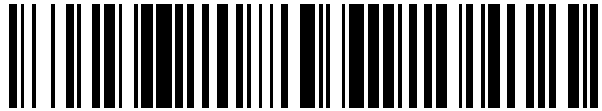


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 978**

51 Int. Cl.:

C03C 25/104 (2008.01)
C03C 25/106 (2008.01)
C03C 25/1065 (2008.01)
C03C 25/285 (2008.01)
C03C 25/6226 (2008.01)
C09D 4/00 (2006.01)
C09D 133/02 (2006.01)
G02B 6/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2019 PCT/NL2019/050218**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2019 WO19203639**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2019 E 19726184 (5)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3577087**

54 Título: **Método para recubrir una fibra óptica y fibra óptica que comprende el mismo**

30 Prioridad:

16.04.2018 NL 2020771

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2021

73 Titular/es:

**FRACTAL COATINGS B.V. (100.0%)
Industrieweg 21
5753 PB Deurne**

72 Inventor/es:

**MEIJER, JACK;
NIJENHUIS, RICKY y
VAN DEN BERG, GEORGE LODEWIJK**

74 Agente/Representante:

MANRESA MEDINA, José Manuel

ES 2 803 978 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

Método para recubrir una fibra óptica y fibra óptica que comprende el mismo

5 Campo Técnico

La presente invención se refiere a un método para recubrir una fibra óptica. Más en particular, la presente invención se refiere a un método para aplicar una composición de revestimiento de fibra óptica que bloquea el agua al hincharse. La invención también se refiere a la fibra recubierta, que puede estar agrupada en haces y contenida dentro de un tubo o vaina, sin necesidad de la utilización de geles u otros productos que bloqueen el agua, y evitando el riesgo de que el agua penetre dentro del tubo.

Antecedentes

15 Una fibra óptica es una fibra flexible y transparente que se obtiene estirando vidrio (sílice) o plástico a un diámetro normalmente de alrededor de 0.05 a 0.125 μm . Las fibras ópticas se usan sobre todo con el propósito de transmitir luz entre dos extremos de la fibra. Son ampliamente usadas en las comunicaciones por fibra óptica. Las fibras ópticas normalmente constan de un núcleo que está rodeado de un material de recubrimiento transparente de bajo índice de refracción. La luz se mantiene dentro del núcleo por el fenómeno de la reflexión interna total que hace que la fibra actúe como una guía de ondas.

La luz es guiada hacia el núcleo de la fibra por una funda óptica con un índice refractario más bajo que atrapa la luz en el núcleo mediante la reflexión interna total. Esta funda o recubrimiento está revestido de un buffer que la protege de la humedad y contra el daño físico. En general, estos revestimientos son compuesto de acrilato de uretano curado con UV o materiales de poliamida aplicados al exterior de la fibra.

Los revestimientos protegen los delicadísimos filamentos de la fibra de vidrio o plástico y les permiten soportar los rigores de los procesos de fabricación, ensayos de calidad, cableado e instalación. Hoy en día para los procesos de fibra óptica se emplea el criterio de dotarla de una doble capa de revestimiento. Un revestimiento primario, interno, destinado a absorber impactos para minimizar la atenuación provocada por la micro flexión de la fibra. Un revestimiento secundario, externo, protege al revestimiento primario contra daños mecánicos y actúa como barrera contra fuerzas laterales. Con el revestimiento de protección, casi todas las fibras individuales tienen un espesor de entre 0.25 a 0.5 mm. El revestimiento externo puede tener colores para diferenciar los filamentos en los haces de los cableados. Alternativamente, se pueden aplicar uno o más recubrimientos de tinta separados

Los revestimientos de fibra óptica protegen las fibras ópticas de raspones que potencialmente pueden degradar su resistencia. La combinación de humedad y raspones acelera el envejecimiento y el deterioro de la resistencia de la fibra. Cuando se somete la fibra a bajos estrés durante un largo período, puede producirse la fatiga de dicha fibra. Con el tiempo o en condiciones extremas, estos factores se combinan para hacer que se propaguen los defectos microscópicos en la fibra de vidrio, lo que en última instancia puede provocar fallas de la fibra, atenuación y pérdida de señal óptica ("damping").

Las vainas externas para los cables de la fibra óptica y los tubos de protección (buffer) pueden proteger a la fibra óptica contra condiciones ambientales adversas que afecten el rendimiento y la durabilidad de la fibra. Desde el interior, los revestimientos aseguran la confiabilidad de la señal transportada y contribuyen a minimizar la atenuación que puede producir la micro flexión.

La fibra óptica por lo tanto consta de un núcleo, una capa de funda o revestimiento y una capa de revestimiento de protección. Las fibras ópticas individuales (o las fibras dispuestas cintas o haces) luego pueden tener una capa protectora de resina dura o uno o más tubos de núcleo extruido a su alrededor para formar el núcleo del cable. Por lo general, según la aplicación del producto, se agregan varias capas de revestimiento protector para formar el cable.

El documento US5242477 describe un aparato para recubrir fibras ópticas. Una fibra óptica destinada a recibir un revestimiento hermético es desplazada a través de un aparato para realizar el revestimiento hermético, en donde la fibra que ingresa a dicho aparato para el revestimiento hermético a una temperatura predeterminada es sometida a un gas reactivo. El gas reactivo reacciona con la fibra calentada y hace posible producir que una capa o material hermético se deposite en adyacencia a la superficie externa de la fibra. Para evitar la acumulación resultante del hollín que comprende los componentes reactivos del gas reactivo adyacente a las partes del aparato para el recubrimiento hermético que se calientan con la fibra resulta efectiva la utilización de un gas de purga de flujo cruzado. Si no se evita la acumulación de hollín, pueden producirse abrasiones de la fibra y disminuir la resistencia de la fibra.

El documento EP0125710 una composición de curado rápido de U.V. particularmente adecuada para formar un recubrimiento protector de fibras ópticas de vidrio que comprende una mezcla sin solventes de un oligómero de

uretano aromático acrilado, una mezcla de un curado por U.V. con monómero mono, di y/o tri funcional, un iniciador fotosensible, tal como una acetofenona, o un derivado de la misma, y un acelerador de amina.

El documento EP2767520 describe un método para recubrir una fibra óptica de sílice-sílice que comprende en una única pasada en la máquina de revestimiento de la fibra: aplicar a dicha fibra una capa primaria de acrilato curable con UV que lleva un primer color, y aplicar una segunda capa de acrilato curable con UV que lleva un segundo color, diferente del primer color, encima de la primera capa; la segunda capa se aplica en patrones sobre la primera capa. El método puede usarse para identificar las fibras en haces o tubos sueltos en donde hay más fibras que colores básicos.

El documento US2005028731, por ejemplo, describe un aplicador de revestimiento para fibra, para revestir una fibra óptica.

El documento WO2011049607 se refiere composiciones curables mediante radiación. Las composiciones de revestimiento primario de fibra óptica curables por radiación comprenden un oligómero, una mezcla de monómero de diluyente reactivo que comprende al menos dos monómeros de diluyentes reactivos, y al menos un iniciador fotosensible; dicha mezcla de monómero de diluyente reactivo sustancialmente no contiene monómeros de diluyentes reactivos sin arilo; en el que, cuando hay presente un monómero de diluyente reactivo con arilo y con un peso molecular inferior a aproximadamente 300, éste está presente en no más de aproximadamente 10% en peso de la formulación total.

En el documento US6489376 se describe una composición de baja viscosidad y curado rápido para recubrir una fibra óptica. La composición del revestimiento es una composición curable por radiación que contiene: un oligómero curable por radiación, un iniciador fotosensible de radicales libres y una mezcla de diluyentes reactivos que incluyen un (met)acrilato de bajo peso molecular que tiene una funcionalidad tri-, tetra-, penta- o superior.

Una preocupación importante en lo relativo al cableado es la de proteger la fibra contra la contaminación con el agua. La combinación de la humedad y los raspones aceleran el desgaste y el deterioro de la resistencia de la fibra. Si la fibra se ve sometida a bajo estrés durante un período prolongado, se produce la fatiga de la fibra.

Con el paso del tiempo, o en condiciones climáticas extremas, estos factores se combinan para producir fallas microscópicas en la fibra óptica y se propagan, lo que es determinante para que se produzcan fallas. Se logra proteger las fibras utilizando barreras sólidas, como tuberías de cobre, geles impermeables al agua o polvos para absorber la humedad alrededor de la fibra. Por ejemplo, se puede utilizar un gel dentro de los caños que contienen un haz de fibras ópticas para evitar el ingreso del agua, pero esta estrategia "húmeda" dificulta la manipulación. Es posible recurrir a la estrategia "seca" incluyendo filamentos con polímeros súper absorbentes (PSA, o en inglés, *super-absorbing polymers – SAP*) o polvos con PSA, pero estos resultan voluminosos y/o pueden producir presiones localizadas que causarán pérdidas o atenuación de la señal óptica. Además, los hilados con polímeros súper absorbentes pueden provocar deficiencias y reducir la productividad al colocar las fibras dentro de los caños.

Varias patentes, por ejemplo, en los documentos EP1522545, US5059664, US6403674, US2015065594 y US2015314034 describen polvos que absorben la humedad y polímeros súper absorbentes (PSA) que se hinchan con el agua.

Disponer un revestimiento que se hinche con el agua directamente por encima de las fibras ópticas puede protegerlas contra la humedad y evitar las desventajas que esto implica para los hilos, pero puede crear otros problemas.

Debe ser posible aplicar la composición de revestimiento a la fibra óptica de una manera muy controlada. Más aun, el revestimiento debería además ser parejo y mantener su efecto aun cuando se le aplica presión de agua.

Para sorpresa de los inventores, estos descubrieron una composición de revestimiento que satisface las exigencias y los requisitos para su aplicación a las fibras ópticas. La nueva composición de revestimiento es ideal para ser aplicada a las fibras ópticas y puede ser aplicada al revestimiento secundario y/o a los revestimientos de las coloraciones de las fibras ópticas. La nueva composición de revestimiento puede teñirse de colores. La aplicación del revestimiento líquido a las fibras ópticas como vehículo con un espesor de capa deseado puede realizarse en una línea de coloración por UV del tipo que se usa en la industria de cableado de fibra óptica. Con el curado por UV del líquido de revestimiento en la fibra se obtendrá un polímero súper absorbente, transparente, claro y liso en la fibra óptica, del espesor de capa constante y en la cantidad de polímero por longitud deseados. También puede aplicarse el curado por radiación. El nuevo revestimiento puede aplicarse a las fibras ópticas individuales y también a haces y a cintas. Obviamente, la nueva composición de revestimiento también puede aplicarse a sustratos distintos de fibras ópticas.

Resumen de la invención

Por lo tanto, la presente invención proporciona un método para aplicar un revestimiento que absorbe el agua a una fibra óptica, según se define en la reivindicación 1.

5 Asimismo, la presente invención proporciona una fibra óptica recubierta que puede ser combinada en una vaina tubular o plana, por ejemplo, como un cable o una cinta de múltiples fibras. Más en particular, se proporciona una fibra óptica con revestimiento y con codificación de color.

Descripción detallada

10 El ácido acrílico puede ser polimerizado mediante la polimerización por radicales libres. Un monómero copolimerizable es un monómero que tiene un único enlace carbono-carbono insaturado (mono funcional) o más de un enlace carbono-carbono insaturado (multifuncional) que es capaz de reaccionar conjuntamente en la polimerización del ácido acrílico.

15 La fibra óptica que se usa como sustrato de la composición de revestimiento de la presente invención puede estar hecha de polímero, sílice o minerales. Una fibra óptica de polímero (FOP) utiliza, por ejemplo, PMMA o poliestireno como núcleo, en donde la funda o revestimiento de fibra está hecho de resina de silicona. Las fibras ópticas de vidrio casi siempre se hacen de sílice, pero algunos otros materiales, como los vidrios de fluorozirconato, fluoro aluminato y calcogenuro, así como materiales cristalinos como el zafiro, se usan para infrarrojos de mayor longitud de onda u otras aplicaciones especializadas. Todos son igualmente aplicables. Además, como se explicó antes, la fibra óptica generalmente está dotada de un recubrimiento de protección (doble capa) que se ha aplicado durante su fabricación. También se le puede aplicar una capa de color. La presente composición de revestimiento es particularmente adecuada para fibras ópticas de vidrio.

25 La cantidad de revestimiento que se aplica a una fibra óptica puede expresarse en términos del espesor de la capa. Sin embargo, en el caso de los cables ópticos es más común expresar la cantidad en gramos por kilómetro de fibra óptica, por lo que la fibra óptica de una longitud determinada se pesa antes y después de la aplicación del revestimiento. En la presente aplicación se utilizará esta última definición.

30 Las fibras ópticas pueden combinarse en haces o en cintas. La composición de revestimiento de la presente invención puede aplicarse igualmente a hebras individuales de fibra óptica o a hebras combinadas. La composición encuentra particularmente aplicación a fibras ópticas que se aplican dentro de los tubos y las vainas proclives a sufrir la penetración del agua. La composición de revestimiento de la presente invención absorbe el agua y de ese modo evita que el agua penetre en dichos tubos y vainas. Además, la composición de revestimiento de la presente invención se hincha con el agua y por lo tanto puede expandirse por un factor en el rango de 5-20. Esto también ayuda a sellar los tubos y las vainas y los protege contra la penetración de agua.

35 Se conocen composiciones de revestimiento en base a acrilato curable por radiación para fibras ópticas. La composición de revestimiento de la presente invención difiere de ello en varios aspectos. El aspecto más importante, como se mencionó antes, es que absorbe el agua y se hincha. Además, la composición de revestimiento puede ser aplicada mediante aplicadores de revestimiento comunes.

40 Mientras las composiciones de revestimiento comunes en base a acrilato curable con radiación para fibras ópticas se basan en ácido met(acrílico) y sus derivados, la presente composición se basa en ácido poliacrílico, que se copolimeriza con un monómero multifuncional para crear una red, y que se neutraliza (antes de la polimerización) con una base tal como NaOH. Pueden usarse monómeros distintos del ácido acrílico (neutralizado), por ejemplo, hasta 10 mol%, preferiblemente hasta 5 mol%, pero más preferiblemente se utiliza ácido acrílico (neutralizado) puro. Los otros monómeros mono funcionales incluyen uno o más de los monómeros mencionados en el arte citado en esta Solicitud, incluyendo, pero sin limitación, monómeros de acrilato distintos del ácido acrílico, monómeros de metacrilato y monómeros de vinilo. Los ejemplos de monómeros de acrilato incluyen acrilato de 2-hidroxietilo, acrilamida, acrilato de 2-(2-etoxietoxi) etilo y mono acrilato de glicerol. Los monómeros de metacrilato adecuados para su uso en esta invención incluyen ácido metacrílico, metacrilato de 2-hidroxietilo, metacrilato de 2-etoxietilo y mono metacrilato de glicerol. Los monómeros de vinilo adecuados para usar en esta invención incluyen acetato de vinilo, ácido vinil sulfónico, vinil metil sulfona, vinil metilacetamida, butirato de vinilo, propionato de vinilo, vinil urea, 2-vinil piridina, 4-vinil-piridina y vinil-2-pirrolidona.

45 De acuerdo con la invención, los grupos de ácido acrílico en el ácido poliacrílico se neutralizan a la sal del mismo usando una base inorgánica. Diversas bases inorgánicas son adecuadas para este propósito. La base inorgánica está compuesta por elementos del grupo 1 o 2 del sistema periódico de elementos, como KOH y NaOH. También se puede usar amoníaco. Cuanto más se neutralizan los grupos de ácido acrílico, mayor es la capacidad súper absorbente del ácido poliacrílico. Preferiblemente, se neutralizan al menos el 10%mol de los grupos de ácido acrílico, más preferentemente al menos el 20% mol, más preferiblemente al menos el 50% mol, más preferentemente se neutraliza al menos el 67%mol. Todos los grupos de ácido acrílico pueden neutralizarse, en particular si hay un monómero mono funcional incluido en el ácido poliacrílico. La neutralización hasta el punto en que el 90% mol está neutralizado puede ser suficiente. La neutralización se realiza con soda cáustica (NaOH 50%

en peso). En una realización efectiva preferida de la invención, el pH se mantiene en el rango de 4.5 a 5.5 durante la etapa de neutralización. Esto puede ser útil para evitar que la mezcla se solidifique a temperatura ambiente. El experto en la materia comprenderá que se puede utilizar la soda cáustica en una concentración inferior al 50% en peso, en cuyo caso deberá adaptarse la cantidad de agua añadida según corresponda.

5 Para formar una red, se incluye un monómero multifuncional. Preferiblemente, el ácido acrílico y el monómero multifuncional se pueden disolver entre sí. Los monómeros se mezclan, y por consiguiente se polimerizan con la ayuda de una fuente de energía adecuada.

10 Se define "monómero multifuncional" como un monómero que contiene dos o más enlaces de carbono a carbono insaturados que pueden participar en la polimerización por radicales libres. En la técnica se conocen monómeros multifuncionales adecuados, como di(met) acrilatos, tri(met) acrilatos, tetra(met) acrilatos y penta(metacrilatos). Ejemplos de monómeros multifuncionales que se pueden usar con la presente invención incluyen pentaeritritol éter de trialilo, dietilenglicol divinil éter, trietilenglicol divinil éter, 1,1,1-trimetilolpropano dialil éter, alil sacarosa, divinil
15 benceno, dipentaeritritol pentaacrilato, N, N '-metilbisacrilamida, trialilamina, citrato de trialilo, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de dietilenglicol, dimetacrilato de di-etilenglicol, diacrilato de tetraetilenglicol, trimetilol propano trimetacrilato, etilenglicol dimetacrilato, tetraetilenglicol dimetacrilato, trimetacrilato, trimetacrilato, trimetacrometacrometacrometacrometacrometacrilato de metilo, trimetacrilato de etileno y trimetacrilato de metilo, tetracrilato, tetraacrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol y acrilato de vinilo. El diacrilato de
20 dipropilenglicol es un ejemplo de un monómero multifuncional muy adecuado.

La cantidad de monómero multifuncional es relativamente baja, por ejemplo, está en el rango de 0.1 a 2% en peso de toda la mezcla de monómeros, más probablemente en el rango de 0.2 a 1.5% en peso. Si se usa menos reticulante podría obtenerse una red que no sea lo suficientemente fuerte. Por otro lado, si se usa más reticulante
25 podría obtenerse una red de una capacidad insuficiente para hincharse y expandirse.

En base al peso de toda la composición, el ácido acrílico, el monómero mono funcional opcional y el monómero multifuncional pueden incluirse en una cantidad en el rango de 40-70% en peso, más preferiblemente en el rango de 50-60% en peso.

30 El agua es parte de la composición de revestimiento y puede introducirse conjunta o separadamente con la base inorgánica. En base al peso de la composición completa, puede incluirse agua en una cantidad en el rango de 15-35% en peso, más preferentemente en el rango de 20-30% en peso.

35 Además, se puede utilizar una variedad de iniciadores de radicales libres en la composición de revestimiento de la presente invención. Por ejemplo, pueden usarse iniciadores fotosensibles. El iniciador fotosensible comprende preferiblemente un grupo aril cetona y es soluble en la mezcla de reacción, tal como por ejemplo 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropanona, 2,4,6-trimetilbenzoin difenilfosfinóxido, o mezclas de los mismos. Ejemplos de tales iniciadores fotosensibles incluyen benzofenona, Irgacure® 184 de la empresa Ciba Specialty Chemicals Corp. de Tarrytown,
40 N.Y. Estados Unidos, Irgacure® 500 de la empresa Ciba Specialty Chemicals, y Lumilink 400 la empresa Parvus.

En base al peso de toda la composición, puede incluirse el iniciador en una cantidad que esté en un rango de 1-10 % en peso, preferiblemente en el rango de 2.5-7.5 % en peso, más preferiblemente en el rango de 4-6 % en peso. El uso de menos iniciador puede provocar un índice de polimerización bajo. El uso de más iniciador puede
45 afectar el grado de polimerización y por lo tanto comprometer la resistencia de la composición de revestimiento curada. Naturalmente, si existe cualquier componente de inhibición en la composición de revestimiento, la cantidad de iniciador deberá ser aumentada para compensar dicha circunstancia.

Además, se puede usar una variedad de agentes espesantes (en cuya definición se incluyen agentes gelificantes y modificadores reológicos). Ejemplos de ello incluyen polisacáridos, gomas, arcillas, sílice pirógena, sílice precipitada, talco fino, tiza, alcoholes polivinílicos y polivinilpirrolidonas.

Preferiblemente el agente espesante (o la mezcla) se utiliza en una cantidad adecuada como para crear una composición de revestimiento curable con una viscosidad en el rango de 200 a 5000 mPa.s (medido a 25°C con la intervención de un viscosímetro rotacional PCE-RVI 1 de acuerdo con la norma ASTM/DIN ISO 2555). Naturalmente, el agente espesante no debería producir ningún efecto adverso en la polimerización. Los agentes espesantes particularmente adecuados tendrán un valor K (viscosidad del 1% de solución acuosa) en el rango de 50-200. Particularmente adecuados son los polivinilpirrolidones. Algunos ejemplos son: PVP K-60, PVP K-90 o PVP K-120, pero se prefiere el PVP K-90.

60 En base al peso de toda la composición, puede incluirse el agente espesante en una cantidad que esté en un rango de 3-7 % en peso, preferiblemente en el rango de 4-6 % en peso. Utilizar menos o más agente espesante puede afectar la aplicación de la composición de revestimiento a la fibra.

65 Más aun, la presencia de un agente espesante puede afectar la resistencia de la composición de revestimiento

curada y su capacidad de expandirse cuando absorbe agua. Es interesante notar que el polivinilpirrolidone parece tener un efecto sinérgico en la resistencia de la composición de revestimiento curada.

De particular interés es el uso de un agente colorante (en forma de pigmento o tinte) para formar un revestimiento coloreado. El uso de composiciones de revestimiento con color se conoce, por ejemplo, por la patente US6797740. Al igual que los cables eléctricos, las fibras ópticas tienen códigos por color para su reconocimiento en el campo durante la instalación de los cables. En un tubo para cables de fibra óptica con contenido de fibras múltiples, cada fibra necesita ser diferenciada de las demás mediante una codificación por colores. Durante el empalme/unión de dos extremos de una fibra, las fibras de los mismos colores se empalman para asegurar la continuidad de una red de fibra óptica. La norma de codificación de color más utilizada en la industria de la fibra óptica es la TIA/EIA-598. Esta norma define el esquema de identificación recomendado de las fibras individuales, las fibras amortiguadas, las unidades de fibra dentro de un cable de fibra óptica, para uso en ambientes interiores y exteriores. Ejemplos de los doce colores que suelen usarse para formar los conjuntos de cintas incluyen los colores: negro, blanco, amarillo, azul, rojo, verde, naranja, marrón, rosa, aqua (celeste), violeta y gris.

El agente de coloración puede usarse en las cantidades necesarias para satisfacer dicha norma de codificación de color y para proporcionar una coloración que resulte visible sin magnificar, para facilitar la identificación del color de cada fibra de vidrio óptica individual. La cantidad del agente de coloración no debería ser tanta como para reducir mucho la velocidad del curado de la composición de la tinte ni provocar efectos no deseados. Por ejemplo, en base al peso de toda la composición, puede incluirse cada uno de los agentes de coloración en una cantidad en un rango de 0-15 % en peso, preferiblemente en el rango de 0-7 % en peso. Esto también dependerá de la naturaleza del agente de coloración y de la intensidad (el tono) del color. En la presente invención, es posible utilizar cualquier agente de coloración inorgánico u orgánico que sea adecuado para fabricar composiciones de coloración curables por radiación.

Un ejemplo específico de un agente de coloración negro adecuado es el negro de carbón.

Un ejemplo específico de un agente de coloración blanco adecuado es el dióxido de titanio.

Ejemplos específicos de agentes de coloración amarillo adecuados son pigmentos a base de diarilida amarilla y diazo.

Ejemplos específicos de agentes de coloración azul adecuados son azul de ftalocianina, pigmentos colorantes básicos y ftalocianinas, preferiblemente, ftalocianina de cobre (II).

Ejemplos específicos de agentes de coloración rojo adecuados son antraquinona (rojo), rojo naftol, pigmentos a base de monoazo, pigmentos de quinacridona, antraquinona y perilenos.

Ejemplos específicos de agentes de coloración verde adecuados son pigmentos a base de verde de ftalocianina y nitroso. Ejemplos específicos de agentes de coloración naranja adecuados son pigmentos a base de monoazo y diazo, pigmentos de quinacridona, antraquinonas y perilenos.

Ejemplos específicos de agentes de coloración violeta adecuados son violeta de quinacridona, pigmentos colorantes básicos y pigmentos a base de dioxazina de carbazol.

Los colores: celeste (aguamarina), marrón, gris y rosa adecuados pueden ser fácilmente formulados combinando varios agentes colorantes. En efecto, un experto en la materia sabrá formar cualquier color que desee combinando diferentes agentes colorantes.

A la composición de revestimiento de la presente invención se le pueden agregar diversos agentes aditivos. Dichos aditivos incluyen agentes tensioactivos y estabilizadores, y similares. Resulta particularmente beneficioso el uso de un agente tensioactivo (agente humectante). El polidimetilsiloxano modificado con poliéter es un agente tensioactivo particularmente adecuado, y disponible en el mercado de la firma Byk, por ejemplo, Byk 302.

En base al peso de toda la composición, los aditivos o la combinación de aditivos pueden incluirse en una cantidad en un rango de 0-2 % en peso, preferiblemente en el rango de 0.5-1.5 % en peso. La cantidad de uno o más aditivos dependerá del carácter y la cantidad del agente espesante. Pueden aplicarse más o menos cantidades.

La composición preferida según la presente invención comprende, en porcentajes en peso (% en peso) de la composición total:

a. 40-70 % en peso, preferiblemente 50-60 % en peso de ácido acrílico o mezcla de ácido acrílico que comprende a lo sumo 10, más preferiblemente a lo sumo el 5 % en peso de un monómero mono funcional copolimerizable; neutralizado con una base inorgánica, preferiblemente NaOH, más preferiblemente 15-25 % en peso, aún más preferiblemente 18-20 % en peso de soda cáustica (50 % en peso);

- b.0.1-1 % en peso preferiblemente 0.25-0.75 % en peso de reticulante;
- c. agua, preferiblemente 10-20 % en peso, más preferiblemente 12-17 % en peso de agua;
- d. 3-7 % en peso, preferiblemente 4-6 % en peso de agente espesante;
- e. 0-15 % en peso, preferiblemente 0-7 % en peso de uno o más agentes de coloración;
- f. 0-2 % en peso, preferiblemente 0.5-1.5 % en peso aditivo(s), que incluye(n) uno o más agentes tensioactivos y estabilizadores; y
- g. 1-10 % en peso, preferiblemente 2.5-7.5 % en peso de un iniciador.

La aplicación de la composición de revestimiento de la presente invención puede realizarse en un aplicador convencional, por ejemplo, en una línea de coloración por UV. Estos aplicadores están descritos en la técnica anterior ya mencionados en esta solicitud. Los sistemas de coloración, por ejemplo, son provistos por las firmas Nextrom (por ejemplo, el OFC 52i) y por Medek & Schorner, por ejemplo, la serie GFP). La cantidad de revestimiento de una fibra óptica puede estar en un rango de 3-10 g/km, preferiblemente en una cantidad de 4-8 g/km, más preferiblemente en una cantidad de 4.25-7.5 g/km. Se pueden aplicar menos cantidades, por ejemplo, en un haz muy apretado de fibras ópticas. Alternativamente, se puede aplicar más cantidad si la fibra óptica está bastante floja dentro del tubo. Además, la composición de revestimiento se puede aplicar a un haz de fibras ópticas o para formar una cinta de fibras ópticas.

De acuerdo con la invención, el curado de la composición de revestimiento se realiza exponiendo la composición de revestimiento a una fuente de energía en donde se produce la formación de radicales libres y la polimerización comienza debido a la presencia del iniciador de polimerización que forma los radicales.

Para lograr esto se pueden utilizar diversas fuentes de energía como, por ejemplo, radiación gama o radiación por electrones. En la realización preferida de la invención, en donde el iniciador de polimerización que forma los radicales es un iniciador fotosensible, la polimerización se produce bajo el efecto de luz ultravioleta. El uso de un iniciador fotosensible tiene la ventaja de que no se produce ninguna polimerización espontánea en la mezcla de reacción si se la mantiene alejada de la incidencia de la luz, como puede ser el caso cuando se utilizan peróxidos. Asimismo, puede iniciarse la polimerización por incidencia de un iniciador fotosensible de inmediato si se utiliza la radiación electromagnética. Esto contrasta con la iniciación de la polimerización cuando se utilizan peróxidos mediante la influencia de un aumento de la temperatura, lo que siempre lleva su tiempo.

Una vez curado, el revestimiento formado por los polímeros súper absorbentes es muy estable, es decir, retiene su capacidad de absorción durante mucho tiempo y puede soportar, por ejemplo, las altas temperaturas (100-200°C) que puedan producirse por tiempos breves durante los procesos de tratamiento de los polímeros.

El revestimiento de polímeros súper absorbentes de acuerdo con la presente invención tiene una capacidad de absorción muy alta (hasta más de 100 veces su propio peso y aún más de 200 veces su propio peso, tal como 225 veces su propio peso), tiene un factor de expansión alto, y por lo tanto es capaz de expandirse en un diámetro por un factor de al menos 2, más preferiblemente al menos 10. Asimismo, el revestimiento de acuerdo con la presente invención es más capaz de proporcionar una baja longitud de penetración de agua (LPA) respecto de un revestimiento en base a la composición de la técnica anterior, como ser la patente EP1522545. Idealmente, las fibras ópticas recubiertas con una composición de revestimiento de acuerdo con la presente invención se utilizan en un tubo o vaina sin la inclusión de geles u otros materiales que se hinchan para repeler el agua.

El método para aplicar un revestimiento de polímeros súper absorbentes a una fibra óptica se comprenderá mejor a través de los ejemplos. Así, la fibra óptica (que incluye un revestimiento de protección) se desenrolla de un rollo de fibra. En un aplicador convencional, la composición de revestimiento de la presente invención se aplica a la fibra óptica, luego es irradiada con la luz UV que provoca el curado del revestimiento. La fibra óptica con el revestimiento curado ya puede ser colocada, por ejemplo, en un rollo, para su uso posterior.

EJEMPLO 1 (Fabricación de polímeros súper absorbentes)

Ingredientes (ingredientes en porcentaje por peso):

55	ácido acrílico
19	soda cáustica (NaOH 50%)
14.5	agua
5	PVP K-90 (Ashland)
1	Byk 302
0.5	diacrilato de dipropilenglicol (DPGDA)
5	Lumilink 400 (iniciador fotosensible; Parvus B.V., Zeewolde, NL)

Método:

El ácido acrílico se mezcla con el reticulante, DPGDA. Se agita bien la mezcla. Luego se agrega lentamente la soda cáustica y al hacerlo, se controla debidamente la reacción exotérmica. Debe mantenerse la temperatura a menos de 50°C en esta etapa. Sin embargo, es necesario algún incremento de la temperatura para obtener una solución clara. Durante la neutralización, el pH de la mezcla reacción se mantiene entre 4.5 y 5.5. Después de agregar la soda cáustica, la mezcla se agita hasta que se ha enfriado por debajo de los 30 °C. Ahora se agregan el agua, el espesante (PVP K-90) y el agente tensioactivo (Byk 302) y se agita bien la mezcla. Se obtiene entonces una mezcla clara.

A continuación, se agrega el iniciador fotosensible, y aquí debe evitarse la exposición directa a la luz solar.

EJEMPLO 2 (Longitud de penetración del agua (LPA) de la composición de revestimiento de la fibra óptica de acuerdo con la invención)

Se dispuso fibra óptica de vidrio con la composición de recubrimiento de acuerdo con la presente invención en varios pesos secos, como se muestra en la Tabla 1. Las fibras ópticas recubiertas se colocaron dentro de tubos de diferente diámetro interno (DI) y se conectaron a una columna de agua de 1 metro.

Se utilizan haces de 8 fibras ópticas con un tubo de un DI de 1.1 mm, y haces de 12 fibras ópticas con un tubo con un DI de 1.5 mm.

De acuerdo con el ensayo F5C de la norma 60794-1-22 © IEC:2012(E), se sumerge previamente el tubo durante 10 minutos para permitir que la composición de revestimiento se hinche. Sin embargo, también se realiza el ensayo sin inmersión previa, lo que constituye un ensayo mucho más severo. La LPA es la longitud de penetración del agua hasta que se detiene y se mide luego de 24 horas. Menor LPA es mejor. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Revestimiento peso en seco	LPA	Inmersión previa	Número de fibras	DI del tubo
4.3 g/km	52 cm	sí	12	1.5 mm
4.3 g/km	32 cm	sí	8	1.1 mm
4.3 g/km	72 cm	no	12	1.5 mm
4.3 g/km	50 cm	no	8	1.1 mm
7.3 g/km	15 cm	no	12	1.5 mm

La longitud de penetración del agua (LPA) de la composición de revestimiento de la fibra óptica según la presente invención fue inferior a la del revestimiento preparado de la manera antes descrita, utilizando la composición del documento EP1522545. Además, el revestimiento de las fibras ópticas según la presente invención fue sometido a prueba para analizar atenuación o efectos adversos similares y se comprobó que satisface las normas comerciales vigentes en la actualidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para aplicar un revestimiento de polímero que absorbe agua a una fibra óptica que comprende un núcleo, una funda o recubrimiento y al menos un revestimiento primario; dicho método comprende recubrir la fibra óptica con una composición de revestimiento curable por radiación orgánica sin solvente e iniciar la polimerización, preferiblemente con UV, en donde dicha composición de revestimiento en porcentajes por peso en base a la composición total (% en peso) consta esencialmente de:
- 10 a. 40-70 % en peso de ácido acrílico o mezcla de ácido acrílico neutralizado o parcialmente neutralizado, que comprende a lo sumo 10 % en peso de un monómero mono funcional copolimerizable con un enlace carbono-carbono insaturado único (monofuncional); en donde al menos 10 %mol de los grupos de ácido acrílico son neutralizados con una base inorgánica;
- 15 b. 0.1-1 % en peso de un monómero multifuncional copolimerizable con más de un enlace carbono-carbono insaturado, que actúa como reticulante;
- c. agua;
- d. 3-7 % en peso de agente espesante;
- e. optativamente, uno o más agentes colorantes;
- f. optativamente, uno o más aditivos, y
- 20 g. 1-10 % en peso de un iniciador de radicales libres.
2. El método de la reivindicación 1, en donde al menos 10 mol%, preferiblemente al menos 20 mol%, más preferiblemente al menos 50 mol%, más preferiblemente al menos 67 mol% de los grupos de ácido acrílico son neutralizados.
- 25 3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el ácido acrílico o la mezcla de ácido acrílico se neutralizan con una base inorgánica, preferiblemente con soda cáustica (NaOH), preferiblemente con NaOH (50 % en peso).
- 30 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la cantidad de monómero multifuncional está en el rango de 0.1 a 2 % en peso de toda la mezcla de monómero, preferiblemente en el rango de 0.2 a 1.5 % en peso.
- 35 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el monómero mono funcional copolimerizable se selecciona entre uno o más de los siguientes: meta-ácido acrílico, alquilacrilatos, metilacrilatos, hidroxialquilacrilatos y/o hidroxialquilmecrilatos, preferiblemente en donde no se utiliza un monómero mono funcional copolimerizable.
- 40 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde se emplea el agente espesante en una cantidad adecuada para crear una composición de revestimiento curable con una viscosidad en el rango de 200 a 5000 mPa.s (medida a 25°C utilizando un viscosímetro rotacional PCE-RVI 1, de acuerdo con la norma ASTM / DIN ISO 2555), preferiblemente polivinilpirrolidón (PVP).
- 45 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en donde los aditivos comprenden un agente tensioactivo, preferiblemente un polidimetilsiloxano modificado con poliéter.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el monómero copolimerizable multifuncional es soluble en el ácido acrílico o en la mezcla de ácido acrílico, preferiblemente seleccionada entre di(met)acrilato o tri(met)acrilato, más preferiblemente diacrilato de dipropilenglicol (DPGDA).
- 50 9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, en donde el iniciador es un iniciador fotosensible.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9 que comprende, en porcentajes (%) por peso en la composición total:
- 55 a. 50-60% en peso de ácido acrílico o mezcla de ácido acrílico que comprende a lo sumo 5% en peso de monómero mono funcional copolimerizable;
- b. neutralizado con soda cáustica, preferentemente al 15-25% en peso; preferentemente al 18-20% en peso de soda cáustica (50% en peso);
- 60 c. 0.25-0.75 % en peso de monómero multifuncional copolimerizable, que actúa como reticulante;
- d. agua, preferiblemente 12-17 % en peso de agua;
- e. 4 - 6 % en peso de agente espesante;
- f. 0 - 15 % en peso, preferiblemente 0 - 7 % en peso de uno o más agentes de coloración;
- 65 g. 0 - 2 % en peso, preferiblemente 0.5 - 1.5 % en peso de aditivo(s), que incluye(n) uno o más agentes tensioactivos y estabilizadores; y
- h. 2.5 - 7.5 % en peso de iniciador.

- 5
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en donde se aplica la composición curable por radiación sin solventes orgánicos a la fibra óptica en una cantidad que está en un rango de 3 - 10 g/km, más preferiblemente en una cantidad de 4 - 8 g/km, más preferiblemente aún en una cantidad de 4.25 - 7.5 g/km.
- 10
12. Una fibra óptica que comprende un núcleo, una funda o recubrimiento y al menos un revestimiento primario, y que además comprende un revestimiento de polímero absorbente del agua obtenido mediante el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, preferiblemente capaz de expandirse a un diámetro al menos por un factor 2, más preferiblemente al menos por un factor 10.
- 15
13. La fibra óptica de la reivindicación 12, que forma parte de un haz o una cinta, preferiblemente contenida en un tubo o vaina con una longitud de penetración del agua (LPA) inferior a 1 metro de acuerdo con el ensayo F5C de la norma 60794-1-22 © IEC:2012(E).
14. La fibra óptica de la reivindicación 13, en donde el tubo o la vaina no contiene otros geles y/u otro material que se hinche para repeler el agua.
15. La fibra óptica según cualquiera de las reivindicaciones de la 12 – 14, que tiene un revestimiento coloreado.