

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 925**

51 Int. Cl.:

B32B 27/08 (2006.01)

B32B 27/20 (2006.01)

B32B 27/30 (2006.01)

B32B 27/34 (2006.01)

B32B 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2015 PCT/GB2015/050355**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15118356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2015 E 15703832 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3105055**

54 Título: **Material compuesto**

30 Prioridad:

10.02.2014 GB 201402264

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

25.03.2021

73 Titular/es:

**GE OIL & GAS UK LIMITED (100.0%)
2, High Street, Nailsea Bristol
BS48 1BS**

72 Inventor/es:

**DODDS, NEVILLE;
JHA, VINEET KUMAR;
LATTO, JAMES ROBERT y
FINCH, DAVID ANDREW**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 813 925 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

Material compuesto

5 La presente invención se refiere a un material compuesto para uso en un cuerpo de tubo flexible. La presente invención también se refiere a un cuerpo de tubos flexibles que comprende dicho material compuesto, así como a un método para producir dicho material compuesto.

10 Tradicionalmente se utilizan tubos flexibles para fluidos de producción de transporte, tales como aceite y/o gas y/o agua, de un lugar a otro. La tubería flexible es particularmente útil para conectar una ubicación submarina (que puede estar a gran profundidad) a una ubicación al nivel del mar. La tubería puede tener un diámetro interno de hasta aproximadamente 0.6 metros (por ejemplo, de 0.05 m a 0.6 m). La tubería flexible se forma generalmente como un conjunto de un cuerpo de tubería flexible y uno o más accesorios de extremo. El cuerpo de la tubería se forma típicamente como una combinación de materiales en capas que forman un conducto que contiene presión. La estructura de la tubería permite grandes deflexiones sin causar tensiones de flexión que perjudiquen la funcionalidad de la tubería durante su vida útil. El cuerpo de la tubería se construye generalmente como una estructura combinada que incluye capas de polímero, material compuesto y/o metálicas. Por ejemplo, un cuerpo de tubería puede incluir capas de polímero, material compuesto y/o metal.

20 Los polímeros adecuados para la formación de las capas de polímero en el cuerpo de la tubería incluyen polietileno, poliamidas y fluoruro de polivinilideno (PVDF). Puede ser deseable unir dos capas de polímero para proporcionar un material compuesto con propiedades mejoradas. Sin embargo, a veces puede resultar difícil formar una unión adecuada entre ciertas capas de polímero, por ejemplo, cuando las capas de polímero son incompatibles entre sí.

25 El documento DE10014704 A1 describe un método de aplicación de un sistema de protección contra la corrosión a un componente, en particular un tubo, en el que al menos una capa base de un material epoxi, una capa de cobertura en forma de película termoplástica y opcionalmente una capa intermedia entre la capa base se aplica al componente por medio de una llama, en el que la llama se aplica al componente, la superficie de la película termoplástica se funde durante la aplicación y se efectúa una entrada de calor en la capa base para curar el material epoxi.

30 El documento GB621867 A divulga un proceso para formar láminas o tiras de material en el que el método consiste en interponer una estera porosa de fibras no tejidas entre un par de películas de resina sintética sólida preformadas y activar la resina sintética de al menos una de dichas películas para que fluya a través de la estera entre sus fibras en contacto adhesivo con la otra de dichas películas para unir dichas películas y la estera juntas como una única estructura unitaria.

35 El documento DE4310159 A1 divulga una manguera de suministro de combustible utilizada en una tubería de combustible, caracterizada por una capa interna hecha de una resina que contiene flúor; una capa intermedia hecha de una resina diferente de dicha resina que contiene flúor y formada sobre una superficie exterior de dicha capa interior; y una capa exterior hecha de un material de caucho y formada sobre una superficie exterior de la capa intermedia.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un material compuesto para uso en un cuerpo de tubería flexible, dicho material compuesto comprende:

45 una primera capa de polímero,

una segunda capa de polímero que está unida a la primera capa de polímero, y

50 partículas de relleno que se extienden desde la primera capa de polímero hasta dentro de la segunda capa de polímero, por lo que las partículas están parcialmente incrustadas tanto en la primera como en la segunda capa de polímero, en las que las partículas de relleno están en forma de fibras y en las que la primera capa de polímero comprende un material termoplástico y la segunda capa de polímero comprende un material termoendurecible, o en el que la primera capa de polímero comprende un material termoendurecible y la segunda capa de polímero comprende un material termoplástico. La presente invención también proporciona un cuerpo de tubería flexible que comprende un material compuesto como se describe en el presente documento.

60 En el material compuesto de la presente invención, las partículas de relleno están embebidas en las dos capas del primer y segundo polímero. Las partículas de relleno se extienden desde la primera capa de polímero hasta dentro de la segunda capa de polímero, uniéndose o bloqueando así la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero juntas. Sin desear estar ligado a ninguna teoría, se considera que la primera y segunda capas de polímero pueden formar una unión fuerte con las partículas de relleno parcialmente incrustadas, uniéndose o bloqueando así las capas entre sí. La forma, densidad de la superficie y/u orientación de las partículas de relleno pueden usarse para controlar la fuerza de la unión. En un ejemplo, las partículas de relleno se distribuyen uniformemente sobre la superficie de la primera capa de polímero. Las partículas de relleno pueden tener una forma alargada. Por ejemplo, las partículas pueden tener una relación de aspecto mayor que 1, preferiblemente mayor que 10, más preferiblemente mayor que 100, por ejemplo, mayor que 500. Las partículas de relleno pueden tener una sección transversal irregular para mejorar

la unión entre la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero. En una realización, las partículas de relleno son fibras. Las partículas de relleno pueden extenderse en un ángulo de 45 a 135 grados, preferiblemente de 60 a 120 grados, más preferiblemente de 80 a 100 grados desde la superficie de la primera capa de polímero. Las partículas de relleno o, preferiblemente, las fibras pueden tener una longitud de 1 a 200 micrómetros, por ejemplo, de 50 a 150 micrómetros de longitud.

Las partículas de relleno pueden estar formados de carbono, (por ejemplo, grafito), metal, aleaciones de metal, vidrio u otras aleaciones de polímero, cerámica o polímeros. En un ejemplo, las partículas de relleno son fibras de carbono, metal, vidrio, cerámica o polímero. Los polímeros adecuados incluyen fibras de aramida (Kevlar®), fibras de polietileno y poliéster.

Las partículas de relleno pueden tener área de superficie (medida usando nitrógeno, NSA - área sensible nitrógeno) tan alta como 600 m²/g o superior. Sin embargo, área superficial de 100 - 300 m² se prefiere un/g.

Las partículas de relleno pueden ser tratados para facilitar la unión con la primera capa de polímero y/o segunda capa de polímero. Por ejemplo, la estructura de las partículas de relleno se puede adaptar para facilitar tal unión. Alternativa o adicionalmente, las partículas de relleno pueden tratarse químicamente, por ejemplo, para facilitar la unión a una o ambas capas de polímero. Por ejemplo, las partículas de relleno se pueden funcionalizar injertando grupos funcionales apropiados en las partículas (por ejemplo, grupos amina o amida).

Al unir la primera capa de polímero a la segunda capa de polímero, puede ser posible producir un material compuesto que tenga una combinación de propiedades. Por ejemplo, puede ser posible producir un material compuesto que tenga flexibilidad derivada de la primera capa de polímero y resistencia derivada de la segunda capa de polímero o viceversa.

Al unir de la primera capa de polímero a la segunda capa de polímero usando la presente invención, también puede ser posible unir una primera capa de polímero a una segunda capa de polímero donde las capas de polímero son incompatibles entre sí. Por ejemplo, la primera capa de polímero está formada por un material termoplástico y la segunda capa de polímero está formada por un material termoestable o viceversa. En una realización, el material compuesto tiene la forma de una cinta. Puede aplicarse una capa de material a la primera capa de polímero y puede aplicarse una capa diferente de material a una segunda capa de polímero para formar una estructura compuesta final. Al utilizar una cinta de acuerdo con una realización de la invención, es posible combinar capas incompatibles de material en un solo material compuesto.

La fuerza inter-laminar (resistencia al pelado) de la capa primera y segunda de polímero puede ser de al menos 30 MPa, preferiblemente al menos 50 MPa, más preferiblemente al menos 100 MPa. Ventajosamente, esto es considerablemente mayor que las resistencias al pelado (por ejemplo, 5 MPa o menos) que se logra típicamente, por ejemplo, calandrandos dos capas (por ejemplo, cintas) de materiales diferentes juntas, incluso con la aplicación de temperatura. Con el material compuesto de la presente invención, la resistencia interlaminar de la primera y segunda capa de polímero puede ser lo suficientemente fuerte como para minimizar el riesgo de falla en la interfaz. La unión entre la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero puede ser al menos tan fuerte como cualquiera de las propias capas de polímero.

La primera capa de polímero puede estar formada de cualquier polímero adecuado, por ejemplo, polímeros termoplásticos o termoestables. Los ejemplos de polímeros adecuados incluyen fluoruro de polivinilideno (PVDF); poliamidas que incluyen Nylon-11 o Nylon-12; y polietileno (por ejemplo, MDPE/HDPE). Otros ejemplos incluyen éster de vinilo; epoxi; sulfuro de polifenileno (PPS); poliéter éter cetona (PEEK); fluoropolímeros, incluidos politetrafluoroetileno (PTFE) y PFA/MFA; polímeros de poliuretanos y sulfonas. Puede emplearse una mezcla de dos o más polímeros. Los ejemplos de mezclas incluyen éster vinílico epoxi-poliuretano y éster vinílico-polipropileno. En una realización, el polímero es un material compuesto polimérico. Por ejemplo, la primera capa de polímero puede estar formada por un material compuesto de polímero que comprende rellenos de refuerzo dispersos en una matriz de polímero de soporte. Las cargas de refuerzo adecuadas incluyen fibras de carbono, vidrio, cerámica o polímero. Otros ejemplos de partículas de relleno de refuerzo incluyen nanoarcillas, partículas reactivas de metal u óxido. Los ejemplos de matrices adecuadas incluyen fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliamidas que incluyen PA11 o PA12; y polietileno (por ejemplo, MDPE/HDPE). Otros ejemplos incluyen éster de vinilo, epoxi, sulfuro de polifenileno (PPS), poliéter éter cetona (PEEK), fluoropolímeros, incluidos politetrafluoroetileno (PTFE) y PFA/MFA, poliuretanos y polímeros de sulfona.

La segunda capa de polímero puede estar formada de cualquier polímero adecuado, por ejemplo, polímeros termoplásticos o termoestables. Los ejemplos de polímeros adecuados incluyen fluoruro de polivinilideno (PVDF); poliamidas que incluyen Nylon-11 o Nylon-12; y polietileno (por ejemplo, MDPE/HDPE). Otros ejemplos incluyen éster de vinilo; epoxi; sulfuro de polifenileno (PPS); poliéter éter cetona (PEEK); fluoropolímeros, incluidos politetrafluoroetileno (PTFE) y PFA/MFA; Polímeros de poliuretanos y sulfonas. Puede emplearse una mezcla de dos o más polímeros. Los ejemplos de mezclas incluyen éster vinílico epoxi-poliuretano y éster vinílico-polipropileno. En una realización, el polímero es un material compuesto polimérico. Por ejemplo, la segunda capa de polímero puede estar formada por un material compuesto de polímero que comprende partículas de relleno de refuerzo dispersas en una matriz de polímero de soporte. Las cargas de refuerzo adecuadas incluyen fibras de carbono, vidrio, cerámica o

polímero. Otros ejemplos de cargas de refuerzo incluyen nanoarcillas, partículas de óxido o metales reactivos. Los ejemplos de matrices adecuadas incluyen fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliamidas que incluyen PA11 o PA12; y polietileno (por ejemplo, MDPE/HDPE). Otros ejemplos incluyen éster de vinilo, epoxi, sulfuro de polifenileno (PPS), poliéter éter cetona (PEEK), fluoropolímeros, incluidos politetrafluoroetileno (PTFE) y PFA/MFA, poliuretanos y polímeros de sulfona.

Cuando un material compuesto que comprende polímeros rellenos de refuerzo en una matriz de soporte se utiliza como la primera y/o segunda capa de polímero, las partículas de relleno de refuerzo pueden estar alineadas de forma aleatoria en la mayor parte de la capa. Las partículas de relleno en la interfaz entre la primera y la segunda capas de polímero se pueden alinear de manera diferente a las partículas en la mayor parte de la primera y/o la segunda capa de polímero. Por ejemplo, al menos el 50%, preferiblemente al menos el 75% de las partículas de relleno en la interfaz pueden ser fibras que estén alineadas de tal manera que estén en un ángulo de 45 a 135 grados, preferiblemente 60 a 120 grados, más preferiblemente 80 a 100 grados hasta la interfaz entre la primera y la segunda capa de polímero. En una realización, la mayor parte o sustancialmente todas las partículas de relleno en la interfaz son fibras que se extienden sustancialmente perpendicularmente a la interfaz entre la primera y la segunda capas de polímero. Las partículas de relleno en el resto de las capas de polímero pueden alinearse de manera diferente, por ejemplo, pueden dispersarse de manera aleatoria por toda la matriz de soporte.

Las partículas de relleno que se unen a la primera capa de polímero a la segunda capa de polímero puede ser el mismo o diferente a cualesquiera partículas de relleno utilizadas para reforzar las capas primeras y/o segundas de polímero.

La primera capa de polímero puede ser diferente de la segunda capa de polímero. Por ejemplo, la primera capa de polímero puede estar formada por un polímero diferente de la segunda capa de polímero. Alternativamente, la primera capa de polímero puede estar formada por el mismo polímero, pero tener una composición de polímero diferente o ser de un grado de polímero diferente de la segunda capa de polímero. La primera capa de polímero puede tener propiedades diferentes a las de la segunda capa de polímero. En una realización, la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero no son compatibles y no forman una unión fuerte, por ejemplo, mediante técnicas de unión térmica convencionales.

En una realización, una o ambas de la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero está formada de un material compuesto de polímero que comprende fibras de refuerzo dispersados en una matriz de polímero de soporte. Por lo tanto, al menos una de las capas puede tener fibras de refuerzo distribuidas por toda la capa. Sin embargo, las partículas de relleno (por ejemplo, fibras) que facilitan la unión entre la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero solo pueden estar presentes en la interfaz entre la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero. Cuando las partículas de relleno son fibras, estas fibras pueden estar formadas por el mismo o diferente material que las fibras de refuerzo presentes en el material compuesto polimérico de la primera o segunda capa polimérica. En un ejemplo, una capa de polímero es un material compuesto de polímero que comprende fibras de refuerzo, mientras que la otra capa de polímero está desprovista de fibras de refuerzo.

La presente invención también proporciona un método de fabricación de un material compuesto tal como se describe en el presente documento, dicho método comprende:

incorporar de partículas de relleno en la primera capa de polímero, con lo que las partículas de relleno están embebidas parcialmente en la primera capa de polímero y se extienden más allá de una superficie de la primera capa de polímero,

aplicar un polímero a dicha superficie de la primera capa de polímero para formar la segunda capa de polímero, por lo que las partículas de relleno que se extienden más allá de la superficie de la primera capa de polímero también se incorporan en la segunda capa de polímero.

El método puede comprender proporcionar las partículas de relleno como una banda de material de fibra. La banda puede ser una estera o fieltro de material fibroso. La banda puede estar formada por fibras tejidas o cosidas o puede estar formada por fibras cortadas o irregulares presionadas juntas. Alternativamente, la banda puede comprender una espuma de material fibroso.

La banda puede ser presionada sobre la primera capa de polímero para incorporar las partículas de relleno (por ejemplo, fibras) en la primera capa de polímero. En una realización, la banda se prensa de manera que la banda solo se incrusta parcialmente en la primera capa de polímero y se extiende suficientemente más allá de la superficie de la primera capa de polímero para permitir que se forme una unión adecuada con la segunda capa de polímero. En otra realización, la banda se puede incrustar en la primera capa de polímero y, posteriormente, parte de la primera capa de polímero se puede eliminar, por ejemplo, por medios mecánicos o de disolvente. Al eliminar parte de la primera capa de polímero de esta manera, las partículas de relleno (por ejemplo, fibras) pueden exponerse en mayor medida, de modo que se extiendan más allá de la superficie de la primera capa de polímero para permitir que se forme una unión adecuada con la segunda. capa de polímero.

En una realización, la banda es presionada sobre la primera capa de polímero mientras que la primera capa de polímero es suficientemente deformable para permitir que la banda que se va al menos parcialmente incorporado. En un ejemplo, la primera capa de polímero puede ablandarse a una temperatura elevada o puede ponerse en contacto con la banda antes de que la primera capa de polímero esté completamente curada. La segunda capa de polímero puede aplicarse luego a la primera capa de polímero para formar el material compuesto. La segunda capa de polímero puede aplicarse en forma líquida y dejar que se asiente alrededor de las partículas de relleno que sobresalen (por ejemplo, fibras) para formar el material compuesto. Por ejemplo, la segunda capa de polímero puede ser una resina epoxi líquida que se aplica en forma líquida y luego se coloca alrededor de las partículas de relleno que sobresalen. Alternativamente, el segundo polímero se puede aplicar en un estado deformable, por ejemplo, a temperatura elevada o curado previamente para asegurar que las partículas de relleno que se extienden desde la superficie de la primera capa de polímero también estén incrustadas en la segunda capa de polímero. A continuación, las capas de polímero se pueden fraguar, por ejemplo, mediante enfriamiento y/o curado.

El material compuesto puede estar formado por calandrado, por ejemplo, por calandrado de la primera capa de polímero, la banda y la segunda capa de polímero. Alternativamente, la primera capa de polímero, la banda y la segunda capa de polímero pueden coextruirse para formar el material compuesto.

El material compuesto se puede emplear en una amplia gama de aplicaciones en un cuerpo de tubo flexible. Por ejemplo, el material compuesto puede usarse para formar una o más capas de blindaje a presión en el cuerpo de la tubería. La carga primaria en tales capas se forma a partir de fuerzas radiales. Las capas de blindaje de presión a menudo tienen un perfil de sección transversal específico para enclavarse a fin de poder mantener y absorber las fuerzas radiales que resultan de la presión externa o interna en la tubería. Cuando las capas de armadura de presión se enrollan helicoidalmente formando componentes de aro, las fuerzas radiales de la presión exterior o interior sobre la tubería hacen que los componentes del aro se expandan o contraigan, poniendo respectivamente una carga de compresión o tracción sobre la capa enrollada helicoidalmente. El perfil de la sección transversal de los devanados que evita así que la tubería estalle o colapse como resultado de la presión se denomina a veces perfiles resistentes a la presión. La aplicación de un material compuesto de la presente invención como blindaje a presión puede ser ventajoso para permitir, por ejemplo, la unión de un material de alta temperatura de transición vítrea a un material de baja temperatura de transición vítrea para formar un material compuesto de los dos con mejor resistencia a la temperatura. En otra realización, una capa exterior menos resistente químicamente (pero más rentable) se puede unir al exterior de una capa interior químicamente resistente que está expuesta al fluido de servicio, proporcionando un material compuesto de resistencia química mejorada a menor coste.

Al utilizar el material compuesto de la presente invención, también es posible rigidizar un diseño de tubería de perforación lisa en la carga hidrostática externa. Por ejemplo, en una realización, un forro termoplástico de, por ejemplo, PVDF, puede endurecerse presionando una banda o cinta de material de fibra (por ejemplo, fibra de carbono) sobre la superficie externa del forro. Esto incorpora las fibras en la primera capa de polímero, asegurando que las fibras se incorporen parcialmente en el revestimiento y se extiendan más allá de la superficie exterior de la primera capa de polímero. Se aplica a la cinta una capa de armadura de presión de aro de material compuesto termoplástico formada, por ejemplo, a partir de PVDF reforzado con fibra de carbono, por lo que las fibras que se extienden más allá de la superficie del forro se incorporan en la capa de armadura de presión de aro. Como resultado, se forma una estructura compuesta de múltiples capas desde el forro y la capa de armadura de presión del aro, por lo que las capas se unen o bloquean en virtud de las fibras de carbono incrustadas.

En muchos diseños de tuberías flexibles el cuerpo de la tubería incluye una o más capas de armadura de tensión, típicamente formados por cables de la armadura de tensión enrollados helicoidalmente. La carga principal en tal capa es la tensión. En aplicaciones de alta presión, como en entornos de aguas profundas y ultraprofundas, la capa de armadura de tensión experimenta cargas de alta tensión debido a una combinación de carga de tapa del extremo de presión interna y el peso autoportante de la tubería flexible. Esto puede causar fallas en la tubería flexible ya que tales condiciones se experimentan durante períodos de tiempo prolongados. El material compuesto de la presente invención se puede utilizar para formar una o más de las capas de armadura de tensión en el cuerpo de la tubería. Utilizando la presente invención, los cables de armadura de tensión también pueden diseñarse para que tengan un gradiente de propiedades a través del espesor. Además, los cables de armadura formados a partir del material compuesto de la presente invención pueden tener propiedades transversales generales mejoradas y/o estar dispuestos para resistir o prevenir fallas debido a la abrasión, desgaste y otras fuerzas de contacto que actúan entre las capas en la tubería flexible.

Las cintas también se utilizan en la estructura de los tubos flexibles con el fin de evitar el destrenzado radial o lateral de los cables cuando el tubo se somete a compresión axial; el destrenzado es el desplazamiento de los cables desde su posición deseada/diseñada, ya sea en la dirección radial o desde su alineación helicoidal angular consistente en la tubería. Las cintas fabricadas que utilizan materiales compuestos de la presente invención pueden reemplazar múltiples capas de otros tipos de cintas no unidas. Esto puede mejorar la eficacia de la capa de cinta en la estructura de la tubería y hacer que la aplicación de dichas capas de cinta al espesor y/o resistencia o módulo deseado o diseñado sea más simple o más eficaz durante la fabricación de la tubería. La unión de cintas y particularmente cintas de materiales diferentes se hace posible mediante el uso de materiales compuestos de la presente invención. Un beneficio adicional del uso de cintas que comprenden los materiales compuestos de la presente invención es que tales cintas

se pueden usar sin refuerzo metálico o unión. Esto mejora la resistencia de la tubería resultante a la degradación de especies de gas ácido como el sulfuro de hidrógeno.

El tubo flexible puede tener accesorios terminales para la conexión de segmentos de cuerpo de tubo flexible, juntos o para la conexión de ellos a los equipos terminales, tales como estructuras submarinas rígidas o instalaciones flotantes. Como tal, entre otros usos variados, la tubería flexible se puede usar para proporcionar un conjunto de tubo ascendente para transportar fluidos desde una línea de flujo submarino hasta una estructura flotante. En un conjunto de tubo ascendente de este tipo, un primer segmento de tubería flexible puede conectarse a uno o más segmentos adicionales de tubería flexible. Cada segmento de tubo flexible incluye al menos un accesorio de extremo. El material compuesto de la presente invención se puede utilizar para acoplar cables de armadura de tensión de materiales compuestos o metálicos con un polímero tal como epoxi u otro material utilizado en los accesorios de los extremos.

Las realizaciones de la invención se describen adicionalmente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra una tubería flexible que comprende al menos una parte formada a partir de un material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención, y

La figura 2 ilustra cómo se pueden utilizar partes de tubería flexible como línea 205 de flujo o puente 206.

En los dibujos, números de referencia se refieren a partes similares.

A lo largo de esta descripción, se hará referencia a un tubo flexible. Se entenderá que una tubería flexible es un conjunto de una parte de un cuerpo de tubería y uno o más accesorios de extremo en cada uno de los cuales termina un extremo respectivo del cuerpo de tubería. La figura 1 ilustra cómo se forma el cuerpo 100 de tubería de acuerdo con una realización de la presente invención a partir de una combinación de materiales en capas que forman un conducto que contiene presión. Aunque en la figura 1 se ilustran varias capas particulares, debe entenderse que la presente invención es ampliamente aplicable a estructuras de cuerpo de tubería coaxial que incluyen dos o más capas fabricadas a partir de una variedad de materiales posibles. Por ejemplo, el cuerpo de la tubería puede estar formado por capas de polímero, capas compuestas, capas metálicas o una combinación de diferentes materiales. Cabe señalar además que los espesores de capa se muestran únicamente con fines ilustrativos.

Como se ilustra en la Fig. 1, un cuerpo de tubería incluye una capa 101 de carcasa más interna opcional. La carcasa proporciona una construcción de enclavamiento que se puede usar como la capa más interna para prevenir, total o parcialmente, el colapso de una cubierta 102 de presión interna debido a la descompresión de la tubería, la presión externa y la presión de la armadura de tensión y las cargas de trituración mecánica. La capa de carcasa es a menudo una capa metálica, formada por ejemplo de acero inoxidable. La capa de carcasa también podría estar formada por polímero u otro material, o una combinación de materiales. En un ejemplo, se puede emplear un material compuesto de acuerdo con la presente invención para formar la capa de carcasa. Se apreciará que ciertas realizaciones de la presente invención son aplicables a operaciones de "perforación suave" (es decir, sin una capa de carcasa) así como a aplicaciones de "perforación rugosa" (con una capa de carcasa).

La cubierta 102 interna de presión actúa como una capa de retención de fluido y comprende una capa de polímero que garantiza la integridad de fluido interno. Debe entenderse que esta capa puede comprender en sí misma varias subcapas. Se apreciará que cuando se utiliza la capa de carcasa opcional, los expertos en la técnica a menudo se refieren a la cubierta de presión interna como una capa de barrera. En una realización, la cubierta de presión interna (por ejemplo, capa de barrera o revestimiento) se puede formar usando un material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención. En funcionamiento sin tal carcasa (denominado funcionamiento de perforación suave), la cubierta de presión interna puede denominarse forro.

Una capa 103 de armadura de presión opcional es una capa estructural que aumenta la resistencia de la tubería flexible a la presión interna y externa y las cargas de aplastamiento mecánico. La capa también soporta estructuralmente la cubierta de presión interna, y típicamente se puede formar a partir de una construcción entrelazada de cables enrollados con un ángulo de colocación cercano a 90°. La capa de armadura a presión es a menudo una capa metálica, formada por ejemplo de acero al carbono. La capa de armadura a presión también podría formarse a partir de polímero u otro material, o una combinación de materiales. En una realización, se puede usar un material compuesto de acuerdo con una realización de la invención para formar la capa de armadura a presión. Un material compuesto de acuerdo con una realización de la invención también puede colocarse entre dos capas de blindaje de presión superpuestas.

El cuerpo de tubo flexible también incluye una primera capa 105 de armadura de tensión opcional y segundo a la capa 106 de armadura de tensión opcional. Cada capa de armadura de tensión se utiliza para soportar cargas de tracción y presión interna. La capa de armadura de tensión a menudo se forma a partir de una pluralidad de cables (para impartir resistencia a la capa) que se encuentran sobre una capa interna y se enrollan helicoidalmente a lo largo de la tubería en un ángulo de colocación típicamente entre aproximadamente 10° y 55°. Las capas de armadura de tensión a menudo se enrollan en pares. Las capas de armadura de tensión son a menudo capas metálicas, formadas a partir

de acero al carbono, por ejemplo. Las capas de armadura de tensión también podrían formarse a partir de polímero u otro material, o una combinación de materiales. También se puede emplear un material compuesto de acuerdo con una realización de la invención como capa de armadura de tensión opcional.

5 El cuerpo de tubería flexible mostrado también incluye capas opcionales de cinta 104 que ayudan a contener capas subyacentes y en cierta medida evitar la abrasión entre capas adyacentes. La capa de cinta puede ser un polímero o una combinación de materiales. El material compuesto de la presente invención se puede utilizar como cinta. Alternativa o adicionalmente, se pueden usar otros materiales compuestos.

10 El cuerpo de tubo flexible también incluye típicamente capas 107 opcionales de aislamiento y una cubierta 108 exterior, que comprende una capa de polímero utilizado para proteger la tubería contra la penetración de agua de mar y otros entornos externos, corrosión, abrasión y daños mecánicos. El material compuesto de la presente invención se puede utilizar como aislamiento y/o revestimiento exterior.

15 Cada tubería flexible comprende al menos una parte, a veces se hace referencia como un segmento o sección de cuerpo 100 de tubería junto con un accesorio de extremo ubicado en al menos un extremo de la tubería flexible. Un accesorio de extremo proporciona un dispositivo mecánico que forma la transición entre el cuerpo de la tubería flexible y un conector. Las diferentes capas de tubería, como se muestra, por ejemplo, en la figura 1, están terminadas en el accesorio de extremo de tal manera que transfieren la carga entre la tubería flexible y el conector.

20 La figura 2 también ilustra cómo se pueden utilizar porciones de tubería flexible como línea 205 de flujo o puente 206.

25 Será evidente para una persona experta en la técnica que características descritas en relación con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente puede ser aplicable de forma intercambiable entre las diferentes formas de realización. Las realizaciones descritas anteriormente son ejemplos para ilustrar varias características de la invención.

30 En toda la descripción y reivindicaciones de esta especificación, las palabras “comprenden” y “contienen” y variaciones de ellos significa “que incluyen, pero no se limitan a”, y no se pretende que (y no lo hacen) excluir otras fracciones, aditivos, componentes, números enteros o etapas. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, la especificación debe entenderse como que contempla tanto la pluralidad como la singularidad, a menos que el contexto requiera lo contrario.

35 Los rasgos, números enteros, características, materiales compuestos, fracciones químicas o grupos descritos junto con un aspecto, realización o ejemplo particular de la invención deben entenderse como aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo descrito en este documento a menos que sea incompatible con el mismo. Todas las características divulgadas en esta especificación (incluidas las reivindicaciones adjuntas, el resumen y los dibujos) y/o todas las etapas de cualquier método o proceso así revelados, pueden combinarse en cualquier combinación, excepto combinaciones en las que al menos algunas de dichas características y/o las etapas son mutuamente excluyentes. La invención no se limita a los detalles de ninguna de las realizaciones anteriores. La invención se extiende a cualquier novedad, o cualquier combinación novedosa, de las características divulgadas en esta especificación (incluidas las reivindicaciones, resúmenes y dibujos adjuntos), o a cualquier novedad, o combinación novedosa, de las etapas de cualquier método o proceso así revelado.

45 La atención del lector se dirige a todos los artículos y documentos que se presenten al mismo tiempo o antes de esta memoria en relación con esta solicitud y que están abiertos a la inspección pública con esta memoria, y el contenido de todos esos artículos y documentos se incorporan aquí como referencia.

50 Ejemplo comparativo A

En este ejemplo comparativo, una primera capa de cinta de polímero formado a partir de un material termoestable se laminó a una segunda capa de cinta matriz de polímero formado a partir de un material de PVDF a temperatura elevada. Las capas de cinta no formaron una buena unión (resistencia al desprendimiento de <5 MPa).

55 Ejemplo 1

60 En este ejemplo, una banda de material de fibra de carbono se ha incorporado parcialmente en una primera capa de cinta de polímero formado a partir de un material de PVDF, tal que al menos algunas de las fibras de carbono se extienden más allá de la superficie de la primera capa de cinta de polímero. Se aplicó una segunda capa de cinta de matriz polimérica formada a partir de un material de poliamida a la primera capa de cinta polimérica, por lo que las fibras de carbono que se extendían más allá de la superficie de la primera capa de cinta polimérica se incorporaron en la segunda capa de cinta polimérica. Se formó una unión fuerte (resistencia al desprendimiento > 30 MPa) entre la primera y la segunda capas de cinta de polímero en el material compuesto resultante.

REIVINDICACIONES

1. Un material compuesto para usar en un cuerpo de tubería flexible para transportar fluidos de producción, dicho material compuesto comprende:
- 5 una primera capa de polímero,
- una segunda capa de polímero que está unida a la primera capa de polímero y partículas de relleno que se extienden desde la primera capa de polímero hasta dentro de la segunda capa de polímero,
- 10 en la que las partículas están parcialmente incrustadas tanto en la primera como en la segunda capa de polímero,
- en la que las partículas de relleno están en forma de fibras,
- 15 en la que la primera capa de polímero comprende un material termoplástico y la segunda capa de polímero comprende un material termoendurecible, o en la que la primera capa de polímero comprende un material termoendurecible y la segunda capa de polímero comprende un material termoplástico.
2. Un material compuesto como se reivindicó en la reivindicación 1, en el que las partículas de relleno están formadas a partir de vidrio, carbono, polímero, cerámica y/o metal.
- 20 3. Un material compuesto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras tienen una longitud de 1 a 200 micrómetros.
- 25 4. Un material compuesto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero está formada por un material compuesto de polímero que comprende fibras de refuerzo dispersas en una matriz de polímero, y en el que las partículas de relleno están opcionalmente en la forma de las fibras que son diferentes de las fibras de refuerzo en el material compuesto polimérico.
- 30 5. Un material compuesto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas de relleno sólo están presentes en una región adyacente a la interfaz entre la primera capa de polímero y la segunda capa de polímero.
- 35 6. Un material compuesto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene la forma de una cinta.
- 40 7. Un cuerpo de tubería flexible que comprende un material compuesto como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 45 8. Un método para fabricar un material compuesto como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, dicho método comprende: incorporar partículas de relleno en la primera capa de polímero, por lo que las partículas de relleno se incorporan parcialmente en la primera capa de polímero y se extienden más allá de una superficie de la primera capa de polímero, aplicando un polímero a dicha superficie de la primera capa de polímero para formar la segunda capa de polímero, por lo que las partículas de relleno que se extienden más allá de la superficie de la primera capa de polímero también se incorporan en la segunda capa de polímero,
- en el que las partículas de relleno son fibras, y
- 50 en el que la primera capa de polímero comprende un material termoplástico y la segunda capa de polímero comprende un material termoendurecible, o en el que la primera capa de polímero comprende un material termoendurecible y la segunda capa de polímero comprende un material termoplástico.
- 55 9. Un método como se reivindicó en la reivindicación 8, en el que el método comprende proporcionar las fibras como una banda de material de fibra,
- presionar la banda sobre la primera capa de polímero para incorporar las fibras en la primera capa de polímero, y opcionalmente tratar la primera capa de polímero y/o las fibras para asegurar que las fibras se incorporen parcialmente en la primera capa de polímero y se extiendan más allá de una superficie de la primera capa de polímero.
- 60 10. Un método como se reivindicó en la reivindicación 9, en el que la banda se presiona sobre la primera capa de polímero mientras la primera capa de polímero está a una temperatura elevada o antes de que la primera capa de polímero esté completamente curada.
- 65

11. Un método como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el polímero aplicado a la superficie de la primera capa de polímero está en forma líquida y posteriormente fraguado.
- 5 12. Un método como se reivindicó en la reivindicación 8 a 11, en el que las fibras se incorporan en la primera capa de polímero incorporando fibras en la capa y luego eliminando una parte de la primera capa de polímero para exponer las fibras de manera que se extiendan más allá de la superficie de la primera capa de polímero.
- 10 13. Un método como se reivindicó en la reivindicación 12, en el que la porción del primer polímero se elimina por medios mecánicos o solventes.
- 15 14. Un método como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que se aplica presión para unir la primera capa de polímero a la segunda capa de polímero.
- 15 15. Un método como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, que comprende además curar el material compuesto.
16. Un método como se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, en el que el material compuesto está en forma de cinta y en el que se unen capas adicionales a uno o ambos lados de la cinta.

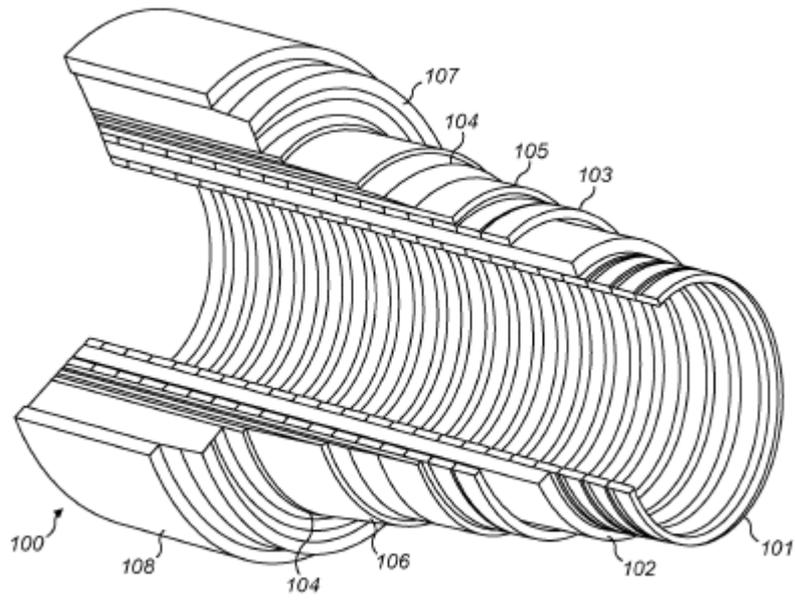


FIG. 1

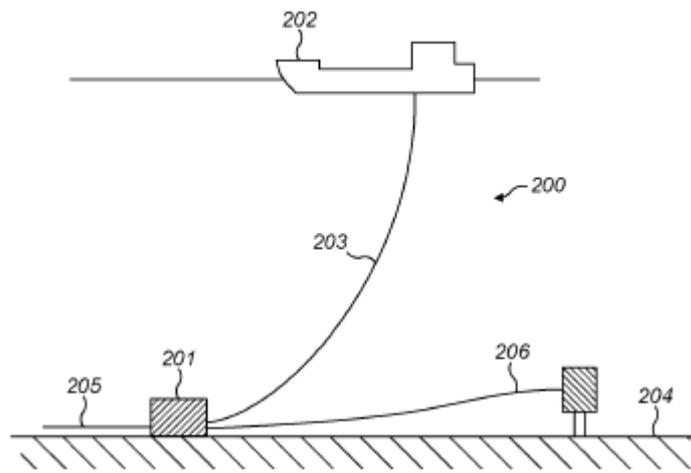


FIG. 2