

REVESTIMIENTOS PARA TUBERÍAS GRP RESISTENTES A IMPACTOS

CAMPO TÉCNICO Y APLICABILIDAD INDUSTRIAL DE LA INVENCION

La invención se refiere a un revestimiento para tuberías de plástico
5 reforzado con vidrio de comportamiento mejorado al impacto que comprende
una capa B) de resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con
una resina de éster de vinilo reforzada por fibras no tejidas y una capa C) de
resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con una resina de
éster de vinilo reforzada por hebras de fibra cortadas. Al menos una de estas
10 capas B) o C) comprende pigmentos de color al 0,2 - 5,0 % en peso. La
invención proporciona revestimientos flexibles para tuberías GRP a presión y
sin presión. Mejora el comportamiento al impacto del revestimiento de tubería
ofreciendo a la vez también mejoras en la resistencia a la abrasión, la
resistencia al chorro de agua para la limpieza a alta presión sin daño al
15 revestimiento, durabilidad esperada aumentada debido a una resistencia
mejorada a la presión interna y permite la pigmentación del revestimiento. La
invención incluye también un proceso para producir el revestimiento de tubería
de plástico reforzado con vidrio.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Las tuberías reforzadas con fibra de vidrio (denominadas a partir de
ahora tuberías GRP) son algo sensibles al daño por impacto en comparación
con las tuberías termoplásticas. Resulta por tanto de interés la capacidad de
las tuberías GRP de ofrecer resistencia mejorada al impacto pero manteniendo
también los beneficios inherentes ofrecidos por las tuberías de plástico
25 reforzadas con vidrio de durabilidad excelente, propiedades de rigidez y

fluencia baja a largo plazo.

Se sabe que la introducción de un orificio interno de tubería flexible, o un revestimiento, puede mejorar la resistencia de los materiales al agrietamiento por impacto externo y reducir el posterior riesgo de paso de agua a través de la pared de la tubería. Sin embargo, los revestimientos flexibles basados en resinas de poliéster insaturado sin refuerzo de vidrio pueden tener también resistencia limitada al impacto en climatología fría. Asimismo, el agrietamiento debido a la diferencia en los efectos térmicos entre capas reforzadas y no reforzadas en la tubería puede aparecer incluso en ausencia de eventos de impacto adicionales. Debe señalarse que a partir de ahora en el presente documento, todo uso de la expresión "tubería" ha de tomarse como idéntico y sinónimo al uso de la expresión "tubo".

Se requiere algunas veces la pigmentación del revestimiento por el usuario de la tubería para distinguir claramente diferentes tipos de tuberías en una instalación, pero debe ser de un color más claro para permitir la inspección visual del revestimiento en servicio y no esconder daños y deficiencias. Aun así, la adición de pigmentos a revestimientos de resinas de poliéster insaturado para tuberías, cuando se fabrica mediante devanado de filamento, concretamente, aunque sin limitarse a procesos continuos de devanado de filamentos con una alta eficacia de producción, dará como resultado un rendimiento reducido de la tubería ya que los pigmentos alteran el comportamiento mecánico e interfieren con las fibras de vidrio de refuerzo dando como resultado un rendimiento reducido de la tubería. Esta reducción del rendimiento de la tubería es más notable cuando las tuberías se someten a un ensayo de resistencia a la presión interna, o un ensayo de base del diseño

hidrostático. Toda la inclusión de pigmento en resinas de poliéster insaturado alterará el comportamiento mecánico de la resina.

Esta desventaja conocida se supera mediante la selección cuidadosa de la construcción del revestimiento, poliéster insaturado, la naturaleza del
5 refuerzo, la construcción de las capas y la pigmentación de la invención presentada de manera conjunta.

El documento US 6.241.840 B1 se dirige a una tubería de GRP formada de manera continua diseñada para el suministro de agua potable, donde la capa de la superficie interna está compuesta de una resina termoplástica
10 especialmente adecuada para el contacto prolongado con agua potable. Sin embargo, no dice nada sobre el contenido de pigmentos de color.

El documento GB 1 387 191 A se dirige a una estructura de material compuesto de plástico reforzado que comprende un cuerpo tubular y un revestimiento interior tubular resistente a la corrosión. Sin embargo, no dice
15 nada sobre el contenido de pigmentos de color.

El documento EP 1 762 581 A1 divulga un material de revestimiento útil como material de revestimiento resistente a la corrosión. Sin embargo, no dice nada sobre el contenido de pigmentos de color.

El documento US 4. 515.737 A se refiere a una tubería de material compuesto plástico compuesta de una tubería de una resina termoplástica como núcleo, una intercapa de FRP y una capa revestida de resina
20 termoplástica como capa más externa. Sin embargo, no dice nada sobre el contenido de pigmentos de color.

SUMARIO DE LA INVENCION

25 La invención es una combinación de novedosas construcciones de

revestimientos que identifican revestimientos flexibles para las tuberías GRP a presión y sin presión que mejoran el comportamiento a impacto del revestimiento de la tubería a la vez que ofrecen también mejoras en la resistencia a la abrasión, la resistencia al chorro de agua para la limpieza a alta presión sin daño al revestimiento, durabilidad esperada aumentada debido a una resistencia mejorada a la presión interna y permite -opcionalmente- la pigmentación del revestimiento. La elección de la construcción de revestimiento, poliéster insaturado, la naturaleza del refuerzo, la construcción de las capas y también la pigmentación ha permitido, de forma sorprendente, conseguir todas las propiedades de las tuberías anteriores. La expresión "tubo" puede utilizarse de una forma sinónima con el uso de "tubería" a partir de ahora en el presente documento.

Es, por tanto, un objetivo primario de la invención proporcionar un revestimiento flexible para mejorar el comportamiento al impacto de las tuberías GRP a presión y sin presión.

Es un objetivo adicional muy deseable de la invención proporcionar un revestimiento flexible para las tuberías GRP a presión y sin presión que combine este comportamiento al impacto mejorado permitiendo a la vez una pigmentación adecuada del revestimiento.

Es otro objetivo deseable de la invención proporcionar un revestimiento flexible para tuberías GRP a presión y sin presión que combine este comportamiento al impacto mejorado ofreciendo a la vez también mejoras en la resistencia a la abrasión, y/o resistencia al chorro de agua para la limpieza a alta presión sin daño del revestimiento, y/o aumento de la durabilidad esperada debido a una resistencia mejorada a la presión interna, permitiendo también

preferentemente a la vez la pigmentación del revestimiento.

Una realización de la invención es un revestimiento para tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que comprende:

- 5 - una capa B) que consiste en un revestimiento que está reforzado por fibras no tejidas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo;
 - 10 - una capa C) que consiste en un revestimiento que está reforzado por hebras de fibra cortadas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo;
- en la que al menos una de las capas B) o C) comprende pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso.

15 Preferentemente, y en línea con la definición de "revestimiento" siguiente, el "revestimiento de la tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado" anterior es un "revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado aplicado al interior de una tubería".

20 Una realización adicional de la invención (denominada a partir de ahora en el presente documento "REALIZACIÓN Z") es un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que comprende:

- 25 - una capa B) que consiste en un revestimiento que está reforzado por fibras no tejidas, formándose el revestimiento a partir de al menos una

resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo;

- una capa C) que consiste en un revestimiento que está reforzado por hebras de fibra cortadas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo.

Preferentemente, y en línea con la definición de "revestimiento" siguiente, el "revestimiento de la tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado" anterior es un "revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado aplicado al interior de una tubería".

En una realización adicional opcional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención, este comprende además una capa A) que consiste en un revestimiento que está reforzado por un velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamidas o sus mezclas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, que comprende opcionalmente pigmentos de color presentes en un 0,2 - 5,0 % en peso por peso de la resina de poliéster insaturado.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z".

En una realización preferida del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención, las propiedades mecánicas de la resina en la capa B), la capa C) y/o en la capa A opcional son > 5 MPa de

la resistencia a la tracción y > 30 % del alargamiento a la tracción hasta rotura en un estado curado no reforzado, no pigmentado.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z".

5 En una realización más preferida del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención, los pigmentos de las capas B), C) y de la capa A) opcional son pigmentos de sulfuro de cinc en los que los pigmentos de sulfuro de cinc están presentes al 0,25 - 3,5 % en peso por peso del poliéster insaturado, preferentemente al 0,5 - 2,5 % en peso por peso del
10 poliéster insaturado.

Otro aspecto de la invención se refiere a un proceso para la producción de un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención, en el que el proceso es un proceso de devanado de filamento continuo o un proceso de devanado de filamento discontinuo.

15 Estos y otros objetivos de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción general y detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA Y REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

La invención actual presenta una novedosa combinación de
20 construcciones de revestimientos, uso de poliésteres insaturados, naturaleza del refuerzo y construcción de capas así como pigmentación.

La construcción de revestimientos emplea resina(s) de poliéster insaturado, con o sin endurecimiento adicional por resina(s) de ésteres de vinilo. Las propiedades mecánicas de la resina son preferentemente >5 MPa de
25 resistencia a la tracción y >30 % de alargamiento a la tracción hasta rotura en

un estado curado no reforzado, no pigmentado, es decir, muy flexible. Los parámetros de comportamiento de la resina de poliéster insaturado muy flexible con resistencia baja no parecen adecuados a primera vista para tuberías GRP, pero la elección cuidadosa de la construcción del revestimiento y del refuerzo
5 proporcionan excelentes propiedades a las tuberías.

Por lo tanto, en la principal realización, la invención se basa en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que comprende:

- una capa B) que consiste en un revestimiento que está reforzado por
10 fibras no tejidas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado;
- una capa C) que consiste en un revestimiento que está reforzado por hebras de fibra cortadas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado;
- 15 en la que al menos una de las capas B) o C) comprende pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso.

Preferentemente, y en línea con la definición de "revestimiento" siguiente, el "revestimiento de la tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado" anterior es un "revestimiento de tubería
20 de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado aplicado al interior de una tubería".

Muy preferentemente, la al menos una resina de poliéster insaturado de la capa B) y de la capa C) se mezcla opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo.

25 Esta realización se cita a partir de ahora en el presente documento, si se

hace referencia a "el revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención". En el resto de referencias a "la invención" esto incluye tanto la presente realización como la REALIZACIÓN Z (véase a continuación) así como las REALIZACIONES X e Y (véase también a
5 continuación).

Por lo tanto, en otra realización principal independiente (denominada "REALIZACIÓN Z"), la invención se basa en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que comprende:

- 10 - una capa B) que consiste en un revestimiento que está reforzado por fibras no tejidas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo;
- una capa C) que consiste en un revestimiento que está reforzado por
15 hebras de fibra cortadas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo.

Preferentemente, y en línea con la definición de "revestimiento" siguiente, el "revestimiento de la tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado" anterior es un "revestimiento de tubería
20 de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado aplicado al interior de una tubería".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de acuerdo con la invención comprende además:

- 25 - una capa A) que consiste en un revestimiento que está reforzado por un

velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamidas o sus mezclas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, que
5 comprende opcionalmente pigmentos de color presentes en un 0,2 - 5,0 % en peso por peso de la resina de poliéster insaturado.

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la REALIZACIÓN Z, este comprende además:

- una capa A) que consiste en un revestimiento que está reforzado por un
10 velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamidas o sus mezclas, formándose el revestimiento a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo.

Cabe destacar que la invención presentada está dirigida a una
15 construcción de revestimiento, por tanto, una construcción en el interior de una tubería GRP. En principio, la tubería GRP es de tipo tanto a presión como sin presión. Por lo tanto, las capas B) y C) así como la capa A) opcional se encuentran -y la mayoría de veces también se forman- en el interior de una tubería GRP -y de cualquier estándar- (a presión y sin presión). Por lo tanto,
20 estos revestimientos son los revestimientos de la tubería que entran en contacto con el medio/material que está pasando a través de la tubería. Si la capa A) no está presente y no existen capas adicionales diferentes de las capas B) y C), es la capa B) la que está en contacto con el medio/material que pasa a través de la tubería mientras que la capa C está conectada a las
25 capas/revestimientos adicionales de la tubería GRP que se extienden hacia el

exterior. Si la capa A) está presente y no existen capas adicionales diferentes de las capas A), B) y C), es la capa A) la que está en contacto con el medio/material que pasa a través de la tubería mientras que la capa C) está conectada a las capas/revestimientos adicionales de la tubería GRP que se
5 extienden hacia el exterior, mientras que la capa B) se dispone entre las capas A) y C).

En una realización preferida del revestimiento de acuerdo con la invención la capa A) no está presente y no existen capas adicionales diferentes de las capas B) y C). Por lo tanto, el revestimiento de tubería de plástico
10 reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado de la invención consistiría en las capas B) y C).

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z" (y también las REALIZACIONES X e Y; véase a continuación).

En una realización preferida adicional diferente del revestimiento de acuerdo con la invención, la capa A) está presente y no existen capas
15 adicionales diferentes de las capas A), B) y C). Por lo tanto, el revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado de la invención consistiría en las capas A), B) y C).

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z" (y también las REALIZACIONES X e Y; véase a continuación).
20

La tubería GRP a la cual el revestimiento de la invención puede aplicarse es cualquier tubería GRP estándar, siendo en principio de tipo a presión y sin presión. Los ejemplos de dichas tuberías son las tuberías Flowtite®. Los accesorios de tuberías se fabrican mediante procesos similares
25 a los descritos en el documento US3979250. Estas tuberías son por definición

tuberías GRP a presión y sin presión. Las tuberías GRP a presión y sin presión pueden identificarse por el diámetro nominal (DN), la presión de consigna (PN), y la clase de rigidez (SN). **Diámetros:** Las dimensiones de las tuberías están controladas por el diámetro, con espesores que varían de acuerdo con la presión y la rigidez. Las tuberías GRP estándar pueden suministrarse en diámetros nominales de 100 mm hasta 4000 mm. Los diámetros más comunes están en el intervalo de 300 - 3000 mm. **Presión:** Las clases de presión de las tuberías GRP varían desde PN1 a PN32 (1 a 32 bares). Las tuberías tienen una presión de consigna a presión operativa completa incluso cuando están enterradas a la máxima profundidad recomendada. Debido a la resistencia a largo plazo excepcionalmente alta, la permisividad de puntas de presión ocasionales está un 40 % por encima de la clase de presión. **Clases de rigidez:** Cuando se ensayan en clases de rigidez normalizadas de curvado de bordes para tuberías GRP son SN2500, SN5000 y SN10000, con el valor numérico expresado en N/m².

Se entiende que "fibras de hebras cortadas" en el contexto de la presente invención son fibras -a veces aleatorias, a veces destinadas a conseguir una capa uniforme homogénea- dispuestas y aplastadas en una hoja en la que las fibras se cortan con la forma de la hoja. Las fibras se disponen por tanto mayoritariamente en 2 dimensiones y se añaden unas sobre otras. En los ejemplos más preferidos, las fibras cortadas alcanzan una capa del grosor requerido. Las masas potenciales están comprendidas entre 100 y 1000 g/m². Un ejemplo de esta disposición son las fibras cortadas (similares, por ejemplo, a las fibras de vidrio que trocean/cortan en una longitud de 3 a 7, 4 a 6 o alrededor de 5 cm y se añaden/"hacen caer sobre" la resina de una manera

regular, hasta que se alcanza un determinado grosor de la capa de resina más las hebras de fibra cortadas (por ejemplo, de 0,05 - 4,0 mm, de 0,1 - 2,0 mm, o de 0,1 - 1,0 mm). Otro ejemplo preferido son la "capa de fibra de vidrio de las hebras cortadas" o las hebras cortadas de la fibra de vidrio.

5 Se entiende que "revestimiento" en el contexto de la presente invención es una capa en una construcción de revestimiento de acuerdo con la invención para una tubería GRP (a presión y sin presión) formada por un material distintivo (o mezcla de materiales) aplicado preferentemente en una etapa de producción distintiva.

10 Se entiende que "pigmento de color" en el contexto de la presente invención son los pigmentos de cualquier color que pueden añadirse a la resina. Preferentemente, estos pigmentos son pigmentos de TiO_2 o ZnS (sulfuro de cinc). Estos pigmentos proporcionan color blanco, pero también cobertura/opacidad. Opcionalmente, se añaden otros colores como mezcla de
15 colores añadiendo un color diferente -en cantidades muy pequeñas- a la mezcla base de, por ejemplo, pasta de color de TiO_2 o ZnS . Estos pigmentos de color se usan normalmente en la forma de una pasta, que se añade preferentemente a la resina en la forma de una pasta.

 Se entiende que "fibra de vidrio" en el contexto de la presente invención
20 es cualquier tipo de material consistente en numerosas fibras de vidrio extremadamente finas. Este material puede ser continuo, cortado o troceado.

 "Tubería de plástico reforzado con vidrio" o tubería GRP es cualquier tubería de material plástico que tiene cualquiera de sus revestimientos o capas reforzadas por material de fibra de vidrio. Un ejemplo preferido de tuberías
25 GRP son las "Tuberías Flowtite® como se ha descrito anteriormente.

Se entiende que "revestimiento" en el contexto de la presente invención es uno o más revestimientos aplicados al interior de una tubería.

Se entiende que "fibras no tejidas" en el contexto de la presente invención son fibras que están dispuestas de una manera sin estar tejidas. El
5 velo no tejido (formado por estas fibras no tejidas) es un tejido tridimensional fabricado a partir de fibras de vidrio unidas que se pueden cortar o que son fibras fundidas casi continuas, unidas a menudo con un aglutinante polimérico para mantener la estabilidad dimensional. En los ejemplos más preferidos, las
10 fibras no tejidas alcanzan un peso específico de 10-100 g/m², preferentemente 10-75 g/m² y lo más preferido 15-50 g/m². Un ejemplo preferido es un "velo no tejido de fibra de vidrio".

Se entiende que "fibras unidas por hilado" en el contexto de la presente invención son fibras sintéticas dispuestas de manera que formen un tejido sin estar tejidas.

15 Se entiende que "velo sintético" en el contexto de la presente invención es una disposición de fibras de origen sintético que se disponen de una manera no tejida en un velo. En los ejemplos más preferidos, las fibras dispuestas en este "velo sintético" proporcionan un peso específico al "velo sintético" de 10-100 g/m², preferentemente 10-75 g/m² y lo más preferido 15-50 g/m². Un
20 ejemplo de un velo no tejido con las fibras de poliéster es Lantor Finishmat 6691.

Se entiende que "fibras unidas térmicamente" en el contexto de la presente invención son fibras que están unidas entre sí mediante el uso de una temperatura aumentada.

25 Se entiende que "resina de poliéster insaturado" en el contexto de la

presente invención es una resina termoendurecible formada a partir de cualquier poliéster insaturado. Usualmente se forma por reacción de ácidos orgánicos dibásicos y alcoholes polihídricos. Los ejemplos preferidos de los componentes básicos son anhídrido maleico, ácido isoftálico o anhídrido ortoftálico.

Se entiende que "resina de éster de vinilo" en el contexto de la presente invención es una resina basada en un éster de vinilo. Un ejemplo preferido son los (met)acrilatos de éster de vinilo, especialmente Ashland Derakane 8084.

En una reacción adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio del revestimiento de la invención, el revestimiento comprende en las capas B) y/o C) y en la capa A) opcional pigmentos de color presentes a 0,2 - 5,0 % en peso de la resina de poliéster insaturado; que comprende preferentemente en las capas B), C) y la capa A) opcional pigmentos de color presentes a 0,2 - 5,0 % en peso por peso de la resina de poliéster insaturado.

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención

- la capa A) opcional tiene - unida térmicamente - un grosor de 0,05 - 2,0 mm, preferentemente un grosor de 0,1 - 1,0 mm, más preferentemente un grosor de 0,15 - 0,35 mm; y/o
- la capa B) tiene un grosor de 0,1 - 4,0 mm, preferentemente un grosor de 0,2 - 2,0 mm, más preferentemente un grosor de 0,2 - 0,6 mm; y/o
- la capa C) tiene un grosor de 0,05 - 4,0 mm, preferentemente un grosor de 0,1 - 2,0 mm, más preferentemente un grosor de 0,1 - 1,0 mm.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN

Z".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención

- la capa B) está reforzada por un velo no tejido de fibra de vidrio; y/o
- 5 - la capa C) está reforzada por una capa de fibra de vidrio de hebras cortadas.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z".

En otra realización diferente (denominada "REALIZACIÓN X") se basa
 10 en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que consiste en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que se puede producir mediante un proceso que comprende las etapas de:

- b) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster
 15 insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa B) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, directamente sobre un mandril o sobre la parte superior de una capa -
 20 que avanza opcionalmente- sobre el mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 2^{dos} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo fibras no tejidas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa B);
- c) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster
 25 insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster

de vinilo para formar una capa C) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo sobre dicha capa B) -que avanza opcionalmente- formada sobre dicho mandril, perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 3^{ros} medios de aplicación, seguido por aplicación como refuerzo hebras de fibras cortadas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa C);

en la que al menos una del al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo que forma las capas B) o C) comprende pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso por peso de la resina de poliéster insaturado.

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de esta REALIZACIÓN X, esta comprende además:

- a) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa A) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo directamente sobre un mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 1^{ros} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo de un velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamida o sus mezclas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa A);
- en la que la resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con

al menos una resina de éster de vinilo que forma la capa A) comprende opcionalmente pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso, por peso de la resina de poliéster insaturado.

En otra realización diferente (denominada "REALIZACIÓN Y") se basa
5 en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que consiste en un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de comportamiento al impacto mejorado que se puede producir mediante un proceso que comprende las etapas de:

- b) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster
10 insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa B) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, directamente sobre un mandril o sobre la parte superior de una capa -
15 que avanza opcionalmente- sobre el mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 2^{dos} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo fibras no tejidas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa B);
- c) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster
20 insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa C) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo sobre dicha capa B) -que avanza opcionalmente- formada sobre dicho
25 mandril, perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 3^{ros}

medios de aplicación, seguido por aplicación como refuerzo hebras de fibras cortadas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa C).

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de esta REALIZACIÓN Y, este comprende además:

- a) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa A) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo directamente sobre un mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 1^{ros} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo de un velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamida o sus mezclas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa A).

En una realización preferida de la REALIZACIÓN X o la REALIZACIÓN Y en la etapa C) las fibras cortadas se añaden (hacen caer) a la resina de poliéster insaturado para dar siempre una capa homogénea y uniforme.

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, la resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con una resina de éster de vinilo, en las capas B) y/o C) y/o la capa A) opcional incluye pigmentos seleccionados entre TiO_2 y sulfuro de cinc, preferentemente entre sulfuro de cinc;

y/o en el que los pigmentos están presentes al 0,25 - 3,5 % en peso por peso del poliéster insaturado, preferentemente al 0,5 - 2,5 % en peso por peso del

poliéster insaturado.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN X".

El TiO_2 y también el sulfuro de cinc se añade usualmente a la resina en la forma de una pasta. Estos pigmentos proporcionan color blanco, pero también cobertura/opacidad. Opcionalmente, se añaden otros colores como mezcla de colores añadiendo un color diferente -en cantidades muy pequeñas- a la mezcla base de, por ejemplo, pasta de color de TiO_2 o ZnS .

Tal como se dice anteriormente, la adición de pigmentos a revestimientos de resinas de poliéster insaturado para tuberías, cuando se fabrica mediante devanado de filamento, concretamente, aunque sin limitarse a procesos continuos de devanado de filamentos con una alta eficacia de producción, dará como resultado un rendimiento significativamente reducido de la tubería ya que los pigmentos alteran el comportamiento mecánico e interfieren con las fibras de vidrio de refuerzo dando como resultado un rendimiento reducido de la tubería. Esta reducción del rendimiento de la tubería es más notable cuando las tuberías se someten a un ensayo de resistencia a la presión interna, o un ensayo de base del diseño hidrostático. La inclusión del pigmento en resinas de poliéster insaturado alterará -especialmente si estos son compuestos inorgánicos sólidos- el comportamiento mecánico de la resina.

En la invención actual, la selección cuidadosa de la construcción del revestimiento, poliéster insaturado, la naturaleza del refuerzo, la construcción de capas combinadas con las elecciones correctas en la pigmentación, por ejemplo, la cantidad de pigmentos, ha superado esto.

En principio, el fallo en el comportamiento de la tubería se debe a la

incorporación de cargas de pigmentación que realizan la resistencia mecánica de las fibras de vidrio reforzantes. Se descubrió, sin embargo, que este efecto era mayoritariamente debido a la incorporación de cargas de pigmentación más duras, de forma notable, óxido de titanio. Sorprendentemente, la selección de pigmentos más blandos, de forma notable sulfuro de cinc o talco o carbonato de calcio, permite la pigmentación pero sin el efecto dañino sobre la resistencia mecánica. La dureza Mohs del pigmento seleccionado se considera crucial para el mantenimiento de las propiedades de la tubería.

Toda inclusión de pigmento en las resinas de poliéster insaturado alterará el comportamiento mecánico de la resina, pero las pastas de óxido de titanio y sulfuro de cinc reducen el comportamiento mecánico de forma similar a cargas equivalentes en coladas no reforzadas.

Es solo tras la incorporación también de fibras de refuerzo (vidrio) que se puede cuantificar una reducción para las pastas de dióxido de titanio frente a las pastas de sulfuro de cinc.

Por consiguiente, en una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, los pigmentos de las capas B), C) y de la capa A) opcional son pigmentos de sulfuro de cinc en los que los pigmentos de sulfuro de cinc están presentes al 0,25 - 3,5 % en peso por peso del poliéster insaturado, preferentemente al 0,5 - 2,5 % en peso por peso del poliéster insaturado.

Dependiendo de las circunstancias puede seguir siendo ventajoso utilizar TiO_2 . Por tanto, en una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, los pigmentos en las capas B), C) y en la capa A) opcional son pigmentos de TiO_2 en los que están presentes

pigmentos de sulfuro de cinc al 0,25 - 3,5 % en peso por peso del poliéster insaturado, preferentemente al 0,5 - 2,5 % en peso por peso del poliéster insaturado.

En una realización más del revestimiento de plástico reforzado con vidrio de la invención la al menos una resina de poliéster insaturado de las capas B) y/o C) y/o la capa A) opcional tiene un alargamiento a la tracción hasta rotura > 30 %, preferentemente en el que todas las resinas de poliéster insaturado de las capas B) y/o C) y/o de la capa A) opcional tienen un alargamiento a la tracción hasta rotura > 30 %; más preferentemente en el que todas las resinas de poliéster insaturado de las capas B), C) y de la capa A) opcional tienen un alargamiento a la tracción hasta rotura > 30 %.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, la al menos una resina de poliéster insaturado de las capas B) y/o C) y/o la capa A) opcional tiene una resistencia a la tracción de >5 MPa, preferentemente, en el que todas las resinas de poliéster insaturado de las capas B) y/o C) y/o de la capa A) opcional tienen una resistencia a la tracción de >5 MPa; más preferentemente en el que todas las resinas de poliéster insaturado de las capas B), C) y de la capa A) opcional tienen una resistencia a la tracción de >5 MPa.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, las propiedades mecánicas de la resina en

la capa B), la capa C) y/o en la capa A opcional son > 5 MPa de la resistencia a la tracción y > 30 % del alargamiento a la tracción hasta rotura en un estado curado no reforzado, no pigmentado.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, al menos una resina de poliéster insaturado de capa B) y/o capa C y/ la capa A) opcional es a base de anhídrido maleico, ácido isoftálico o anhídrido ortoftálico, preferentemente en el que al menos una resina de poliéster insaturado de capa B), de capa C) y de la capa A) opcional es a base de anhídrido maleico, ácido isoftálico o anhídrido ortoftálico, más preferentemente en el que todas las resinas de poliéster insaturado de capa B) y/o de capa C) y/o de capa A) opcional son a base de anhídrido maleico, ácido isoftálico o anhídrido ortoftálico, lo más preferente, en el que todas las resinas de poliéster insaturado de capa B), capa C) y de la capa A) opcional son a base de anhídrido maleico, ácido isoftálico y/o anhídrido ortoftálico.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, la resina de poliéster insaturado en la capa A) opcional está presente a ≥ 70 % en peso, ≥ 75 % en peso u ≥ 80 % en peso, preferentemente entre e incluyendo 80 - 90 % en peso del peso del material de resina de la capa A), en el que preferentemente, la resina de poliéster insaturado en la capa A) opcional está presente a ≥ 80 % en peso o a entre e

incluyendo 80 - 90 % del peso del material de resina de la capa A;

y/o

en el que la resina de poliéster insaturado en la capa B está presente a ≥ 70 % en peso, ≥ 75 % en peso u ≥ 80 % en peso, preferentemente a entre e

- 5 incluyendo 80 - 90 % en peso del peso del material de resina de la capa B), en el que preferentemente, la resina de poliéster insaturado en la capa B) opcional está presente a ≥ 80 % en peso o a entre e incluyendo 80 - 90 % del peso del material de resina de la capa B);

y/o

- 10 en el que la resina de poliéster insaturado en la capa C) está presente a ≥ 40 % en peso, ≥ 45 % en peso o ≥ 50 % en peso del peso del material de resina de la capa C), preferentemente a entre e incluyendo 50 - 70 % en peso del peso del material de resina de la capa C), en el que preferentemente, la resina de poliéster insaturado en la capa C) opcional está presente a ≥ 50 % en peso o
- 15 entre e incluyendo 50 - 70 % del peso del material de resina de la capa C); preferentemente

- en el que la resina de poliéster insaturado en la capa A) opcional está presente a ≥ 80 % en peso o entre e incluyendo 80 - 90 % del peso del material de resina de la capa A),
- 20 - la resina de poliéster insaturado en la capa B) opcional está presente a ≥ 80 % en peso o entre e incluyendo 80 - 90 % del peso del material de resina de la capa B), y
- la resina de poliéster insaturado en la capa C) está presente a ≥ 50 % en peso o entre e incluyendo 50 - 70 % en peso del peso del material de
- 25 resina de la capa C).

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización adicional del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, la resina de éster de vinilo está presente de 0 a 30 % en peso, 0 a 20 % en peso o 0 a 10 % en peso del peso del material de resina de la capa B), y/o la capa C) y/o la capa A) opcional, preferentemente, la resina de éster de vinilo está presente de 0 a 30 % en peso, 0 a 20 % en peso o 0 a 10 % en peso del peso del material de resina de capa B) y capa C) y la capa A) opcional. Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización más del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, la resina de éster de vinilo en la capa B) y/o capa C y/ la capa A) opcional es a base de (met)acrilatos de éster de vinilo, preferentemente en el que las resinas de éster de vinilo en la capa B), capa C) y de la capa A) opcional son a base de (met)acrilatos de éster de vinilo.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

En una realización más del revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la invención, el comportamiento al impacto mejorado se manifiesta por sí mismo a temperaturas de -30 a 45 °C, o -5 a 45 °C.

Esta realización puede ser también una realización de la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

Un aspecto adicional de la invención se refiere a un proceso para la producción de un revestimiento de tubería de plástico reforzado con vidrio de la

invención, en el que el proceso es un proceso de devanado de filamento continuo o un proceso de devanado de filamento discontinuo. Este proceso puede también aplicarse a la "REALIZACIÓN Z", "REALIZACIÓN X" o "REALIZACIÓN Y".

- 5 En una realización, el proceso de la invención se basa en el proceso que comprende las etapas de:
- b) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa B) que consiste en un revestimiento
10 formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, directamente sobre un mandril o sobre la parte superior de una capa - que avanza opcionalmente- sobre el mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 2^{dos} medios de aplicación, seguido por
15 la aplicación como refuerzo fibras no tejidas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa B);
 - c) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa C) que consiste en un revestimiento
20 formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo sobre dicha capa B) -que avanza opcionalmente- formada sobre dicho mandril, perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 3^{ros} medios de aplicación, seguido por aplicación como refuerzo hebras de
25 fibras cortadas a al menos una resina de poliéster insaturado, para

formar la capa C);

en la que al menos una del al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo que forma las capas B) o C) comprende pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso por peso de la resina de poliéster insaturado.

En una realización más de este proceso este comprende además una etapa de:

- a) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa A) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo directamente sobre un mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 1^{ros} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo de un velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamida o sus mezclas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa A);

en la que la resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo que forma la capa A) comprende opcionalmente pigmentos de color presentes al 0,2 - 5,0 % en peso, por peso de la resina de poliéster insaturado.

En otra realización diferente, el proceso de la invención se basa en el proceso que comprende las etapas de:

- b) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster

de vinilo para formar una capa B) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo, directamente sobre un mandril o sobre la parte superior de una capa -
5 que avanza opcionalmente- sobre el mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 2^{dos} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo fibras no tejidas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa B);

- c) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa C) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado, mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo sobre dicha capa B) -que avanza opcionalmente- formada sobre dicho
10 mandril, perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 3^{ros} medios de aplicación, seguido por aplicación como refuerzo hebras de fibras cortadas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa C).

En una realización más de este proceso este comprende además una
20 etapa de:

- a) transportar, en una forma no sólida al menos una resina de poliéster insaturado, mezclada opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo para formar una capa A) que consiste en un revestimiento formado a partir de al menos una resina de poliéster insaturado,
25 mezclado opcionalmente con al menos una resina de éster de vinilo

directamente sobre un mandril perimetral y axialmente respecto al mandril mediante los 1^{ros} medios de aplicación, seguido por la aplicación como refuerzo de un velo sintético formado mediante unión por hilado o unión térmica de fibras de poliéster, poliamida o sus mezclas a al menos una resina de poliéster insaturado, para formar la capa A).

En una realización preferida de todos estos procesos, en la etapa C), las fibras cortadas se añaden (hacen caer) a la resina de poliéster insaturado para dar siempre una capa homogénea y uniforme.

La invención se ilustra además mediante la ayuda de los ejemplos, que no deberán entenderse como limitantes.

EJEMPLOS

Ejemplo 1:

Las siguientes tablas ilustran el comportamiento de las construcciones de revestimiento frente a la tubería de 'referencia' normalizada y las mejoras en las propiedades de la tubería. La tubería de referencia normalizada era una "tubería Flowtite®" comercial del mismo diámetro, etc., sin el revestimiento de la invención, por ejemplo, con una resina de poliéster insaturado de flexibilidad baja y sin pigmentos de color.

Tabla 1: Las tuberías

	Referencias	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
No tejido sintético (A)	0 mm	0 mm	0 mm	0,25 mm	0 mm	0 mm
Vidrio no tejido (B)	0,2 mm	0,6 mm	0,6 mm	0,6 mm	0,2 mm	0,2 mm
Hebras de vidrio cortadas (C)	0,8 mm	0,8 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,8 mm	0,8 mm
Resina de poliéster insaturado/Flexibilidad de la mezcla de resina	baja	alta	alta	alta	alta	alta

Pasta de pigmento	0 %	2,5 % de pasta de TiO ₂	2,5 % de pasta de ZnS	1 % de pasta de ZnS	2,5 % de pasta de ZnS	0 %
-------------------	-----	------------------------------------	-----------------------	---------------------	-----------------------	-----

Tabla 2: Resultado de los ensayos de comportamiento

	Referencias	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
Abrasión de la gravilla según la norma DIN 19656, 100 000 ciclos, pérdida de la pared /mm	0,98	0,56	0,35	0,21	0,28	0,38
Resistencia al chorro de agua según la norma DIN19523; Ensayo del material	fallo	fallo	aprobado	aprobado	aprobado	aprobado
Resistencia al chorro de agua según la norma DIN19523 Ensayo práctico; > 30 aprobados	fallo	fallo	fallo	fallo	fallo	fallo
Resistencia a la presión interna según la norma EN1447, tiempo hasta el fallo al 0,9 % deformación/horas	1000	16	3300	>5000	>5000	>5000
Comportamiento al impacto a 20-25 °C (norma BS5480 Apéndice J) 515 g H ₅₀ /m	1,5	>10 sin rotura	>10 sin rotura	>10 sin rotura	>10 sin rotura	>10 sin rotura
Comportamiento al impacto a 20-25 °C (norma BS5480 Apéndice J) 4000 g H ₅₀ /m	<0,2	>3,5 sin rotura	3	3,1	>3,5 sin rotura	>3,5 sin rotura

Comportamiento al impacto a 0,5 °C (norma BS5480 Apéndice J) 515 g H ₅₀ /m	1,1	9,5	2	2,5	>10 sin rotura	>10 sin rotura
---	-----	-----	---	-----	----------------	----------------

En su conjunto, Los resultados del ensayo del comportamiento (Tabla 2) demuestran que el uso del revestimiento de la invención muestra resultados sorprendentemente buenos sobre el tubo de referencia.

Por lo tanto, los Ejemplos 1, 2, 3, 4 y 5 muestran resultados superiores sobre la referencia en el ensayo de abrasión y en todos los ensayos de comportamiento al impacto.

Comparando únicamente los Ejemplos 2, 3, 4 y 5 (los ejemplos con sulfuro de cinc y pigmento de color) con la referencia, todos aprueban el ensayo de resistencia al chorro de agua (Ensayo del material) mientras que la referencia falla y todos son superiores en su resistencia a la presión interna sobre la referencia.

Comparando el Ejemplo 1 (el ejemplo con TiO₂ como pigmento de color) con los Ejemplos 2, 3, 4 y 5 (los ejemplos con sulfuro de cinc como pigmento de color), todos muestran resultados superiores sobre el Ejemplo 1 en a) el ensayo de resistencia al chorro de agua (Ensayo del material), b) su resistencia a la presión interna y c) el ensayo de abrasión.

Los Ejemplos 1, 4 y 5 en comparación con los ejemplos 2 y 3 muestran una mejora de los resultados de impacto a una temperatura inferior que contribuye al mayor grosor de la capa de fibra cortada (C).