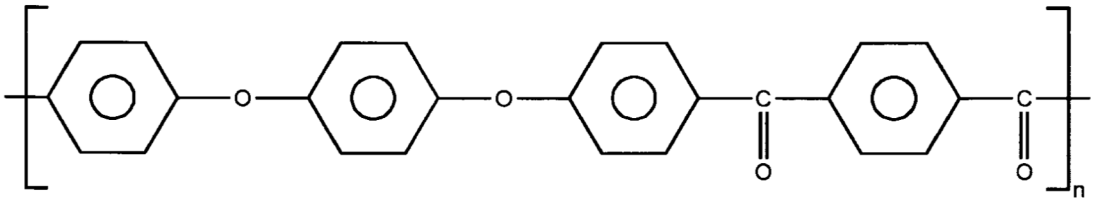
I



II



III



IV

La poliarilenetercetona es parcialmente cristalina, lo que se expresa, a modo de ejemplo, en el análisis DSC mediante hallazgo del punto de fusión de cristalita T_m, que se sitúa, según orden de magnitud, alrededor de 300ºC o por encima en la mayor parte de los casos.

El sulfuro de polifenileno contiene unidades de la fórmula

$(-C_6H_4-S-)$;

preferentemente está constituido por estas unidades en al menos un 50 % en peso, al menos un 70 % en peso, o bien al menos un 90 % en peso. Las unidades restantes pueden ser aquellas que se indican anteriormente en el caso de poliarilenetercetona, o unidades de ramificación tri- o tetrafuncionales, que resultan del empleo concomitante, a modo de ejemplo, de triclorobenceno o tetraclorobenceno en la síntesis. Sulfuro de polifenileno es comercial en una pluralidad de tipos, o bien masas de moldeo.

En el caso de mezclas de poliarilenetercetona/sulfuro de polifenileno, ambos componentes se pueden presentar en cualquier proporción de mezcla concebible, de modo que el intervalo de composición de poliarilenetercetona pura a sulfuro de polifenileno puro se cubre completamente. En general la mezcla contiene al menos un 0,01 % en peso de poliarilenetercetona, o bien al menos un 0,01 % en peso de sulfuro de polifenileno.

Las masas de material sintético pueden contener los habituales agentes auxiliares y aditivos, así como, en caso dado, otros polímeros, en el caso de poliarilenetercetona, a modo de ejemplo, polímeros fluorados, como PFA (un copolímero de tetrafluoreteno y perfluorvinilmetiléter), poliimida, polieterimida, LCP, como por ejemplo poliéster fluidocristalino, polisulfona, polietersulfona, polifenilsulfona, polibenzimidazol (PBI), u otros polímeros estables a alta temperatura, en el caso de sulfuro de polifenileno, a modo de ejemplo, copolímeros, o bien terpolímeros de etileno con comonómeros polares, y en el caso de poliamida parcialmente aromática una poliamida alifática. La masa de moldeo de poliamida puede contener, a modo de ejemplo, también un estabilizador de hidrólisis, un plastificante, o bien modificadores de tenacidad al impacto. La masa de moldeo puede contener además un agente engrasante, como disulfuro de molibdeno, nitruro de boro hexagonal o PTFE. La fracción de polímeros básicos, así como en el caso preferente la fracción de polímero olefínico, poliamida, polímero fluorado, polifenilsulfona, poliarilenetercetona, sulfuro de polifenileno, o bien mezcla de poliarilenetercetona/sulfuro de polifenileno en la masa de moldeo, asciende al menos a un 50 % en peso, preferentemente al menos un 60 % en peso, de modo especialmente preferente al menos un 70 % en peso, en especial preferentemente al menos un 80 % en peso, y de modo muy especialmente preferente al menos un 90 % en peso.

La conductividad eléctrica de la capa intermedia según b) se consigue de modo conocido, a modo de ejemplo mediante adición de hollín, hollín conductivo, polvo de grafito y/o nanotubos de carbono (CNTs), o bien fibrillas de grafito.

Además de las capas según a), b) y c), la banda, en caso deseado, puede contener aún otras capas, a modo de ejemplo una capa adhesiva entre las capas según a) y b), y/o una capa adhesiva entre las capas según b) y c).

A modo de ejemplo, el área de sección transversal de la banda puede ser rectangular, o también estar redondeada.

En los bordes de la banda, las capas aisladas pueden estar descubiertas (figura 1), o las capas según a) y c) pueden estar unidas entre sí (figura 2), para conseguir de este modo el mejor aislamiento eléctrico posible respecto a las capas de refuerzo.

Los conductores metálicos alojados en la capa según b) pueden estar conectados a una fuente de corriente eléctrica. Debido a la diferencia de potencial presente entonces entre los conductores aislados fluye una corriente a través de la capa intermedia electroconductiva; por consiguiente, esta capa actúa como calefacción por resistencia. En este caso, la tensión aplicada puede ser tensión continua o tensión alterna. Por motivos de seguridad funcional puede ser conveniente si en la capa intermedia según b) están alojados más de dos conductores metálicos, a modo de ejemplo tres, cuatro, cinco o seis. Los conductores metálicos pueden ser estables a corrosión frente al fluido transportado y sus componentes.

La banda posee habitualmente un grosor en el intervalo de 0,2 a 5 mm, preferentemente en el intervalo de 0,4 a 5 mm, y de modo especialmente preferente en el intervalo de 0,5 a 4 mm. En este caso, la capa intermedia según b) tiene generalmente un grosor en el intervalo de 0,1 a 3 mm, preferentemente en el intervalo de 0,2 a 2,5 mm, y de modo especialmente preferente en el intervalo de 0,3 a 2 mm, mientras que ambas capas externas según a) y c) tienen generalmente, en cada caso, un grosor en el intervalo de un 0,05 a un 1,5 mm, preferentemente en el intervalo de 0,1 a 1 mm, y de modo especialmente preferente en el intervalo de 0,1 a 0,5 mm.

La anchura de la banda es dependiente del diámetro de tubo. Las anchuras habituales se sitúan en el intervalo de aproximadamente 20 mm a aproximadamente 700 mm, preferentemente en el intervalo de aproximadamente 30 mm a aproximadamente 500 mm, y de modo especialmente preferente en el intervalo de aproximadamente 40 mm a aproximadamente 300 mm.

La banda se arrolla bajo tensión en forma de espiral sobre una capa situada más en el interior, pudiéndose llevar a cabo el arrollado por empuje o solapando. En el último caso, la banda se puede soldar tras el arrollado en los puntos de solapamiento. Esto se puede llevar a cabo mediante soldadura con gas caliente, mediante contacto con un elemento calefactor, por medio de una llama (de gas), o mediante irradiación de radiación electromagnética en la zona espectral UV, visible o IR. En principio, una soldadura por puntos es suficiente para la fijación de la banda; no obstante, preferentemente se genera de manera continua una soldadura ininterrumpida. Naturalmente, la banda se puede soldar también en toda su superficie en las zonas de solapamiento. Con el fin de la soldadura es ventajoso que la zona de reblandecimiento de la masa de moldeo en las capas a) y c) sea más reducida que la zona de reblandecimiento de la masa de moldeo en la capa según b).

Para mejorar la seguridad funcional se puede arrollar también varias bandas, que poseen respectivamente un circuito de corriente propio, en yuxtaposición o en superposición. Además, el tubo flexible puede poseer también varias capas de banda arrollada de tal naturaleza, que están separadas entre sí mediante una capa de refuerzo.

La capa constituida por banda arrollada puede actuar simultáneamente también como capa antidesgaste. En el estado de la técnica se colocan bandas antidesgaste entre las capas de refuerzo de acero, para evitar una abrasión de las capas de refuerzo. En este caso se llega en primer lugar a una abrasión de la banda. Esta abrasión se debe considerar, en caso dado, en el diseño para garantizar un aislamiento de la capa intermedia electroconductiva durante el período de vida útil total del conducto flexible. Por lo tanto, para las capas según a) y c) se emplean preferentemente masas de moldeo que presentan propiedades tribológicas especialmente buenas.

Si la masa de moldeo de la capa según b) contiene hollín, o bien hollín conductivo como aditivo electroconductivo, en la calefacción se puede aprovechar el efecto PTC (Positive Temperature Coefficient). Este efecto constituye una seguridad inmanente, ya que limita el aumento de temperatura en el caso de tensión constante debido a la conductividad descendente en el calentamiento. De este modo se puede impedir un deterioro térmico de la canalización o del medio a transportar.

Según la invención también es posible colocar la banda sólo en tramos de tubo concretos. Se puede hacer conductivo en la zona donde se requiere un calentamiento selectivo, y en otras zonas del tubo, en su lugar, se puede introducir, a modo de ejemplo, una banda antidesgaste convencional.

En caso dado, además de las capas aquí descritas, el tubo flexible puede contener otras capas, a modo de ejemplo capas de polímero unidireccionales o reforzadas con tejido, pudiéndose emplear un refuerzo de fibra de carbono convenientemente termoconductivo, o una capa externa para el aislamiento térmico.

Con ayuda de la invención es posible calentar el tubo a lo largo de la longitud total o en tramos seleccionados, para impedir precipitaciones. En este caso se puede evitar un deterioro térmico del sistema de conducción y del medio transportado. La reacción técnica es sencilla, ya que no se requieren piezas adicionales técnicas complicadas, y la estructura del tubo como tal no se modifica. El tubo según la invención se puede calentar de modo tan eficiente que también se puede emplear en el transporte de petróleo en regiones frías, a modo de ejemplo en la zona ártica. Adicionalmente se hace posible el empleo en tramos largos en alta mar, sin que el medio transportado descienda bajo la temperatura crítica citada anteriormente.

REIVINDICACIONES

1.- Tubo flexible para el transporte de petróleo crudo o gas natural, que contiene las siguientes capas de dentro hacia fuera:

- un revestimiento interno,
- al menos una capa de refuerzo,

encontrándose adicionalmente entre dos capas una capa adicional constituida por una banda arrollada, caracterizado porque la banda contiene las siguientes capas:

a) una primera capa (1) constituida por una masa de moldeo de material sintético no electroconductiva,

b) una capa intermedia (2) constituida por una masa de moldeo de material sintético electroconductiva, cuya resistencia de paso específica según IEC 60093 se sitúa en el intervalo de 10^{-3} a 10^{10} Ωm, estando alojados en la capa intermedia al menos dos conductores metálicos (4) a lo largo de la banda, de modo que no están en contacto a lo largo de la longitud total, así como

c) una segunda capa externa (3) constituida por una masa de moldeo de material sintético no electroconductiva.

2.- Tubo flexible según la reivindicación 1, caracterizado porque la masa de moldeo de material sintético electroconductiva de la capa intermedia (2) contiene hollín conductivo, polvo de grafito y/o fibrillas de grafito.

3.- Tubo flexible según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la banda posee un grosor en el intervalo de 0,2 a 5 mm, presentando la capa intermedia (2) un grosor en el intervalo de 0,1 a 3 mm, y poseyendo la primera capa externa (1) y la segunda capa externa (3) respectivamente un grosor en el intervalo de 0,05 a 1,5 mm.

4.- Tubo flexible según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa de refuerzo, o bien las capas de refuerzo, están constituidas por alambres de acero, perfiles de acero o bandas de acero arrollados en forma de espiral.

5.- Empleo del tubo flexible según una de las reivindicaciones precedentes para el transporte de petróleo crudo.

6.- Procedimiento para el calentamiento de un tubo flexible según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los conductores metálicos alojados en la capa intermedia se conectan a una fuente de corriente eléctrica, de modo que fluye una corriente a través de la capa intermedia electroconductiva.

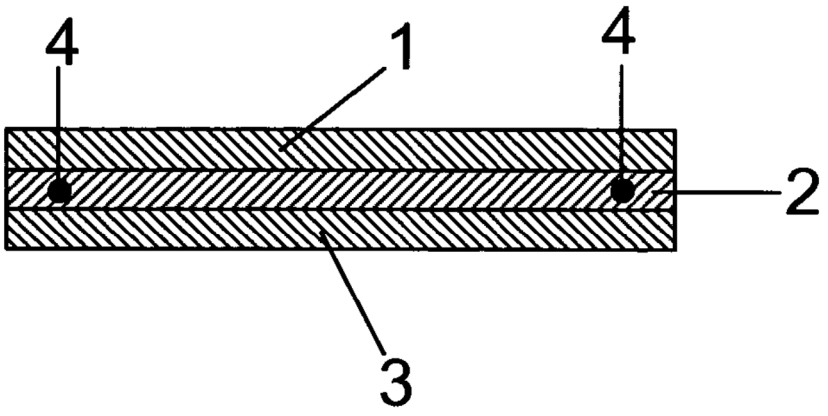


Fig. 1

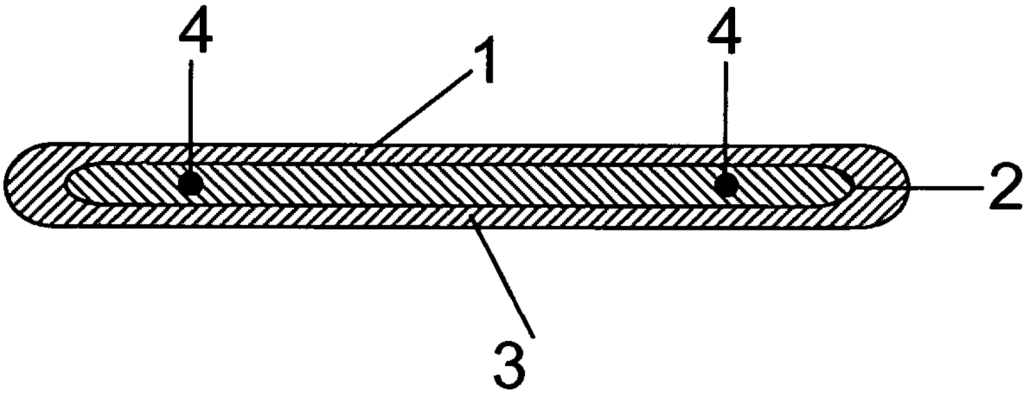


Fig. 2