

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 167**

51 Int. Cl.:

C09D 5/00 (2006.01)

C09D 175/12 (2006.01)

C08G 18/10 (2006.01)

C08G 18/38 (2006.01)

C08G 18/79 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2020 PCT/EP2020/068019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020 WO20260578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2020 E 20734547 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3990553**

54 Título: **Uso de composiciones de revestimiento para alabes de turbina eólicas**

30 Prioridad:

28.06.2019 EP 19183414

10.01.2020 EP 20151250

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

05.10.2023

73 Titular/es:

HEMPEL A/S (100.0%)

Lundtoftegårdsvej 91

2800 Kongens Lyngby, DK

72 Inventor/es:

BERNAD, PABLO LUIS;

KALLESØE, ERIK y

MEHROTRA, KUSHAGRA

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 950 167 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

Uso de composiciones de revestimiento para alabes de turbina eólicas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al uso de composiciones de revestimiento para alabes de turbinas eólicas. Las composiciones son particularmente útiles como composiciones de capas superiores o como composiciones para la protección del borde de ataque (LEP). La invención se refiere también a un álabe de sistemas eólicos, como el borde ataque de un álabe de sistemas eólicos revestido con las composiciones de revestimiento de la invención.

Antecedentes de la invención

En los últimos años la energía eólica se ha convertido en una fuente importante para la producción de electricidad y contribuye significativamente a reducir las emisiones de CO₂. La energía eólica es el uso del flujo de aire a través de turbinas eólicas para proporcionar energía mecánica a generadores eléctricos rotatorios.

Las turbinas eólicas tienen normalmente un rotor contra el viento con tres álabes, unidos a una góndola en la parte superior de una torre tubular elevada. Los álabes de turbinas eólicas o "álabes de dispositivos eólicos" están diseñados habitualmente para que duren de aproximadamente de 20 a 25 años. Los álabes están constantemente expuestos a los elementos y están idealmente diseñados para soportar temperaturas extremas, cizallamientos del viento, precipitaciones y/o otros peligros medioambientales con un mínimo de fallos. Frecuentemente se observan fallos del revestimiento debidos a la erosión en el borde de ataque del álabe. La lluvia, granizo, hielo, radiación ultravioleta, absorción de agua y otras condiciones climáticas erosionan el borde de ataque del álabe. Esto afecta a las características aerodinámicas del álabe y podrían provocar daños considerables.

Los conceptos habituales para proteger el borde de ataque de álabes de turbinas eólicas son, por ejemplo, la aplicación de una cinta antierosiva de una composición de revestimiento adecuada (véase la publicación de Herring, Dyer, Martin and Ward. Renewable and Sustainable Energy Reviews 115 (2019) 109382). Para ambos conceptos, son de extrema importancia una buena adhesión al álabe y buenas propiedades de flexibilidad. Para las composiciones de revestimiento, las propiedades del material desempeñan también una función significativa con el fin de obtener el equilibrio correcto entre, por ejemplo, solidez, dureza y elasticidad del revestimiento. Además, es deseable que las composiciones de revestimiento puedan ser fácilmente aplicadas al álabe de dispositivos eólicos.

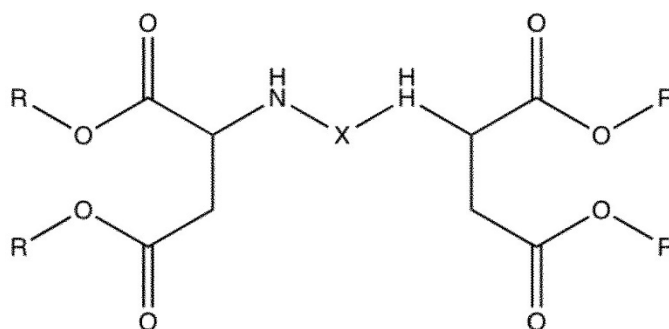
Se usan diversos tipos de composiciones de revestimiento en los revestimientos protectores de álabes de dispositivos eólicos para minimizar la erosión, que incluyen composiciones formadas a partir de poli(ésteres aspárticos) alifáticos y agentes de curado de isocianatos. Por ejemplo, el documento WO 2015/136018 sugiere el uso de poli(ésteres aspárticos) alifáticos en formulaciones para un revestimiento de álabes de dispositivos eólicos y el documento WO 2015/049260 describe composiciones de revestimiento que comprenden un poli(éster aspártico) alifático y un agente de curado de poliisocianato y que comprenden además partículas sólidas de un polímero basado en una resina amino. El documento WO 2015/120941 describe composiciones de revestimiento que comprenden poli(ésteres aspárticos) alifáticos y, al menos, un policarbonato-diol en la base de la pintura.

45 Sumario de la invención

La presente invención proporciona el uso de composiciones de revestimiento para álabes de turbinas eólicas. Dentro del alcance de la invención, están composiciones de revestimiento que son útiles para la protección del borde de ataque (LEP) y composiciones que son útiles como composiciones de capas superiores para álabes de turbinas eólicas.

Consecuentemente, en una realización, la presente invención se refiere al uso de una composición de revestimiento que comprende

55 a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula (I) siguiente



(I)

en la que cada R representa un residuo alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un residuo alquilo C₁-C₆, lineal o ramificado como, por ejemplo, un residuo metilo, etilo, propilo o butilo; y en la que X es un poliéter;

5

b) un agente de curado y c) uno o más componentes adicionales seleccionados entre materiales de carga y pigmentos; para revestir un álabe de turbina eólica.

En una realización, la invención se refiere a un álabe de turbina eólica que tiene, en al menos una parte de la superficie exterior de la misma, un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento como se describe con anterioridad.

10

Definiciones

En el contexto de la invención, el “borde de ataque” de un álabe de dispositivos eólicos indica la parte del álabe que primero corta el viento. El borde opuesto puede ser denominado “el borde trasero”.

15

La expresión “protección del borde de ataque” normalmente tiene la abreviatura LEP. En el presente contexto, las expresiones “(composición) de revestimiento protectora del borde de ataque” o “composición LEP” se usan de forma intercambiable e indican una composición de revestimiento aplicada a al menos una parte de un álabe de dispositivos eólicos que incluye al menos el borde de ataque o al menos una parte del borde de ataque de un álabe de dispositivos eólicos, para proporcionar una protección contra la erosión provocada, por ejemplo, por la lluvia, granizo hielo, radiación ultravioleta, absorción de agua y otras condiciones climáticas. Una forma de valorar la eficacia de un revestimiento protector del borde de ataque es el ensayo de erosión por lluvia (RET) descrito en la sección experimental de la presente memoria descriptiva. Preferentemente, dicha LEP es aplicada por encima de una capa superior, pero puede ser aplicada también bajo la capa superior, en este caso preferentemente por encima de una capa de imprimación.

20

25

En el presente contexto, la expresión “capa superior” se refiere a una capa de revestimiento aplicada a al menos una parte de un álabe de dispositivos eólico, preferentemente a la totalidad del álabe de dispositivos eólicos. Preferentemente, dicha composición de revestimiento de la capa superior (o “composición de la capa superior”) es aplicada por encima de una capa de imprimación. Son conocidas en la técnica diversas composiciones de imprimación para álabes de dispositivos eólicos.

30

En el presente contexto, la expresión “capa más exterior” se refiere al sistema de revestimiento final aplicado a un álabe de turbinas eólicas, es decir, la capa más exterior cuando el álabe de turbina eólica está en funcionamiento. La “capa más exterior” del borde de ataque es normalmente un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento LEP, mientras que la capa más exterior de otras partes del álabe de dispositivos eólicos se refiere normalmente a un revestimiento preparado a partir de una composición de la capa superior.

35

40

En términos de la composición de revestimiento completa, normalmente consiste en una “composición de base” (en la que está incluido el componente de base) y un “agente de curado” en el que está incluido el componente de agente de curado). Normalmente, la composición de revestimiento incluye además un cierto número de otros constituyentes, por ejemplo, materiales de cargas y pigmentos, aditivos y disolventes. Debe entenderse que cuando se hace referencia a la “composición de revestimiento”, es la composición mixta que comprende tanto la composición de base como el agente de curado lista para ser aplicada al álabe de dispositivos eólicos.

45

En el presente contexto, una “combinación de poli(ésteres éter-aspárticos)” o “una composición de poli(éster éter-aspártico)” indica una combinación de al menos dos poli(ésteres éter-aspárticos) diferentes.

50

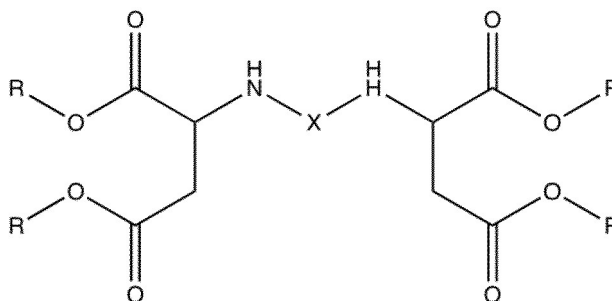
En el presente contexto, un “kit de partes” se refiere a un kit de partes que comprenden dos o más recipientes, de modo que un recipiente comprende la composición de base y otro recipiente comprende el agente de curado. Los otros constituyentes que pueden estar presentes en la composición de revestimiento de la invención, como se

define en la presente memoria descriptiva, por ejemplo, pigmentos, disolventes y aditivos, pueden estar contenidos en cualquiera de los dos recipientes del kit de partes, normalmente en el recipiente que comprende dicha composición de base. Alternativamente dichos otros constituyentes pueden estar contenidos en uno o más recipientes adicionales.

El término "poliéter" indica un polímero preparado uniendo conjuntamente o polimerizando muchas moléculas de compuestos más simples (monómeros) estableciendo enlaces éter entre ellos. En el contexto de la presente invención, el término "poliéter" indica preferentemente un polímero en el que la unidad repetida contiene un residuo alquilo de uno o más átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo que tiene entre dos y seis átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo de dos átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno. Uno o más de dichos átomos de carbono pueden estar sustituidos con un alquilo pequeño como, por ejemplo, metilo, etilo o propilo; preferentemente metilo.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere al uso de composiciones de revestimiento para álabes de turbinas eólicas, en el que la composición de base comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula (I) siguiente

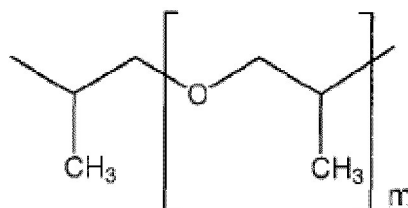


(I)

en la que cada R representa un residuo alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un residuo alquilo C₁-C₆ lineal o ramificado como, por ejemplo, un residuo metilo, etilo, propilo o butilo; y en la que cada X es un poliéter. La composición de revestimiento comprende también un agente de curado y uno o más componentes adicionales seleccionados entre un material de carga y pigmentos.

Los poli(ésteres éter-aspárticos) se distinguen de los polio(ésteres aspárticos) más convencionales en que X en el poli(éster aspártico) alifático normalmente es un residuo alquilo y/o cicloalquilo lineal o ramificado alifático en lugar de un poliéter.

En una realización, la invención se refiere a composiciones de revestimiento que comprenden una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) en los que X es un polímero que tiene una unidad repetida de la estructura:



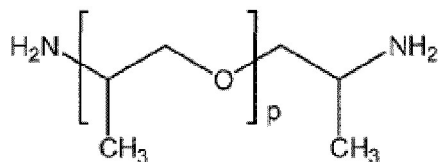
en la que m está en el intervalo de 2 a 35.

La combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) puede comprender al menos dos poli(ésteres éter-aspárticos) que tienen un número diferente de unidades repetidas en X. En una realización, la combinación es tal que el valor medio de m está en el intervalo de 2 a 10, como de 2 a 6, como de 2 a 4, como de 2,5 a 3.

Los poli(ésteres éter-aspárticos) pueden ser preparados haciendo reaccionar una o más poliéter-poliaminas con un maleato de dialquilo como, por ejemplo, un maleato de dialquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un maleato de dialquilo C₁-C₆ lineal o ramificado como, por ejemplo, maleato de dietilo. Dichos poli(ésteres éter-aspárticos) pueden ser preparados, por ejemplo, empleando los reactantes en cantidades tales que haya al menos un equivalente y, en algunas realizaciones aproximadamente un equivalente de enlaces dobles olefínicos para cada equivalente de grupos aminos primarios. Ejemplos de métodos para la preparación de poli(ésteres éter-aspárticos) se pueden encontrar en el documento WO 2014/151307 y en la publicación de Chen et al., RSC Advances (2018),

8: 13474-13481.

Poliéter-poliaminas adecuadas que se pueden hacer reaccionar con maleatos de dialquilo en reacciones de Michael para producir poli(ésteres éter-aspárticos) para las composiciones de revestimiento de la invención incluyen las polieteteraminas JEFFAMINE disponibles en el comercio en la empresa Huntsman Corporation, The Woodlands, TX; por ejemplo, polieteteraminas de la serie Jeffamine D como, por ejemplo, Jeffamine D-230. En una realización, la combinación de poliéter-poliaminas comprende una combinación de poliéter-poliaminas según la fórmula (II) siguiente, en la que p es un número que tiene un valor medio de al menos 2, como de 2 a 35 o de 2 a 8 o de 2,5 a 6,1



(II)

en la que la combinación comprende: (1) de aproximadamente 50 a 99% en peso, como de 50 a 90% en peso o, en algunos casos de 80 a 90% en peso de poliéter-poliaminas según la fórmula en la que p tiene un valor medio de 2,5; y (2) de aproximadamente 1 a 50% en peso, como de 10 a 50% en peso o, en algunos casos, de 10 a 20% en peso de poliéter-poliaminas según la fórmula en la que p tiene un valor medio de 6,1.

Un ejemplo de una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) que es adecuada para ser usada en la presente invención es Desmophen NH 2850 XP, de la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania, que tiene un peso equivalente de aproximadamente 295, una viscosidad a 25°C de aproximadamente 170-210 mPa.s y un índice de amina entre 170-210 KOH/g.

El uso de poli(ésteres poliéter-aspárticos) en composiciones de revestimiento es conocido a partir del documento WO 2014/151307, que describe una composición de revestimiento con una resina que comprende un poli(éster poliéter-aspártico) en combinación con un poli(éster aspártico) alifático preparada con Jeffaminas. El documento WO 2014/151307 describe específicamente un poli(éster éter-aspártico) preparado con una poliéter-poliamina trifuncional alifática. El documento WO 2014/151307 no describe ni sugiere el uso de poli(ésteres éter-aspárticos) en composiciones de revestimiento para álabes de dispositivos eólicos ni sugiere el documento WO 2014/151307 usar un poli(éster éter-aspártico) difuncional.

Las combinaciones de poli(ésteres éter-aspárticos) se han propuesto adicionalmente para ser usadas en composiciones sellantes en el documento WO 2016/049104, en las que las combinaciones de poli(ésteres éter-aspárticos) son usadas en combinación con un poli(éster aspártico) alifático y/o un poliéter diol. Dichas composiciones sellantes están destinadas a ser aplicadas, por ejemplo, en juntas de expansión, juntas de control y juntas perimetrales de sustratos, como sustratos de hormigón.

Las combinaciones de poli(ésteres éter-aspárticos) se han propuesto además, por ejemplo, para ser usadas en revestimientos de automóviles desprendibles (documento EP 3495403) y para ser usadas en revestimientos de suelos y revestimientos de encimeras en combinación con un compuesto que contiene acrilato (documento US 2018/0362801).

En un aspecto, la composición de revestimiento de la presente invención que comprende uno o más poli(ésteres éter-aspárticos) es una composición de revestimiento LEP para el álabe de dispositivos eólicos. Dicho revestimiento LEP proporciona una buena protección contra la erosión, que ha sido demostrada mediante el ensayo de erosión por lluvias. La composición LEP es capaz de proporcionar una protección en las condiciones de erosión por lluvias particularmente intensas experimentadas por álabes de turbinas eólicas.

En otro aspecto, la composición de revestimiento de la presente invención es para una composición de revestimiento de la capa superior para álabes de turbinas eólicas. Tanto la composición de la capa superior como la composición LEP poseen buenas propiedades mecánicas y físicas que incluyen un elevado grado de flexibilidad que puede ser valorado, por ejemplo, mediante los ensayos de perno cónico o tensión por tracción. Además, tanto la capa superior como la capa LEP proporcionan una buena protección contra la erosión por lluvias.

Las composiciones de la invención pueden ser aplicadas usando técnicas estándar como mediante cepillo o rodillo y pueden ser aplicadas incluso mediante aplicación por pulverización, como mediante una aplicación por pulverización mediante atomización convencional con aire (composición de la capa superior) o mediante una aplicación por pulverización sin aire (las composiciones tanto de la capa superior como LEP). El carácter adecuado

para la aplicación de la pulverización es una ventaja, tanto en relación al revestimiento inicial de un álabo de dispositivos eólicos como en relación con la preparación y/o la sustitución o sustitución parcial de la capa de revestimiento existente en un álabo de dispositivos eólicos.

5 Las composiciones de revestimiento de la invención pueden comprender ciertas cantidades de uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos que son un ingrediente opcional cuando la composición va a ser usada como la composición de revestimiento LEP. Los poli(ésteres aspárticos) alifáticos son bien conocidos en la técnica. Para un poli(éster aspártico) alifático típico, X como se ilustra en la fórmula (I) es un residuo alquilo y/o cicloalquilo lineal o ramificado. Ejemplos típicos de poli(ésteres aspárticos) alifáticos incluyen sustancias comercializadas bajo las
10 marcas registradas Desmophen NH 1220, Desmophen NH 1420, Desmophen NH 1423, Desmophen 1520 y Desmophen NH 1521 disponibles en el comercio en la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania.

Si la composición de revestimiento es para ser usada como una capa superior, la composición comprende uno o más poliésteres aspárticos) alifáticos además de la combinación de poli(ésteres éter-aspárticos). La relación de poli(éster éter-aspártico) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está normalmente en el intervalo de 40:60 a 60:40, como en el intervalo de 45:55 a 55:45, como aproximadamente 50:50.

Preferentemente, si la composición de revestimiento es para ser usada en la protección del borde de ataque y comprende uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos, la relación de la combinación de poli(ésteres aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 70:30 a 99:1, como en el intervalo de 80:20 a 95:5 hasta 99:1. En una realización preferida, la composición de base comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualquiera de los poli(ésteres aspárticos) alifáticos por peso de dicha composición de base. En una realización, dicha composición LEP está sustancialmente
20 exenta de cualesquiera poli(ésteres aspárticos) alifáticos.

Agente de curado

Las composiciones de revestimiento de la invención comprenden además un agente de curado. En una realización preferida, Dicho agente de curado comprende uno o más poliisocianatos. En el presente contexto, "poliisocianato" se refiere a cualquier compuesto orgánico que tiene dos o más grupos isocianatos (-NCO) reactivos en una única molécula, como diisocianatos, triisocianatos, tetraisocianatos, etc. y sus mezclas. Se pueden emplear provechosamente moléculas de poliisocianatos cíclicos y/o lineales. El número de grupos isocianatos por molécula se puede determinar fácilmente a través del contenido de isocianatos y el peso molecular medio numérico del respectivo poliisocianato. El contenido de isocianato se puede determinar, por ejemplo, de acuerdo con la norma DIN EN ISO 11909 mediante la reacción de la respectiva muestra con dibutilamina en exceso y nueva titulación del exceso con ácido clorhídrico frente a azul de bromofenol.

Ejemplos de poliisocianatos según la invención son compuestos que son conocidos por sí mismos, preferentemente poliisocianatos alifáticos, con una mención particular de isocianatos y sus dímeros y trímeros, como uretdionas e isocianuratos. Ejemplos incluyen derivados de hexametileno-1,6-diisocianato (también denominado diisocianato de hexametileno o HDI), diisocianato de octametileno, diisocianato de decametileno, diisocianato de dodecametileno, diisocianato de tetradecametileno, diisocianato de trimetilhexano, diisocianato de tetrametilhexano, diisocianato de isoforona (IPD), isocianato de 2-isocianatopropilciclohexilo, 2,4'-diisocianato de dicitclohexillmetano, 4,4'-diisocianato de dicitclohexilmetano, 1,4- o 1,3-bis-(isocianato-metil)ciclohexano, 1,4- o 1,3- o 1,2-diisocianato-ciclohexano y 2,4- o 2,6-diisocianato-1-metil-ciclohexano y mezclas de estos. El más preferido es diisocianato de hexametileno (HDI).

También, pueden ser utilizados productos de reacción de prepolímeros de poliisocianatos alifáticos. Se deben mencionar en particular los biurets, alofohanatos, uretdionas e isocianuratos de los poliisocianatos establecidos. Es preferente, en este caso, usar los dímeros y/o trímeros de los poliisocianats establecidos, preferentemente de poliisocianato de hexametileno. En particular, las uretdionas e isocianuratos de los poiisocianatos anteriormente mencionados, que son conocidos por sí mismos y están también disponibles en el comercio.

Los isocianuratos pueden ser preparados a partir de cualquiera de una amplia diversidad de isocianatos en presencia de catalizadores particulares, de los que son ejemplos en formiato de sodio, formiato de potasio, aminas terciarias trifenilfosfinas. El sistema de anillos del isocianurato constituye un trímero que consiste en tres grupos isocianatos en cada caso, son muy estables, reteniendo su integridad incluso a temperaturas elevadas de más de 100°C, por ejemplo. Cada uno de estos tres grupos isocianatos procede de tres moléculas diferentes del respectivo isocianato usado, dicho de otro modo, se forman estructuras trímeras. Si se usan poliisocianatos, de los que son ejemplos diisocianatos como HDI, es posible que se produzca una reticulación intermedia y, por tanto, una pluralidad de anillos de isocianuratos pueden resultar unidas unas a otras. Es conocido también que es posible añadir fracciones de dioles de puente, por ejemplo, hexanodiol, durante la preparación de los isocianuratos con el fin de modificar su reactividad, por ejemplo, y de este modo una pluralidad de sistemas de anillos de isocianuratos resultan unidos unos a otros. Análogamente, se pueden preparar uretdionas, consistentes en dos grupos isocianatos, mediante una reacción catalítica similar.

En una realización, dicho agente de curado comprende un prepolímero basado en un poliisocianato alifático, preferentemente diisocianato de hexametileno. Los “prepolímeros” en el contexto de la invención son productos de reacción de funcionalidad NCO de isocianatos y polioles, como poliéteres o poliésteres.

Un ejemplo de prepolímero es un poliisocianato que comprende grupos poliésteres alifáticos que comprenden unidades estructurales repetidas —R—C(=O)—O—C— , en las que R es un radical alifático divalente. Los grupos poliésteres alifáticos preferidos son grupos polilactonas, más particularmente grupos policaprolactonas. Son conocidas las policaprolactonas y su preparación, mediante reacción de un monoalcohol con una épsilon-caprolactona, por ejemplo. Pueden ser introducidas, por ejemplo, mediante métodos comunes, a través de la reacción de un grupo isocianato con al menos uno de los grupos hidroxilos que contienen. Como consecuencia de la reticulación de los grupos poliésteres presentes y de los intermedios, cuando se producen, los poliisocianatos como, por ejemplo, isocianuratos de diisocianato de hexametileno (HDI) que contienen grupos poliésteres alifáticos tienen un contenido de isocianatos inferior que el trímero HDI puro. Aunque este último tiene un contenido de isocianato de aproximadamente 25% (peso molecular $3 \times \text{NCO} = 126 \text{ g/mol}$; el peso molecular del isocianurato puramente trímero de HDI $= 504,6 \text{ g/mol}$), el polisocianato que contiene grupos ésteres alifáticos posee normalmente un contenido de isocianato de 5-20%, como 5-15%, preferentemente 6-14%, como 6-11% o 8-14% o 10-12%, como aproximadamente 11%. Un prepolímero de poliisocianato disponible en el comercio que contiene grupos poliésteres alifáticos es Desmodur E 2863. Otro ejemplo de prepolímero basado en HDI es Desmodur XP 2599 que contiene grupos ésteres. Ambos prepolímeros anteriormente mencionados están disponibles en la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania.

Los poliisocianatos preferidos están exentos de disolventes y sustancialmente exentos de monómero de isocianato, es decir, contienen menos de 0,5% y, más preferentemente menos de 0,3% de monómero de isocianato según se mide según la norma DIN EN ISO 10 283.

Cuando se usan poliisocianatos como agentes de curado, la funcionalidad se define como el número de grupos isocianatos presentes por molécula. Para fines prácticos, el número de grupos isocianatos se proporciona como un porcentaje, debido a la presencia de diversos tipos relacionados de moléculas de poliisocianatos en un producto comercial. La expresión “funcionalidad media” se refiere a la funcionalidad de una combinación de dos o más poliisocianatos. La “funcionalidad media” se calcula como el número total de reactivo grupos isocianatos dividido por el número total de moléculas de poliisocianato. Normalmente, una funcionalidad inferior produce una menor reticulación, lo que da lugar a productos más flexibles y más blandos y, una funcionalidad superior produce una reticulación mayor y da lugar a productos más rígidos y más duros. En una realización preferida, la funcionalidad media de los poliisocianatos usados en la composición de la presente invención está en el intervalo de 2-4, como en el intervalo de 3-4 o 2-3, como en el intervalo de 2-2,5.

Ejemplos de poliisocianatos disponibles en el comercio que son útiles en la presente invención incluyen Desmodur N 3900, Desmodur E 2863 XP, Desmodur N 3800, Desmodur XP 2860 y Desmodur XP 2599, todos ellos disponibles en la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania. En una realización, el agente de curado según la presente invención comprende uno o más poliisocianatos seleccionados entre el grupo que consiste en Desmodur N 3900, Desmodur E 2863 XP, Desmodur N 3800, Desmodur XP 2860 and Desmodur XP 2599.

La elección del uno o más poliisocianatos que van a estar comprendidos en el agente de curado puede estar basada en las propiedades deseadas de la composición de revestimiento, como el grado de viscosidad de la composición de revestimiento y la flexibilidad de la capa de revestimiento. La expresión “uno o más poliisocianatos” indica que puede ser usada una combinación de poliisocianatos.

Tanto para la capa superior como para la composición LEP de la presente invención, el número total de grupos isocianatos en el componente de agente de curado para el número de grupos de aminas en el componente de base estará normalmente en el intervalo de 80:100 a 160:100, como de 90:100 a 125:100, como de 95:100 a 120:100, preferentemente en el intervalo de 100:100 a 120:100, como de 100:100 a 100:100 o de 105:100 a 110:100. Preferentemente, el número de grupos isocianatos está en exceso respecto al número de grupos aminas, preferentemente justo en un exceso menor, con el fin de facilitar una reacción completa de los grupos de aminas.

Preparación de las composiciones de revestimiento de la invención

Las composiciones de revestimiento pueden ser preparadas a partir de componente disponibles en el comercio. La composición de base (que incluye los uno o más poli(ésteres éter-aspárticos) y potencialmente uno o más poli(ésteres aspárticos)) y el agente de curado (que incluye el uno o más poliisocianatos) pueden comprender también normalmente uno o más de otros constituyentes seleccionados entre materiales de carga y pigmentos.

Pueden ser añadidos constituyentes como disolventes y aditivos (por ejemplo (agentes espesantes, agentes humectantes, agentes dispersantes, agentes antiflagidez, agentes antisedimentantes, desespumantes y estabilizadores).

5 Ejemplos de materiales de carga y pigmentos son carbonato de calcio, dolomita, talco, mica, sulfato de bario, caolín, sílice, dióxido de titanio, óxido de hierro rojo, óxido de hierro amarillo, óxido de hierro negro, negro de carbono, azul de ftalocianina y verde de ftalocianina. En la composición de revestimiento LET la cantidad total de material (es) de carga y pigmento(s) está preferentemente entre 5-30%, como entre 10-25% por peso de la composición de revestimiento, mientras que la composición de base superior contiene preferentemente de forma aproximada 20-40%, como aproximadamente 25-30% de material(es) de carga y pigmento(es) por peso de la composición de revestimiento.

10 Ejemplos de aditivos son diluyentes, agentes humectantes, agentes niveladores y dispersante; agentes desespumantes como aceites de silicona; estabilizadores como estabilizadores frente a la luz y el calor, por ejemplo, estabilizadores de la luz de aminas con impedimento estérico (HALS); estabilizadores contra la humedad (depuradores de agua) como isocianatos sustituidos silanos sustituidos, ésteres trialquílicos de ácido ortofórmico y zeolitas sintéticas, estabilizadores contra la oxidación como hidroxianisol butilado e hidroxitolueno butilado; 15 espesantes como agentes antisedimentantes como arcillas órgano-modificadas (Bentone); ceras de poliamidas y ceras de polietileno.

Además, el agente de base y/o de curado puede estar complementado con uno o más disolventes. Ejemplos 20 preferidos de disolventes adecuados son disolventes orgánicos como tolueno, xileno y disolvente de nafta; cetonas como metil-etil-cetona, metil-isobutil-cetona, alcohol de diacetona y ciclohexanona; ésteres como acetato de metoxipropilo, acetato de n-butilo y acetato de 2-etoxietilo y sus mezclas. Sin embargo, en lo que respecta a la composición de revestimiento reivindicada cuando va a ser usada en el LEP, ni siquiera puede ser necesario un disolvente debido a la baja viscosidad de los restantes constituyentes de la composición de revestimiento, debido 25 a las propiedades del agente de curado de poli(ésteres éter-aspárticos) y poliisocianatos. Por ejemplo, la composición de revestimiento LEP de la invención puede ser preparada en forma exenta de disolventes y, por tanto, puede proporcionar un buen perfil medioambiental. Por tanto, en la composición de revestimiento LEP, preferentemente, el uno o más disolventes son incluidos (o no incluidos) en una cantidad de menos de 25% en peso, como menos de 15% en peso, como menos de 10% en peso, preferentemente menos de 5%, como menos de 2,5% por peso de la composición de revestimiento. Lo más preferentemente, cuando es usada para una 30 composición de revestimiento LEP, la composición está sustancialmente exenta de cualesquiera disolventes, lo que quiere decir que no han sido explícitamente añadidos uno o más disolventes orgánicos con el fin, por ejemplo, de adaptar la viscosidad de la composición. "Sustancialmente exenta de disolventes" significa que, si es que las hay, solo están presentes pequeñas cantidades del uno o más disolventes orgánicos en la composición de revestimiento, como resultado del uso de, por ejemplo, aditivos de revestimiento típicos, que pueden ser 35 opcionalmente obtenidos en el comercio en solución en disolventes orgánicos.

40 Cuando la composición de revestimiento reivindicada va a ser usada como una capa superior, dicha composición contiene preferentemente uno o más disolventes añadidos además de los disolventes que deben estar comprendidos en la composición de revestimiento como consecuencia del uso, por ejemplo, de aditivos de revestimiento, que pueden ser opcionalmente obtenidos en el comercio en solución en disolventes orgánicos. Preferentemente, un disolvente añadido está presente en una cantidad en el intervalo de 10-30% en peso de la composición de revestimiento, como en el intervalo de 15-25%, como aproximadamente un 20% de dicha composición de revestimiento.

45 La composición de revestimiento puede ser preparada mediante técnicas adecuadas que son comúnmente usadas en el campo de la producción de revestimientos. La composición de revestimiento puede ser preparada mezclando dos o más componentes, por ejemplo, dos mezclas previas de las que una mezcla previa comprende una composición de base y la otra mezcla previa comprende el agente de curado. Antes de la mezcla, una o ambas de las mezclas previas pueden ser previamente acondicionadas para cumplir requisitos específicos de temperatura. 50 Debe entenderse que cuando se hace referencia a la composición de revestimiento, se trata de la composición de revestimiento mezclada.

La mezcla de la composición de base (que comprende el uno o más poli(ésteres éter-aspárticos) y el agente de curado (que comprende el uno o más poliisocianato) permite una reacción química entre los grupos aminos de los 55 poli(ésteres éter-aspárticos) y los poli(ésteres aspárticos) potenciales cuando están presentes y los grupos isocianatos de los poliisocianatos. La relación de mezcla entre los dos componentes, por lo tanto, debe ser cuidadosamente controlada con el fin de obtener una composición de revestimiento con las propiedades físicas correctas. La relación de mezcla se define como la relación volumétrica o en peso entre la composición de base y el agente de curado. En el contexto de la presente invención, la relación de mezcla volumétrica entre la 60 composición de base y el agente de curado está normalmente entre 1:5 y 5:1, como entre 1:4 y 4:1, como entre 1:3 y 3:1, preferentemente entre 1:2 y 2:1, como entre 1:1,5 y 1,5:1, como de aproximadamente 1:1.

Aplicación de las composiciones de revestimiento de la invención

65 Las aplicaciones de revestimientos se pueden hacer mediante métodos estándar de aplicación como mediante cepillado o con rodillos. Además, la composición de revestimiento reivindicada puede ser aplicada al álabe de

5 dispositivos eólicos mediante aplicación por pulverización mediante atomización convencional con aire (capa superior) o mediante aplicación por pulverización sin aire (tanto capa superior como LEP). En realizaciones prácticas, la composición de base y el agente de curado se mezclan en una tanda única para una aplicación por pulverización normal o bien como un procedimiento continuo cuando se usa una instalación de pulverización de diversos componentes.

10 Con el objetivo de facilitar una facilidad de aplicación de la composición de revestimiento (por ejemplo, mediante técnicas de aplicación de pulverización, cepillado o rodillos) la composición LEP tiene normalmente una viscosidad en el intervalo de 150-5.000 mPa.s, como 250 a 3.000 mPa.s, preferentemente en el intervalo de 50, 2.500 mPa.s, como de 500-2000 mPa.s, mientras que la composición de la capa superior normalmente tiene una viscosidad en el intervalo de 50-500 mPa.s, como aproximadamente 50-300 mPa.s, como aproximadamente 50-200 mPa.s. Normalmente, la composición LEP tiene una viscosidad mayor que la composición de la capa superior.

15 Preferentemente, la composición de revestimientos es aplicada en una o más capas y el grosor total de la película seca de la composición de revestimiento está entre 50 y 1000 μm .

20 También de forma preferida, la parte de la superficie exterior del álabe de turbina eólica revestida con la composición de revestimiento comprende al menos una parte predominante del borde de ataque del álabe, pero la superficie total del álabe de turbina eólica puede estar revestida con la composición de revestimiento.

25 En el contexto de la presente invención, el álabe de dispositivos eólicos al que se aplica la composición de revestimiento de la capa superior está normalmente prerrevestida con una o más capas de revestimiento que comprenden un imprimador al que se aplica la composición de revestimiento de la capa superior. Preferentemente, el álabe de dispositivos eólicos al que va a ser aplicada la composición de revestimiento de la capa superior es previamente revestido con al menos una o más capas de una imprimación.

30 En el contexto de la invención, el álabe de dispositivos eólicos al que es aplicada la composición de revestimiento LEP puede ser previamente revestido con una o más capas de revestimiento que comprenden una imprimación y/o una capa superior a la que es aplicada la composición de revestimiento. Preferentemente, el álabe de dispositivos eólicos al que es aplicada la composición de revestimiento LEP es previamente revestido con al menos una o más capas de una imprimación y/o una capa superior.

35 En una realización, la invención se refiere a un álabe de dispositivos eólicos que tiene en al menos una parte de su superficie exterior una o más capas de revestimiento preparadas a partir de una composición de la capa superior de la invención y sobre la misma, una o más capas de un revestimiento LEP preparado a partir de una composición de revestimiento LEP de la invención, de modo que la composición de revestimiento LEP es aplicada a al menos una parte del borde de ataque del álabe de dispositivos eólicos. Opcionalmente, el álabe de dispositivos eólicos ha sido previamente revestido con una o más capas de revestimiento que comprenden una imprimación.

40 Por tanto, la presente invención proporciona también un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos, comprendiendo dicho método aplicar una composición de revestimiento, como se define en la presente memoria descriptiva, a al menos una parte de la superficie de dicho álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición de revestimiento sea curada.

45 Como el uso de las composiciones de revestimiento según la invención incluye el uso tanto de capas superiores como el uso de una protección del borde de ataque, una realización adicional de la invención proporciona un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos que comprende las etapas, i) aplicar una composición de revestimiento según la invención para ser usada como una capa superior a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada; seguido de ii) aplicar una composición de revestimiento según la invención para ser usada como una protección del borde de ataque a al menos una parte del borde de ataque de un álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada.

50 En otra realización, la invención proporciona un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos que comprende las etapas, i) aplicar una composición de revestimiento según la invención para al menos a una protección del borde del ataque al menos al borde de ataque de un álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada, seguido de ii) aplicar una composición de revestimiento según la invención para ser usada como una capa superior a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada.

60 Dicho álabe de dispositivos eólicos puede ser previamente revestido con una imprimación antes de aplicar la composición de revestimiento de la capa superior y/o LEP.

65 Después de la aplicación de la composición de revestimiento al álabe de dispositivos eólicos, se permite que la composición de revestimiento sea curada bajo una temperatura y humedad ambiente controladas. La composición de revestimiento es curada preferentemente a una temperatura que no sobrepase 70° C, en particular, a una temperatura en el intervalo de 0-45°C, como una temperatura en el intervalo de 15-35°C. La temperatura real a la

que puede ser curada la composición de revestimiento se ajusta normalmente, en el límite inferior, mediante la temperatura a la que la composición de revestimiento puede ser curada en la práctica y, en el límite superior, mediante la temperatura a la que se verán comprometidas la integridad del álabe de dispositivos eólicos y cualesquiera capas subyacentes.

5 Las composiciones de revestimiento de la presente invención pueden ser usadas también en un método para reparar un álabe de dispositivos eólicos. El método para reparar un álabe de dispositivos eólicos comprendería una etapa de aplicar la composición de revestimiento de la presente aplicación a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos. El revestimiento puede ser aplicado sustancialmente a la totalidad del álabe de dispositivos eólicos, o solo a una parte del álabe de dispositivos eólicos, como el borde de ataque del álabe de dispositivos eólicos. En ciertas realizaciones, pueden ser aplicadas una o más de las capas de revestimiento a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos. El álabe de dispositivos eólicos reparado de esta manera puede tener un revestimiento o capas de revestimiento previamente existentes, alguno de los cuales puede ser retirado antes de la aplicación de la composición de revestimiento reivindicada. Alternativamente, la composición de revestimiento reivindicada podría ser aplicada como pintura sobre la(s) capa(s) de revestimiento existentes. Por tanto, la invención se refiere también a un método para reparar y/o sustituir o sustituir parcialmente una capa de revestimiento existente sobre un álabe de dispositivos eólicos. En una realización, la composición de revestimiento es aplicada como pintura sobre una(s) capa(s) de revestimiento existente(s), siendo aplicado un favorecedor de la adhesión sobre la capa de revestimiento existente antes de la aplicación de la composición de revestimiento de la invención, para mejorar la adherencia de la composición de revestimiento. En otra realización, no se aplica un favorecedor de la adhesión. Los favorecedores de la adhesión y sus usos son conocidos en la técnica.

Las características preferidas de las composiciones de revestimiento reivindicadas (composiciones tanto de la capa superior como LEP) tienen, además de un elevado grado de flexibilidad una cohesión de la película (como consecuencia de la densidad de reticulación), resistencia a radiación UV, retención del brillo y adhesión a los revestimientos subyacentes. Por lo tanto, preferentemente, la composición de revestimiento, en particular la composición LEP, proporciona un revestimiento que otorga una buena protección contra la erosión provocada por condiciones climáticas adversas.

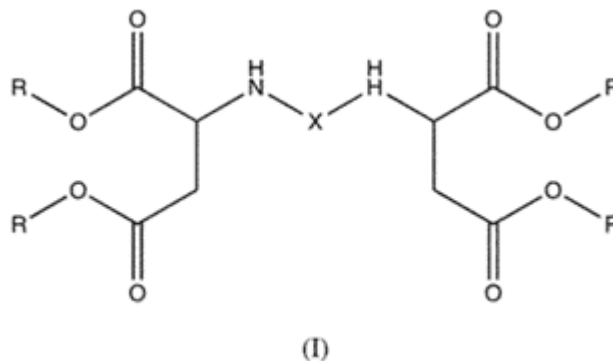
30 Realizaciones de la invención

En lo que sigue se describen realizaciones de la invención. La primera realización es indicada con E1, la segunda realización es indicada con E2, etcétera.

35 Debe entenderse que los diversos aspectos, realizaciones, aplicaciones y características de la invención mencionadas en la presente memoria descriptiva pueden ser reivindicadas de forma separada o en cualquier combinación.

E1. Uso de una composición de revestimiento que comprende:

40 a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspárticos) que tiene la fórmula (I) siguiente



45 en la que cada R representa un residuo alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un residuo alquilo C₁-C₆ lineal o ramificado, preferentemente un residuo metilo, etilo, propilo o butilo; y

en la que X es un poliéter;

50 b) un agente de curado; y

c) uno o más componentes adicionales seleccionados entre materiales de carga y pigmentos, para revestir un álabe de turbinas eólicas.

E2. El uso según la realización 1, con la condición de que dicha composición de revestimiento no es: una composición de revestimiento que comprende:

a) un componente reactivo de isocianato que comprende:

(a1) al menos un poli(éster aspártico) y

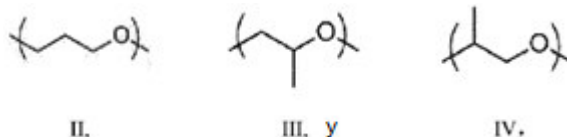
(a2) opcionalmente, un poli(éster éter-aspártico);

(b) un componente de isocianato que comprende:

(b1) al menos un prepolímero de isocianato, siendo el prepolímero de isocianato un producto de reacción de componentes que comprenden al menos un isocianato alifático y al menos un poliéter-poliol, teniendo el poliéter-poliol un peso molecular medio numérico de 400 a 6.000 y la estructura de fórmula (I):



en la que R¹ tiene una o más de las siguientes estructuras:



R² es uno o más de los siguientes:

hidrógeno y un grupo orgánico inerte a un grupo isocianato,

n es un número entero de 6 a 100

la cantidad de la estructura de -R¹_n- es de al menos 40% p basada en el peso del poliéter-poliol;

(b2) al menos un oligómero de isocianato que contiene no menos de dos grupos isocianatos,

la relación en peso del prepolímero de isocianato (b1) respecto al oligómero de isocianato (b2) es mayor que 1:4 y menor que 4:1;

c) un catalizador; y

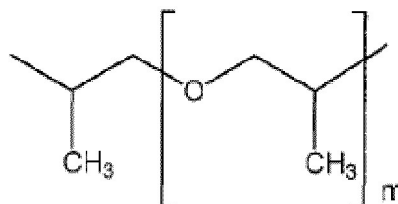
d) opcionalmente, un aditivo;

de modo que la relación en moles de los grupos isocianatos respecto a los grupos reactivos de isocianato en la composición de revestimiento es de 1,5:1 a 4:1.

E3. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-2, en el que X es un poliéter en el que la unidad repetida contiene un residuo alquilo de uno o más átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo que tiene entre dos y seis átomos de carbono unido a un átomo de oxígeno como un residuo de alquilo dos átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno;

de modo que uno o más de dichos átomos de carbono pueden estar sustituidos con un alquilo pequeño como, por ejemplo, metilo, etilo o propilo.

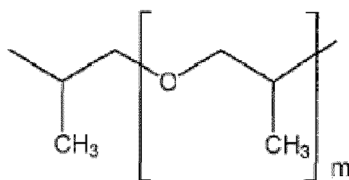
E4. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-3, en el que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



en la que m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en

el intervalo de 2 a 4.

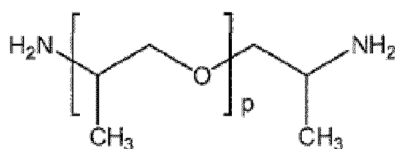
5 E5. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-4, en el que dicha composición de base comprende una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) que tiene la fórmula (I), que comprende al menos dos poli(ésteres éter-aspárticos) en los que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



10 de modo que la combinación es tal que el valor medio de m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3.

E6. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-5 en el que cada R en la fórmula (I) representa un residuo etilo.

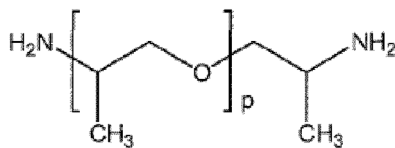
15 E7. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-4, en el que dicho poli(éster éter-aspártico) es el producto de reacción de un maleato de dialquilo, preferentemente un maleato de dialquilo de C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un maleato de dialquilo de C₁-C₆ lineal o ramificado, como maleato de dietilo y de una poliéter-poliamina según la fórmula (II) siguiente



(II)

20 en la que p está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4.

25 E8. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-5, en el que dicha composición de base comprende una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) que comprenden al menos dos ésteres poliéter-aspárticos que son cada uno el producto de reacción de un maleato de dialquilo, preferentemente un maleato de dialquilo de C₁-C₁₀ lineal o ramificado, como un maleato de dialquilo de C₁-C₆ lineal o ramificado, como maleato de dietilo; y de al menos dos poliéter-poliaminas según a fórmula (II) siguiente



(II)

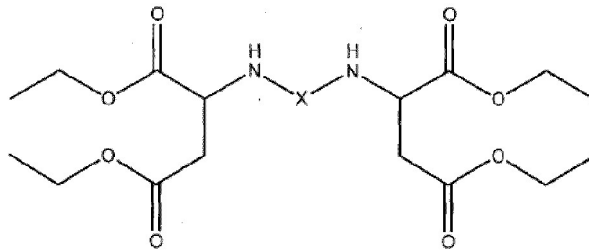
30 en la que el valor medio de p está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3.

35 E9. El uso según cualquiera de las realizaciones 7-8, en el que dicho maleato de dialquilo es maleato de dietilo.

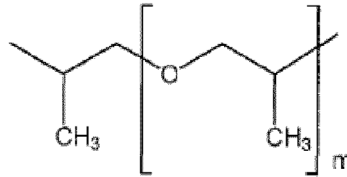
E10. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-9, en el que dicho agente de curado b) comprende uno o más poliisocianatos.

40 E11. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-2, en el que composición de revestimiento comprende

a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula siguiente



en la que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



5

en la que m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4;

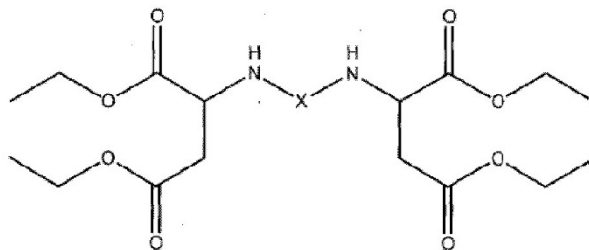
10 y

b) un agente de curado que comprende uno o más poliisocianatos.

15

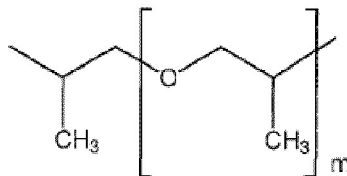
E12. El uso según cualquiera de las realizaciones 1 a 11, en el que dicha composición de revestimiento comprende

a) una composición de base que comprende una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) que tiene la fórmula siguiente



20

en la que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



25

de modo que la combinación es tal que el valor medio de m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3; y

b) un agente de curado que comprende uno o más poliisocianatos.

30

E13. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-12, en el que uno o más de dichos uno o más poliisocianatos está basado en diisocianato de hexametileno (HDI).

E14. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-12, en el que uno o más de dichos uno o más poliisocianatos está basado en un trímero de diisocianato de hexametileno (HDI).

35

El uso según cualquiera de las realizaciones 10-14, en el que dicho 1 o más poliisocianatos contiene menos de 0,5% de monómero de isocianato, preferentemente menos de 0,3% de monómero de isocianato, como menos de 0,1% de monómero de isocianato, según la norma DIN EN ISO 10 283.

ES 2 950 167 T3

E16. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-15, en el que la funcionalidad media de dichos uno o más poliisocianatos está en el intervalo de 2-4, como en el intervalo de 3-4 o 2-3, como en el intervalo de 2-2,5.

5 E17. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-16, en el que los apartados a) y b) están presentes en dicha composición de revestimiento en una cantidad tal que la relación estequiométrica del número de grupos isocianatos en el componente de agente de curado respecto al número de grupos de aminas en el componente de base está en el intervalo de 80:100 a 160:100, como de 90:100 a 125:100, como de 95:100 a 120:100, preferentemente en el intervalo de 100:100 a 120:100, como de 100:100 a 110:100 o de 105:100 a 110:100 como aproximadamente 100:100.

10 E18. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-17, en el que dicha composición de revestimiento comprende además

15 d) uno o más componentes adicionales seleccionados entre disolventes y aditivos.

E19. El uso según la realización 1, en el que dichos uno o más componentes adicionales comprenden uno o más componentes seleccionados entre el grupo que consiste en carbonato de calcio, dolomita, talco, mica, sulfato de bario, caolín, sílice, dióxido de titanio, óxido de hierro rojo, óxido de hierro amarillo, óxido de hierro negro, negro de carbono, azul de ftalocianina y verde de ftalocianina.

20 E20. El uso según cualquiera de las realizaciones 18-19, en el que la cantidad total de material(es) de carga y pigmento(s) está entre 5-30%, como entre 10-25% por peso de la composición de revestimiento.

25 E21. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-20, en el que dicha composición de revestimiento tiene una viscosidad en el intervalo de 150-5000 mPa.s, como de 250 a 3000 mPa.s, preferentemente en el intervalo de 500-2.500 mPa.s, como de 500-2000 mPa.s, como aproximadamente 1500 mPa.s.

30 E 22. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-21, en el que dicha composición de revestimiento es curada a una temperatura por debajo de 90°C como por debajo de 70°C, como una temperatura en el intervalo de 0-45°C, como en el intervalo de 15-35°C.

35 E23. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-22, en el que dicha composición de base a) comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualesquiera poli(ésteres aspárticos) alifáticos por peso de dicha composición de base.

E24. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-22, en el que dicha composición de base a) comprende adicionalmente uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos

40 de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 70:30 a 99:1, preferentemente en el intervalo de 80:20 a 99:1, como en el intervalo de 85:15 a 99:1, lo más preferentemente en el intervalo de 90:10 a 99:1, como de 95,5 a 99:1.

45 E25. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-22, en el que dicha composición de revestimiento está sustancialmente exenta de cualesquiera poli(ésteres aspárticos).

E26. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-22, en el que dicha composición de base a) comprende además opcionalmente uno o más poli(ésteres aspártico) alifáticos,

50 de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspártico) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 70:30 a 99:1, preferentemente en el intervalo de 80:20 a 99:1, como en el intervalo de 85:15 a 99:1, lo más preferentemente en el intervalo de 90:10 a 99:1, como de 95:5 a 99:1; o

55 de modo que dicha composición de revestimiento está sustancialmente exenta de cualesquiera poli(ésteres aspártico) alifáticos.

60 E27. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-26, en el que dicha composición de revestimiento comprende uno o más disolventes de modo que la cantidad total de disolvente constituye menos de 25% en peso, como menos de 15% en peso como menos de 10% en peso como menos de 5% en peso, como menos de 2,5% por peso de la composición de revestimiento.

E28. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-26, en el que dicha composición de revestimiento está sustancialmente exenta de cualesquiera disolventes.

65 E29. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-28, en el que dichos uno o más poliisocianatos tienen un contenido de isocianato de 5-25%, como de 5-20%, como de 5-15%, preferentemente 6-14%, como de 6-11% o 8-14% o 10-12%; como de aproximadamente 6% o aproximadamente 7% o aproximadamente 8% o

aproximadamente 9% o aproximadamente 10% o aproximadamente 11%.

E30. El uso según cualquiera de las realizaciones 10-29, en el que dichos uno o más poliisocianatos contiene cada uno grupos poliésteres alifáticos.

E31. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-30, en el que la cantidad total de material(es) de carga y pigmento(s) está entre 20-40%, como entre 25-30% por peso de la composición de revestimiento.

E32. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-31, en el que dicha composición de revestimiento tiene una viscosidad en el intervalo de 50-1000 mPa.s, como en el intervalo de 50- 500 mPa.s.

E33. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-32, en el que dicha composición de revestimiento es curada a una temperatura por debajo de 50° C, como por debajo de 30° C, como una temperatura en el intervalo de 10-30° C.

E34. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-33, en el que dicha composición de base a) comprende adicionalmente uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos,

de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 40:60 a 60:40, como en el intervalo de 45:55 a 55:45, como aproximadamente 50:50.

E35. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-34, en el que dicha composición de revestimiento comprende 1 o más disolventes, de modo que la cantidad total de disolvente constituye una cantidad en el intervalo de 10-30% en peso de la composición de revestimiento, como en un intervalo de 15-25%, como aproximadamente 20% en peso de dicha composición de revestimiento.

E36. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-35, en el que dicho agente de curado comprende además un poliisocianato como se define en cualquiera de las realizaciones 13-16 y que tiene un contenido de isocianato entre 20-26% p/p como entre 15-30% p/p, como entre 22 y 24% p/p como aproximadamente 23% p/p.

E37. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-30, en el que dicha composición es para ser usada como un revestimiento protector del borde de ataque de dicho álabe de turbina eólica.

E38. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-30, en el que dicha composición de revestimiento es aplicada a al menos el borde de ataque de dicho álabe de turbina eólica.

E39. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-30, en el que dicha composición de revestimiento es aplicada al borde protector de dicho álabe de turbina eólica.

E40. El uso según cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-36, en el que dicho revestimiento es para ser usado como una capa superior para dicho álabe de turbina eólica.

E41. Un álabe de turbina eólica. que tiene al menos una parte de su superficie que tiene sobre al menos una parte de su superficie exterior un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-36.

E41. El álabe de turbina eólica según la realización 41. que tiene sobre al menos en el borde de ataque de dicho álabe de turbina eólica un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-36.

E43. El álabe de turbina eólica según cualquiera de las realizaciones 41-42, que tiene cobre el borde de ataque de dicho álabe de turbina eólica un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-30

E44. El álabe de turbina eólica según cualquiera de las realizaciones 41-43, en el que dicho revestimiento constituye la capa de revestimiento más exterior.

E45. El álabe de turbina eólica según cualquiera de las realizaciones 43-44, en el que dicho revestimiento es un revestimiento protector del borde de ataque.

E46. El álabe de turbina eólica según cualquiera de las realizaciones 43-45, en el que dicho revestimiento es un revestimiento protector del borde de ataque y

en el que dicho revestimiento ha sido aplicado por encima de una capa superior o

en el que dicho revestimiento ha sido aplicado por debajo de una capa superior, preferentemente por encima de una capa de imprimación.

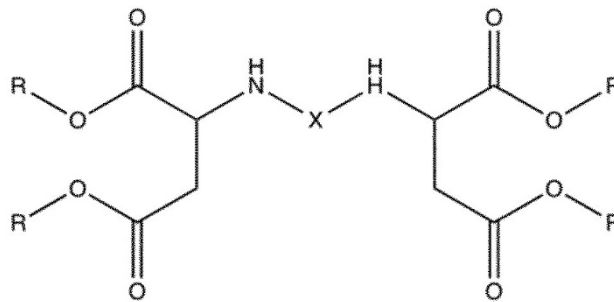
5 E47. El álabo de turbina eólica según la realización 41 que tiene una primera capa de revestimiento que es una capa superior preparada a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-36; y por encima de dicha primera capa de revestimiento que tiene un segundo revestimiento que es una capa LEP preparada a partir de una composición de revestimiento como se define en cualquiera de las realizaciones 1-30, aplicada sobre la primera capa de revestimiento en al menos una parte de la superficie exterior de dicho álabo de turbina eólica, como sobre el borde de ataque de dicho álabo de turbina eólica.

10 E48. El álabo de turbina eólica según la realización 41, que tiene una primera capa de revestimiento que es un revestimiento LEP preparado a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-30, aplicada sobre al menos una parte de la superficie de dicho álabo de turbina eólica, como sobre el borde de ataque de dicho álabo de turbina eólica y por encima de dicha primera capa de revestimiento que tiene un segundo revestimiento que es una capa superior preparada a partir de una composición de revestimiento como se define en cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-36, aplicada sobre la superficie más exterior de dicho álabo de turbina eólica y sobre la primera capa de revestimiento de dicho álabo de turbina eólica.

20 E49. El álabo de turbina eólica según cualquiera de las realizaciones 41-44, en el que dicho álabo de turbina eólica tiene una capa de imprimación aplicada por debajo de la capa superior y/o una capa de revestimiento protector del borde de ataque.

E50. Un kit de partes que comprende

25 i) un recipiente que comprende a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula (I) siguiente



(I)

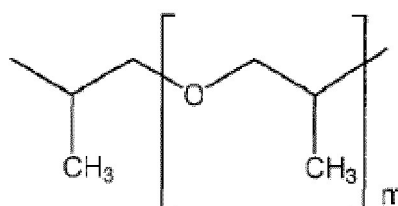
30 en la que cada R representa un residuo alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificad, como un residuo alquilo C₁-C₆ lineal o ramificado, preferentemente un residuo metilo, etilo, propilo o butilo; y

en la que X es un poliéter; y

35 ii) un recipiente que comprende b) un agente de curado.

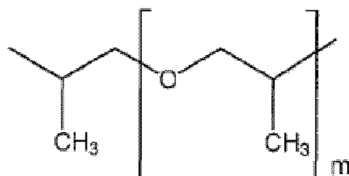
40 E51. Un kit según la reivindicación 50 en el que X es una poliéter en el que la unidad repetida contiene un residuo alquilo de uno o más átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno como un residuo alquilo que tiene entre dos y seis átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo de dos átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno; de modo que uno o más de dichos átomos de carbono pueden estar sustituidos con un alquilo pequeño, por ejemplo, metilo, etilo o propilo.

45 E52. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-51, en el que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



en la que m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4.

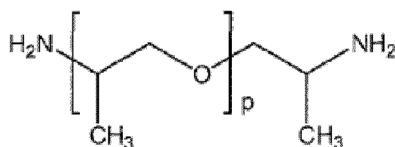
- 5 E53. El kit según cualquiera de 50-52, en el que dicha composición de base comprende una composición de poli(ésteres éter-aspárticos) que tienen la fórmula (I) que comprende al menos dos poli(ésteres éter-aspárticos) en los que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



- 10 de modo que la combinación es tal que el valor medio de m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3.

E54. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-53, en el que cada R en la fórmula (I) representa un residuo etilo.

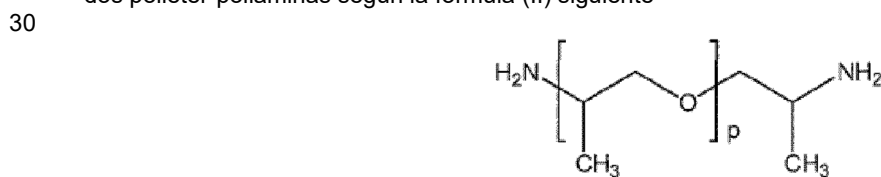
- 15 E55. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-54, en el que dicho poli(éster éter-aspártico) es el producto de reacción de un maleato de dialquilo, preferentemente un maleato de dialquilo C₁-C₆ lineal o ramificado, como maleato de dietilo; y de una poliéter-poliamina según la fórmula (II) siguiente



- 20 (II)

en la que p está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4.

- 25 E56. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-54, en el que dicha composición de base comprende una composición de poli(ésteres éter-aspárticos) que comprende al menos dos poli(ésteres éter-aspárticos) que son cada uno el producto de reacción de un maleato de dialquilo, preferentemente un maleato de dialquilo de C₁-C₁₀ lineal o ramificado como un maleato de dialquilo C₁-C₆ lineal o ramificado, como maleato de dietilo; y de al menos dos poliéter-poliaminas según la fórmula (II) siguiente



(II)

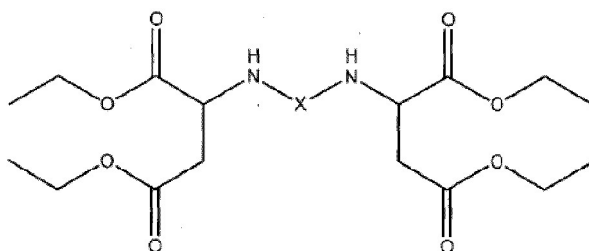
de modo que el valor medio de p está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3.

- 35 E57. El kit de la composición de revestimiento según cualquiera de las realizaciones 55-56, en el que dicho maleato de dialquilo es maleato de dietilo.

- 40 E58. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-57, en el que dicho agente de curado comprende uno o más poliisocianatos.

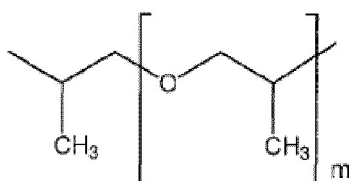
E59. El kit según la realización 50, en que dicho kit comprende

- 45 i) un recipiente que comprende a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula siguiente



en la que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente

5



de modo que cuando m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4; y

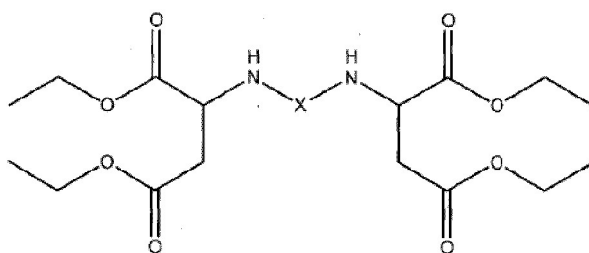
10

ii) un recipiente que comprende b) un agente de curado que comprende uno más poliisocianatos.

E60. El kit según cualquiera de las realizaciones 50 o 59, de modo que dicho kit comprende

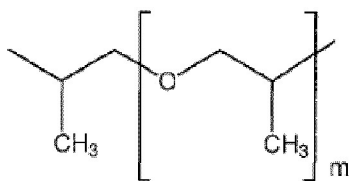
15

i) un recipiente que comprende a) una composición de base que comprende una combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) que tiene la fórmula siguiente



20

en la que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente



de modo que la combinación es tal que el valor medio de m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4, como en el intervalo de 2,5 a 3; y

25

ii) un recipiente que comprende b) un agente de curado que comprende uno o más poliisocianatos.

E61. El kit según cualquiera de las realizaciones 58-60 en el que uno o más de dichos uno o más poliisocianatos están basados en diisocianato de hexametileno (HDI).

30

E62. El kit según cualquiera de las realizaciones 58-61, en el que uno o más de dichos uno o más poliisocianatos están basados en un trímero de diisocianato de hexametileno (HDI).

E63. El kit según cualquiera de las realizaciones 55-62, en el que dichos uno o más poliisocianatos contienen menos de 0,5% de monómero de isocianato, preferentemente menos de 0,3% de monómero de isocianato como menos de 0,1% de monómero de isocianato, según la norma DIN EN ISO 10 283.

35

E64. El kit según cualquiera de las realizaciones 58-63, en el que la funcionalidad media de dichos uno más

poliisocianatos está en el intervalo de 2-4 como en el intervalo de 3-4 o 2-3, como en el intervalo de 2-2,5.

5 E65. El kit según cualquiera de las realizaciones 58-64, en el que dichos unos o más poliisocianatos tienen un contenido de isocianato de 5-20%, como 5-15%, preferentemente 6-14%, como 6-11% o 8-14% o 10-12%; o como aproximadamente 6% o aproximadamente 7% o aproximadamente 8% o aproximadamente 9% o aproximadamente 10% o aproximadamente 11%.

10 E66. El kit según cualquiera de las realizaciones 58-65, en el que dichos uno o más poliisocianatos contienen cada uno grupos poliésteres alifáticos.

E67. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-67 en el que dicha composición de base a) en el recipiente i) comprende además opcionalmente uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos,

15 de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 70:30 a 99:1, como en el intervalo de 80:20 a 99:1, como en el intervalo de 85:15 a 99:1, lo más preferentemente en el intervalo de 90:10 a 99:1, como de 95:5 a 99:1 o

20 de modo que dicha composición de base a) en el recipiente i) está sustancialmente exenta de cualesquiera poli(ésteres aspárticos).

E68. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-66, en el que dicha composición de base en el recipiente i) comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualesquiera poli(ésteres aspárticos) alifáticos por peso de dicha composición de base.

25 E69. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-67, en el que dicha composición de base en el recipiente i) comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualesquiera compuestos que contienen acrilatos por peso de dicha composición de base.

30 E70. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-69, en el que dicha composición de base en el recipiente i) comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualesquiera compuestos que contienen silanos por peso de la composición de base.

E71. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-70, en el cual:

35 la cantidad total de disolvente en dicha composición de base en el recipiente i) constituye menos de 25% en peso, como menos de 15% en peso, como menos de 10% en peso, como menos de 5% en peso, como menos de 2,5% en peso de dicha composición de base, o dicha composición de base está sustancialmente exenta de cualesquiera disolventes; y/o

40 la total de disolvente de dicho agente de curado en el recipiente i) constituye menos de 25% en peso, como menos de 15% en peso, como menos de 10% en peso, como menos de 5% en peso, como menos de 2,5% en peso de dicho agente de curado, o dicho agente de curado está sustancialmente exento de cualesquiera disolventes.

45 E72. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-66, en el que dicha composición de base en el recipiente i) comprende además uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos,

50 de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 40:60 a 60:40, como en el intervalo de 45:55 a 55:45, como aproximadamente 50:50.

E73. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-72 en el que dicha composición de base a) en el recipiente i) y/o dicho agente de curado b) en el recipiente ii) comprende además uno o más componentes adicionales seleccionados entre materiales de carga, pigmentos, disolventes y aditivos.

55 E74. El kit según la reivindicación 73 en el que dichos uno o más componentes adicionales comprenden uno o más componentes seleccionados entre el grupo que consiste en carbonato de calcio, dolomita, talco, mica, sulfato de vario, caolín sílice, dióxido de titanio, óxido de hierro rojo, óxido de hierro amarillo, óxido de hierro negro, negro de carbono, azul de ftalocianina y verde de ftalocianina.

60 E75. El kit según cualquiera de las realizaciones 50-74, que comprende además instrucciones para el uso de dicha composición de base y dicho agente de curado.

65 E76. Un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos que comprende una etapa de aplicar una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-30 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos, como al borde de ataque del álabe de dispositivos eólicos.

E77. El método según la realización 76, en el que dicho álabe de dispositivos eólicos ha sido previamente revestido con una capa de imprimación antes de la aplicación de la composición de revestimiento como se define en cualquiera de las realizaciones 1-36.

5 E78. Un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos que comprende las etapas,

i) aplicar una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-36 a ala menos una parte del álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada; seguido de

10 ii) aplicar una composición de revestimiento como se define en cualquiera de las realizaciones 1-30 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos, como a al menos el borde de ataque de un álabe de dispositivos eólicos, y permitir que la composición sea curada.

15 E79. Un método para revestir un álabe de dispositivos eólicos que comprende las etapas

i) aplicar una composición de revestimiento como se define en cualquiera de las realizaciones 1-30 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos, como al menos el borde de ataque de un álabe de dispositivos eólicos, y permitir que la composición sea curada

20 ii) aplicar una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-19 y 29-36 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos y permitir que la composición sea curada.

E80. El método según cualquiera de las realizaciones 78-79, en el que dicho álabe de dispositivos eólicos ha sido previamente revestido con una capa de imprimación antes de la etapa i).

25 E81. Un método para reparar un álabe de dispositivos eólicos, que comprende una etapa de aplicar la composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-36 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos, como al borde de ataque del álabe de dispositivos eólicos.

30 E82. Un método para reparar y/o sustituir o sustituir parcialmente una capa de revestimiento existente en un álabe de dispositivos eólicos, que comprende una etapa de aplicar la composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las realizaciones 1-36 a al menos una parte del álabe de dispositivos eólicos, como al borde de ataque del álabe de dispositivos eólicos.

35 E83. El método según cualquiera de las realizaciones 81-82, en el que dicho álabe de dispositivos eólicos tiene una o más capas de revestimiento previamente existentes;

de modo sobre dichas una o más capas de revestimiento existentes se aplica una pintura con dicha composición de revestimiento, o

40 de modo que dichas una o más capas de revestimiento previamente existentes son al menos parcialmente retiradas antes de la aplicación de dicha composición de revestimiento, o

45 de modo que dichas una o más capas de revestimiento previamente existentes son completamente retiradas antes de la aplicación de dicha composición de revestimiento.

E84. El método según cualquiera de las realizaciones 81-83, en el que dicho álabe de dispositivos eólicos tiene una capa de revestimiento previamente existente que es una capa de revestimiento de protección del borde de ataque;

50 de modo sobre dicha capa de revestimiento de protección del borde de ataque se aplica una pintura por medio de dicha composición de revestimiento, o

55 de modo que dicha capa de revestimiento de protección del borde de ataque es al menos parcialmente retirada antes de la aplicación de dicha composición de revestimiento, o

de modo que dicha capa de revestimiento de protección del borde de ataque es completamente retirada antes de la aplicación de dicha composición de revestimiento.

60 E85. El método según cualquiera de las realizaciones 74-84 en el que dicha composición de revestimiento es aplicada mediante un cepillo o rodillos o mediante aplicación por pulverización, como mediante aplicación por pulverización sin aire a dicho álabe de dispositivos eólicos.

65 El uso de los términos “uno” “una” y “el” y “la” y referentes similares en el contexto de describir la invención deben ser concebidos para abarcar tanto el singular como el plural, salvo que se indique otra cosa en la presente memoria descriptiva o esté claramente contradicho por el contexto. Por ejemplo, la expresión “la composición” debe

entenderse que hace referencia a diversas "composiciones" de la invención o de otro aspecto particular descrito, salvo que se indique otra cosa.

La descripción de la presente memoria descriptiva del cualquier aspecto o característica de la invención usando términos como "que comprende", "que tiene", "que incluye" o "que contiene" con referencia a un elemento o elementos está previsto que proporcione un soporte para un aspecto o característica similar de la invención que "consiste en", "consiste esencialmente en" o "comprende sustancialmente" ese elemento o elementos particulares, salvo que se establezca otra cosa o esté claramente contradicho por el contexto (por ejemplo, una composición descrita en la presente memoria descriptiva que comprende un elemento particular se debe entender que describe también una composición que consiste en ese elemento, salvo que se establezca o esté claramente contradicho por el contexto).

El uso de cualquiera y de todos los ejemplos, o el lenguaje de los ejemplos (que incluyen "por ejemplo" y "como") en la presente memoria descriptiva está destinado meramente a aclarar mejor la invención, y no plantea una limitación del alcance de la invención, salvo que se indique otra cosa.

Los títulos y subtítulos son usados en la presente memoria descriptiva solo por motivos de conveniencia y no deben ser concebidos como una limitación de la invención en modo alguno. El uso de cualquiera y de todos los ejemplos, o el lenguaje de los ejemplos (que incluye "por ejemplo" y "como") en la presente memoria descriptiva está previsto meramente para aclarar mejor la invención y no plantea una limitación sobre el alcance de la invención salvo que se indique otra cosa. La citación y la incorporación de patentes en la presente memoria descriptiva se hace solamente por motivos de conveniencia y no refleja una visión sobre la validez, patentabilidad y/o aplicabilidad de estos documentos de patentes.

Parte experimental

La invención se ilustrará por medio de los siguientes ejemplos no limitativos.

Ensayo de la erosión por lluvia

El ensayo de la erosión por lluvia (RET) está ampliamente aceptado por ser el ensayo más adecuado para evaluar las propiedades antierosivas de revestimientos sobre el borde de ataque de álabes de turbinas eólicas. La idea es simular el efecto erosivo de la colisión con gotas de lluvia, partículas de polvo, granizo y similares creando un campo de lluvia controlado en el que la superficie revestida se desplaza a velocidad elevada.

El ensayo de erosión por lluvia (RET) se llevó a cabo usando un anillo de brazos rotatorios que estaba diseñado para estos fines por la empresa R&D A/S. El ensayo se llevó a cabo como se indica en las normas DNVGL-RP-0171 Recommended Practice, Testing of Rotor Blade Erosion Protection Systems.

El deterioro por erosión se reprodujo sobre muestras dispuestas en un brazo, que rota de forma horizontal, a través de un campo de lluvia artificial. La lluvia golpea la superficie de la muestra de ensayo y erosiona la superficie, que está protegida con el revestimiento que va a ser ensayado. Se inspeccionó y se documentó el grado de deterioro por erosión provocado por los impactos de las gotas. Esto se realizó mediante una inspección visual y documentación de fotografías en intervalos definidos. La documentación detallada de las fotografías hace posible la investigación del deterioro inicial al final del período de incubación, así como el progreso del deterioro. El tiempo necesario para erosionar la superficie hasta un límite especificado fue la medida que se usó para comparar el rendimiento de los sistemas de protecciones unos respecto a otros. Hay dos fases de erosión que se usan comúnmente para especificar el tiempo de supervivencia de las muestras:

1. Final del periodo de incubación: El período de incubación se define como el tiempo de exposición hasta que el primer deterioro es visualmente detectable sobre la superficie exterior de la muestra de ensayo. El período de incubación depende de la velocidad del impacto y, por tanto, para anillos de brazos rotatorios, de la posición de la muestra.

2. Penetración hasta el sustrato subyacente: La penetración se define como el valor del tiempo en el que la erosión penetra en la capa protectora hasta el sustrato subyacente. El tiempo de penetración depende de la velocidad de impacto y, por tanto, para anillos de brazos rotatorios, depende también de la ubicación sobre la muestra.

Muestras de ensayo en forma de U de 45 cm de largo en una geometría aerodinámica que simula el borde de ataque de un álabe de turbina eólica (como se describe en el apéndice A.1 DNVGL.RP-0171), que consisten en un sustrato compuesto, fueron revestidas con 200-600 µm (grosor de película seca) de las composiciones de revestimiento que iban a ser ensayadas. Las composiciones de revestimiento fueron curadas en condiciones de laboratorio controladas, normalmente a 25° C y 50% de humedad relativa durante al menos 7 días, para asegurar un curado completo del sistema aglutinante.

Seguidamente se dispusieron tres muestras de ensayo sobre los brazos rotatorios horizontales con una posición

radial de 1 m para el centro de la muestra. El rotor se hizo girar a una velocidad radial controlada, dando lugar a una gama de velocidades objeto del ensayo.

5 Las tablas 1a y 1b siguientes indican los parámetros de las condiciones de ensayo especificados y/o verificados durante cada ensayo.

Tabla 1a. Condiciones de ensayo de erosión por lluvia para experimentos en la Tabla 1a y la tabla 5

Parámetro de ensayo	Unidad	Condición nominal
Velocidad (punta - centro - raíz)	m/s	155 - 130 - 105
Campo de lluvia	Mm/h	29-33
Temperatura del agua	°C	8
Calidad del agua	µS	<5
Temperatura de la cámara de ensayo	°C	8-10
Tamaño medio de gotas, diámetro, d	Mm	2,2

10 Tabla 1b. Condiciones del ensayo de erosión por lluvia para experimentos en la Tabla 4b y la Tabla 6

Parámetro de ensayo	Unidad	Condición nominal
Velocidad (punta - centro - raíz)	m/s	140 - 115 - 95
Campo de lluvia	Mm/h	29-33
Temperatura del agua	°C	8
Calidad del agua	µS	<5
Temperatura de la cámara de ensayo	°C	8-10
Tamaño medio de gotas, diámetro, d	Mm	2,2

Procedimiento general para la preparación de composiciones de revestimiento

15 Los componentes de cada una de las composiciones de base a) y el agente de curado b) se produjeron mezclando los ingredientes indicados para cada uno de los apartados a) y b) de una manera convencional conocida por un experto en la técnica.

20 El componente a) fue posteriormente mezclado con el componente b) antes de la aplicación.

La composición de revestimiento mezclada fue aplicada a las muestras de ensayo de materiales compuestos que fueron imprimados por adelantado mediante aplicación con un cepillo. Los ejemplos siguientes ilustran 6 composiciones de revestimiento dentro del alcance de la invención y una composición de revestimiento comparativa en la que el poli(éster aspártico) había sido sustituido con un éster aspártico alifático.

25 Las composiciones de revestimiento LEP en la tabla 4a y 5 fueron aplicadas directamente sobre las muestras de ensayo imprimadas mientras que las composiciones de revestimiento LEP en la tabla 4b fueron aplicadas sobre muestras de ensayo imprimadas revestidas con una capa superior.

30 Las tablas 2 y 3 siguientes indican la identidad del éster aspárticos y los poliisocianatos aplicados en los ejemplos.

Tabla 2: Ésteres aspárticos aplicados en los ejemplos (disponibles en la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania).

Éster aspártico	Descripción	Índice de amina (mg de KOH/g)
Poli(éster aspártico) alifático 1: Desmophen NH 1420	Co-reactante aminofuncional para poliisocianatos	199 - 203
Poli(éster aspártico) alifático 2: Desmophen NH 1423	Co-reactante aminofuncional para poliisocianatos	202 - 208
Poli(éster aspártico) alifático 3: Desmophen NH 2850 XP	Co-reactante aminofuncional para poliisocianatos	170 -210

ES 2 950 167 T3

Tabla 3: poliisocianatos aplicados en los ejemplos (disponibles en la empresa Covestro Deutschland AG, Leverkusen, Alemania)

Composición	Poliisocianato	Descripción	Contenido de isocianato (%)	Funcionalidad (n)	Viscosidad (mPa.s)
LEP	Poliisocianato 1: Desmodur E 2863 XP	Prepolímero de poliisocianato modificado con poliéster basado en hexametileno-1,6-diisocianato (HDI)	11,0	2,2	1350
LEP	Poliisocianato 2: Desmodur N 3800	Poliisocianato alifático, trímero de HDI flexibilizante	11,0	3,8	6000
LEP	Poliisocianato 3: Desmodur XP 2860	Poliisocianato alifático basado en diisocianato de hexametileno	20,0	2,5	500
LEP	Poliisocianato 4: Desmodur XP 2599	Prepolímero alifático que contiene grupos éter y basado en hexametileno-1,6-diisocianato (HDI)	6,0	4,0	2500
Capa superior	Poliisocianato 5: Desmodur N 3900	Resina de poliisocianato alifático basada en diisocianato de hexametileno	23,5	3,2	730

Las tablas 4 y 5 indican composiciones y resultados de RET para composiciones de revestimiento de la invención y para composiciones de revestimiento comparativas con un poli(éster aspártico) alifático que sustituye de forma completa o parcial al poli(éster aspártico).

5

Las cantidades de cada componente indicado en las composiciones de revestimiento en las Tablas 4 y 5 se proporcionan en porcentajes en peso para cada composición de revestimiento total.

Los resultados de RET se indican en la Tabla 4a, como sigue:

10

Final del período de incubación:

≥ 30 min: *

15

≥ 60 min: **

≥ 120 min: ***

Penetración hasta el sustrato subyacente:

20

≥ 30 min: +

≥ 60 min: ++

25

≥ 120 min: +++

Tabla 4a: composiciones de revestimiento LEP y resultados de RET, ejemplo comparativo

	Modelo LEP Revestimiento 1	Composición de revestimiento LEP comparativo
Éster aspártico:		
Poli(éster aspártico) alifático 1		33,8
Poli(éster éter-aspártico)	34,9	
Aditivos:		
Agente humectante y dispersante	0,2	0,2
Aditivo tixotrópico	1,8	1,9
Desespumante	0,3	0,3
Estabilizador de la luz	0,8	0,8
Pigmentos y materiales de carga:		
Pigmentos	5,1	5,3

ES 2 950 167 T3

		Modelo LEP Revestimiento 1	Composición de revestimiento LEP comparativo
Componente (a)	Materiales de carga	8,7	8,1
Componente (b)	Poliisocianato:		
	Poliisocianato 1	48,2	49,7
Relación estequiométrica de grupos isocianatos en b) respecto a grupos de amina en a)		107:100	107:100
Ensayo de erosión por lluvia (RET)	Final del período de incubación	**	*
	Penetración hasta el sustrato subyacente	+++	++

Tabla 4b: composiciones de revestimiento LEP y resultados de LET, ejemplos con cantidades crecientes poli(éster aspártico) alifático

	Componente	Revesti- miento A	Revesti- miento B	Revesti- miento C	Revesti- miento D	Revesti- miento E	Revesti- miento F
Componente a)	Éster aspártico:						
	Poli(éster aspártico) alifático 1	0,0	6,3	12,5	18,7	24,9	31,0
	Poli(éster éter-aspártico)	31,7	24,4	18,2	12,1	6,0	0,0
	Aditivos:						
	Agente humectante y dispersante	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Aditivo tixotrópico	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	Desespumante	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Agente nivelador	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Estabilizador de la luz	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	Pigmentos y materiales de carga:						
	Pigmentos	9,1	9,0	9,0	9,0	9,0	8,9
	Materiales de carga	11,9	13,6	13,8	14,0	14,1	14,3
Componente b)	Poliisocianato:						
	Poliisocianato 1	44,6	44,1	44,0	43,8	43,7	43,6
Relaciones estequiométricas de grupos isocianatos en b) respecto a grupos de aminas en a)		111:100	109:100	107:100	105:100	103:100	101:100
Ensayo de erosión por lluvia	Final del período de incubación	≥ 9 h	≥ 6 h	≥ 4 h	≥ 3 h	≥ 2 h	≥ 2 h
	Penetración hasta el sustrato subyacente	≥ 12 h	≥ 7 h	≥ 6 h	≥ 6 h	≥ 6 h	≥ 4 h

Tabla 5: Composiciones de revestimiento LEP y resultados de RET de revestimientos modelos de la invención

		Revesti- miento modelo 2	Revesti- miento modelo 3	Revesti- miento modelo 4	Revesti- miento modelo 5	Revesti- miento modelo 6
	Éster aspártico:					
	Poli(éster aspártico) alifático 1	32,4	30,5	32,8	41,4	23,8
	Aditivos:					

		Revesti- miento modelo 2	Revesti- miento modelo 3	Revesti- miento modelo 4	Revesti- miento modelo 5	Revesti- miento modelo 6
Componente a)	Agente humectante y dispersante	0,6	-	0,6	0,8	0,5
	Aditivo tixotrópico	2,2	2,2	2,2	2,8	1,6
	Desespumante	0,5	0,3	0,5	0,6	0,4
	Estabilizador de la luz	0,6	-	0,6	0,8	0,5
	Pigmentos y materiales de carga:					
	Pigmentos	5,1	10,6	5,1	6,5	3,7
	Materiales de carga	12,9	12,3	11,3	14,3	8,2
Componente b)	Poliisocianato:					
	Poliisocianato 1	45,7	44,1			
	Poliisocianato 2			46,7		
	Poliisocianato 3				32,8	
	Poliisocianato 4					61,6
Relaciones estequiométricas de grupos isocianatos en b) respecto a grupos de aminas en a)		109:100	109:100	110:100	109:100	109:100
Ensayo de erosión por lluvia	Final del período de incubación	***	***	**	*	**
	Penetración hasta el sustrato subyacente	++	+++	+++	+	+++

Las viscosidades de las composiciones de revestimientos LEP modelos se sitúan en el intervalo de 800-2500 mPa.s mientras que el revestimiento LEP comparativo tiene una viscosidad de aproximadamente 5500 mPa.s. y

5 Tabla 6: Composición de revestimiento de la capa superior y resultados de RET, revestimientos modelos de la invención

	Componente	
Componente a)	Éster aspártico:	
	Poli(éster aspártico) alifático 1	13,6
	Poli(éster éter-aspártico)	13,3
	Aditivos:	
	Agente de nivelación	0,4
	Estabilizador de la luz	0,5
	Agente tixotrópico	2,5
	Agente impermeabilizante	2,6
	Agente humectante y dispersante	0,4
	Disolventes, pigmentos y materiales de carga:	
	Material de carga	16,5
	Pigmento	8,9
	Disolvente	23,0
Componente b)	Poliisocianato	
	Poliisocianato 5	18,4
Relaciones estequiométricas de grupos isocianatos en b) respecto a grupos de aminas en a)		107:100
Ensayo de erosión por lluvia (RET)	Final del período de incubación	> 2 h
	Penetración hasta el sustrato subyacente	≥ 3 h

10 La formulación en la Tabla 6 mostró unas excelentes propiedades para el uso como capa superior en álabes de dispositivos eólicos. La capa superior proporciona un efecto protector contra la erosión por lluvia por sí misma incluso sin protección del borde de ataque. Además, la capa superior tiene una resistencia a la abrasión muy elevada (60 mg, norma STM D4060, 23°C y 50% de humedad relativa CS10, 1000 g, 1000 rotaciones), flexibilidad (ensayo de mandril cilíndrico de 8 mm de diámetro a 23° C y 50% de humedad relativa, norma ISO 1519), resistencia a la tracción (deformación de 18% a la rotura) y resistencia a ensayos de condiciones climáticas

15 aceleradas ($\Delta E < 1$ después de 3000 horas, norma ISO 16474-3, tipo 1A (UVA-340), método 1).

La composición de la capa superior tiene una viscosidad en el intervalo de 80-150 mPa.

ES 2 950 167 T3

La caracterización de diversas propiedades de las composiciones de revestimiento se puede hacer, por ejemplo, mediante los siguientes métodos:

5 Viscosidad

La viscosidad de las composiciones de revestimiento se determinó usando un viscosímetro de cono y placa según la norma ISO 2884-1: 1999 usando un viscosímetro de cono y placa ajustado a una temperatura de 25° C y proporcionando un intervalo de medición de viscosidades de 0-5000 mPa.s .

10

Contenido de sólidos

El contenido de sólidos en las composiciones de revestimiento se puede calcular de acuerdo con la norma ASTM D5201, o mediante la determinación del porcentaje de volumen de materia no volátil, densidad de película seca y velocidad de extensión de materiales de revestimiento según la norma ISO 3233-1.

15

Cálculo del contenido de compuestos orgánicos volátiles

El contenido de compuestos orgánicos volátiles (WOC) de las composiciones de revestimiento se puede calcular de acuerdo con la norma ASTM D5201.

20

Ensayo de combinación

Se puede seguir un procedimiento de acuerdo con la norma ISO 6806 o ISO 1519. Se aplica una película húmeda de 150-250 micrómetros a un panel de acero lijado y desengrasado de 0,8 mm de grosor y, después de un curado, el panel metálico revestido es plegado alrededor de un mandril cilíndrico y la flexibilidad se valora mediante la observación de agrietamiento.

25

Impacto

Las características de impacto pueden ser ensayadas según la norma ISO 6272-2, que especifica un método para evaluar la resistencia de una película seca de pintura, barniz o producto relacionado al agrietamiento o desprendimiento a partir de un sustrato cuando es sometida a una deformación provocada por un peso de caída, que se deja caer bajo condiciones estándar, actuando sobre un penetrador esférico de área pequeña.

30

35

Abrasión de Taber

La abrasión de Taber se ensaya según la norma ASTM D4060. Se aplica un peso de 1 kg al panel de acero revestido. Se usó una rueda abrasiva CS-10 y se usaron 2 x 500 revoluciones. Los resultados se exponen en términos de la pérdida de película en mg.

40

Tiempo de secado

El tiempo de secado puede ser evaluado usando el método de Beck Koller de acuerdo con la norma ISO 9117-4 que especifica un ensayo para determinar los tiempos transcurridos para alcanzar diversas fases de secado de revestimientos orgánicos, usando un registrador del tiempo mecánico de línea recta o secado circular.

45

Condiciones climáticas artificiales

La resistencia de los revestimientos a la degradación por radiación UV se puede ensayar mediante condiciones climáticas artificiales según la norma ISO 16474-3 siguiendo el ciclo de ensayo 1. Ciclo de ensayo n° 1: 4 horas de luz UV a 60° C con lámparas UVA -340 (UVA-340) irradiación de 0,83 W/m² a 340 nm) seguida de condensación de 4 horas a 50° C durante un total de 1000 a 3000 horas.

50

55 Temperatura de transición vítrea

La temperatura de transición vítrea (T_g) del aglutinante y/o la composición de revestimiento puede ser obtenida mediante mediciones de la calorimetría de exploración diferencial (DSC) y/o mediante la temperatura de transición vítrea (T_g) DMA de las películas de pintura curadas determinada mediante un analizador mecánico dinámico (DMA).

60

Módulo de elasticidad

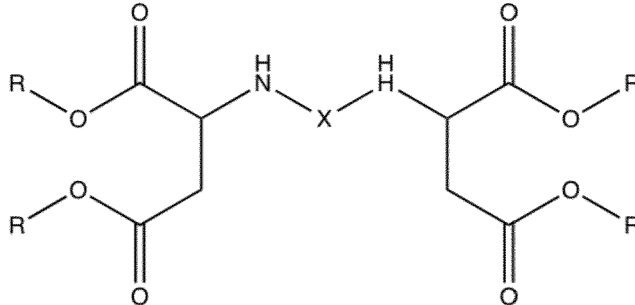
El módulo de elasticidad y otros aspectos de la relación de tensión/deformación por tracción se pueden medir según la norma ISO 527

65

REIVINDICACIONES

1. Uso de una composición de revestimiento que comprende: a) una composición de base que comprende un poli(éster éter-aspártico) que tiene la fórmula (I) siguiente

5



(I)

en la que cada R representa un residuo alquilo C₁-C₁₀ lineal o ramificado como un residuo alquilo C₁-C₆ lineal o ramificado, preferentemente un residuo metilo, etilo, propilo o butilo; y en la que X es un poliéter; y

10

b) un agente de curado; y

c) uno o más componentes adicionales seleccionados entre materiales de carga y pigmentos, para revestir un álabe de turbina eólica.

15

2. El uso según la reivindicación 1, en el que dicha composición de base a) comprende además opcionalmente uno o más poli(ésteres aspárticos) alifáticos de modo que la relación de combinación de poli(ésteres éter-aspárticos) respecto a poli(ésteres aspárticos) alifáticos está en el intervalo de 70:30 a 99:1, preferentemente en el intervalo de 80:20 a 99:1, como en el intervalo de 85:15 a 99:1, lo más preferentemente en el intervalo de 90:10 a 99:1, como de 95:5 a 99:1; o de modo que dicha composición de revestimiento esté sustancialmente exenta de cualesquiera poli(ésteres aspárticos) alifáticos.

20

3. El uso según la reivindicación 1, en el que dicha composición de base a) comprende menos de 20%, como menos de 15%, como menos de 10%, como menos de 5%, como menos de 1% de cualesquiera (ésteres aspárticos) alifáticos por peso de dicha composición de base.

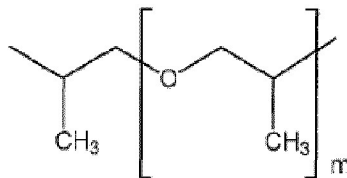
25

4. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que X es un poliéter en el que la unidad repetida contiene un residuo alquilo de uno o más átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo de entre dos y seis átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno, como un residuo alquilo de dos átomos de carbono unido por un átomo de oxígeno; de modo que uno o más de dichos átomos de carbono pueden estar sustituidos con un alquilo pequeño, por ejemplo, metilo, etilo o propilo.

30

5. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que X tiene una unidad repetida de la estructura siguiente

35



en la que m está en el intervalo de 2 a 35, como en el intervalo de 2 a 10, como en el intervalo de 2 a 6, como en el intervalo de 2 a 4.

40

6. El uso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que cada R en la fórmula (I) representa un residuo etilo.

7. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicho agente de curado comprende uno o más poliisocianatos.

45

8. El uso según la reivindicación 7, en el que dichos uno o más poliisocianatos en dicha composición de revestimiento tienen un contenido de isocianato de 5-20%, como 5-15%, preferentemente 6-14%, como 6-11% o

8-14% o 10-12%, como aproximadamente 11% y/o

de modo que la funcionalidad media de dichos uno o más poliisocianatos está en el intervalo de 2-4, como en el intervalo de 2-3, como en el intervalo de 2-2,5.

5

9. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en el que dichos uno o más poliisocianatos contienen cada uno opcionalmente grupos poliésteres aspárticos.

10

10. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que los apartados a) y b) están presentes en dicha composición de revestimiento en una cantidad tal que la relación estequiométrica del número de grupos isocianatos en el componente de agente de curado respecto al número de grupos de aminas en el componente de base está en el intervalo de 80:100 a 160:100 como de 90:100 a 125:100, como de 95:100 a 120:100, preferentemente en el intervalo de 100:100 a 120:100, como de 100:100 a 110:100 o de 105:100 a 110:100

15

11. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que la cantidad total de material(es) de carga y pigmento(s) está entre 5-30%, como entre 10-25% por peso de la composición de revestimiento.

20

12. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que dicho uso del revestimiento para ser usado en un revestimiento protector del borde de ataque de dicho álabe de turbina eólica.

13. Un álabe de turbina eólica que tiene sobre al menos una parte de su superficie exterior un revestimiento preparado a partir de una composición de revestimiento como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-12.

25

14. El álabe de turbina eólica según la reivindicación 13, en el que dicho revestimiento es un revestimiento protector del borde de ataque.

30

15. El álabe de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 13-14, en el que dicho revestimiento es un revestimiento protector del borde de ataque y

en el que dicho revestimiento ha sido aplicado por encima de una capa superior o

en el que dicho revestimiento ha sido aplicado por debajo de una capa superior, preferentemente por encima de una capa de imprimación.