

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 250**

51 Int. Cl.:

C09D 4/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2014 PCT/EP2014/075294**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015 WO15075186**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2014 E 14802864 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 3071651**

54 Título: **Composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden peróxido de benzoilo sustituido con metilo**

30 Prioridad:

21.11.2013 EP 13193901

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

28.03.2018

73 Titular/es:

**DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)
Het Overloon, 1
6411 TE Heerlen, NL**

72 Inventor/es:

**BOONEN, JOZEF JOHANNES CATHERINA
JACOBUS;
JANSEN, JOHAN FRANZ GRADUS ANTONIUS;
HAAS, DE, JACOB LEENDERT;
WELLENBERG, PETRUS HENRICUS MARINUS;
LANGE, DE, GERRIT JOHANNES;
VAN DURME, KURT y
RENKEMA, HUGO GERRIT BAREND**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 661 250 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

Composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden peróxido de benzoílo sustituido con metilo

La invención se refiere a composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y un iniciador de radicales térmico que comprende un primer iniciador de radicales térmico, en donde el primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo abreviado en la presente como MBPO. La invención se refiere además a un procedimiento para elaborar dicha composición de revestimiento en polvo termoestable y a procedimientos para revestir un artículo con dicha composición de revestimiento en polvo termoestable. La invención se refiere además a una composición de revestimiento en polvo termoestable curada derivada al curar la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención. La invención se refiere además a un artículo que tiene revestida sobre el mismo dicha composición de revestimiento en polvo termoestable así como a un artículo que tiene revestida y curada sobre el mismo dicha composición de revestimiento en polvo termoestable. La invención se refiere además al uso de dicha composición de revestimiento en polvo termoestable, al uso de un artículo que tiene revestida sobre el mismo dicha composición de revestimiento en polvo termoestable y al uso de un artículo que tiene revestida y curada sobre el mismo dicha composición de revestimiento en polvo termoestable. La invención se refiere además a composiciones de revestimiento en polvo termoestables curadas derivadas al curar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y un primer iniciador de radicales térmico, siendo dicho primer iniciador de radicales térmico peróxido de benzoílo sustituido con metilo, abreviado en la presente como MBPO. La invención se refiere además al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables y especialmente en donde las composiciones de revestimiento en polvo termoestables son termocurables a bajas temperaturas sobre artículos termosensibles. La invención se refiere además a un método para: i) hacer a una composición de revestimiento en polvo termoestable menos sensible a la inhibición de aire superficial y/o ii) potenciar la estabilidad física al almacenamiento de una composición de revestimiento en polvo termoestable y/o iii) potenciar la reactividad de una composición de revestimiento en polvo termoestable.

Las composiciones de revestimiento en polvo (comúnmente denominadas polvos) que son materiales sólidos finamente divididos a temperatura ambiente y a presión atmosférica han ganado una considerable popularidad en los últimos años sobre las composiciones de revestimiento líquidas por un número de razones. Para uno, los revestimientos en polvo son materiales beneficiosos para el usuario y medioambientalmente ya que están virtualmente libres de portadores de disolventes orgánicos volátiles nocivos que normalmente están presentes en composiciones de revestimiento líquidas. Por lo tanto, los revestimientos en polvo desprenden pocos, si desprenden alguno, materiales volátiles al ambiente cuando se curan. Esto elimina problemas de emisión de disolventes asociados con composiciones de revestimiento líquidas tales como contaminación del aire y peligros para la salud de los trabajadores empleados en operaciones de revestimiento. Las composiciones de revestimiento en polvo también son limpias y cómodas de usar ya que se aplican de modo limpio sobre el sustrato debido a que están en forma sólida seca. Los polvos se barren fácilmente en caso de caída y no requieren una limpieza especial ni suministros de retención de caídas, como lo hacen las composiciones de revestimiento líquidas. Se mejora así la higiene en el trabajo. Por otra parte, las composiciones de revestimiento en polvo son esencialmente 100% reciclables ya que los polvos rociados se pueden recuperar totalmente y recombinar con alimentación de polvo reciente. El reciclado de revestimientos líquidos durante la aplicación a menudo no se realiza, lo que conduce a un incremento de los residuos y los costes de eliminación de residuos nocivos. Además, las composiciones de revestimiento en polvo son fáciles de usar, es decir, no se requiere aclarado o dilución.

Las composiciones de revestimiento en polvo se aplican típicamente sobre un sustrato a través de un procedimiento de rociadura electrostática; la composición de revestimiento en polvo se dispersa en una corriente de aire y se hace pasar a través de un campo de descarga en corona en el que las partículas adquieren una carga electrostática. Las partículas cargadas son atraídas a y depositadas sobre el artículo puesto a tierra que se va a revestir. El artículo, habitualmente a temperatura ambiente, se pone a continuación en un horno en el que el polvo se funde y forma un revestimiento en polvo. Ha evolucionado un procedimiento híbrido basado en una combinación de carga electrostática de alto voltaje y técnicas de aplicación en lecho fluidizado (lecho fluidizado electrostático), así como métodos de aplicación por rociadura triboeléctricos. Las composiciones de revestimiento en polvo y su procedimiento de aplicación son las composiciones de revestimiento y los procedimientos preferidos para revestir muchos artículos familiares tales como equipos para el césped y el jardín, muebles para patios y otros muebles de metal, armarios eléctricos, accesorios de iluminación, para estanterías y de almacenamiento, y muchos componentes de automóviles. Actualmente, las composiciones de revestimiento en polvo están ampliamente aceptadas, como miles de instalaciones en las fabricas de fabricantes de equipos originales (OEMS) y tiendas para trabajos de revestimiento personalizados.

Las composiciones de revestimiento en polvo pueden ser termoestables o termoplásticas. La invención se refiere al campo de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC). La preparación de composiciones de revestimiento en polvo termoestables es descrita por Misev en "Poder Coatings, Chemistry and Technology" (pp. 224-300; 1991, John Wiley & Sons Ltd.).

A pesar de sus muchas ventajas, los revestimientos en polvo generalmente no se emplean en el revestimiento de sustratos termosensibles, tales como madera y plásticos. Los sustratos termosensibles demandan un curado a bajas temperaturas, por ejemplo un termocurado a temperaturas tan altas como 130°C, para evitar una degradación y/o deformación significativa del sustrato. A modo de ejemplo, cuando materiales compuestos de madera, p. ej. tablero de partículas, tablero de fibras y otros sustratos que comprenden una cantidad significativa de madera, se calientan hasta las altas temperaturas de curado requeridas para polvos tradicionales (típicamente temperaturas superiores a 140°C), la humedad residual y los aglutinantes resinosos presentes en los materiales compuestos de madera para la integridad del sustrato hacían que se desprendieran invariablemente del sustrato. El desprendimiento de gases de los materiales volátiles durante el curado da como resultado burbujas, cráteres, picaduras y otros defectos superficiales importantes en el acabado pelicular endurecido. Por otra parte, el sobrecalentamiento hace que los materiales compuestos de madera se hagan frágiles, friables, se carbonicen y empeoren de otros modos en las propiedades físicas y químicas. Esto no es aceptable desde el punto de vista tanto de la calidad de la película como del producto.

Se han propuesto revestimientos en polvo curables a baja temperatura basados en resinas epoxídicas, como por ejemplo se enseña en el documento US 5.714.206; sin embargo, los agentes de curado usados para alcanzar un curado a baja temperatura se basan en aminas alifáticas que tienden a amarillearse bajo calor; además, los revestimientos epoxídicos generalmente no proporcionan la durabilidad y la resistencia a la intemperie que normalmente proporcionan las composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden poliésteres insaturados e iniciadores de radicales térmicos, p. ej. peróxidos, y se curan a través de radiación térmica y/o UV.

Se han propuesto composiciones de revestimiento en polvo termoestables curables por UV a baja temperatura para revestir sustratos termosensibles. Los polvos UV requieren sin embargo exposición a calor, que es superior bien a la temperatura de transición vítrea (T_g) o bien a la temperatura de fusión (T_m) para fundir y hacer fluir suficientemente los polvos en una película fundida continua sobre el sustrato antes del curado por radiación UV que se efectúa al exponer la película fundida a radiación UV y las reacciones de reticulación se desencadenan con radiación UV en lugar de calor. Así, revestir con polvo sustratos termosensibles con polvos curables por radiación UV requiere un procedimiento en dos etapas que comprende típicamente las etapas de: i) calentar la composición de revestimiento en polvo para que se funda y fluya sobre el sustrato a fin de formar una película continua y ii) radiar UV la película formada a fin de endurecerla (curarla). En principio, el termocurado de sustratos termosensibles es sin embargo deseable y preferido sobre el curado UV; la razón es que el termocurado tiene la ventaja de que en solo un procedimiento en una etapa de calentar una composición de revestimiento en polvo sin el uso de equipo adicional, a modo de ejemplo un equipo que genere luz UV o electrones acelerados, la composición de revestimiento en polvo se puede fundir y curar sobre un sustrato.

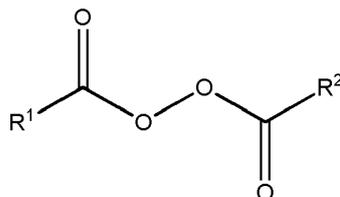
El termocurado de composiciones de revestimiento en polvo termoestables es además deseable sobre el curado UV debido a que el curado UV falla cuando se dirige a revestir con polvo artículos tridimensionales complejos y el termocurado es el único modo de que se pueda efectuar el revestimiento en polvo de artículos tridimensionales complejos.

El documento WO 03/070794 A1 divulgaba un método para elaborar copolímeros de monómeros vinílicos; la mezcla de monómeros vinílicos se polimerizó en presencia de iniciadores de la polimerización por radicales libres tales como peróxidos; una vez que los monómeros vinílicos se polimerizaban a través de sus dobles enlaces vinílicos, proporcionaban copolímeros saturados; los copolímeros del documento WO 03/070794 A1 no soportan insaturaciones etilénicas, así, no son resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas; por otra parte, los copolímeros del documento WO 03/070794 A1 no forman una composición con iniciadores de la polimerización por radicales libres ya que los últimos se consumen durante la polimerización de los monómeros vinílicos. Además, el documento WO 03/070794 A1 no se refiere a composiciones de revestimiento en polvo termoestables y no divulga composiciones de revestimiento en polvo termoestables como las descritas en la presente y como las definidas por las reivindicaciones.

El documento EP 2 700 673 A2 (equivalente al documento WO 2012/144838 A2) divulgaba un copolímero poliolefinico modificado como un encapsulante para un dispositivo optoelectrónico. Las poliolefinas son el mayor grupo de termoplásticos y son polímeros saturados de peso molecular muy alto muy conocidos. El copolímero poliolefinico modificado tiene dos o más grupos funcionales, y uno de los grupos funcionales es un grupo carboxilo. El copolímero poliolefinico modificado es un copolímero de injerto en el que a) un compuesto de silano etilénicamente insaturado como un primer monómero y b) un monómero que tiene un doble enlace etilénicamente insaturado como un segundo monómero se injertan a la poliolefina. Cuando se prepara el copolímero poliolefinico modificado del documento EP 2 700 673 A2, se puede usar un iniciador de radicales. El iniciador de radicales puede servir para injertar el primer monómero, por ejemplo, un compuesto de silano insaturado, y el segundo monómero, por ejemplo, ácido acrílico, y similares a una poliolefina; durante este procedimiento el iniciador de radicales se consume; las poliolefinas modificadas del documento EP 2 700 673 A2 son polímeros saturados y no soportan insaturaciones etilénicas; así, no son resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas; por otra parte, las poliolefinas del documento EP 2 700 673 A2 no contienen resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas y un iniciador de radicales ya que el último, si se usa, se consume durante el injerto de los monómeros primero y segundo a la poliolefina. Además, las composiciones del documento EP 2 700 673 A2 no son

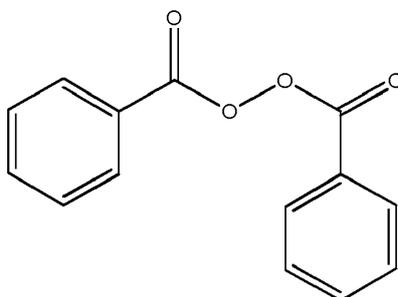
composiciones de revestimiento en polvo termoestables y el documento EP 2 700 673 A2 no divulga composiciones de revestimiento en polvo termoestables como las descritas en la presente y como las definidas por las reivindicaciones.

- 5 En los últimos años, composiciones de revestimiento en polvo termocurables que se pueden curar a bajas temperaturas se propusieron en el documento WO 2010/052293; dicha publicación proporcionaba una composición de revestimiento en polvo termocurable de un componente que comprende una resina que comprende insaturaciones reactivas y en la que todas las insaturaciones reactivas mencionadas son dobles enlaces carbono-carbono conectados directamente a un grupo atrayente de electrones, comprendiendo un sistema de iniciación
10 térmica un peróxido elegido del grupo de compuestos representados por la siguientes fórmula A:



(fórmula A)

- 15 en la que R¹ y R² indican cada uno independientemente un alquilo opcionalmente sustituido de 1 a 30 átomos de C, en donde los 1 a 30 átomos de C no incluyen los átomos de C de los sustituyentes o un anillo opcionalmente sustituido de 6 a 18 átomos de C, en donde los 6 a 18 átomos de C no incluyen los átomos de C de los sustituyentes y un reticulador elegido del grupos de ésteres vinílicos, ésteres vinílicos, vinilamidas, itaconatos, enaminas y mezclas de los mismos. Según el documento WO 2010/052293, el peróxido más preferido que se lee en la fórmula A era el peróxido de benzoílo (abreviado en la presente como BPO) (véase la fórmula BPO, posteriormente). En los
20 Ejemplos del documento WO 2010/052293, se usaba Luperox® A75 (suministrado por Arkema) como el peróxido de benzoílo.



peróxido de benzoílo (fórmula BPO)

- 25 La composición de revestimiento en polvo termocurable de un componente del documento WO 2010/052293: i) era fácilmente procesable en la extrusora, ii) se curaba térmicamente parcialmente o totalmente a bajas temperaturas, por ejemplo entre 60-130°C, haciéndola adecuada para el uso para sustratos termosensibles y iii) era estable al almacenamiento. Por "estable al almacenamiento", el documento WO 2010/052293 entendía que una composición de revestimiento en polvo retenga sus características de curado, incluyendo el flujo, después del almacenamiento; efectivamente, el documento WO 2010/052293 entendía por "estable al almacenamiento" la estabilidad química al
30 almacenamiento (CSS) de sus composiciones. Sin embargo, el documento WO 2010/052293 no hace ninguna referencia a MBPO.

- 35 Las composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden iniciadores de radicales térmicos y resinas que comprenden insaturaciones basadas en dobles enlaces carbono-carbono conectadas directamente a un grupo atrayente de electrones pueden sufrir polimerización y curado rápidos; sin embargo, una de las varias desventajas del uso de dichas composiciones de revestimiento en polvo termoestables es que dichas composiciones de revestimiento en polvo termoestables son muy sensibles a la inhibición por aire superficial (o también conocida como inhibición por oxígeno; los términos se usarán intercambiabilmente en la presente) durante su curado. Más particularmente, la polimerización o reacción de curado inducida por radicales libres de dichas composiciones de
40 revestimiento en polvo termoestables es fácilmente inhibida en la superficie del revestimiento al entrar en contacto con aire o, más precisamente, oxígeno. El oxígeno atmosférico, que entra en contacto solamente con la superficie de la película de revestimiento, mientras que deja el interior inalterado, se añade al radical libre terminal generado sobre el polímero de adición en crecimiento y lo tapone, interrumpiendo de ese modo la polimerización adicional y

dejando la superficie del revestimiento curada en un grado menor en comparación con el interior de la película de revestimiento; esto a menudo da como resultado propiedades superficiales del revestimiento más pobres, generalmente no deseables por el fabricante de pinturas y tampoco por el usuario final.

5 Se han adoptado diversos sistemas para minimizar la inhibición por aire superficial. A modo de ejemplo, se han realizado intentos de incorporar ceras polietilénicas en formulaciones en polvo de poliéster insaturado para proporcionar una capa de barrera para oxígeno sobre la superficie de la película que finalmente se pule después del curado. Este enfoque funciona bien con revestimientos líquidos; sin embargo, en revestimientos en polvo, el curado rápido a bajas temperaturas no permite suficiente tiempo a la cera para que se difunda y ascienda hasta la superficie de la película. Se pueden usar cargas superiores de cera, pero esto tiende a hacer que los polvos se aglomeren o sintericen durante el almacenamiento y/o produzcan un acabado de piel de naranja estéticamente desfavorable cuando se curan. Otro enfoque ha sido incorporar especies reactivas con oxígeno en los revestimientos, como, por ejemplo, según se enseña en el documento WO 93/19132; el último divulga revestimientos en polvo de poliéster insaturadas curables a baja temperatura con un sistema de resina compuesto por una mezcla de resinas de poliéster insaturadas y agentes curativos de éter alílico que se cura en presencia de iniciadores de radicales libres de peróxido y catalizadores de sal de cobalto. La inhibición por aires se evita al emplear agentes curativos de éter alílico reactivos con oxígeno que consumen oxígeno antes de que pueda interferir con la reacción de curado. Sin embargo, una desventaja de estos polvos es que los agentes curativos usados para obtener un buen curado superficial son principalmente líquidos o semisólidos cerosos (bajo punto de fusión) a temperatura ambiente. Los materiales líquidos y semisólidos tienen un uso solo limitado en revestimientos en polvo. Típicamente, cuando se emplean más allá de un porcentaje bajo, tienden a hacer que los polvos se aglomeren o sintericen durante el almacenamiento, dando a los polvos escasa estabilidad de conservación y haciéndolos difíciles de dosificar y rociar durante las operaciones de revestimiento. La conversión de estos materiales en sólidos es costosa y prolongada. Otra desventaja es que la producción de estos polvos curables a baja temperatura es extremadamente difícil, puesto que tienen una tendencia a reaccionar previamente y fijarse en la extrusora durante el procedimiento de mezclado en estado fundido tradicional.

Otra desventaja de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables que comprenden iniciadores de radicales térmicos y resinas que comprenden insaturaciones basadas en dobles enlaces carbono-carbono conectadas directamente a un grupo atrayente de electrones es que, debido a su reactividad generalmente alta (curado rápido), su estabilidad física al almacenamiento es bastante limitada; esta desventaja es especialmente pronunciada para un almacenamiento prolongado tal como varias semanas; las condiciones de almacenamiento prolongado se encuentran típicamente durante, por ejemplo, el transporte al extranjero de polvos es bastante limitado; en estas condiciones, dichos polvos necesitan almacenarse a temperaturas bastante bajas, típicamente inferiores a 15°C; la estabilidad física al almacenamiento limitada/escasa, aparte de sumarse a la complejidad de la comercialización de este polvo debido a los requisitos de almacenamiento especiales, generalmente no es deseable por el fabricante de pinturas y tampoco por el usuario final, puesto que la estabilidad física al almacenamiento limitada/escasa de las pinturas en polvo da como resultado bloqueo o sinterización durante el almacenamiento y/o la producción de un acabado de piel de naranja estéticamente no deseable cuando se curan.

Así, sería deseable y, por lo tanto, es un objetivo principal de la invención, proporcionar una composición de revestimiento en polvo termoestable (TPCC) que tenga una cualquiera de las siguientes propiedades, solas o en combinación entre sí:

- i) la composición de revestimiento en polvo termoestable es termocurable;
- 45 ii) la composición de revestimiento en polvo termoestable es menos sensible a la inhibición por aire superficial sin la necesidad de agentes curativos reactivos con oxígeno;
- iii) la composición de revestimiento en polvo termoestable tiene una estabilidad química al almacenamiento al menos suficiente, preferiblemente mejorada;
- 50 iv) la composición de revestimiento en polvo termoestable tiene una estabilidad física al almacenamiento al menos comparable, preferiblemente mejorada;
- v) la composición de revestimiento en polvo termoestable es extruible;
- vi) la composición de revestimiento en polvo termoestable es termocurable a bajas temperaturas, siendo así adecuada para revestir artículos termosensibles;
- 55 vii) la composición de revestimiento en polvo termoestable tiene una reactividad al menos comparable, preferiblemente mejorada.

5 Sería particularmente deseable proporcionar una composición de revestimiento en polvo termoestable que tuviera las propiedades i)-ii), preferiblemente las propiedades i)-iii), más preferiblemente las propiedades i)-iv), aún más preferiblemente las propiedades i)-v), lo más preferiblemente las propiedades i)-vi), especialmente las propiedades i)-vii), más especialmente las propiedades i), ii), iv) y v), aún más especialmente las propiedades i), ii), iv), v) y vi), lo más especialmente las propiedades i), ii), iv), v), vi) y vii).

Por lo tanto, un objetivo de la invención es dirigirse a algunos o todos los problemas y/o algunas o todas las propiedades deseadas identificadas en la presente.

10 Por lo tanto, ampliamente según la invención se proporciona una composición de revestimiento en polvo termoestable como las descritas en la presente y como las definidas por las reivindicaciones.

15 Se encontró sorprendentemente que las composiciones de la invención se dirigen a algunos o todos los problemas y/o algunas o todas las propiedades deseadas identificadas en la presente. Más particularmente, las composiciones de la invención tienen las propiedades i)-ii), preferiblemente las propiedades i)-iii), más preferiblemente las propiedades i)-iv), aún más preferiblemente las propiedades i)-v), lo más preferiblemente las propiedades i)-vi), especialmente las propiedades i)-vii), más especialmente las propiedades i), ii), iv) y v), aún más especialmente las propiedades i), ii), iv), v) y vi), lo más especialmente las propiedades i), ii), iv), v), vi) y vii). Alguna de las combinaciones de dichas propiedades, por ejemplo la combinación de (entre otras) reactividad mejorada, con capacidad de extrusión y con estabilidad física al almacenamiento mejorada, es contradictoria.

20 Las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención comprenden:

(A) una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas; y

25 (B) un iniciador de radicales térmico que comprende un primer iniciador de radicales térmico (dicho primer iniciador de radicales térmico también se denomina en la presente B1),

en donde,

el primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

30 Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico comprende además un segundo iniciador de radicales térmico diferente del primer iniciador de radicales térmico (dicho segundo iniciador de radicales térmico también se denomina en la presente B2).

Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo).

35 Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, resinas acrílicas, poliuretanos, resinas epoxídicas, poliamidas, poliesteramidas, policarbonatos, poliureas y mezclas de los mismos.

40 Preferiblemente, las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de diácido.

Preferiblemente, las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

45 Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido.

50 Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

55 Preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención comprende además: (C) un agente de curado y/o (D) un acelerador y/o (E) un coacelerador y/o (F) un inhibidor.

Preferiblemente, el agente de curado es una resina de uretano con funcionalidad vinilo seleccionada del grupo que consiste en resina de uretano con funcionalidad éter vinílico, resina de uretano con funcionalidad éster vinílico y mezclas de las mismas.

60

En otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para elaborar la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención que comprende las etapas de:

- a. mezclar los componentes de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención para obtener una premezcla;
- 5 b. calentar la premezcla, preferiblemente en una extrusora, para obtener un producto extruido;
- c. enfriar el producto extruido para obtener un producto extruido solidificado; y
- d. triturar el producto extruido solidificado en partículas menores para obtener la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención.

10 En otro aspecto de la invención, se proporciona una composición de revestimiento en polvo termoestable curada derivada del curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; preferiblemente la composición de revestimiento en polvo termoestable curada es un revestimiento en polvo; dicho curado se puede efectuar a través de calor y/o radiación, preferiblemente a través de calor. Igualmente, se proporciona una forma de cualquier conformación o tamaño, comprendiendo dicha forma la composición de revestimiento en polvo termoestable curada, preferiblemente dicha forma es la composición de revestimiento en polvo termoestable curada.

15 Preferiblemente, la invención proporciona un revestimiento en polvo derivado del curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; dicho curado se puede efectuar a través de calor y/o radiación, preferiblemente a través de calor.

20 En otro aspecto, la invención proporciona un artículo que tiene revestida sobre el mismo la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención.

25 Preferiblemente, el artículo se selecciona del grupo que consiste en artículos termosensibles, artículos no termosensibles y combinaciones de los mismos.

Preferiblemente, el artículo es un artículo termosensible seleccionado del grupo que consiste en madera, tablero de fibras de baja densidad, tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de alta densidad, plástico, un material compuesto termoplástico y combinaciones de los mismos.

30 Preferiblemente, el artículo es un artículo no termosensible seleccionado del grupo que consiste en un material compuesto termoestable, materiales compuestos reforzados con fibras, materiales de tipo sándwich, un metal y combinaciones de los mismos.

35 En otro aspecto, la invención proporciona un artículo que tiene revestida y curada sobre el mismo la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención.

Preferiblemente, el artículo se selecciona del grupo que consiste en artículos termosensibles, artículos no termosensibles y combinaciones de los mismos.

40 Preferiblemente, el artículo es un artículo termosensible seleccionado del grupo que consiste en madera, tablero de fibras de baja densidad, tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de alta densidad, un plástico, un material compuesto termoplástico y combinaciones de los mismos.

45 Preferiblemente, el artículo es un artículo no termosensible seleccionado del grupo que consiste en un material compuesto termoestable, materiales compuestos reforzados con fibras, materiales de tipo sándwich, un metal y combinaciones de los mismos.

50 En otro aspecto, la invención proporciona un procedimiento para elaborar un artículo revestido como el descrito en la presente y como el definido por las reivindicaciones; más particularmente, la invención proporciona un procedimiento para elaborar un artículo revestido que comprende las etapas de:

- aplicar la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención a un artículo según la presente;
- calentar y/o radiar la composición de revestimiento en polvo termoestable durante un tiempo suficiente y a una temperatura adecuada para curar la composición de revestimiento en polvo termoestable para obtener el artículo revestido.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un uso de:

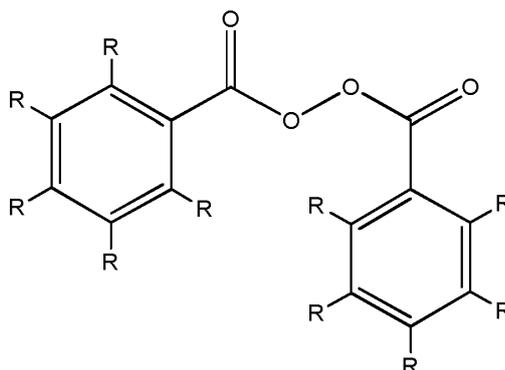
- una composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; o
 - una composición de revestimiento en polvo termoestable (o igualmente una forma de cualquier conformación o tamaño, comprendiendo dicha forma la composición de revestimiento en polvo termoestable curada) curada; o
- 5 - un artículo según se define en la presente;

10 en revestimientos en polvo, revestimientos en polvo para artículos termosensibles, revestimientos en polvo para artículos no termosensibles, impresión en 3 dimensiones, aplicaciones a automóviles, aplicaciones marinas, aplicaciones aeroespaciales, aplicaciones médicas, aplicaciones de defensa, aplicaciones deportivas/recreativas, aplicaciones arquitectónicas, aplicaciones de embotellado, aplicaciones domésticas, aplicaciones en maquinaria, aplicaciones en latas, aplicaciones en bobinas, aplicaciones energéticas, aplicaciones textiles y aplicaciones eléctricas.

En otro aspecto, la invención proporciona el uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables y especialmente en donde las composiciones de revestimiento en polvo termoestables son termocurables a bajas temperaturas sobre artículos termosensibles.

15 **Definiciones**

Por "peróxido de benzoílo sustituido con metilo", abreviado como "MBPO", se entiende en la presente un peranhídrido de la siguientes fórmula PER:



(Fórmula PER)

20 en la que

25 R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos uno de los R es un grupo metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos. Peróxido de benzoílo sustituido con metilo ejemplares incluyen pero no se limitan a peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos.

30 Por "termocurable" se entiende en la presente que el curado se puede efectuar usando calor.

35 Por una composición de revestimiento en polvo termoestable (TPCC) que es "termocurable a bajas temperaturas" se entiende en la presente que la TPCC es termocurable y una vez que la TPCC se cura a 120°C durante 20 min, proporciona un revestimiento en polvo que puede soportar al menos 60, más especialmente al menos 70, aún más especialmente al menos 80, lo más especialmente al menos 90, por ejemplo al menos 100, por ejemplo al menos 120, por ejemplo al menos 140, por ejemplo al menos 160, por ejemplo al menos 180, por ejemplo al menos 200 frotamientos dobles con acetona. Una TPCC que es termocurable a bajas temperaturas es así adecuada para revestir artículos termosensibles.

40 Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que es "menos sensible a la inhibición por aire superficial" se entiende en la presente que la sensibilidad S de la TPCC (véase la Ecuación E1 en los Ejemplos) es como mucho igual a 95%, más preferiblemente como mucho 93%, aún más preferiblemente como mucho 90%, lo

- más preferiblemente como mucho 88%, especialmente como mucho 86, más especialmente como mucho 85% del valor S de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico y según se mide S en la presente (véanse los Ejemplos, S por el Método de FT-IR). S proporciona una medida de la sensibilidad de una TPCC a la inhibición por aire superficial; las medidas para determinar la S se llevan a cabo sobre películas curadas que tienen un grosor de $80 \pm 5 \mu\text{m}$, dichas películas curadas son revestimientos en polvo derivados del curado de TPCC a 120°C durante 10 min, en aire; así, las condiciones de curado que se van a aplicar para el curado de TPCC y así la evaluación/medida de S son: 120°C durante 10 min, en air, y dicha evaluación/medida de S se debe llevar a cabo sobre películas curadas que tienen un grosor de $80 \pm 5 \mu\text{m}$. Cuanto menor sea la S, menos son las insaturaciones presentes sobre la superficie de la película curada en comparación con las insaturaciones sobre la cara del sustrato de la película curada, y como tal la TPCC es la menos sensible a la inhibición por aire superficial durante el curado. Los términos "inhibición por aire superficial" e "inhibición por oxígeno" se usarán en la presente intercambiamente.
- Por "características de curado" de una composición de revestimiento en polvo termoestable se entiende en la presente la $T_{\text{curado inicial}}$, la $T_{\text{curado máximo}}$ según se definen y se miden estas en la presente y la lisura de un revestimiento en polvo - según se mide esta en la presente - derivada del curado de dicha composición de revestimiento en polvo termoestable.
- Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que tiene "suficiente estabilidad química al almacenamiento" se entiende en la presente que la TPCC retiene sus características de curado después del almacenamiento a 40°C durante 72 horas; en la presente la estabilidad química al almacenamiento se abrevia como CSS.
- Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que tiene "estabilidad química al almacenamiento mejorada" se entiende en la presente que la TPCC retiene sus características de curado después del almacenamiento a 40°C durante 72 horas y una cualquiera de estas características, preferiblemente al menos una de ellas, más preferiblemente al menos dos de ellas, aún más preferiblemente las tres son mejores que los valores correspondientes de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico. Por "mejor", en vista de la evaluación de la CSS mejorada, se entiende en la presente que el cambio en la $T_{\text{curado inicial}}$ y/o $T_{\text{curado máximo}}$ y/o la lisura (flujo) antes y después del almacenamiento a 40°C durante 72 horas, es menor que el cambio de los valores correspondientes de la TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico.
- Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que tiene "estabilidad física al almacenamiento comparable" se entiende en la presente que la composición de revestimiento en polvo termoestable con almacenamiento a 23°C durante 7 semanas tiene la misma estabilidad física al almacenamiento (PSS) con una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico, midiéndose la PSS según el método pertinente descrito en los Ejemplos.
- Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que tiene "estabilidad física al almacenamiento mejorada" se entiende en la presente que la composición de revestimiento en polvo termoestable con almacenamiento a 23°C durante 7 semanas tiene una estabilidad física al almacenamiento (PSS) mejor cuando se compara con una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico, midiéndose la PSS según el método pertinente descrito en los Ejemplos. Preferiblemente, la estabilidad física al almacenamiento de una TPCC según la invención es al menos 1 unidad mayor, más preferiblemente es al menos 2 unidades, aún más preferiblemente es al menos 3 unidades mayor que la estabilidad física al almacenamiento de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico.
- Por "reactividad comparable" de una composición de revestimiento en polvo termoestable se entiende en la presente que la ΔH_{curado} de dicha TPCC según se mide en los Ejemplos y antes de cualquier almacenamiento es $\pm 1\%$ de la ΔH_{curado} de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico.
- Por "reactividad mejorada" de una composición de revestimiento en polvo termoestable se entiende en la presente que la ΔH_{curado} de dicha TPCC según se mide en los Ejemplos y antes de cualquier almacenamiento es mayor de 1, preferiblemente mayor de 2, más preferiblemente mayor de 3, aún más preferiblemente mayor de 4, lo más preferiblemente mayor de 5% de la ΔH_{curado} de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico.
- Por una composición de revestimiento en polvo termoestable que es "extruible" se entiende en la presente que una vez que los componentes de dicha composición se mezclan entre sí, dicha mezcla se puede procesar a través de una extrusora.
- Por "curado" o "cura" se entiende en la presente el proceso de "fraguarse", esto es formar una red irreversiblemente reticulada (la llamada "forma curada"), un material que ya no puede fluir, fundirse o disolverse. En la presente, los

términos "curado" "cura" y "reticulación" se usan intercambiamente. Preferiblemente, el curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención tiene lugar usando calor y en ese caso el curado es "termocurado". Por claridad, el término termocurado no incluye el curado inducido por luz ultravioleta (UV) o haces de electrones. Cuando el curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención tiene lugar usando radiación, es decir UV y/o haz de electrones, en ese caso el curado se denomina "radiocurado". Opcionalmente, se puede usar una combinación de calor y presión para curar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables termocurables de la invención. En el contexto de la invención, el término "termocurado" no excluye la aplicación de presión junto con calor a fin de curar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables termocurables de la invención.

Por "bajas temperaturas" se entiende en la presente temperaturas en el intervalo de 80-150°C, preferiblemente 100-150°C, más preferiblemente 110-150°C, aún más preferiblemente 120-150°C, lo más preferiblemente preferiblemente 80-140°C, especialmente 80-130°C, más especialmente 80-120°C, lo más especialmente 80-110°C.

Por "temperatura ambiente" se entiende en la presente una temperatura de 23°C.

Se entiende en la presente que una "resina" tiene el mismo significado que tiene para un experto en la química de los polímeros termoestables, a saber un polímero de bajo peso molecular que comprende restos reactivos tales como as por ejemplo insaturaciones etilénicas, dicha resina es capaz de reticularse; dichos restos reactivos a través de una reacción química, preferiblemente dicha reacción química es inducida por medio de calor y/o radiación, finalmente conectan las cadenas de polímero entre sí a través de la formación de enlaces covalentes permanentes (reticulación), dando como resultado la resina curada. El término "bajo peso molecular" significa un peso molecular medio en número teórico (M_n) que varía entre unos pocos cientos de Da, p. ej. 200 Da, y unos pocos miles de Da, p. ej. 20000 Da. Preferiblemente una resina tiene un M_n de al menos 200, más preferiblemente de al menos 205, aún más preferiblemente de al menos 210, lo más preferiblemente de al menos 215, especialmente de al menos 220, más especialmente de al menos 250, lo más especialmente de al menos 300, por ejemplo de al menos 310, por ejemplo de al menos 315, por ejemplo de al menos 350, por ejemplo de al menos 400, por ejemplo de al menos 450, por ejemplo de al menos 500, por ejemplo de al menos 600, por ejemplo de al menos 700, por ejemplo de al menos 800. Preferiblemente, una resina tiene un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000, por ejemplo de como mucho 4000, por ejemplo de como mucho 3500, por ejemplo de como mucho 3000, por ejemplo de como mucho 2500, por ejemplo de como mucho 2200 Da. Una resina se caracteriza como con funcionalidad ácido en caso de que su índice de hidroxilo (OHV) sea inferior que su índice de acidez (AV). Una resina se clasifica como con funcionalidad hidroxilo en caso de que su índice de acidez sea menor que su índice de hidroxilo. En el contexto de la invención el índice de acidez de una resina (AV en mg de KOH/g de resina) se mide volumétricamente según ISO 2114-2000, mientras que el índice de hidroxilo de una resina (OHV en mg de KOH/g de resina) se mide usando ISO 4629-1978.

Por "resina de uretano" se entiende en la presente una resina que comprende restos uretano ---NH-(C=O)-O--- .

Por "composición" se entiende en la presente la combinación y/o mezcla de distintas sustancias químicas y/o componentes para formar un todo.

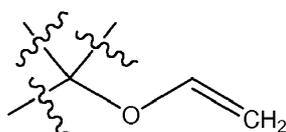
Por "resina de uretano con funcionalidad vinilo" (VFUR) se entiende en la presente una resina de uretano que comprende grupos vinilo ---CH=CH_2 .

El término "grupos vinilo" se usa en la presente intercambiamente con el término "insaturaciones vinílicas".

El término "vinilo" se usa en la presente intercambiamente con el término "etenilo".

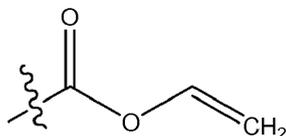
Por "resina de uretano con funcionalidad éter vinílico" (VEFUR) se entiende en la presente una resina de uretano

que comprende grupos éter vinílico (véase la estructura química 1;  indica los puntos de ligazón del grupo éter vinílico).



(estructura química 1)

Por "resina de uretano con funcionalidad éster vinílico" (VESFUR) se entiende en la presente una resina de uretano que comprende grupos éster vinílico (véase la estructura química 2;  indica los puntos de ligazón del grupo éster vinílico).



5 (estructura química 2)

Por "resina de uretano con funcionalidad (éter-éster) vinílico" se entiende en la presente una resina de uretano que comprende grupos éter vinílico (véase la estructura química 1) y grupos éster vinílico (véase la estructura química 2).

10 Las resinas de uretano con funcionalidad éter vinílico, las resinas de uretano con funcionalidad éster vinílico y las resinas de uretano con funcionalidad (éter-éster) vinílico así como sus realizaciones preferidas son cada una una resina de uretano con funcionalidad vinilo.

15 Por "polvo" se entiende en la presente una sustancia sólida sustancialmente seca a una temperatura ambiente y a presión atmosférica reducida a un estado de partículas finas sueltas en donde las partículas individuales tienen preferiblemente un tamaño de partícula máximo de como mucho 200, más preferiblemente de como mucho 180, aún más preferiblemente de como mucho 160, lo más preferiblemente de como mucho 150, especialmente de como mucho 140, más especialmente de como mucho 130, lo más especialmente de como mucho 120, por ejemplo de como mucho 110, por ejemplo de como mucho 100, por ejemplo de como mucho 90 μm a 23°C y a presión atmosférica; las partículas individuales tienen preferiblemente un tamaño de partícula mínimo de al menos 10, más preferiblemente de al menos 15, aún más preferiblemente de al menos 20, lo más preferiblemente de al menos 25, especialmente de al menos 30, más especialmente de al menos 35, lo más especialmente de al menos 40, por ejemplo de al menos 45, por ejemplo de al menos 50, por ejemplo de al menos 60, por ejemplo de al menos 70 μm a 23°C y a presión atmosférica. Una partícula se define como un objeto pequeño que: a) tiene dimensiones lineales medias como las descritas posteriormente en la presente y b) se comporta como una unidad entera en lo relativo a su transporte y propiedades. La distribución del tamaño de partícula (PSD) de un polvo es una lista de valores o una función matemática que define las cantidades relativas de partículas presentes, clasificadas según el tamaño. Los términos "tamaño de partícula" y "distribución del tamaño de partícula" se usarán intercambiabilmente en el contexto de la invención cuando se usen en relación con un polvo. El método usado para medir el tamaño de partícula de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención es el análisis en tamices. Según él, el polvo se separa sobre tamices de diferentes tamaños. Así, la PSD se define en relación con intervalos de tamaño discretos: p. ej. "% en peso de polvo de muestra tiene un tamaño de partícula en el intervalo de 75 micras a 90 micras" cuando se usan tamices de estos tamaños. Preferiblemente, 90% en peso de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención tiene un tamaño de partícula en el intervalo de 20 a 200 micras. El PSD se puede determinar, por ejemplo, mediante el siguiente método: una cierta cantidad de composición de revestimiento en polvo termoestable, por ejemplo 100 g, se lleva sobre un aparato de tamizado Fritsch Analysette Spartan equipado con un tamiz de 200 micras. La muestra se tamiza durante 15 minutos con una amplitud de 2,5 mm. La fracción de la muestra que permanecía sobre el tamiz se pesó después del tamizado. La fracción de la muestra que pasaba a través de tamiz (fracción tamizada) se recoge y se pone sobre un tamiz de 160 micras y se tamiza como se menciona anteriormente en la presente. Una vez que se realizan las mismas medidas (pesada) según se menciona anteriormente en la presente, se repite el mismo procedimiento usando secuencialmente un tamiz de 140, uno de 125, uno de 112, uno de 100, uno de 90, uno de 75, uno de 50 y uno de 20 micras; la última fracción tamizada con un tamaño inferior a 20 micras también se pesa. Sumando las diversas fracciones en peso, esto debe dar la cantidad inicial de muestra, en este ejemplo 100 g. Las diversas fracciones en peso representan la PSD como una lista de valores que representan las cantidades relativas de partículas presentes, clasificadas según los tamices usados.

50 Por "sustancialmente seco" se entiende en la presente que el polvo, p. ej. una composición en polvo termoestable, no comprende agua o humedad añadidas deliberadamente, pero el polvo puede comprender humedad absorbida de la atmósfera en una cantidad de hasta 30, preferiblemente hasta 20, más preferiblemente hasta 10, aún más preferiblemente hasta 5, lo más preferiblemente hasta 3, especialmente hasta 2, más especialmente hasta 1% p/p basado en el peso total del componente.

55 Por "composiciones de revestimiento en polvo termoestables" o "polvos" se entiende en la presente una mezcla de componentes en la forma de un polvo, composiciones que tienen la capacidad de formar una red reticulada irreversible (la llamada 'forma curada') cuando se curan, preferiblemente a través de termo- y/o radiocurado, más preferiblemente a través de termocurado.

Por "TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico" (mencionada también como "TPCC comparable"), se entiende en la presente una TPCC que cuando se compara con una TPCC según la invención, la TPCC comparable:

i) no contiene MBPO; y

5 ii) la cantidad de moles de BPO por kg de UR y agente de curado -si el último está presente- en la TPCC comparable (moles de BPO/kg de UR y agente de curado si el último está presente) debe ser igual a la cantidad de moles de MBPO por kg de UR y agente de curado -si el último está presente- contenida en una TPCC según la invención (moles de MBPO/kg de UR y agente de curado si el último está presente); y

10 iii) el resto de los componentes de la TPCC comparable son iguales y están contenidos en las mismas cantidades cuando se compara con una TPCC según la invención. Por ejemplo, si la TPCC de la invención comprende un primer iniciador de radicales térmico y un segundo iniciador de radicales térmico, entonces - en esencia - en una TPCC comparable según la susodicha definición, solo el MBPO debe cambiarse por BPO y la cantidad de moles de MBPO (moles/kg de UR y agente de curado si el último está presente) se debe cambiar por la misma cantidad de moles de BPO (moles/kg de UR y agente de curado si el último está presente) mientras que el resto de los
15 componentes y sus cantidades en la TPCC de la invención que se va a comparar con la TPCC comparable deben ser iguales.

Por "componentes de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención" se entiende en la presente elementos constitutivos, sus realizaciones preferidas y combinaciones de los mismos, que constituyen parte de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; dichos componentes, sus
20 realizaciones preferidas y combinaciones de los mismos se deben considerar en vista de la estructura completa; componentes ejemplares incluyen pero no se limitan a UR, MBPO según se define cada uno en la presente.

Por "composición de revestimiento en polvo termoestable termocurable" se entiende en la presente una composición de revestimiento en polvo termoestable, dicha composición tiene la capacidad de curarse al calentar. Por claridad,
25 las composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es termocurable.

Por "composición de revestimiento en polvo termoestable radiocurable" se entiende en la presente una composición de revestimiento en polvo termoestable, dicha composición tiene la capacidad de curarse con radiación, es decir radiación UV y/o de haz de electrones. La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención
30 puede ser radiocurable.

Por "composición de revestimiento en polvo termoestable termo- y/o radiocurable" se entiende en la presente una composición de revestimiento en polvo termoestable, dicha composición tiene la capacidad de curarse con calor y/o radiación, es decir radiación UV y/o de haz de electrones. La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención puede ser termo- y/o radiocurable; preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo
35 termoestable de la invención es termocurable.

Los términos amorfo y cristalino usados para caracterizar un monómero o una resina o una composición de resina son términos informales usados en la técnica para indicar el carácter predominante del monómero o la resina o la composición de resina pertinente con respecto a su grado de cristalinidad, pero estos términos se definen más precisamente en la presente por los valores de entalpía de fusión (ΔH_m). El término "cristalino" indica tanto cristalino como semicristalino

40 Por "amorfo" se entiende en la presente que un monómero o una resina, por ejemplo una resina de uretano con funcionalidad vinilo o una composición de resina, por ejemplo una composición de resina de uretano con funcionalidad vinilo, tiene una entalpía de fusión (ΔH_m) menor de 35 J/g. Preferiblemente, el monómero o la resina o la composición de resina amorfos no tienen una temperatura de fusión (T_m).

45 Por "cristalino" se entiende en la presente que un monómero o una resina, por ejemplo una resina de uretano con funcionalidad vinilo o una composición de resina, por ejemplo una composición de resina de uretano con funcionalidad vinilo tiene una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 35, más preferiblemente de al menos 38, aún más preferiblemente de al menos 40, lo más preferiblemente de al menos 50, especialmente de al menos 60 J/g.

50 Por " T_g " se entiende en la presente la temperatura de transición vítrea. La T_g se mide usando DSC (calorimetría de barrido diferencial) según se describe en la presente.

55 Por " T_c " se entiende en la presente la temperatura de cristalización; en caso de que un monómero o una resina o una composición de resina tenga múltiples picos de cristalización, entonces la temperatura máxima del pico de cristalización con la mayor entalpía de cristalización (ΔH_c) se menciona en la presente como T_c . La T_c se mide usando DSC (calorimetría de barrido diferencial) según se describe en la presente.

Por " T_m " se entiende en la presente la temperatura de fusión; en caso de que un monómero o una resina o una composición de resina o un compuesto tenga múltiples fusiones, entonces la T_m de la fusión con la mayor entalpía de fusión se menciona en la presente como T_m . La T_m se mide usando DSC según se describe en la presente.

Por " ΔH_m " se entiende en la presente la entalpía de fusión. La (ΔH_m) se mide usando DSC según se describe en la presente. En caso de que un monómero o una resina o una composición de resina tenga más de un pico de fusión, entonces los valores de entalpía de fusión (ΔH_m) mencionados en la presente se refieren al total de la entalpía de fusión (ΔH_m), dicho total obtenido al sumar los valores de ΔH_m de cada uno de los picos de fusión.

Por " ΔH_c " se entiende en la presente la entalpía de cristalización. La (ΔH_c) se mide usando DSC según se describe en la presente. En caso de que un monómero o una resina o una composición de resina tenga más de un pico de cristalización, entonces los valores de entalpía de cristalización (ΔH_c) mencionados en la presente se refieren al total de la entalpía de cristalización (ΔH_c), dicho total obtenido al sumar los valores de ΔH_c de cada uno de los picos de cristalización.

Por " ΔH_{curado} " se entiende en la presente el resultado exotérmico neto de todos los procesos químicos y físicos que se producen durante el curado de la TPCC. La ΔH_{curado} se mide usando DSC según se describe en la presente.

La $T_{\text{curado máximo}}$ se midió como la temperatura registrada al flujo térmico máximo de la señal exotérmica (=pico exotérmico) atribuida a reacciones de curado. La $T_{\text{curado máximo}}$ se mide usando DSC según se describe en la presente.

La $T_{\text{curado inicial}}$ se midió como la temperatura en la intersección de:

- a) el valor de referencia extrapolado con respecto a la señal exotérmica atribuida a reacciones de curado, con
- b) la mejor tangente de ajuste sobre la parte de dicha exotérmica contenida entre $T_{\text{curado máximo}}$ y la temperatura a la que se producía un cambio inicial en el valor de referencia (=lado de baja temperatura del pico exotérmico)

Las medidas de la temperatura de transición vítrea (T_g), la temperatura de fusión (T_m), la temperatura de cristalización (T_c), la entalpía de fusión (ΔH_m) la entalpía de cristalización (ΔH_c), la ΔH_{curado} , la $T_{\text{curado máximo}}$ y la $T_{\text{curado inicial}}$ se llevan a cabo a través de calorimetría de barrido diferencial (DSC) en un DSC Q2000 de TA instruments, en atmósfera de N_2 según se describe en la presente.

Por "composición de revestimiento en polvo termoestable curada" se entiende en la presente una forma que se deriva del curado parcial o completo de una composición de revestimiento en polvo termoestable; dicho curado se puede efectuar a través de calor y/o radiación, preferiblemente a través de calor; dicha forma puede tener cualquier conformación o tamaño y puede ser, por ejemplo, una película, un revestimiento; preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable curada es un revestimiento en polvo.

Por "revestimiento en polvo" se entiende en la presente la forma parcialmente o totalmente curada de una composición de revestimiento en polvo termoestable, siendo la última preferiblemente termo- y/o radiocurable, siendo dicha forma un revestimiento. Un revestimiento en polvo se deriva de una composición de revestimiento en polvo termoestable.

Por "artículo" se entiende en la presente un objeto o unidad o elemento individual de una clase diseñada para cumplir un propósito o realizar una función especial y puede mantenerse solo. Un sustrato es un ejemplo de un artículo.

Por "diácido", según se usa en la presente, se entiende un ácido o anhídrido dicarboxílico o un diéster u otros derivados de ácido carboxílico tales como, por ejemplos, sales de ácido dicarboxílico; preferiblemente, un "diácido" es un ácido o anhídrido dicarboxílico, más preferiblemente, un "diácido" es un ácido dicarboxílico.

Por "insaturación etilénica", según se usa en la presente, se entiende insaturación por doble enlace carbono-carbono reactivo de configuración *cis* o *trans* y no incluye insaturación aromática, triple enlace carbono-carbono, insaturación carbono-heteroátomo. Preferiblemente, la insaturación etilénica comprende al menos un hidrógeno que está unido covalentemente a un carbono de la insaturación etilénica.

El término 'insaturaciones etilénicas', según se usa en la presente, significa insaturaciones etilénicas obtenibles a partir de cualquier isómero de un diácido insaturado y/o derivados del mismo, tales como, por ejemplo, insaturaciones etilénicas obtenibles de un diácido elegido del grupo de ácido 2-butenodioico, ácido 2-metil-2-butenodioico, ácido itacónico y mezclas de los mismos. Derivados de cualquier isómero de diácidos insaturados incluyen ésteres, anhídridos, sales de ácido. El ácido fumárico y el ácido maleico son isómeros del ácido 2-butenodioico, mientras que el ácido citracónico y el ácido mesacónico son isómeros de ácido 2-metil-2-

butenodioico. Por ejemplo, las "insaturaciones etilénicas de diácido" pueden ser obtenibles a partir de ácidos fumárico, maleico, itacónico, citracónico y/o mesacónico, derivados de los mismos y/o mezclas de los mismos. Insaturación basada en ácido fumárico es un término informal usado en la presente para indicar una insaturación derivada de ácido fumárico, sus isómeros, p. ej. ácido maleico, y/o derivados de los mismos.

Por "insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico", según se usa en la presente, se entiende insaturaciones etilénicas de diácido obtenibles a partir de cualquier isómero de ácido 2-butenodioico y/o derivados del mismo. El ácido fumárico y el ácido maleico son isómeros del ácido 2-butenodioico. El ácido maleico es el isómero *cis* del ácido 2-butenodioico, mientras que el ácido fumárico es el isómero *trans* del ácido 2-butenodioico. Derivados de cualquier isómero de ácido 2-butenodioico incluyen ésteres, anhídridos, sales de ácido.

Por "resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas" o igualmente mencionada en la presente como "UR" se entiende en la presente una resina insaturada que tiene insaturaciones etilénicas. Por ejemplo, una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico, una resina de poliéster con acrilato, una resina de poliéster con metacrilato, una resina de poliéster con (met)acrilato son cada una una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

Por "resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido" se entiende en la presente una resina insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de diácido; dicha resina es una subclase de una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. Por ejemplo una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido es una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido.

Por "resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico" se entiende en la presente una resina insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico; dicha resina es una subclase de una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido y así una subclase adicional de una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. Por ejemplo, una resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

Por "resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas" o igualmente "resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas" se entiende en la presente una resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas.

Por "resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido" o igualmente "resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de diácido" se entiende en la presente una resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de diácido; dicha resina de poliéster es una subclase de una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas

Por "resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico" o igualmente "resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico" se entiende en la presente una resina de poliéster insaturada que tiene insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. La "resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico" se puede preparar, por ejemplo, a partir de cualquier isómero de ácido 2-butenodioico y/o derivados del mismo. El ácido fumárico y el ácido maleico son isómeros de ácido 2-butenodioico. El ácido maleico es el isómero *cis* del ácido 2-butenodioico, mientras que el ácido fumárico es el isómero *trans* del ácido 2-butenodioico. Derivados de cualquier isómero de ácido 2-butenodioico incluyen ésteres, anhídridos, sales de ácido. El ácido maleico y el anhídrido de ácido maleico se isomerizan parcialmente hasta ácido fumárico cuando se usan en la síntesis de una resina de poliéster que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

Por "agente de curado" o "agente de reticulación" o "correticulador" o "reticulador" se entiende en la presente un monómero o una resina de bajo peso molecular que comprende insaturaciones como restos reactivos que se pueden hacer reaccionar con las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y dicho agente de curado es capaz de reaccionar y reticularse con la UR; las insaturaciones del agente de curado son diferentes de las de la UR; por ejemplo una insaturación de triple enlace carbono-carbono reactiva se considera en la presente diferente de una insaturación de doble enlace carbono-carbono reactiva de configuración *cis* o *trans*; por ejemplo, en caso de que las insaturaciones reactivas del agente de curado sean insaturaciones de doble enlace carbono-carbono reactivas de configuración *cis* o *trans*, estas se consideran diferentes de las insaturaciones etilénicas de la UR, en el sentido de que al menos un sustituyente del doble enlace carbono-carbono de las insaturaciones reactivas del agente de curado es diferente en comparación con los sustituyentes de los dobles enlaces carbono-carbono de las insaturaciones etilénicas. Preferiblemente, le insaturación del agente de curado comprende al menos un hidrógeno que está unido covalentemente a un carbono de dicha insaturación, esto es a un carbono que forma dicha insaturación. Preferiblemente, las insaturaciones del agente de curado son insaturaciones vinílicas; los restos reactivos del agente de curado a través de reacción química -preferiblemente dicha reacción química es inducida por medio de calor y/o radiación- conectan finalmente entre sí las cadenas de polímero de la UR a través de la formación de enlaces covalentes permanentes (reticulación), dando como resultado el curado de la UR y del agente de curado. El término "bajo peso molecular" en el caso del agente de curado

significa un peso molecular medio numérico teórico (M_n) que está entre unos pocos cientos de Da, p. ej. 200 Da, y unos pocos miles de Da, p. ej. 20000 Da. Preferiblemente, un agente de curado tiene un M_n de al menos 200, más preferiblemente de al menos 205, aún más preferiblemente de al menos 210, lo más preferiblemente de al menos 215, especialmente de al menos 220, más especialmente de al menos 250, lo más especialmente de al menos 300, por ejemplo de al menos 310, por ejemplo de al menos 315, por ejemplo de al menos 350, por ejemplo de al menos 400, por ejemplo de al menos 450, por ejemplo de al menos 500, por ejemplo de al menos 600, por ejemplo de al menos 700, por ejemplo de al menos 800. Preferiblemente, un agente de curado tiene un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000, por ejemplo de como mucho 4000, por ejemplo de como mucho 3500, por ejemplo de como mucho 3000, por ejemplo de como mucho 2500, por ejemplo de como mucho 2200 Da. Un agente de curado se clasifica como con funcionalidad ácido en caso de que su índice de hidroxilo (OHV) sea menor que su índice de acidez (AV). Un agente de curado se clasifica como con funcionalidad hidroxilo en caso de que su índice de acidez sea inferior que su índice de hidroxilo. En el contexto de la invención, el índice de acidez de un agente de curado (AV en mg de KOH/g de agente de curado) se mide volumétricamente según ISO 2114-2000, mientras que el índice de hidroxilo de un agente de curado (OHV en mg de KOH/g de agente de curado) se mide usando ISO 4629-1978.

Por "iniciador de radicales térmico" se entiende en la presente cualquier compuesto orgánico o inorgánico que al calentar sea capaz de generar radicales libre, por ejemplo a través de descomposición, e inicial la reticulación por radicales en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; preferiblemente, los iniciadores de radicales térmicos son capaces de generar radicales libres, por ejemplo a través de descomposición, al ser calentados a temperaturas de hasta 230°C.

Por "fotoiniciadores" se entiende en la presente cualquier compuesto orgánico o inorgánico que con radiación sea capaz de generar radicales libres, por ejemplo a través de descomposición, e iniciar la reticulación por radicales en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; preferiblemente los fotoiniciadores son capaces de generar radicales libres, por ejemplo a través de descomposición, al ser irradiados, por ejemplo, en el intervalo de 300 a 500 nm.

Ciertos restos, especies, grupos, unidades repetidas, compuestos, oligómeros, polímeros, materiales, mezclas, composiciones y/o formulaciones que comprenden y/o se usan en parte de o toda la invención según se describen en la presente pueden existir como una o más formas diferentes tales como cualquiera de las de la siguiente lista no exhaustiva: estereoisómeros (tales como enantiómeros (p. ej. formas E y/o Z), diastereoisómeros y/o isómeros geométricos); tautómeros (p. ej. formas cetónicas y/o enólicas). La invención comprende y/o usa todas estas formas que sean eficaces según se define en la presente.

Por " M_n " se entiende en la presente el peso molecular medio numérico teórico y se calcula según se muestra en los Ejemplos a menos que se indique otra cosa. Por ejemplo, en caso de que M_n se refiera a la UR, entonces el " M_n " se calcula según se divulga en los Ejemplos; en caso de que M_n se refiera al agente de curado tal como una VFUR, entonces el " M_n " se calcula según se divulga en los Ejemplos; en caso de que M_n se refiera a un monómero, entonces " M_n " corresponde a valores de peso molecular calculados sobre la base de la fórmula molecular de dicho monómero, ya que este cálculo es conocidos para un experto en la técnica.

Por "WPU" se entiende en la presente el peso medido por insaturación etilénica, a menos que se indique otra cosa; el WPU se mide usando espectroscopía de $^1\text{H-NMR}$ según se describe en los Ejemplos [véanse los Ejemplos, Método de $^1\text{H-NMR}$ para la medida del WPU (WPU por el método de $^1\text{H-NMR}$)].

Por "WPU teórico" se entiende en la presente el WPU calculado que se está calculando al dividir el peso (g) de una UR o un agente de curado producidos por el número de moles (mol) de insaturaciones etilénicas en dicha UR o un agente de curado. El peso (g) de una UR o un agente de curado producidos es el peso total (g) de los monómeros individuales añadidos durante la síntesis de dicha UR o un agente de curado sustrayendo el peso (g) del agua u otro subproducto volátil que se forme durante la síntesis de dicha UR o un agente de curado (véanse los Ejemplos, Tablas 1 y 2).

Por "funcionalidad teórica" o igualmente "funcionalidad buscada" se entiende el número medio teórico de grupos funcionales sin reaccionar, típicamente encontrados en los extremos de monómeros o resinas. Los grupos sin reaccionar son grupos químicos en monómeros o resinas, grupos que no están unidos covalentemente a otro monómero o resina, y así están disponibles para la participación en una reacción de polimerización química deseada; dichos grupos sin reaccionar se conocen típicamente en la técnica como "grupos extremos". Por ejemplo, en las resinas de poliéster la funcionalidad teórica se determina mediante el número teórico de grupos hidroxilo más el número teórico de grupos carboxilo dividido por el número teórico total de cadenas de resina.

Por "viscosidad" (η) se entiende en la presente la viscosidad en estado fundido (en Pa.s) a 160°C. Las medidas de la viscosidad se llevaron a cabo a 160°C, en un viscosímetro Brookfield CAP 2000+H. La velocidad de cizalladura aplicada era 70 s^{-1} y se usaba un husillo de 19,05 mm (husillo cónico CAP-S-05 (19,05 mm, 1,8°).

Por "pph" se entiende en la presente partes en peso de un componente de la TPCC de la invención por cien partes de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad total (pph) del iniciador de radicales térmico en la TPCC de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del primer iniciador de radicales térmico en la TPCC de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del segundo iniciador de radicales térmico en la TPCC de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad total (pph) del primer y segundo iniciador de radicales térmico en la TPCC de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del acelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del coacelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se calcula sobre la cantidad total de la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del inhibidor en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-. Por ejemplo, la cantidad (pph) del fotoiniciador en la TPCC de la invención se calcula sobre la cantidad total de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención- normalizada hasta 100 partes en peso de UR y agente de curado -si el último está presente en la TPCC de la invención-.

Por claridad, si una TPCC comprende más de unas UR, entonces la "cantidad total de UR" mencionada en la presente se refiere a la cantidad total de toda la UR contenida en la TPCC.

Por "lámpara de (N)IR" se entiende en la presente tanto una lámpara de IR próximo como una lámpara de IR.

Por el término "menor que" se entiende en la presente que el valor límite máximo pertinente no se incluye en el intervalo.

Por el término "mayor que" se entiende en la presente que el valor límite mínimo pertinente no se incluye en el intervalo.

Para todos los límites superiores e inferiores de cualesquiera parámetros dados en la presente, el valor límite se incluye en cada intervalo para cada parámetro. Todas las combinaciones de valores mínimos y máximos de los parámetros descritos en la presente se pueden usar para definir los intervalos de los parámetros para diversas realizaciones y preferencias de la invención.

En el contexto de la invención, a menos que se indique lo contrario, la divulgación de valores alternativos para el límite superior o inferior del intervalo permitido de un parámetro, acoplada con la indicación de que uno de dichos valores es más altamente preferido que el otro, se debe considerar una indicación implícita de que cada valor intermedio de dicho parámetro, que está entre la más preferida y la menos preferida de dichas alternativas, se prefiere por sí mismo a dicho valor menos preferido y también a cada valor que esté entre dicho valor menos preferido y dicho valor intermedio.

El término "que comprende", según se usa en la presente, significa que la lista que sigue inmediatamente no es exhaustiva y puede incluir o no cualesquiera otras unidades adecuadas, por ejemplo una o más características, componentes y/o sustituyentes según se apropiado. El término "que comprende" se usará intercambiamente con el término "que contiene". "Que comprende sustancialmente", según se usa en la presente, significa que un componente o una lista de componente(s) está presente en un material dado en una cantidad mayor que o igual a aproximadamente 90% p/p, preferiblemente mayor que o igual a 95% p/p, más preferiblemente mayor que o igual a 98% p/p, aún más preferiblemente mayor que o igual a 99% p/p de la cantidad total del material dado. El término "que consiste en", según se usa en la presente significan que la lista que sigue es exhaustiva y no incluye puntos adicionales.

Se entenderá que la suma total de cualesquiera cantidades expresadas en la presente como porcentajes no pueden (permitiendo errores de redondeo) superar 100%. Por ejemplo, la suma de todos los componentes que comprende la composición de la invención (o una parte o partes de la misma) puede, cuando se expresa como un porcentaje en peso (u otro) de la composición (o la parte o las partes de la misma), totalizar 100% permitiendo errores de redondeo. Sin embargo, cuando una lista de componentes no es exhaustiva, la suma del porcentaje para cada uno

de estos componentes puede ser menor de 100% para permitir un cierto porcentaje para una cantidad o cantidades adicionales de cualesquiera componente o componentes adicionales que pueden no estar descritos explícitamente en la presente.

- 5 A menos que el contexto indique claramente otra cosa, según se usa en la presente, se ha de considerar que las formas plurales de los términos de la presente (por ejemplo composición, componente, resina, polímero, minuto) incluyen la forma singular y viceversa.

Composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC) de la invención

La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención comprende:

- 10 (A) una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas; y

(B) un iniciador de radicales térmico que comprende un primer iniciador de radicales térmico (dicho primer iniciador de radicales térmico también se menciona en la presente como B1),

en donde,

- 15 el primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico comprende además un segundo iniciador de radicales térmico diferente del primer iniciador de radicales térmico (dicho segundo iniciador de radicales térmico también se menciona en la presente como B2).

- 20 Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico consiste en primer iniciador de radicales térmico y un segundo iniciador de radicales térmico diferente del primer iniciador de radicales térmico.

Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo).

- 25 La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención comprende:

(A) una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas; y

(B1) un primer iniciador de radicales térmico,

en donde

- 30 el primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

Preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención comprende además: (C) un agente de curado y/o (D) un acelerador y/o (E) un coacelerador y/o (F) un inhibidor.

- 35 El iniciador de radicales térmico, el acelerador, el coacelerador, el inhibidor, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y el agente de curado se analizan separadamente en la presente.

- 40 Todos los elementos y realizaciones preferidos presentados en la presente para uno cualquiera del iniciador de radicales térmico, el acelerador, el coacelerador, el inhibidor, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y el agente de curado se pueden combinar entre sí.

- 45 Cualquier característica o combinación preferida de características o combinación preferida de intervalos divulgados en la invención y respecto a la TPCC de la invención y sus componentes, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, los iniciadores de radicales térmicos, los aceleradores, los coaceleradores, los inhibidores, los procedimientos para elaborar la TPCC de la invención de los mismos se pueden combinar.

Iniciador de radicales térmico

La TPCC de la invención comprende un iniciador de radicales térmico.

- 50 El iniciador de radicales térmico de la TPCC de la presente invención comprende un primer iniciador de radicales térmico (según se define en la presente) y opcionalmente un segundo iniciador de radicales térmico diferente del primer iniciador de radicales térmico (véase el párrafo para el segundo iniciador de radicales térmico).

Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención comprende sustancialmente un primer y un segundo iniciador de radicales térmico, más preferiblemente el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención consiste en un primer y un segundo iniciador de radicales térmico, aún más preferiblemente el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención comprende sustancialmente un primer iniciador de radicales térmico, lo más preferiblemente el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención consiste en un primer iniciador de radicales térmico.

Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención comprende un primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 5, más preferiblemente de al menos 10, aún más preferiblemente de al menos 15, lo más preferiblemente de al menos 20, especialmente de al menos 30, más especialmente de al menos 40, aún más especialmente de al menos 50, lo más especialmente de al menos 60, por ejemplo de al menos 70, por ejemplo de al menos 75, por ejemplo de al menos 80, por ejemplo de al menos 85, por ejemplo de al menos 90, por ejemplo de al menos 92, por ejemplo de al menos 94, por ejemplo de al menos 95, por ejemplo de al menos 96, por ejemplo de al menos 97, por ejemplo de al menos 98, por ejemplo de al menos 99, por ejemplo de al menos 99,5% p/p basados en la cantidad total de iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención comprende sustancialmente un primer iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención comprende un primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de aproximadamente 100% p/p basado en la cantidad total de iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, el iniciador de radicales térmico de la TPCC de la invención es (o igualmente consiste en) un primer iniciador de radicales térmico.

La TPCC de la invención comprende un iniciador de radicales térmico, dicho iniciador de radicales térmico comprende un primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 5, más preferiblemente de al menos 10, aún más preferiblemente de al menos 15, lo más preferiblemente de al menos 20, especialmente de al menos 30, más especialmente de al menos 40, aún más especialmente de al menos 50, lo más especialmente de al menos 60, por ejemplo de al menos 70, por ejemplo de al menos 75, por ejemplo de al menos 80, por ejemplo de al menos 85, por ejemplo de al menos 90, por ejemplo de al menos 92, por ejemplo de al menos 94, por ejemplo de al menos 95, por ejemplo de al menos 96, por ejemplo de al menos 97, por ejemplo de al menos 98, por ejemplo de al menos 99, por ejemplo de al menos 99,5% p/p basado en la cantidad total de iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, la TPCC de la invención comprende un iniciador de radicales térmico, dicho iniciador de radicales térmico comprende sustancialmente un primer iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, la TPCC de la invención comprende un iniciador de radicales térmico, dicho iniciador de radicales térmico comprende un primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de aproximadamente 100% p/p basado en la cantidad total de iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, la TPCC de la invención comprende un iniciador de radicales térmico, dicho iniciador de radicales térmico es (o igualmente consiste en) un primer iniciador de radicales térmico.

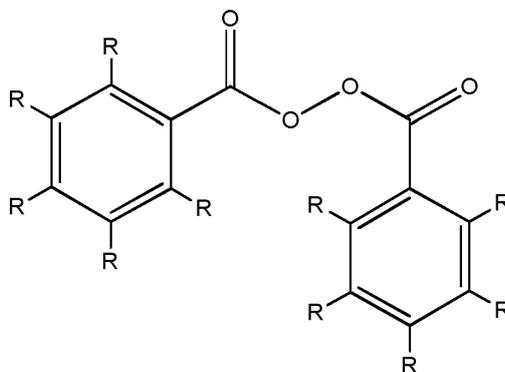
Preferiblemente, la cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,1, más preferiblemente es al menos 0,2, aún más preferiblemente es al menos 0,3, lo más preferiblemente es al menos 0,4, especialmente es al menos 0,5, más especialmente es al menos 0,65, lo más especialmente es al menos 0,7, por ejemplo es al menos 0,75, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 0,9, por ejemplo es al menos 1, por ejemplo es al menos 1,2, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2, por ejemplo es al menos 2,2, por ejemplo es al menos 2,3, por ejemplo es al menos 2,4 pph. La cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 20, más preferiblemente como mucho 18, aún más preferiblemente como mucho 17,2, más preferiblemente como mucho 16, aún más preferiblemente como mucho 15,6, lo más preferiblemente como mucho 15,2, especialmente como mucho 14,8, más especialmente como mucho 14, aún más especialmente como mucho 12, lo más especialmente como mucho 10, por ejemplo como mucho 9, por ejemplo como mucho 8,6, por ejemplo como mucho 8, por ejemplo como mucho 7,8, por ejemplo como mucho 7,6, por ejemplo como mucho 7,4. Preferiblemente, la cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2 y como mucho 9 pph, más preferiblemente, la cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,2 y como mucho 8,7 pph, aún más preferiblemente la cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 8 pph, lo más preferiblemente preferiblemente la cantidad del iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 7,6 pph.

Por claridad, cualquier referencia en la presente al iniciador de radicales térmico o el primer iniciador de radicales térmico o el segundo iniciador de radicales térmico se refiere a las sustancias química de por sí y no a sus mezclas con otras sustancias químicas, por ejemplos un material portador, según se explica el último en la presente. Por ejemplo, cuando se mencionan en la presente cantidades relativas bien al primer o bien al segundo iniciador de radicales, estas cantidades se asocian con las sustancias químicas de por sí y no con sus mezclas con cualquier material portador, por ejemplo agua, si se proporcionan en forma de mezcla con un material portador (según se divulga en la presente el material portador).

Primer iniciador de radicales térmico

El iniciador de radicales térmico de la TPCC de la presente invención comprende un primer iniciador de radicales térmico, dicho primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

- 5 Por "peróxido de benzoílo sustituido con metilo" abreviado como "MBPO", se entiende en la presente un peranhídrido de la siguiente fórmula PER:



(Fórmula PER)

10 en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos uno de los R es un grupo metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos. El peróxido de benzoílo sustituido con metilo pertenece a la clase de peranhídridos también conocidos como peróxidos de diacilo. Los peranhídridos son sustancias que comprenden una estructura de fórmula ...-C(=O)-O-O-C(=O)-.... Los peranhídridos son una subclase de peróxidos orgánicos.

15 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos uno de los R de la fórmula PER es un grupo metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R son grupos metilo, especialmente como mucho seis de los R son grupos metilo, más especialmente como mucho cinco de los R son grupos metilo, aún más especialmente como mucho cuatro de los R son grupos metilo, lo más especialmente como mucho tres de los R son grupos metilo, por ejemplo como mucho dos de los R son grupos metilo.

25 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y uno de los R es un grupo metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

30 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos dos de los R de fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R son grupos metilo, especialmente como mucho seis de los R son grupos metilo, más especialmente como mucho cinco de los R son grupos metilo, aún más especialmente como mucho cuatro de los R son grupos metilo, lo más especialmente como mucho tres de los R son grupos metilo.

35 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y dos de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos. Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos tres de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R son grupos metilo, especialmente como mucho seis de los R son grupos metilo, más especialmente como mucho cinco de los R son grupos metilo, aún más especialmente como mucho cuatro de los R son grupos metilo.

45 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y tres de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

50 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos cuatro de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R

son grupos metilo, especialmente como mucho seis de los R son grupos metilo, más especialmente como mucho cinco de los R son grupos metilo.

5 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y cuatro de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos; más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y dos de los R en uno de los dos anillos bencénicos son grupos metilo y dos de los R en el otro anillo bencénico son grupos metilo y el resto de los R en los dos anillos bencénicos son hidrógenos, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

10 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos cinco de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R son grupos metilo, especialmente como mucho seis de los R son grupos metilo.

15 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y cinco de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

20 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos seis de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo, lo más preferiblemente como mucho siete de los R son grupos metilo.

25 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y seis de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

30 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos siete de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo, aún más preferiblemente como mucho ocho de los R son grupos metilo.

35 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y siete de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

40 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos ocho de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo, más preferiblemente como mucho nueve de los R son grupos metilo.

45 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y ocho de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

50 Cuando el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y al menos nueve de los R de la fórmula PER son grupos metilo, entonces preferiblemente como mucho todos los R son grupos metilo.

55 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que R es hidrógeno o un grupo metilo y nueve de los R son grupos metilo, isómeros del mismo y mezclas de los mismos.

60 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico es un peranhídrido de fórmula PER en la que todos los R son grupos metilo.

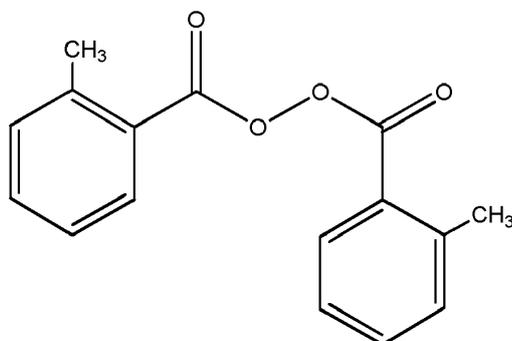
65 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; aún más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; lo más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; especialmente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; más especialmente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en

peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; lo más especialmente el primer iniciador de radicales térmico es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) puesto que la TPCC de la presente invención que comprende 4-MBPO en particular combina las propiedades i)-vii).

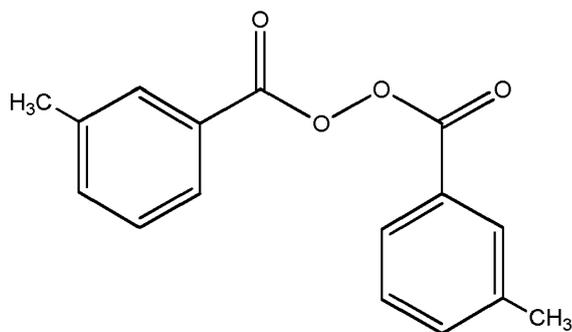
- 5 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales es MBPO que no incluye peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), isómeros de los mismo y mezclas de los mismos.

10 Preferiblemente, el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos; aún más preferiblemente el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos.

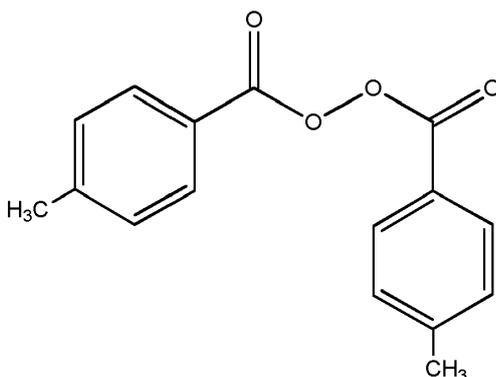
15 Las estructuras químicas del peróxido de bis-(2-metilbenzoílo) (abreviado en la presente como 2-MBPO), el peróxido de bis-(3-metilbenzoílo) (abreviado en la presente como 3-MBPO), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) (abreviado en la presente como 4-MBPO), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo) (abreviado en la presente como 2-3-MBPO), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) (abreviado en la presente 2-4-MBPO), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) (abreviado en la presente como 3-4-MBPO) se muestran posteriormente en la presente:



peróxido de bis-(2-metilbenzoílo) (2-MBPO)

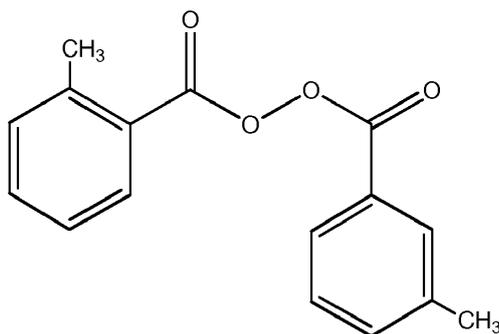


peróxido de bis-(3-metilbenzoílo) (3-MBPO)

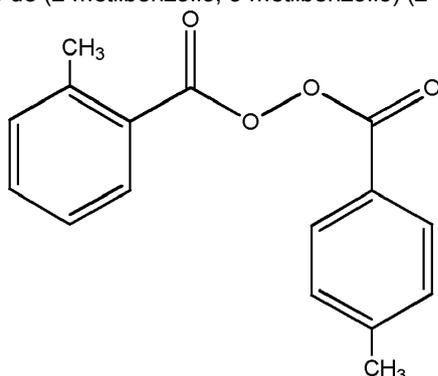


peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) (4-MBPO)

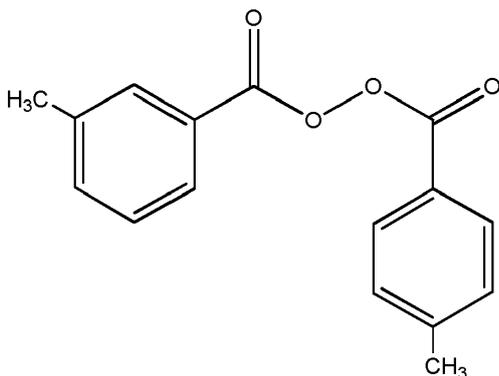
25



peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo) (2-3-MBPO)



peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) (2-4-MBPO)



peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) (3-4-MBPO)

5

10 Por supuesto, es posible usar cualquier mezcla de un peróxido de benzoílo sustituido con metilo cualquiera, por ejemplo mezclas de 2-MBPO y/o 3-MBPO y/o 4-MBPO y/o 2-3-MBPO y/o 2-4-MBPO y/o 3-4-MBPO en la TPCC de la presente invención.

15 El primer iniciador de radicales térmico se mezcla preferiblemente con un material portador; el material portador puede ser sólido o líquido, por ejemplo agua; la mezcla del primer iniciador de radicales térmico con el material portador (en la presente mencionada como "mezcla de FRI") mejora la seguridad en el manejo del primer iniciador de radicales térmico. Preferiblemente, la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la mezcla de FRI puede estar en el intervalo de 1-99,9% p/p sobre la mezcla de FRI; preferiblemente la cantidad del primer iniciador de radicales térmico es al menos 10, más preferiblemente al menos 20, aún más preferiblemente al menos 30, lo más preferiblemente al menos 40, especialmente al menos 50, más especialmente al menos 60, aún más especialmente al menos 70, lo más especialmente al menos 75, por ejemplo al menos 90, por ejemplo al menos 95% p/p sobre la mezcla de FRI.

25 Preferiblemente, la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,1, más preferiblemente es al menos 0,2, aún más preferiblemente es al menos 0,3, lo más preferiblemente es al menos 0,4, especialmente es al menos 0,5, más especialmente es al menos 0,65, lo más especialmente es al menos 0,7, por ejemplo es al menos 0,75, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 0,9, por ejemplo es al menos 1, por ejemplo es al menos 1,2, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2, por ejemplo es al menos 2,2, por ejemplo es al menos 2,3, por ejemplo es al menos 2,4 pph. Preferiblemente, la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo

termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 9, aún más preferiblemente como mucho 8,6, más preferiblemente como mucho 8, aún más preferiblemente como mucho 7,8, lo más preferiblemente como mucho 7,6, especialmente como mucho 7,4, Preferiblemente, la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2 y como mucho 9 pph, más preferiblemente, la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,2 y como mucho 8,7 pph, aún más preferiblemente la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 8 pph, lo más preferiblemente preferiblemente la cantidad del primer iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 7,6 pph.

Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para el primer iniciador de radicales térmico se aplican igualmente a cada uno de ellos separadamente o en mezclas entre sí.

15 Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentado aquí para el primer iniciador de radicales térmico se pueden combinar.

Segundo iniciador de radicales térmico

El iniciador de radicales térmico de la TPCC de la presente invención puede comprender opcionalmente un segundo iniciador de radicales térmico diferente del primer iniciador de radicales térmico y según se describe en la presente.
 20 El segundo iniciador de radicales térmico es así diferente del primer iniciador de radicales térmico, por consiguiente el segundo iniciador de radicales térmico es distinto de peróxido de benzoílo sustituido con metilo; así, cualquier referencia en la presente a peranhídridos (térmico también sinónimo de peróxidos de diacilo) se refiere a la clase de peranhídridos que no incluye el peróxido de benzoílo sustituido con metilo (según la fórmula PER), esto es el primer iniciador de radicales térmico; dicho segundo iniciador de radicales térmico puede ser un iniciador de radicales térmico o una mezcla de iniciadores de radicales térmicos.

La TPCC de la presente invención también puede comprender un segundo iniciador de radicales térmico distinto de peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

30 El segundo iniciador de radicales térmico puede ser cualquier iniciador de radicales térmico conocidos por un experto en la técnica. Ejemplos de iniciadores de radicales térmicos incluyen, pero no se limitan a, compuestos azoicos tales como por ejemplo azoisobutironitrilo (AIBN), 1,1'-azobis(ciclohexanonitrilo), 1,1'-azobis(2,4,4-trimetilpentano), compuestos lábiles en C-C tales como por ejemplo benzopinacol, peróxidos y mezclas de los mismos.

35 El segundo iniciador de radicales térmico, por ejemplo peróxidos que se pueden usar en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención, puede ser cualquier iniciador de radicales térmico conocidos por un experto en la técnica por ser adecuado para el uso en el curado por radicales de UR. Estos iniciadores de radicales térmicos, por ejemplo peróxidos, incluyen peróxidos orgánicos e inorgánicos, ya sean sólidos o líquidos (incluyendo peróxidos sobre un portador); también se puede aplicar peróxido de hidrógeno.

40 El segundo iniciador de radicales térmico puede ser de naturaleza monómera, oligómera o polímera; por consiguiente, también los peróxidos pueden ser de naturaleza monómera, oligómera o polímera. Una serie exhaustiva de ejemplos de segundo iniciador de radicales térmico adecuado tales como peróxidos se puede encontrar, a modo de ejemplo, en el documento US 2002/0091214 A1, párrafo [0018], incorporado en la presente mediante referencia.

Preferiblemente, el segundo iniciador de radicales térmico es un peróxido orgánico o inorgánico, más preferiblemente el segundo iniciador de radicales térmico es un peróxido orgánico, lo más preferiblemente el segundo iniciador de radicales térmico se elige del grupo que consiste en peranhídridos, percarbonatos perésteres y mezclas de los mismos, especialmente el segundo iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peranhídridos, perésteres y mezclas de los mismos, más especialmente el segundo iniciador de radicales térmico es un peranhídrido, por ejemplo el segundo iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de benzoílo, peróxido de lauroílo, peróxido de dilauroílo, peroxidicarbonato de di(4-*terc*-butilciclohexilo), peroxidicarbonato de dicetilo, peroxidicarbonato de dimiristilo, peroxibenzoato de *terc*-butilo (Trigonox® C) y mezclas de los mismos, por ejemplo el segundo iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de benzoílo, peróxido de lauroílo, peroxibenzoato de *terc*-butilo (Trigonox® C) y mezclas de los mismos, por ejemplo el segundo iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de benzoílo, peroxibenzoato de *terc*-butilo (Trigonox® C) y mezclas de los mismos; por ejemplo el segundo iniciador de radicales térmico es peróxido de benzoílo.

Peróxidos orgánicos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, hidroperóxidos (que comprenden una estructura de fórmula ...-O-O-H), peróxidos de cetona (que comprenden una estructura de fórmula H-O-O-(C-O-O-)_nH, n≥1),

- peroxicetales (que comprenden una estructura de fórmula (...-O-O-)₂C<...), peróxidos de dialquilo también conocidos como peréteres (que comprenden una estructura de fórmula ...-O-O-...), peroxiésteres también conocidos como perésteres o perácidos (que comprenden una estructura de fórmula ...-O-O-C(=O)-...), peróxidos de diacilo también conocidos como peranhídridos (que comprenden una estructura de fórmula ...-C(=O)-O-O-C(=O)-...), peroxicarbonatos de alquilo también conocidos como monopercarbonatos (que comprenden una estructura de fórmula ...-O-O-C(=O)-O-...) y peroxidicarbonatos también conocidos como percarbonatos (que comprenden una estructura de fórmula ...-O-C(=O)-O-O-C(=O)-O-...).
- Hidroperóxidos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, hidroperóxidos de alquilo terciario (tales como, a modo de ejemplo, hidroperóxido de t-butilo) y otros hidroperóxidos (tales como, a modo de ejemplo, hidroperóxido de cumeno). Ejemplos de una clase especial de hidroperóxidos formada por el grupo de peróxidos de cetona (también conocidos como percetonas, que son un producto de adición de peróxido de hidrógeno y una cetona) son por ejemplo peróxido de metil-etil-cetona, peróxido de metil-isobutil-cetona y peróxido de acetilacetona.
- Peroxicetales ejemplares incluyen, pero no se limitan a, 1,1-di-(terc-butilperoxi)ciclohexano (Trigonox® 22), 1,1-di-(terc-amilperoxi)ciclohexano (Trigonox® 122), 1,1-di-(terc-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano (Trigonox® 29) y mezclas de los mismos.
- Peréteres ejemplares incluyen, pero no se limitan a, diperéteres como 2,2-di-(terc-butilperoxi)butano (Trigonox® D), 4,4-di-(terc-butilperoxi)valerato de butilo (Trigonox® 17), di-(terc-butilperoxiisopropil)benceno(s) (Perkadox® 14S), 2,5-dimetil-2,5-di-(terc-butilperoxi)hexano (Trigonox® 101) de, por ejemplo, monoperéteres como peróxido de dicumilo (Perkadox® BC-FF), peróxido de terc-butilcumilo (Trigonox® T), peróxido de di-terc-butilo (Trigonox® B) o mezclas de los mismos.
- Trigonox® y Perkadox® son marcas comerciales de Akzo Nobel.
- Perésteres ejemplares incluyen, pero no se limitan a, peracetatos y perbenzoatos, o por ejemplo perozibenzoato de terc-butilo (Trigonox® C), peroxiacetato de terc-butilo (Trigonox® F-C50), peroxibenzoato de terc-amilo (Trigonox® 127), peroxiacetato de terc-amilo (Trigonox® 133-CK60), 2-etilhexanoato de terc-butilo (Trigonox® 21S), peroxidietilacetato de terc-butilo (Trigonox® 27), peroxipivalato de di-terc-butilo (Trigonox® 25-C75), peroxineoheptanoato de terc-butilo (Trigonox® 257-C75), peroxineodecanoato de cumilo (Trigonox® 99-C75), perlaurato de 2-etilhexilo o mezclas de los mismos.
- Peranhídridos (por claridad, no según la fórmula PER) ejemplares incluyen, pero no se limitan a, peróxido de benzoílo (BPO) y peróxido de lauroílo (disponible comercialmente como Laurox®), peróxido de didecanoílo (Perkadox® SE-10), peróxido de di(3,5,5-trimetilhexanoílo) (Trigonox® 36-C75) y mezclas de los mismos.
- Percarbonatos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, percarbonato de di-t-butilo y percarbonato de di-2-etilhexilo o monopercarbonatos. Monopercarbonatos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, peroxi-2-etilhexilcarbonato de terc-butilo (Trigonox® 117), peroxiisopropilcarbonato de terc-butilo (Trigonox® BPIC75), peroxi-2-etilhexilcarbonato de terc-amilo (Trigonox® 131) y mezclas de los mismos.
- Por supuesto, también es posible usar mezclas de iniciadores de radicales térmicos como segundo iniciador de radicales térmico, por ejemplo una mezcla de peróxidos, en la composición de revestimiento en polvo de la presente invención. Por otra parte, el segundo iniciador de radicales térmico pueden ser peróxidos mixtos, es decir peróxidos que contienen cualesquiera dos restos que portan peroxi diferentes en una molécula.
- Preferiblemente, la cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,1, más preferiblemente es al menos 0,2, aún más preferiblemente es al menos 0,3, lo más preferiblemente es al menos 0,4, especialmente es al menos 0,5, más especialmente es al menos 0,65, lo más especialmente es al menos 0,7, por ejemplo es al menos 0,75, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 0,9, por ejemplo es al menos 1, por ejemplo es al menos 1,2, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2, por ejemplo es al menos 2,2, por ejemplo es al menos 2,3, por ejemplo es al menos 2,4 pph. La cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 9, aún más preferiblemente como mucho 8,6, más preferiblemente como mucho 8, aún más preferiblemente como mucho 7,8, lo más preferiblemente como mucho 7,6, especialmente como mucho 7,4. Preferiblemente, la cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2 y como mucho 9 pph, más preferiblemente, la cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,2 y como mucho 8,7 pph, aún más preferiblemente la cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 8 pph, lo más preferiblemente preferiblemente la cantidad del segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 7,6 pph.

Preferiblemente, la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,1, más preferiblemente es al menos 0,2, aún más preferiblemente es al menos 0,3, lo más preferiblemente es al menos 0,4, especialmente es al menos 0,5, más especialmente es al menos 0,65, lo más especialmente es al menos 0,7, por ejemplo es al menos 0,75, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 0,9, por ejemplo es al menos 1, por ejemplo es al menos 1,2, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2, por ejemplo es al menos 2,2, por ejemplo es al menos 2,3, por ejemplo es al menos 2,4 pph. Preferiblemente, la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 9, aún más preferiblemente como mucho 8,6, más preferiblemente como mucho 8, aún más preferiblemente como mucho 7,8, lo más preferiblemente como mucho 7,6, especialmente como mucho 7,4, Preferiblemente, la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2 y como mucho 9 pph, más preferiblemente, la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,2 y como mucho 8,7 pph, aún más preferiblemente la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 8 pph, lo más preferiblemente preferiblemente la cantidad del primer y el segundo iniciador de radicales térmico en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 2,3 y como mucho 7,6 pph.

20 Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para el segundo iniciador de radicales térmico y/o para uno cualquiera de los iniciadores de radicales térmicos abarcados por la definición del iniciador de radicales térmico, es decir peróxidos, tipos de peróxidos, se aplican igualmente mutuamente.

25 Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para el primer y el segundo iniciador de radicales térmico se pueden combinar.

Aceleradores y coaceleradores

En caso de que la reactividad de la composición de revestimiento en polvo termoestable es demasiado baja, uno o más aceleradores se pueden añadir a la composición de revestimiento en polvo termoestable.

30 El acelerador se puede elegir del grupo de aminas acetoacetamidas, sales amónicas, compuestos de metales de transición y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el acelerador es un compuesto de metal de transición. Preferiblemente, el acelerador se elige preferiblemente del grupo que consiste en sales de metales de transición, complejos de metales de transición y mezclas de los mismos; más preferiblemente el acelerador se elige del grupo que consiste en sales orgánicas de metales de transición, complejos de metales de transición; lo más preferiblemente el acelerador se elige del grupo que consiste en sales de ácido orgánico de metales de transición, derivados de sales de ácido orgánico de metales de transición. Ejemplos de compuestos de metal de transición adecuados como aceleradores para la TPCC de la presente invención son carboxilatos de metales de transición, acetoacetatos de metales de transición, por ejemplo un etilhexanoato de metal de transición.

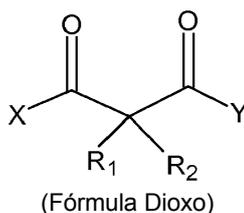
40 Preferiblemente, el acelerador se selecciona del grupo que consiste en compuestos de metal de transición -tales como los mencionados anteriormente en la presente - de metales de transición con números atómicos desde/iguales a 21 y hasta/iguales a 79. En química y física, el número atómico (también conocido como número de protones) es el número de protones encontrado en el núcleo de un átomo. Tradicionalmente, se representa mediante el símbolo Z. El número atómico identifica de forma única un elemento químico. En un átomo de carga neutra, el número atómico es igual al número de electrones. Ejemplos de compuestos de metal de transición adecuados son los de los siguientes metales de transición Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, W; preferiblemente Mn, Fe, Co, Cu, más preferiblemente, Mn, Fe, Cu. Si se usa un compuesto de cobre, puede estar, por ejemplo, en la forma de una sal de Cu^+ o una sal de Cu^{2+} . Si se usa un compuesto de manganeso, puede estar, por ejemplo, en la forma de una sal de Mn^{2+} o una sal de Mn^{3+} . Si se usa un compuesto de cobalto, puede estar, por ejemplo, en la forma de una sal de Co^{2+} .

Dependiendo de la reactividad del compuesto de metal de transición, la reactividad del sistema de iniciación se puede mejorar adicionalmente usando un coacelerador.

55 Preferiblemente, se usa un compuesto de metal de transición en combinación con un coacelerador.

Ejemplos de coaceleradores adecuados incluyen 1,3-dioxocompuestos, bases y compuestos que comprenden tiol.

El 1,3-dioxocompuesto es preferiblemente un 1,3-dioxocompuesto que tiene la siguiente fórmula Dioxo:



en la que

5 X, Y = H, alquilo C₁-C₂₀, arilo C₆-C₂₀, alquilarilo, arilalquilo, un radical polimérico monovalente, OR₃, NR₃R₄; R₁, R₂, R₃, y R₄ pueden representar cada uno individualmente hidrógeno (H), o un grupo alquilo C₁-C₂₀, arilo, alquilarilo o arilalquilo, que puede comprender cada uno opcionalmente uno o más heteroátomos (p. ej. átomos de oxígeno, fósforo, nitrógeno o azufre) y/o sustituyentes; un anillo puede estar presente entre R₁ y R₂, R₁ y R₃ y/o entre R₂ y R₄; R₃ y/o R₄ pueden ser parte de una cadena de polímero, pueden estar ligados a una cadena de polímero o pueden comprender un grupo polimerizable. Preferiblemente, X y/o Y son/es alquilo C₁-C₂₀ y/o arilo C₆-C₂₀. Más preferiblemente, X y/o Y son/es un grupo metilo. Preferiblemente, el 1,3-dioxocompuesto es acetilacetona. El 1,3-dioxocompuesto puede ser un monómero o una resina.

15 Otros ejemplos de 1,3-dioxocompuestos incluyen 1,3-dicetonas, 1,3-dialdehídos, 1,3-cetoaldehídos, 1,3-cetoésteres y 1,3-cetoamidas.

Ejemplos de coaceleradores básicos adecuados son bases orgánicas o bases inorgánicas. Las bases inorgánicas son, por ejemplo, compuestos de metales alcalinos o metales alcalinotérreos. La base orgánica es preferiblemente un compuesto que comprende nitrógeno, preferiblemente una amina, por ejemplo aminas alifáticas terciarias aminas aromáticas terciarias, aminas aromáticas y poliaminas.

Ejemplos de aceleradores de amina aromática terciaria incluyen N,N-dimetilanilina, N,N-dietilanilina; toluidinas y xilidinas tales como N,N-diisopropanol-para-toluidina, N,N-dimetil-p-toluidina, N,N-bis(2-hidroxietyl)xilidina, N,N-dimetilnaftilamina, N,N-dimetiltoluidina y N,N-dimetilaminobenzoato de etilo.

Ejemplos de compuestos que comprenden tiol adecuados que se pueden usar como un coacelerador incluyen tioles alifáticos, más preferiblemente tioles alifáticos primario. El tiol alifático es preferiblemente un α-mercaptoacetato, un β-mercaptopropionato, un dodecilmercaptano o una mezcla de los mismos. La funcionalidad tiol del compuesto que comprende tiol en la composición de revestimiento en polvo es preferiblemente ≥ 2, más preferiblemente ≥ 3.

En caso de que sea necesario un acelerador, entonces preferiblemente la cantidad de acelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,000003, más preferiblemente es al menos 0,00003, aún más preferiblemente es al menos 0,0003, especialmente es al menos 0,03, más especialmente es al menos 0,1, lo más especialmente es al menos 0,2, por ejemplo es al menos 0,3, por ejemplo es al menos 0,4, por ejemplo es al menos 0,5, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 1,0, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2 pph. En caso de que sea necesario un acelerador, entonces la cantidad de acelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 8, aún más preferiblemente como mucho 7, lo más preferiblemente como mucho 6, especialmente como mucho 5 pph, más especialmente como mucho 4, lo más especialmente como mucho 3 pph.

Preferiblemente, la cantidad de coacelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,000003, más preferiblemente es al menos 0,00003, aún más preferiblemente es al menos 0,0003, lo más preferiblemente es al menos 0,003, especialmente es al menos 0,03, más especialmente es al menos 0,1, lo más especialmente es al menos 0,2, por ejemplo es al menos 0,3, por ejemplo es al menos 0,4, por ejemplo es al menos 0,5, por ejemplo es al menos 0,8, por ejemplo es al menos 1,0, por ejemplo es al menos 1,5, por ejemplo es al menos 2 pph. La cantidad de coacelerador la cantidad de coacelerador en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 8, aún más preferiblemente como mucho 7, lo más preferiblemente como mucho 6, especialmente como mucho 5 pph, más especialmente como mucho 4, lo más especialmente como mucho 3 pph.

Inhibidores

En caso de que la reactividad de la composición de revestimiento en polvo termoestable sea demasiado alta, se pueden añadir uno o más inhibidores a la composición de revestimiento en polvo termoestable. Alternativamente, el inhibidor se puede añadir durante la síntesis de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y/o durante la síntesis del agente de curado.

Ejemplos de inhibidores se eligen preferiblemente del grupo de compuestos fenólicos, radicales estables, catecoles, fenotiaccinas, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos.

5 Ejemplos de compuestos fenólicos incluyen 2-metoxifenol, 4-metoxifenol, 2,6-di-*t*-butil-4-metilfenol, 2,6-di-*t*-butilfenol, 2,6-di-6-butil-4-etilfenol, 2,4,6-trimetil-fenol, 2,4,6-tris-dimetilaminometilfenol, 4,4'-tio-bis(3-metil-6-*t*-butilfenol), 4,4'-isopropilidendifenol, 2,4-di-*t*-butilfenol y 6,6'-di-*t*-butil-2,2'-metilendi-*p*-cresol.

10 Ejemplos de radicales estables incluyen 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-ol (un compuesto también denominado TEMPOL), 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-ona (un compuesto también denominado TEMPON), 1-oxil-2,2,6,6-tetrametil-4-carboxil-piperidina (un compuesto también denominado 4-carboxi-TEMPO), 1-oxil-2,2,5,5-tetrametilpirrolidina, 1-oxil-2,2,5,5-tetrametil-3-carboxilpirrolidina (también llamada 3-carboxi-PROXIL y galvinoxilo (2,6-di-*terc*-butil- α -(3,5-di-*terc*-butil-4-oxo-2,5-ciclohexadien-1-iliden)-*p*-toliloxi).

15 Ejemplos de catecoles incluyen catecol, 4-*terc*-butilcatecol, y 3,5-di-*terc*-butilcatecol.

Ejemplos de hidroquinonas incluyen hidroquinona, 2-metilhidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-dimetilhidroquinona y 2,3,5-trimetilhidroquinona.

20 Ejemplos de benzoquinonas incluyen benzoquinona, 2,3,5,6-tetracloro-1,4-benzoquinona, metilbenzoquinona, 2,6-dimetilbenzoquinona y naftoquinona.

Otros inhibidores adecuados se pueden elegir, por ejemplo, del grupo de una aluminio-N-nitrosifenilhidroxilamina, una dietilhidroxilamina y una fenotiaccina.

25 Preferiblemente, el inhibidor se elige del grupo que consiste en compuestos fenólicos, radicales estables, catecoles, fenotiaccinas, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos; más preferiblemente del grupo que consiste en compuestos fenólicos, catecoles, fenotiaccinas, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos; aún más preferiblemente del grupo que consiste en catecoles, fenotiaccinas, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos; lo más preferiblemente del grupo que consiste en catecoles, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos; especialmente del grupo que consiste en catecoles, hidroquinonas, benzoquinonas o mezclas de los mismos; más especialmente del grupo que consiste en catecoles, hidroquinonas o mezclas de los mismos; lo más especialmente del grupo de hidroquinonas.

35 Preferiblemente, el inhibidor se elige del grupo que consiste en hidroquinona, 2-metilhidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-dimetilhidroquinona y 2,3,5-trimetilhidroquinona o mezclas de las mismas; más preferiblemente del grupo que consiste en hidroquinona, 2-metilhidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-dimetilhidroquinona o mezclas de las mismas; lo más preferiblemente del grupo que consiste en hidroquinona, 2-metilhidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona o mezclas de las mismas; especialmente del grupo que consiste en hidroquinona, 2-metilhidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona o mezclas de las mismas; especialmente del grupo que consiste en hidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona, 2,5-di-*terc*-butilhidroquinona, 2,6-di-*terc*-butilhidroquinona o mezclas de las mismas; especialmente del grupo que consiste en hidroquinona, 2-*terc*-butilhidroquinona y 2-metilhidroquinona o mezclas de las mismas.

45 Preferiblemente, la cantidad de inhibidor en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,0001, más preferiblemente es al menos 0,0005, aún más preferiblemente es al menos 0,0010, lo más preferiblemente es al menos 0,0025, especialmente es al menos 0,0050, más especialmente es al menos 0,010, lo más especialmente es al menos 0,020, por ejemplo es al menos 0,025, por ejemplo es al menos 0,030, por ejemplo es al menos 0,040, por ejemplo es al menos 0,050, por ejemplo es al menos 0,060, por ejemplo es al menos 0,070, por ejemplo es al menos 0,080, por ejemplo es al menos 0,100 pph. La cantidad de inhibidor en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 5, aún más preferiblemente como mucho 2, lo más preferiblemente como mucho 1, especialmente como mucho 0,75, más especialmente como mucho 0,50, lo más especialmente como mucho 0,25, por ejemplo es como mucho 0,20, por ejemplo es como mucho 0,150, por ejemplo es como mucho 0,125 pph. Preferiblemente, la cantidad de inhibidor en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es al menos 0,025 y como mucho 0,125 pph.

60 La combinación del primer y opcionalmente de un segundo o segundos iniciadores de radicales térmicos y/u opcionalmente un inhibidor o inhibidores y/u opcionalmente un acelerador o aceleradores y/u opcionalmente un coacelerador o coaceleradores en la composición de revestimiento en polvo termoestable adecuada para el uso en la composición de revestimiento en polvo de la presente invención puede ser determinada fácilmente por un experto en la técnica.

Resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas

- Las resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas pueden ser lineales o ramificadas. Las UR lineales tienen una funcionalidad teórica (buscada) (f) igual a 2, mientras que las UR ramificadas tienen una funcionalidad teórica (buscada) (f) mayor que 2. Cuando la UR está ramificada, entonces la funcionalidad teórica (f) de la UR (f) es preferiblemente al menos 2,01, más preferiblemente al menos 2,05, aún más preferiblemente al menos 2,10, lo más preferiblemente al menos 2,12, especialmente al menos 2,15, más especialmente al menos 2,20, aún más especialmente al menos 2,30, lo más especialmente al menos 2,35, por ejemplo al menos 2,40. Cuando la UR está ramificada, entonces la funcionalidad teórica (f) es preferiblemente como mucho 10, más preferiblemente como mucho 9, aún más preferiblemente como mucho 8, lo más preferiblemente como mucho 7, especialmente como mucho 6, más especialmente como mucho 5, aún más especialmente como mucho 5,50, lo más especialmente como mucho 5, por ejemplo como mucho 4,50, por ejemplo como mucho 4, por ejemplo como mucho 3,80, por ejemplo como mucho 3,50. Cuando la UR está ramificada, entonces la funcionalidad teórica (f) de la UR es al menos 2,01 y como mucho 4,5, más preferiblemente es al menos 2,01 y como mucho 4, aún más preferiblemente es al menos 2,01 y como mucho 3,5, lo más preferiblemente es al menos 2,01 y como mucho 3.
- Preferiblemente, la UR tiene una funcionalidad teórica (f) de al menos 2 y como mucho 4,5.
- Preferiblemente, cuando la UR es amorfa, entonces dicha UR tiene una funcionalidad teórica de al menos 2 y como mucho 5.
- Preferiblemente, cuando la UR es cristalina, entonces dicha UR tiene una funcionalidad teórica de al menos 2 y como mucho 3.
- Las preferencias para la funcionalidad teórica (f) de la UR se aplican igualmente a una de las resinas insaturadas abarcadas por la definición de UR y estas preferencias se pueden combinar con uno cualquiera de los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para la UR y/o para una cualquiera de las resinas insaturadas abarcadas por la definición de la UR.
- Preferiblemente, las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de diácido.
- Preferiblemente, las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.
- Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.
- Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, resinas acrílicas, poliuretanos, resinas epoxídicas, poliamidas, poliesteramidas, policarbonatos, poliureas y mezclas de los mismos.
- La cantidad de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente al menos 40, más preferiblemente al menos 50, lo más preferiblemente al menos 55, lo más especialmente al menos 60, especialmente al menos 65, más especialmente al menos 69, lo más especialmente al menos 70, por ejemplo al menos 71, por ejemplo al menos 72% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR. La cantidad de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es preferiblemente como mucho 99, más preferiblemente como mucho 95, lo más preferiblemente como mucho 90, lo más preferiblemente como mucho 88, especialmente como mucho 86, más especialmente como mucho 84, lo más especialmente como mucho 82, por ejemplo como mucho 81, por ejemplo como mucho 80% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR. Preferiblemente la cantidad de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas en la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención varía de 69 a 84% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR.
- Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) tiene un M_n de al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000, más especialmente de al menos 2300 Da. Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) tiene un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000 Da. Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) tiene un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da.

Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) tiene un WPU teórico de al menos 250, más preferiblemente de al menos 300, aún más preferiblemente de al menos 350, lo más preferiblemente de al menos 400, lo más preferiblemente de al menos 450, especialmente de al menos 500 g/mol. Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) tiene un WPU teórico de como mucho 2000, más preferiblemente de como mucho 1500, aún más preferiblemente de como mucho 1300, lo más preferiblemente de como mucho 1200, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 900, por ejemplo de como mucho 850, por ejemplo de como mucho 800 g/mol. Preferiblemente el WPU teórico de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas varía de 450 a 1200 g/mol.

Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tiene un WPU de al menos 250, más preferiblemente de al menos 300, aún más preferiblemente de al menos 350, lo más preferiblemente de al menos 400, lo más preferiblemente de al menos 450, especialmente de al menos 500 g/mol. La resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tiene un WPU de como mucho 2200, más preferiblemente de como mucho 1650, aún más preferiblemente de como mucho 1450, lo más preferiblemente de como mucho 1350, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 950, por ejemplo de como mucho 900 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas varía de 450 a 1350 g/mol.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tenga grupos funcionales ácido, p. ej. grupos carboxilo, entonces el índice de acidez (AV) de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como mucho 50, por ejemplo como mucho 40, por ejemplo como mucho 30, por ejemplo como mucho 20, por ejemplo como mucho 10, por ejemplo como mucho 7, por ejemplo como mucho 5, por ejemplo como mucho 4 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tenga grupos funcionales ácido, p. ej. grupos carboxilo, entonces el índice de acidez (AV) de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es preferiblemente al menos 0, más preferiblemente al menos 0,001, aún más preferiblemente al menos 0,01, lo más preferiblemente al menos 0,1, especialmente al menos 0,5, más especialmente al menos 1, lo más especialmente al menos 2, por ejemplo al menos 2,5, por ejemplo al menos 3, por ejemplo al menos 4, por ejemplo al menos 5 por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. Preferiblemente el índice de acidez (AV) de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas varía de 0,1 a 60, más preferiblemente varía de 0,1 a 50, aún más preferiblemente varía de 0,1 a 10 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tenga grupos hidroxilo, entonces el índice de hidroxilo (OHV) de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como mucho 50 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. El índice de hidroxilo (OHV) de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es preferiblemente al menos 0,1, más preferiblemente al menos 0,5, aún más preferiblemente al menos 1, lo más preferiblemente al menos 2, especialmente al menos 2,5, más especialmente al menos 3, lo más especialmente al menos 4, por ejemplo al menos 5, por ejemplo al menos 8, por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas. Preferiblemente el índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas es de 0,1 a 70, más preferiblemente de 10 a 70, aún más preferiblemente de 12 a 60 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

La resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas puede ser amorfa o cristalina.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000 Da. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000, por ejemplo de como mucho 4500 Da. Preferiblemente, en caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da, más preferiblemente de al menos 2000 y de como mucho 5000 Da.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un WPU teórico de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por

ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un WPU teórico de como mucho 2000, más preferiblemente de como mucho 1500, aún más preferiblemente de como mucho 1300, lo más preferiblemente de como mucho 1200, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 900, por ejemplo de como mucho 850, por ejemplo de como mucho 800 g/mol. Preferiblemente el WPU teórico de una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas amorfa varía de 450 a 1200 g/mol.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un WPU de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente un WPU de como mucho 2200, más preferiblemente de como mucho 1650, aún más preferiblemente de como mucho 1450, lo más preferiblemente de como mucho 1350, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 950, por ejemplo de como mucho 900 g/mol. Preferiblemente el WPU de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas amorfa varía de 450 a 1350 g/mol. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20, más preferiblemente de al menos 25, aún más preferiblemente de al menos 30, lo más preferiblemente de al menos 40, especialmente de al menos 45, más especialmente de al menos 50.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de como mucho 120, más preferiblemente de como mucho 110, aún más preferiblemente de como mucho 100, lo más preferiblemente de como mucho 90, especialmente de como mucho 80, más especialmente de como mucho 75, lo más especialmente de como mucho 70, por ejemplo de como mucho 65, por ejemplo de como mucho 60°C. Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas amorfa tiene una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20 y de como mucho 65°C.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 1, más preferiblemente de al menos 2, aún más preferiblemente de al menos 5, lo más preferiblemente de al menos 10, especialmente de al menos 15 Pa.s. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, aún más preferiblemente de como mucho 200, lo más preferiblemente de como mucho 150, especialmente de como mucho 100, más especialmente de como mucho 80, lo más especialmente de como mucho 50 Pa.s. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea amorfa, dicha resina tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 2 a 50 Pa.s.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000, más especialmente de al menos 2300 Da. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000 Da. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da, más preferiblemente de al menos 2300 y de como mucho 8000 Da.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un WPU teórico de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un WPU teórico de como mucho 2800, más preferiblemente como mucho 2500, aún más preferiblemente como mucho 2000, lo más preferiblemente como mucho 1600, especialmente como mucho 1400, más especialmente como mucho 1200, aún más especialmente como mucho 1100, lo más especialmente como mucho 1000, por ejemplo como mucho 980, por ejemplo como mucho 950 g/mol.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un WPU de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente un WPU de como mucho 3000, más preferiblemente de como mucho 2900, aún más preferiblemente de como mucho 2600, lo más preferiblemente de como mucho 2000, especialmente de como mucho 1800, más especialmente de como mucho 1600, lo más especialmente de como mucho 1400, por ejemplo de como mucho 1350, por ejemplo de como mucho 1200, por ejemplo de como mucho 1100 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas cristalina varía de 450 a 3000, más preferiblemente de 450 a 26000 g/mol.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos -70°C , más preferiblemente de al menos -50°C , aún más preferiblemente de al menos -40°C , aún más preferiblemente de al menos -35°C , lo más preferiblemente de al menos -20°C , especialmente de al menos -10°C , más especialmente de al menos 0°C , aún más especialmente de al menos 10, lo más especialmente de al menos 20°C . En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de como mucho 120, más preferiblemente de como mucho 110, aún más preferiblemente de como mucho 100, lo más preferiblemente de como mucho 90, especialmente de como mucho 80, más especialmente de como mucho 75, lo más especialmente de como mucho 70, por ejemplo de como mucho 60, por ejemplo de como mucho 50°C .

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de fusión (T_m) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40, más preferiblemente de al menos 50, lo más preferiblemente de al menos 60°C . En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de fusión (T_m) de como mucho 200, más preferiblemente como mucho 180, aún más preferiblemente como mucho 160, aún más preferiblemente como mucho 140, lo más preferiblemente como mucho 130, especialmente como mucho 120, más especialmente como mucho 110, lo más especialmente como mucho 100°C .

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de cristalización (T_c) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40°C . En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de cristalización (T_c) de como mucho 200, más preferiblemente de como mucho 180, aún más preferiblemente de como mucho 160, aún más preferiblemente de como mucho 140, lo más preferiblemente como mucho 120, especialmente como mucho 100.

En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 35, más preferiblemente de al menos 38, aún más preferiblemente de al menos 40, lo más preferiblemente de al menos 50, especialmente de al menos 60 J/g. En caso de que la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, lo más preferiblemente de como mucho 260, especialmente de como mucho 240, más especialmente de como mucho 220, lo más especialmente de como mucho 200, por ejemplo de como mucho 180, por ejemplo de como mucho 160, por ejemplo de como mucho 140, por ejemplo de como mucho 130, por ejemplo como mucho 120 J/g. La entalpía de fusión (ΔH_m) se mide usando DSC según se describe en la presente.

En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 0,001, más preferiblemente de al menos 0,01, aún más preferiblemente de al menos 0,1, Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 100, más preferiblemente de como mucho 50, aún más preferiblemente de como mucho 30, lo más preferiblemente de como mucho 25, especialmente de como mucho 15, más especialmente de como mucho 10, lo más especialmente de como mucho 5, por ejemplo de como mucho 3 Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 0,01 a 5 Pa.s.

Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR) se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, resinas acrílicas (poliacrilatos), poliuretanos, resinas epoxídicas, poliamidas, poliesteramidas, policarbonatos, poliureas y mezclas de los mismos; más preferiblemente la UR se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, poliuretanos, poliamidas, poliesteramidas, poliureas; lo más preferiblemente la UR se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster insaturadas, resinas acrílicas (poliacrilatos), poliuretanos insaturados, resinas epoxídicas insaturadas, poliamidas insaturadas, poliesteramidas insaturadas, policarbonatos insaturados, poliureas insaturadas y mezclas de los mismos; especialmente, la UR se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster insaturadas, poliuretanos insaturados, poliamidas insaturadas, poliesteramidas insaturadas, poliureas insaturadas y mezclas de los mismos. Por ejemplo, la UR es una resina de poliéster; lo más preferiblemente, la UR es una resina de poliéster insaturada; lo más preferiblemente, la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como resinas de poliéster con acrilato, resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de diácido, resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico; especialmente la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido; más especialmente la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser un poliacrilato, también conocido como resina acrílica. Generalmente, una resina acrílica se basa en ésteres alquílicos de ácido acrílico o ácido metacrílico, opcionalmente en combinación con estireno. Estos ésteres alquílicos de ácido acrílico o metacrílico se pueden reemplazar por ácidos acrílico o metacrílico con funcionalidad

hidroxilo o glicidilo. Ésteres alquílicos ejemplares de ácidos acrílico o metacrílico incluyen, pero no se limitan a, metacrilato de etilo, acrilato de etilo, metacrilato de isopropilo, acrilato de isopropilo, metacrilato de n-butilo, acrilato de n-butilo, metacrilato de n-propilo, acrilato de n-propilo, metacrilato de isobutilo, acrilato de isobutilo, acrilato de etilhexilo, metacrilato de ciclohexilo, acrilato de ciclohexilo y mezclas de los mismos. Para obtener una resina acrílica que tiene una funcionalidad hidroxilo, la resina acrílica contiene un ácido (met)acrílico con funcionalidad hidroxilo [por el término "(met)acrílico" se entiende en la presente "metacrílico o acrílico"], preferiblemente en combinación con ésteres alquílicos de ácido (met)acrílico. Ejemplos de ésteres de ácido (met)acrílico con funcionalidad hidroxilo incluyen (met)acrilato de hidroxietilo y (met)acrilato de hidroxipropilo, etc. Para obtener una resina acrílica que tiene una funcionalidad glicidilo, la resina acrílica contiene ésteres de ácido (met)acrílico con funcionalidad glicidilo, preferiblemente en combinación con ésteres alquílicos de ácido (met)acrílico. Ejemplos de ésteres de ácido (met)acrílico con funcionalidad glicidilo incluyen metacrilato de glicidilo, etc. También es posible sintetizar resinas acrílicas con funcionalidad tanto hidroxilo como glicidilo. La introducción de insaturaciones etilénicas en una resina acrílica se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos hidroxilo y/o glicidilo de la resina acrílica con un ácido orgánico insaturado tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser un poliuretano. Los poliuretanos se pueden preparar, por ejemplo, usando una reacción de poliadición generalmente conocida habitual de un (poli)isocianato con un (poli)alcohol en presencia de, si es necesario, un catalizador y otros aditivos. Por ejemplo, si es necesario, se pueden usar catalizadores habituales tales como, por ejemplo, aminas terciarias o compuestos organometálicos, tales como, por ejemplo tris(2-etilhexanoato) de monobutilestaño, titanato de tetrabutilo o dilaurato de dibutilestaño. Ejemplos de cantidades de estos catalizadores usados son habitualmente alrededor de 0,01% en peso basado en el peso total de la resina. Ejemplos de los (poli)alcoholes que se pueden usar en la preparación de poliuretanos son los mismos que los que se pueden usar en la preparación de una resina de poliéster. Ejemplos de isocianatos que se pueden usar en la preparación de poliuretanos incluyen, pero no se limitan a, los mencionados en la presente para la preparación de la VFUR. La introducción de insaturaciones etilénicas en una resina de poliuretano se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos isocianato de la resina de poliuretano con un éster insaturado con funcionalidad hidroxilo tal como metacrilato de hidroxilpropilo o acrilato de hidroxietilo o metacrilato de hidroxietilo; alternativamente, la introducción de insaturaciones etilénicas en una resina de poliuretano se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos hidroxilo del poliuretano con un ácido orgánico insaturado tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser una resina epoxídica. Las resinas epoxídicas se pueden preparar, por ejemplo, a partir de compuestos fenólicos en combinación con epiclorhidrinas dando como resultado resinas epoxídicas como, por ejemplo, un éter diglicidílico de bisfenol A tal como el que está disponible comercialmente como Epikote™ 1001 o un epóxido de novolaca. La introducción de insaturaciones etilénicas en una resina epoxídica se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos epoxi de la resina epoxídica con un ácido orgánico insaturado tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser una poliamida. Las poliamidas se pueden preparar, por ejemplo, mediante una reacción de policondensación de una diamina y un ácido dicarboxílico. Los ácidos dicarboxílicos pueden ser ramificados, no lineales o lineales. Ácidos dicarboxílicos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico, ácido naftaleno-2,6-dicarboxílico, ácido ciclohexanodiacético, ácido difenil-4,4'-dicarboxílico, fenilendi(ácido oxiacético), ácido sebáico, ácido succínico, ácido adípico, ácido glutárico y/o ácido acelaico. Diaminas ejemplares incluyen, pero no se limitan a, isoforonadiamina, 1,2-etilendiamina, 1,3-propilendiamina, 1,6-hexametilendiamina, 1,12-dodecilendiamina, 1,4-ciclohexanobismetilamina, piperacina, p-xililendiamina y/o m-xililendiamina. La poliamida también se puede ramificar usando agentes de ramificación. Agentes de ramificación ejemplares incluyen, pero no se limitan a, aminas, por ejemplo di-alquilen-triaminas, tales como por ejemplo di-etilen-triamina o di-hexametilen-triamina; di-alquilen-tetraminas o di-alquilen-pentaminas; ácidos, por ejemplo ácido 1,3,5-bencenotricarboxílico, anhídrido trimelítico o anhídrido piromelítico; y aminoácidos polifuncionales, tales como, por ejemplo, ácido aspártico o ácido glutámico. La introducción de insaturaciones etilénicas se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos carboxilo de una resina de poliamida con un alcohol orgánico insaturado, tal como acrilato de hidroxietilo, metacrilato de hidroxietilo.

La UR puede ser una poliesteramida. Las poliesteramidas son resinas que comprenden tanto enlaces éster (como en un poliéster) como enlaces amida (como en una poliamida) y se pueden preparar, por ejemplo, a partir de monómeros mono-, di-, tri- o polifuncionales, tales como monómeros con funcionalidad ácido carboxílico, monómeros con funcionalidad hidroxilo, monómeros con funcionalidad amina y/o monómeros que tienen una combinación de cualesquiera de estas funcionalidades. La introducción de insaturaciones etilénicas se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos carboxilo de una resina de poliesteramida con un alcohol orgánico insaturado, tal como (met)acrilato de hidroxietilo. La UR puede ser un policarbonato. La introducción de insaturaciones etilénicas en un policarbonato se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos hidroxilo del policarbonato con un ácido orgánico insaturado tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser una poliurea. Las poliureas se pueden preparar, por ejemplo, usando reacciones de poliadición habituales generalmente conocidas de un (poli)isocianato con una (poli)amina en presencia de, si es necesario, un catalizador y otros aditivos similares a lo que se describe anteriormente para los poliuretanos. (Poli)aminas

adecuadas para la preparación de poliureas incluyen las que se ejemplifican anteriormente para las poliamidas. (Poli)isocianatos adecuados para la preparación de poliureas incluyen los que se ejemplifican anteriormente para los poliuretanos. La introducción de insaturaciones etilénicas en una poliurea se puede llevar a cabo al hacer reaccionar los restos amina y/o isocianato de la poliurea con un ácido orgánico insaturado tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido 2-butenodioico.

La UR puede ser una resina de poliéster insaturada tal como una resina de poliéster con acrilato o un poliéster que comprende insaturaciones etilénicas en su cadena principal; preferiblemente la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tal como resinas de poliéster con acrilato, resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de diácido, resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico; especialmente la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido; más especialmente la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. Las resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas pueden ser amorfas o cristalinas. La resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido puede ser amorfa o cristalina. Las resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico pueden ser amorfas o cristalinas.

Los poliésteres (o conocidos comúnmente en la técnica como resinas de poliéster) son generalmente productos de policondensación de polioles y ácidos policarboxílicos. Según la invención, una resina de poliéster es preferiblemente el producto de policondensación de polioles y ácidos policarboxílicos, más preferiblemente una resina de poliéster es el producto de policondensación de ácidos dicarboxílicos, dialcoholes (dioles) y/o alcoholes trifuncionales y/o ácidos carboxílicos trifuncionales.

Ejemplos de ácidos policarboxílicos, especialmente ácidos dicarboxílicos que se pueden usar en la preparación de una resina de poliéster, incluyen ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido hexahidrotereftálico, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico y ácido 4,4'-oxibisbenzoico, ácido 3,6-dicloroftálico, ácido tetracloroftálico, ácido tetrahidroftálico, ácido hexahidrotereftálico, ácido hexacloroendometilentetrahidroftálico, ácido endometilentetrahidroftálico, ácido ftálico, ácido acelaico, ácido sebáico, ácido decanodicarboxílico, ácido adípico, ácido succínico y ácido y trimelítico. Estos ácidos policarboxílicos ilustrativos se pueden usar en su forma ácida o, cuando estén disponibles, en la forma de sus anhídridos, cloruros de acilo o ésteres alquílicos inferiores. También se pueden usar mezclas de ácidos policarboxílicos. Además, se pueden usar ácidos hidroxicarboxílicos y lactonas. Ejemplos incluyen ácido hidroxipiválico y ϵ -caprolactona.

Los polioles, en particular los dioles, se pueden hacer reaccionar con los ácidos carboxílicos o sus análogos que se describen anteriormente para preparar la resina de poliéster. Ejemplos de polialcoholes incluyen dioles alifáticos, por ejemplo, etilenglicol, propano-1,2-diol, propano-1,3-diol, butano-1,2-diol, butano-1,4-diol, butano-1,3-diol, 2,2-dimetilpropano-1,3-diol (neopentilglicol), hexano-2,5-diol, hexano-1,6-diol, 2,2-bis-(4-hidroxiciclohexil)-propano (bisfenol-A hidrogenado), 1,4-dimetilolciclohexano, dietilenglicol, dipropilenglicol y 2,2-bis[4-(2-hidroxietoxi)fenil]propano, el éster hidroxipiválico de neopentilglicol y 4,8-bis-(hidroximetil)tricyclo[5,2,1,0]decano (= tricyclodecanodimetilol) y 2,3-butenodiol.

Se pueden usar ácidos carboxílicos multifuncionales, por ejemplo ácido para-terc-butilbenzoico, ácido benzoico, ácido metilbenzoico, ácido cinámico, ácido crotónico, para bloquear la cadena polimérica.

Se pueden usar alcoholes o ácidos carboxílicos trifuncionales o más funcionales para obtener resinas de poliéster ramificadas. Ejemplos de alcoholes o ácidos carboxílicos trifuncionales o más funcionales adecuados incluyen, pero no se limita a, glicerol, hexanotriol, trimetiloletano, trimetilolpropano, pentaeritritol y sorbitol, ácido trimelítico, anhídrido de ácido trimelítico, ácido piromelítico ácido dimetilolpropiónico (DMPA). Para obtener resinas de poliéster ramificadas, se pueden usar monómeros trifuncionales tales como trimetilolpropano.

Las resinas de poliéster se pueden preparar a través de métodos de polimerización generalmente conocidos habituales mediante esterificación convencional y/o transesterificación o mediante esterificación y/o transesterificación a través del uso de una enzima. Por ejemplo, si es necesario, se pueden usar catalizadores de esterificación habituales tales como, por ejemplo, dihidróxido de butilcloroestaño, óxido de dibutilestaño, titanato de tetrabutilo o ácido butilestanoico. Ejemplos de cantidades de estos catalizadores de esterificación usados son habitualmente alrededor de 0,1% en peso basado en el peso total de la resina de poliéster.

Las condiciones para preparar una resina de poliéster y la relación COOH/OH se pueden elegir de modo que se obtengan productos finales que tienen un índice de acidez o índice de hidroxilo que está dentro del intervalo de valores pretendido.

Las resinas de poliéster usadas en las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención son resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, preferiblemente que comprenden insaturaciones etilénicas de diácido, más preferiblemente que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico; dichas insaturaciones etilénicas pueden estar presentes en la cadena principal de la resina de poliéster y/o colgantes de la cadena principal de la resina de poliéster y/o en el extremo de la resina de poliéster.

Preferiblemente, dichas insaturaciones etilénicas están en la cadena principal de la resina de poliéster y/o colgantes de la resina de poliéster, más preferiblemente dichas insaturaciones etilénicas están en la cadena principal de la resina de poliéster; dichas insaturaciones etilénicas se pueden construir en la cadena principal de la resina de poliéster, a modo de ejemplo al hacer reaccionar un monómero con funcionalidad hidroxilo (tal como los polialcoholes mencionados anteriormente) con un monómero de diácido insaturado según se menciona anteriormente. También es posible conectar la insaturación etilénica de diácido al extremo (o los extremos) de la resina de poliéster, por ejemplo al hacer reaccionar un grupo terminal con funcionalidad hidroxilo de la resina de poliéster con un monómero de diácido insaturado o su correspondiente anhídrido según se menciona anteriormente.

Las resinas de poliéster con acrilato son resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, derivándose dichas insaturaciones etilénicas de ácido metacrílico, ácido acrílico, monómero con funcionalidad glicidilo etilénicamente insaturado, tal como, por ejemplo, metacrilato de glicidilo o acrilato de glicidilo; en las resinas de poliéster con acrilato dichas insaturaciones etilénicas están típicamente en el extremo (o los extremos) de la resina de poliéster insaturada. Las resinas de poliéster con acrilato se pueden preparar al hacer reaccionar, por ejemplo, un grupo funcional (preferiblemente también terminal) hidroxilo o epoxi o amina de una resina de poliéster con ácido metacrílico, ácido acrílico, monómero con funcionalidad glicidilo etilénicamente insaturado, tal como, por ejemplo, metacrilato de glicidilo o acrilato de glicidilo. Alternativamente, una resina de poliéster con acrilato se puede preparar al hacer reaccionar un grupo funcional (preferiblemente también terminal) carboxilo de una resina de poliéster con un monómero con funcionalidad glicidilo etilénicamente insaturado, tal como, por ejemplo, metacrilato de glicidilo o acrilato de glicidilo.

Preferiblemente, las resinas de poliéster que comprenden insaturaciones etilénicas de diácido tienen diácidos elegidos del grupo que consiste en cualquier isómero de ácido 2-butenodioico, ácido 2-metil-2-butenodioico, ácido itacónico y mezclas de los mismos. Derivados de cualquier isómero de diácidos insaturados incluyen ésteres, anhídridos, sales de ácido. El ácido fumárico y el ácido maleico son isómeros de ácido 2-butenodioico, mientras que el ácido citracónico y el ácido mesacónico son isómeros de ácido 2-metil-2-butenodioico. Por ejemplo, las "insaturaciones etilénicas de diácido" se pueden obtener a partir de ácidos fumárico, maleico, itacónico, citracónico y/o mesacónico, derivados de los mismos y/o mezclas de los mismos. Insaturación basada en ácido fumárico es un término informal usado en la presente para indicar una insaturación derivada de ácido fumárico, sus isómeros, p. ej. ácido maleico y/o derivados de los mismos. Más preferiblemente, los diácidos se eligen del grupo que consiste en cualquier isómero de ácido 2-butenodioico, ácido itacónico y mezclas de los mismos, aún más, los diácidos se eligen del grupo que consiste en cualquier isómero de ácido 2-butenodioico. Además de insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico, la resina de poliéster insaturada también puede tener por supuesto otras insaturaciones etilénicas de diácido.

Preferiblemente, la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es obtenible a partir de al menos los siguientes monómeros: un diácido insaturado, por ejemplo cualquier isómero de ácido 2-butenodioico, ácido 2-metil-2-butenodioico, ácido itacónico, derivados de los mismos y/o mezclas de los mismos, ácido tereftálico, neopentilglicol y/o propilenglicol. Monómeros trifuncionales tales como trimetilolpropano se pueden usar a fin de obtener una resina de poliéster insaturada ramificada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

La cantidad de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 40, más preferiblemente al menos 50, lo más preferiblemente al menos 55, lo más preferiblemente al menos 60, especialmente al menos 65, más especialmente al menos 69, lo más especialmente al menos 70, por ejemplo al menos 71, por ejemplo al menos 72% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR. La cantidad de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente como mucho 99, más preferiblemente como mucho 95, lo más preferiblemente como mucho 90, lo más preferiblemente como mucho 88, especialmente como mucho 86, más especialmente como mucho 84, lo más especialmente como mucho 82, por ejemplo como mucho 81, por ejemplo como mucho 80% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR. Preferiblemente, la cantidad de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico en una composición de revestimiento en polvo termoestable varía de 69 a 84% p/p sobre la cantidad total de UR y agente de curado tal como una VFUR.

El M_n de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000, más especialmente de al menos 2300 Da. El M_n de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente como mucho 20000, más preferiblemente como mucho 10000, aún más preferiblemente como mucho 9000, lo más preferiblemente como mucho 8000, especialmente como mucho 7000, más especialmente como mucho 6000, lo más especialmente como mucho 5000

Da. Preferiblemente, la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico tiene un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da.

5 El WPU teórico de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 250, más preferiblemente al menos 300, aún más preferiblemente al menos 350, lo más preferiblemente al menos 400, lo más preferiblemente al menos 450, especialmente al menos 500 g/mol. Preferiblemente, el WPU
10 teórico de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es como mucho 2000, más preferiblemente como mucho 1500, aún más preferiblemente como mucho 1300, lo más preferiblemente como mucho 1200, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 900, por ejemplo de como mucho 850, por ejemplo de como mucho 800 g/mol. Preferiblemente, el
15 WPU teórico de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico varía de 450 a 1200 g/mol.

El WPU de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 250, más preferiblemente al menos 300, aún más preferiblemente al menos 350, lo más preferiblemente al menos 400, lo
20 más preferiblemente al menos 450, especialmente al menos 500 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es como mucho 2200, más preferiblemente de como mucho 1650, aún más preferiblemente de como mucho 1450, lo más preferiblemente de como mucho 1350, especialmente de como mucho 1100, más especialmente de como mucho 1000, lo más especialmente de como mucho 950, por
25 ejemplo de como mucho 900 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico varía de 450 a 1350 g/mol.

El índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como
30 mucho 50, por ejemplo como mucho 40, por ejemplo como mucho 30, por ejemplo como mucho 20, por ejemplo como mucho 10, por ejemplo como mucho 7, por ejemplo como mucho 5, por ejemplo como mucho 4 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. El índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 0, más preferiblemente al menos 0,001, aún más preferiblemente al menos 0,01, lo más preferiblemente al menos 0,1, especialmente al menos 0,5, más especialmente al menos 1, lo más especialmente al menos 2, por ejemplo al menos 2,5, por ejemplo al menos 3, por
35 ejemplo al menos 4, por ejemplo al menos 5 por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. Preferiblemente, el índice de acidez (AV) de una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico de 0,1 a 60, más preferiblemente varía de 0,1 a 50, aún más preferiblemente varía de 0,1 a 10 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.
40
45
50

El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como
55 mucho 50 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es preferiblemente al menos 0,1, más preferiblemente al menos 0,5, aún más preferiblemente al menos 1, lo más preferiblemente al menos 2, especialmente al menos 2,5, más especialmente al menos 3, lo más especialmente al menos 4, por ejemplo al menos 5, por ejemplo al menos 8, por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico. Preferiblemente el índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico es de 0,1 a 70, más preferiblemente de 10 a 70,
60
65

menos 0,5, más especialmente al menos 1, lo más especialmente al menos 2, por ejemplo al menos 2,5, por ejemplo al menos 3, por ejemplo al menos 4, por ejemplo al menos 5 por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa. Preferiblemente, el índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa es de 0,1 a 60, más preferiblemente varía de 0,1 a 50, aún más preferiblemente varía de 0,1 a 10 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa.

El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como mucho 50 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa. El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa es preferiblemente al menos 0,1, más preferiblemente al menos 0,5, aún más preferiblemente al menos 1, lo más preferiblemente al menos 2, especialmente al menos 2,5, más especialmente al menos 3, lo más especialmente al menos 4, por ejemplo al menos 5, por ejemplo al menos 8, por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa. Preferiblemente el índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa es de 0,1 a 70, más preferiblemente de 10 a 70, aún más preferiblemente de 12 a 60 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa.

En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20, más preferiblemente de al menos 25, aún más preferiblemente de al menos 30, lo más preferiblemente de al menos 40, especialmente de al menos 45, más especialmente de al menos 50. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de como mucho 120, más preferiblemente de como mucho 110, aún más preferiblemente de como mucho 100, lo más preferiblemente de como mucho 90, especialmente de como mucho 80, más especialmente de como mucho 75, lo más especialmente de como mucho 70, por ejemplo de como mucho 65, por ejemplo de como mucho 60°C. Preferiblemente, la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa tiene una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20 y de como mucho 65°C.

En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 1, más preferiblemente de al menos 2, aún más preferiblemente de al menos 5, lo más preferiblemente de al menos 10, especialmente de al menos 15 Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, aún más preferiblemente de como mucho 200, lo más preferiblemente de como mucho 150, especialmente de como mucho 100, más especialmente de como mucho 80, lo más especialmente de como mucho 50 Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 2 a 50 Pa.s.

En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un M_n de al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000, más especialmente de al menos 2300 Da. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000 Da, lo más

especialmente de como mucho 5000 Da. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea amorfa, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da, más preferiblemente de al menos 2000 y de como mucho 5000 Da.

5 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un WPU teórico de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un WPU teórico de como mucho 2800, más preferiblemente como mucho 2500, aún más preferiblemente como mucho 2000, lo más preferiblemente como mucho 1600, especialmente como mucho 1400, más especialmente como mucho 1200, aún más especialmente como mucho 1100, lo más especialmente como mucho 1000, por ejemplo como mucho 980, por ejemplo como mucho 950 g/mol.

20 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un WPU de al menos 250, más preferiblemente al menos 350, por ejemplo al menos 400, por ejemplo al menos 450, por ejemplo al menos 500 g/mol. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un WPU de como mucho 3000, más preferiblemente de como mucho 2900, aún más preferiblemente de como mucho 2600, lo más preferiblemente de como mucho 2000, especialmente de como mucho 1800, más especialmente de como mucho 1600, lo más especialmente de como mucho 1400, por ejemplo de como mucho 1350, por ejemplo de como mucho 1200, por ejemplo de como mucho 1100 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas cristalina varía de 450 a 3000, más preferiblemente de 450 a 2600 g/mol.

30 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos -70°C , más preferiblemente de al menos -50°C , aún más preferiblemente de al menos -40°C , aún más preferiblemente de al menos -35°C , lo más preferiblemente de al menos -20°C , especialmente de al menos -10°C , más especialmente de al menos 0°C , aún más especialmente de al menos 10 , lo más especialmente de al menos 20°C . En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de como mucho 120, más preferiblemente de como mucho 110, aún más preferiblemente de como mucho 100, lo más preferiblemente de como mucho 90, especialmente de como mucho 80, más especialmente de como mucho 75, lo más especialmente de como mucho 70, por ejemplo de como mucho 65, por ejemplo de como mucho 60°C . Preferiblemente, la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas amorfa tiene una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20 y de como mucho 65°C .

45 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de fusión (T_m) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40, más preferiblemente de al menos 50, lo más preferiblemente de al menos 60°C . En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de fusión (T_m) de como mucho 200, más preferiblemente como mucho 180, aún más preferiblemente como mucho 160, aún más preferiblemente como mucho 140, lo más especialmente como mucho 130, especialmente como mucho 120, más especialmente como mucho 110, lo más especialmente como mucho 100°C .

55 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de cristalización (T_c) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40°C . En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una temperatura de cristalización (T_c) de como mucho 200, más preferiblemente de como mucho 180, aún más preferiblemente de como mucho 160, aún más preferiblemente de como mucho 140, lo más preferiblemente como mucho 120, especialmente como mucho 100°C .

65 En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 35, más preferiblemente de al menos 38, aún más preferiblemente de al menos 40, lo más preferiblemente de al menos 50, especialmente de al menos 60

- J/g. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, lo más preferiblemente de como mucho 260, especialmente de como mucho 240, más especialmente de como mucho 220, lo más especialmente de como mucho 200, por ejemplo de como mucho 180, por ejemplo de como mucho 160, por ejemplo de como mucho 140, por ejemplo de como mucho 130, por ejemplo de como mucho 120 J/g. La entalpía de fusión (ΔH_m) se mide usando DSC según se describe en la presente.
- El índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como mucho 50, por ejemplo como mucho 40, por ejemplo como mucho 30, por ejemplo como mucho 20, por ejemplo como mucho 10, por ejemplo como mucho 7, por ejemplo como mucho 5, por ejemplo como mucho 4 mg de KOH/g de resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina. El índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina es preferiblemente al menos 0, más preferiblemente al menos 0,001, aún más preferiblemente al menos 0,01, lo más preferiblemente al menos 0,1, especialmente al menos 0,5, más especialmente al menos 1, lo más especialmente al menos 2, por ejemplo al menos 2,5, por ejemplo al menos 3, por ejemplo al menos 4, por ejemplo al menos 5 por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina. Preferiblemente, el índice de acidez (AV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina de 0,1 a 60, más preferiblemente varía de 0,1 a 50, aún más preferiblemente varía de 0,1 a 10 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina.
- El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina es preferiblemente como mucho 250, más preferiblemente como mucho 200, aún más preferiblemente como mucho 150, lo más preferiblemente como mucho 100, especialmente como mucho 90, más especialmente como mucho 80, lo más especialmente como mucho 70, por ejemplo como mucho 65, por ejemplo como mucho 60, por ejemplo como mucho 50 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina. El índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina es preferiblemente al menos 0,1, más preferiblemente al menos 0,5, aún más preferiblemente al menos 1, lo más preferiblemente al menos 2, especialmente al menos 2,5, más especialmente al menos 3, lo más especialmente al menos 4, por ejemplo al menos 5, por ejemplo al menos 8, por ejemplo al menos 10, por ejemplo al menos 15 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina. Preferiblemente el índice de hidroxilo (OHV) de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina es de 0,1 a 70, más preferiblemente de 10 a 70, aún más preferiblemente de 12 a 60 mg de KOH/g de resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico cristalina.
- En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 0,001, más preferiblemente de al menos 0,01, aún más preferiblemente de al menos 0,1, Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 100, más preferiblemente de como mucho 50, aún más preferiblemente de como mucho 30, lo más preferiblemente de como mucho 25, especialmente de como mucho 15, más especialmente de como mucho 10, lo más especialmente de como mucho 5, por ejemplo de como mucho 3 Pa.s. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 0,01 a 5 Pa.s.
- En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de

poliéster tiene preferiblemente un M_n de al menos 800, más preferiblemente de al menos 1000, aún más preferiblemente de al menos 1500, lo más preferiblemente de al menos 1800, especialmente de al menos 2000, más especialmente de al menos 2300 Da. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000 Da. En caso de que la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico sea cristalina, dicha resina de poliéster tiene preferiblemente un M_n de al menos 2000 y de como mucho 8000 Da, más preferiblemente de al menos 2300 y de como mucho 8000 Da.

La cristalinidad de la resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas tales como insaturaciones etilénicas de diácido tales como insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico se puede introducir al usar uno o más de los siguientes diácidos: ácido succínico, ácido adípico, ácido sebácico o ácido dodecanodioico, y/o uno o más de los siguientes dioles: etilenglicol, hexanodiol, butanodiol en la síntesis de dicha resina resinas de poliéster insaturada.

Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para la UR y/o para una cualquiera de las resinas insaturadas abarcadas por la definición de la UR se aplican igualmente entre sí.

20 Agentes de curado

El agente de curado es capaz de reaccionar y reticularse con la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, comprendiendo dicho agente de curado insaturaciones como restos reactivos que pueden reaccionar con las insaturaciones etilénicas de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y dichas insaturaciones del agente de curado son diferentes de las de la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

El agente de curado puede ser un sólido o un líquido a temperatura ambiente y a presión atmosférica; más preferiblemente el agente de curado es no volátil a las temperaturas y presiones usadas cuando se procesa, se aplica y se almacena la composición de revestimiento en polvo; más preferiblemente, el agente de curado es un sólido a temperatura ambiente y a presión atmosférica.

Un ejemplo de un agente de curado líquido es éter divinílico de hexanodiol.

Un ejemplo de un agente de curado que es una resina es un poliacrilato con funcionalidad metacrilato.

El agente de curado puede ser amorfo o cristalino. VFUR3 (véanse los Ejemplos, Tabla 2) es un ejemplo de un agente de curado amorfo; VFUR1 y VFUR2 y URACROSS® P3307 son ejemplos de agentes de curado cristalinos.

El agente de curado puede ser una mezcla de agentes de curado según se definen estos en la presente. Por ejemplo, el agente de curado puede ser una mezcla de uno amorfo con uno cristalino y/o incluso con un componente líquido.

En caso de que el agente de curado sea amorfo, dicho agente de curado tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de al menos 20, más preferiblemente de al menos 25, aún más preferiblemente de al menos 30, lo más preferiblemente de al menos 40, especialmente de al menos 45, más especialmente de al menos 50. En caso de que el agente de curado sea amorfo, dicho agente de curado tiene preferiblemente una temperatura de transición vítrea (T_g) de como mucho 120, más preferiblemente de como mucho 110, aún más preferiblemente de como mucho 100, lo más preferiblemente de como mucho 90, especialmente de como mucho 80, más especialmente de como mucho 75, lo más especialmente de como mucho 70, por ejemplo de como mucho 65, por ejemplo de como mucho 60°C.

En caso de que el agente de curado sea cristalino, entonces tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 35, más preferiblemente de al menos 38, aún más preferiblemente de al menos 40, lo más preferiblemente de al menos 50, especialmente de al menos 60 J/g. En caso de que el agente de curado sea cristalino, entonces tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, aún más preferiblemente de como mucho 260, lo más preferiblemente de como mucho 240, especialmente de como mucho 220, más especialmente de como mucho 210, lo más especialmente de como mucho 200, por ejemplo de como mucho 180, por ejemplo de como mucho 170 J/g.

El agente de curado tiene un M_n que varía de al menos 100 a como mucho 20.000 Da. Preferiblemente, un agente de curado tiene un M_n de al menos 200, más preferiblemente de al menos 205, aún más preferiblemente de al menos 210, lo más preferiblemente de al menos 215, especialmente de al menos 220, más especialmente de al menos 250, lo más especialmente de al menos 300, por ejemplo de al menos 310, por ejemplo de al menos 315, por ejemplo de al menos 350, por ejemplo de al menos 400, por ejemplo de al menos 450, por ejemplo de al menos 500,

- por ejemplo de al menos 600, por ejemplo de al menos 700, por ejemplo de al menos 800. Preferiblemente, a agente de curado tiene un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000, por ejemplo de como mucho 4000, por ejemplo de como mucho 3500, por ejemplo de como mucho 3000, por ejemplo de como mucho 2500, por ejemplo de como mucho 2200 Da, por ejemplo de como mucho 2180, por ejemplo de como mucho 2000, por ejemplo de como mucho 1800, por ejemplo de como mucho 1600, por ejemplo de como mucho 1500, por ejemplo de como mucho 1300, por ejemplo de como mucho 1200 Da.
- 5
- 10 Preferiblemente, el WPU teórico del agente de curado es al menos 80, más preferiblemente al menos 90, aún más preferiblemente al menos 100, lo más preferiblemente al menos 120, especialmente al menos 140, más especialmente al menos 150, lo más especialmente al menos 155, por ejemplo al menos 157, por ejemplo al menos 170, por ejemplo al menos 190, por ejemplo al menos 200 g/mol. Preferiblemente el WPU teórico del agente de curado es como mucho 2000, más preferiblemente como mucho 1500, aún más preferiblemente como mucho 1200,
- 15 lo más preferiblemente como mucho 1100, especialmente como mucho 1000, más especialmente como mucho 900, lo más especialmente como mucho 800, por ejemplo como mucho 700, por ejemplo como mucho 680, por ejemplo como mucho 650, por ejemplo como mucho 630, por ejemplo como mucho 600, por ejemplo como mucho 500, por ejemplo como mucho 400 por ejemplo como mucho 350 g/mol.
- 20 Preferiblemente, el WPU del agente de curado es al menos 80, más preferiblemente al menos 100, aún más preferiblemente al menos 120, lo más preferiblemente al menos 140, especialmente al menos 150, más especialmente al menos 155, lo más especialmente al menos 157, por ejemplo al menos 170, por ejemplo al menos 190, por ejemplo al menos 200 g/mol. Preferiblemente, el WPU del agente de curado es como mucho 2000, más preferiblemente como mucho 1500, aún más preferiblemente como mucho 1200, lo más preferiblemente como
- 25 mucho 1100, especialmente como mucho 1000, más especialmente como mucho 900, lo más especialmente como mucho 800, por ejemplo como mucho 700, por ejemplo como mucho 680, por ejemplo como mucho 650, por ejemplo como mucho 630, por ejemplo como mucho 600, por ejemplo como mucho 500, por ejemplo como mucho 400 por ejemplo como mucho 350 g/mol.
- 30 En caso de que el agente de curado sea amorfo, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 1, más preferiblemente de al menos 5, aún más preferiblemente de al menos 10, lo más preferiblemente de al menos 15 Pa.s. En caso de que el agente de curado sea amorfo, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, aún más preferiblemente de como
- 35 mucho 200, lo más preferiblemente de como mucho 150, especialmente de como mucho 100, más especialmente de como mucho 80, lo más especialmente de como mucho 50 Pa.s. En caso de que el agente de curado sea amorfo, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 1 a 30 Pa.s.
- En caso de que el agente de curado sea cristalino, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad de al menos 0,0001, más preferiblemente al menos 0,001, aún más preferiblemente al menos 0,005, lo más
- 40 preferiblemente al menos 0,008, especialmente al menos 0,009, más especialmente al menos 0,01 Pa.s. En caso de que el agente de curado sea cristalino, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad de como mucho 30, más preferiblemente como mucho 25, aún más preferiblemente como mucho 20, lo más preferiblemente como mucho 15, especialmente como mucho 10, más especialmente como mucho 8, lo más especialmente como mucho 6, por ejemplo como mucho 5, por ejemplo como mucho 4, por ejemplo como mucho 3, por ejemplo como mucho 2
- 45 Pa.s. En caso de que el agente de curado sea cristalino, dicho agente de curado tiene preferiblemente una viscosidad en el intervalo de 0,1 a 30 Pa.s, más preferiblemente, en el intervalo de 0,01 a 2 Pa.s.
- Preferiblemente, la cantidad de agente de curado es al menos 4, más preferiblemente al menos 4,5, aún más preferiblemente al menos 6, lo más preferiblemente al menos 7, especialmente al menos 10, más especialmente al menos 15, aún más especialmente al menos 16, lo más especialmente al menos 17,5, por ejemplo al menos 19, por
- 50 ejemplo al menos 20, por ejemplo al menos 30% en peso basado en la cantidad total de UR y agente de curado. Preferiblemente la cantidad de agente de curado es como mucho 85, más preferiblemente como mucho 70, aún más preferiblemente como mucho 65, lo más preferiblemente como mucho 60, especialmente como mucho 55, más especialmente como mucho 50, aún más especialmente como mucho 45, por ejemplo como mucho 40% en peso basado en la cantidad total de UR y agente de curado.
- 55
- Preferiblemente, la relación molar de las insaturaciones en el agente de curado y las insaturaciones etilénicas en la UR, en la presente mencionada como K (=mol de las insaturaciones en el agente de curado/mol de las insaturaciones etilénicas en la UR) puede ser como mucho 9, preferiblemente como mucho 8, más preferiblemente
- 60 como mucho 7, aún más preferiblemente como mucho 6, lo más preferiblemente como mucho 5, especialmente como mucho 4, más especialmente como mucho 3, aún más especialmente como mucho 2, lo más especialmente como mucho 1,5, por ejemplo como mucho 1,4, por ejemplo como mucho 1,3, por ejemplo como mucho 1,2, por ejemplo como mucho 1,15, por ejemplo como mucho 1,10, por ejemplo como mucho 1,05 por ejemplo como mucho 1,02, por ejemplo como mucho 1. Preferiblemente, la relación molar de las insaturaciones en el agente de curado y las insaturaciones etilénicas en la UR, mencionada en la presente como K (=mol de las insaturaciones en el agente de curado/mol de las insaturaciones etilénicas en la UR) puede ser al menos 0,1, preferiblemente al menos 0,2, más
- 65

preferiblemente al menos 0,3, aún más preferiblemente al menos 0,4, lo más preferiblemente al menos 0,5, especialmente al menos 0,695, más especialmente al menos 0,7, aún más especialmente al menos 0,8, lo más especialmente al menos 0,9, por ejemplo al menos 0,95. Preferiblemente, K es igual a 1.

5 Preferiblemente, el agente de curado se elige del grupo que consiste en resinas de uretano con funcionalidad vinilo, ésteres vinílicos, éteres vinílicos, acrilatos, metacrilatos, vinilamidas, éteres alquínicos, ésteres alquínicos, alquinoamidas, alquinoaminas, éteres propargílicos, ésteres propargílicos, itaconatos, enaminas, tioles, alilos y mezclas de los mismos; más preferiblemente el agente de curado se elige del grupo que consiste en resinas de uretano con funcionalidad vinilo, ésteres vinílicos, éteres vinílicos, acrilatos, metacrilatos, vinilamidas, éteres alquínicos, ésteres alquínicos, alquinoamidas, alquinoaminas, éteres propargílicos, ésteres propargílicos, itaconatos, enaminas, alilos y mezclas de los mismos; aún más preferiblemente el agente de curado se elige del grupo que consiste en resinas de uretano con funcionalidad vinilo, ésteres vinílicos, éteres vinílicos, alilos; lo más preferiblemente el agente de curado es una resina de uretano con funcionalidad vinilo.

15 Éteres vinílicos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, éteres vinílicos con funcionalidad mono(alcohol), por ejemplo 6-hidroxihexil-vinil-éter, 4-hidroxibutil-vinil-éter, 2-hidroxietil-vinil-éter, hidroxibutil-vinil-éter, hidroxietil-vinil-éter, dietilenglicol-monovinil-éter o 4-(hidroximetil)ciclohexilmetil-vinil-éter (1,4-ciclohexanodimetanol-vinil-éter); resinas de poliéster de éter vinílico que se pueden preparar a través de la transesterificación de resinas de poliéster con funcionalidad hidroxilo con éteres vinílicos con funcionalidad hidroxilo.

20 Ésteres vinílicos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, ésteres hidroxilvinílicos y a los preparados mediante cualquiera de los métodos bien conocidos por los expertos normales en la técnica. Los ésteres hidroxilvinílicos se preparan habitualmente mediante la reacción de acetaldehído con cloruros de ácido en presencia de aminas terciarias; métodos para la preparación de ésteres hidroxilvinílicos son conocidos en la técnica.

25 Las VFUR son particularmente útiles como agentes de curado en las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención. Preferiblemente, el agente de curado es una VFUR seleccionada del grupo que consiste en resina de uretano con funcionalidad éter vinílico (VEFUR), resina de uretano con funcionalidad éster vinílico (VESFUR) y mezclas de las mismas; más preferiblemente, la VFUR es una resina de uretano con funcionalidad éter vinílico (VEFUR).

30 En caso de que la VFUR sea cristalina, entonces la VFUR tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 35, más preferiblemente de al menos 38, aún más preferiblemente de al menos 40, lo más preferiblemente de al menos 50, especialmente de al menos 60 J/g. En caso de que la VFUR sea cristalina, entonces la VFUR tiene preferiblemente una entalpía de fusión (ΔH_m) de como mucho 400, más preferiblemente de como mucho 300, aún más preferiblemente de como mucho 260, lo más preferiblemente de como mucho 240, especialmente de como mucho 220, más especialmente de como mucho 210, lo más especialmente de como mucho 200, por ejemplo de como mucho 180, por ejemplo de como mucho 160, por ejemplo de como mucho 140, por ejemplo de como mucho 130 J/g.

40 Preferiblemente, la VFUR tiene un M_n que varía de al menos 100 a como mucho 20.000 Da. Preferiblemente, la VFUR tiene un M_n de al menos 120, más preferiblemente de al menos 140, aún más preferiblemente de al menos 145, lo más preferiblemente de al menos 160, especialmente de al menos 180, más especialmente de al menos 200, lo más especialmente de al menos 205, por ejemplo de al menos 210, por ejemplo de al menos 215, por ejemplo de al menos 220, por ejemplo de al menos 250, por ejemplo de al menos 300, por ejemplo de al menos 310, por ejemplo de al menos 315, por ejemplo de al menos 350, por ejemplo de al menos 400, por ejemplo de al menos 400. por ejemplo de al menos 450, por ejemplo de al menos 500 por ejemplo de al menos 550, por ejemplo de al menos 600, por ejemplo de al menos 650, por ejemplo de al menos 700, por ejemplo de al menos 750, por ejemplo de al menos 800. Preferiblemente, la VFUR tiene un M_n de como mucho 20000, más preferiblemente de como mucho 10000, aún más preferiblemente de como mucho 9000, lo más preferiblemente de como mucho 8000, especialmente de como mucho 7000, más especialmente de como mucho 6000, lo más especialmente de como mucho 5000, por ejemplo de como mucho 4000, por ejemplo de como mucho 3500, por ejemplo de como mucho 3000, por ejemplo de como mucho 2500, por ejemplo de como mucho 2200 Da, por ejemplo de como mucho 2180 Da.

55 Preferiblemente, el WPU teórico de la VFUR es al menos 80, más preferiblemente al menos 100, aún más preferiblemente al menos 120, lo más preferiblemente al menos 140, especialmente al menos 150, más especialmente al menos 155, lo más especialmente al menos 157, por ejemplo al menos 170, por ejemplo al menos 190, por ejemplo al menos 200 g/mol. Preferiblemente, el WPU teórico de la VFUR es como mucho 2000, más preferiblemente como mucho 1500, aún más preferiblemente como mucho 1200, lo más preferiblemente como mucho 1100, especialmente como mucho 1000, más especialmente como mucho 900, lo más especialmente como mucho 800, por ejemplo como mucho 700, por ejemplo como mucho 680, por ejemplo como mucho 650, por ejemplo como mucho 630, por ejemplo como mucho 600, por ejemplo como mucho 500, por ejemplo como mucho 400 por ejemplo como mucho 350 g/mol.

65 Preferiblemente, el WPU de la VFUR es al menos 80, más preferiblemente al menos 100, aún más preferiblemente al menos 120, lo más preferiblemente al menos 140, especialmente al menos 150, más especialmente al menos

155, lo más especialmente al menos 157, por ejemplo al menos 170, por ejemplo al menos 190, por ejemplo al menos 200 g/mol. Preferiblemente, el WPU de la VFUR es como mucho 2000, más preferiblemente como mucho 1500, aún más preferiblemente como mucho 1200, lo más preferiblemente como mucho 1100, especialmente como mucho 1000, más especialmente como mucho 900, lo más especialmente como mucho 800, por ejemplo como mucho 700, por ejemplo como mucho 680, por ejemplo como mucho 650, por ejemplo como mucho 630, por ejemplo como mucho 600, por ejemplo como mucho 500, por ejemplo como mucho 400 por ejemplo como mucho 350 g/mol.

Preferiblemente, la viscosidad de la VFUR es al menos 0,0001, más preferiblemente al menos 0,001, aún más preferiblemente al menos 0,005, lo más preferiblemente al menos 0,008, especialmente al menos 0,009, más especialmente al menos 0,01 Pa.s. Preferiblemente, la viscosidad de la VFUR es como mucho 30, más preferiblemente como mucho 25, aún más preferiblemente como mucho 20, lo más preferiblemente como mucho 15, especialmente como mucho 10, más especialmente como mucho 8, lo más especialmente como mucho 6, por ejemplo como mucho 5, por ejemplo como mucho 4, por ejemplo como mucho 3, por ejemplo como mucho 2 Pa.s. Preferiblemente, la viscosidad de la VFUR varía de 0,1 a 30 Pa.s. lo más preferiblemente, la viscosidad de la VFUR varía de 0,01 a 2 Pa.s.

Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una T_g de al menos -200, más preferiblemente de al menos -180, aún más preferiblemente de al menos -150, lo más preferiblemente de al menos -125, especialmente de al menos -100, más especialmente de al menos -80, aún más especialmente de al menos -70, lo más especialmente de al menos -50, por ejemplo de al menos -40, por ejemplo de al menos -35, por ejemplo de al menos -20, por ejemplo de al menos 0, por ejemplo de al menos 10, por ejemplo de al menos 20, por ejemplo de al menos 30, por ejemplo de al menos 35°C. Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una T_g de como mucho 100, más preferiblemente de como mucho 90, aún más preferiblemente de como mucho 80, lo más preferiblemente de como mucho 60, especialmente de como mucho 50, más especialmente de como mucho 40, lo más especialmente de como mucho 30, por ejemplo de como mucho 20, por ejemplo de como mucho 10, por ejemplo de como mucho 0, por ejemplo de como mucho -10, por ejemplo de como mucho -20, por ejemplo de como mucho -30°C.

Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una temperatura de fusión (T_m) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40°C. Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una T_m de como mucho 200, más preferiblemente de como mucho 180, aún más preferiblemente de como mucho 160, lo más preferiblemente de como mucho 140, especialmente de como mucho 120, más especialmente de como mucho 110, lo más especialmente de como mucho 100°C.

Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una temperatura de cristalización (T_c) de al menos 30, más preferiblemente de al menos 40°C. Preferiblemente, la VFUR de la invención tiene una T_m de como mucho 200, más preferiblemente de como mucho 180, aún más preferiblemente de como mucho 160, lo más preferiblemente de como mucho 140, especialmente de como mucho 120, más especialmente de como mucho 100, lo más especialmente de como mucho 90°C.

En la composición de la invención, la cantidad de VFUR es preferiblemente al menos 4, más preferiblemente al menos 4,5, aún más preferiblemente al menos 6, lo más preferiblemente al menos 7, especialmente al menos 10, más especialmente al menos 15, aún más especialmente al menos 16, lo más especialmente al menos 17,5, por ejemplo al menos 19, por ejemplo al menos 20, por ejemplo al menos 30% en peso basado en la cantidad total de UR y agente de curado. Preferiblemente la cantidad de VFUR es como mucho 85, más preferiblemente como mucho 70, aún más preferiblemente como mucho 65, lo más preferiblemente como mucho 60, especialmente como mucho 55, más especialmente como mucho 50, aún más especialmente como mucho 45, por ejemplo como mucho 40% en peso basado en la cantidad total de UR y agente de curado.

Preferiblemente, la relación molar de las insaturaciones en la VFUR tal como una VEFUR, VESFUR y las insaturaciones etilénicas en la UR, mencionada en la presente como K_1 (=mol de las insaturaciones en la VFUR/mol de las insaturaciones etilénicas en la UR) puede ser como mucho 9, preferiblemente como mucho 8, más preferiblemente como mucho 7, aún más preferiblemente como mucho 6, lo más preferiblemente como mucho 5, especialmente como mucho 4, más especialmente como mucho 3, aún más especialmente como mucho 2, lo más especialmente como mucho 1,5, por ejemplo como mucho 1,4, por ejemplo como mucho 1,3, por ejemplo como mucho 1,2, por ejemplo como mucho 1,15, por ejemplo como mucho 1,10, por ejemplo como mucho 1,05 por ejemplo como mucho 1,02, por ejemplo como mucho 1. Preferiblemente, la relación molar de las insaturaciones en la VFUR tal como una VEFUR, VESFUR y las insaturaciones etilénicas en la UR, mencionada en la presente como K_1 (=mol de las insaturaciones en la VFUR/mol de las insaturaciones etilénicas en la UR) puede ser al menos 0,1, preferiblemente al menos 0,2, más preferiblemente al menos 0,3, aún más preferiblemente al menos 0,4, lo más preferiblemente al menos 0,5, especialmente al menos 0,695, más especialmente al menos 0,7, aún más especialmente al menos 0,8, lo más especialmente al menos 0,9, por ejemplo al menos 0,95. Preferiblemente, K_1 es igual a 1.

En caso de que el agente de curado sea una VFUR tal como una VEFUR, VESFUR, o un éster vinílico o un éter vinílico o mezclas de los mismos, el índice de acidez del poliéster que comprende insaturaciones etilénicas de diácido es preferiblemente menor de 5 mg de KOH por g de poliéster, más preferiblemente menor de 2 mg de KOH

por g de poliéster. En caso de que el agente de curado en la composición de la invención sea diferente de una VFUR tal como una VEFUR, VESFUR o un éster vinílico o un éter vinílico o mezclas de los mismos, entonces el poliéster que comprende insaturaciones etilénicas de diácido puede tener un índice de acidez según se describe en la presente. Estas combinaciones preferidas de características pueden dar como resultado un revestimiento en polvo que tiene una mejor adherencia, especialmente a sustratos metálicos.

La TPCC de la presente invención que comprende un primer iniciador de radicales térmico según se define en la presente y una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas cristalina puede tener una PSS mejorada cuando se almacena a 30°C durante 7 semanas en comparación con la PSS de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico (la PSS se evalúa según se divulga en los Ejemplos teniendo en cuenta que la temperatura de almacenamiento es 30°C).

La TPCC de la presente invención que comprende un primer iniciador de radicales térmico según se define en la presente y una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas y un agente de curado en la que

a) bien la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas; o

b) buen el agente de curado; o

c) bien tanto la resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas como el agente de curado,

es o son cristalinos,

puede tener una PSS mejorada cuando se almacena a 30°C durante 7 semanas en comparación con la PSS de una TPCC comparable que comprende BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico (la PSS se evalúa según se divulga en los Ejemplos teniendo en cuenta que la temperatura de almacenamiento es 30°C).

Otros componentes de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención

La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención opcionalmente puede adicionalmente ceras, pigmentos, cargas, agentes desgasificantes, agentes de fluencia (lisura), agentes mejoradores de la apariencia, fotoiniciadores, estabilizantes tales como fotoestabilizantes. Se debe apuntar que no se considera que ninguno de estos aditivos habituales sean compuestos de metal de transición. Los pigmentos pueden ser inorgánicos u orgánicos. Pigmentos inorgánicos adecuados incluyen, por ejemplo, dióxido de titanio, sulfuro de cinc, fosfato de cinc, mica, óxido de hierro y/u óxido de cromo. Pigmentos orgánicos adecuados incluyen, por ejemplo, compuestos azoicos. Cargas adecuadas incluyen, por ejemplo, óxidos metálicos, silicatos, carbonatos y sulfatos. Estabilizantes adecuados incluyen, por ejemplo, antioxidantes y estabilizantes UV primarios y/o secundarios, por ejemplo, quinonas, compuestos fenólicos (estéricamente impedidos), fosfonitos, fosfitos, tioéteres y HALS (fotoestabilizantes de amina impedida). Ejemplos de agentes desgasificantes adecuados incluyen bisbenzoato de ciclohexanodimetanol, benzoína y derivados de benzoína tales como, por ejemplo, los descritos en el documento WO02/50194, cuyos pasajes pertinentes se incorporan en la presente mediante referencia. Ejemplos de agentes de fluencia incluyen Byk® 361 N y Resiflow® PV-5.

Fotoiniciadores que se pueden incorporar en la TPCC de la invención son muy conocidos en la técnica. Fotoiniciadores adecuados pueden ser acilfosfinas tales como óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina o pueden tener funcionalidades cetona y pueden ser aromáticos tales como, por ejemplo, benzofenona. Ejemplos de fotoiniciadores adecuados, que son conocidos como fotoiniciadores de radicales libres de escisión en alfa, incluyen benzoína y sus derivados, por ejemplo, éteres de benzoína, tales como isobutil-benzoín-éter y bencilcetales, tales como bencil-dimetil-cetal, 2-hidroxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona y 4-(2-hidroxietoxi)fenil-2-hidroxi-2-propilcetona. Otros incluyen acilfosfinas, tales como óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina. También se pueden usar arilcetonas, tales como 1-hidroxiciclohexil-fenil-cetona, 2-bencil-2-dimetilamino-1-(4-morfolinofenil)-butan-1-ona, 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, una mezcla de benzofenona y 1-hidroxiciclohexil-fenil-cetona, difeniltitanoceno perfluorado y 2-metil-1-(4-(metiltiofenil)-2-(4-morfolinil))-1-propanona. Se puede usar un tipo de iniciadores de abstracción de hidrógeno en combinación con los anteriores o solo, tal como una cetona de Michler (4,4'-bisdimetilaminobenzofenona), etilcetona de Michler (4,4'-bisdiethylaminobenzofenona-etil-cetona), benzofenona, tioxantona, antroquinona, d,l-canforquinona, etil-d,l-canforquinona, cetocumarina, antraceno, o derivados de los mismos, y similares. La polimerización catiónica, especialmente con reticuladores que contienen éter vinílico, puede avanzar a través de curado catiónico usando fotoiniciadores catiónicos. Clases principales de fotoiniciadores iónicos sin sales de diaryliodonio y agentes sinérgicos de cobre, tales como hexafluorofosfato de difenilyodonio, hexafluoroarsinato de dibenciliyodonio y acetato de cobre, sales de triarilsulfonio, tales como hexafluorofosfato de trifenilsulfonio, tetrafluoroborato de trifenilsulfonio. También se pueden usar sales de dialquifenacilsulfonio, sales de ferrocenio, tales como hexafluorofosfato de ciclopentadienil-hierro(II), alfa-sulfoniloxicetona y silil-bencil-éteres.

Preferiblemente, los fotoiniciadores usados en la presente son sólidos. Sin embargo, si se usan iniciadores líquidos, preferiblemente se absorben sobre portadores sólidos, tales como sílice de pirólisis, antes de la incorporación en la TPCC de la invención. En general, la cantidad de fotoiniciador usada en la TPCC de la invención varía de 0,1 a 10, preferiblemente de 1 a 5 pph. Fotoiniciadores ejemplares incluyen, pero no se limitan a, 1-hidroxi-ciclohexil-cetona (Irgacure® 184), 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-propanona (Darocur® 1173), α,α -dimetoxi- α -fenilacetofenona (Irgacure® 651), óxido de fenil-bis(2,4,6-trimetilbenzoyl)fosfina (Irgacure® 819) y óxido de difenil(2,4,6-trimetilbenzoyl)fosfina (Darocur® TPO). Se debe apuntar que Irgacure® y Darocur® son marcas comerciales de BASF. Preferiblemente, la TPCC de la invención no comprende fotoiniciadores.

La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se puede curar a través de calor (composición de revestimiento en polvo termoestable termocurable) y/o radiación (composición de revestimiento en polvo termoestable radiocurable). Preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención es termocurable sin que sea necesario usar radiación para el curado. El termocurado tiene la ventaja de que no requiere el uso de un equipo adicional y bastante costoso, a modo de ejemplo un equipo que genere luz UV o electrones acelerados, y en una sola etapa que implica el calentamiento de la composición de revestimiento en polvo termoestable la última se funde y se cura sobre un sustrato. En contraste con eso, una composición de revestimiento en polvo termoestable que requiera radiocurado, el curado de dicha composición requiere dos etapas, una para fundir (etapa de calentamiento) y una para curar (radiocurado inducido típicamente a través de luz UV o irradiación de haces electrónicos) la composición. El termocurado es especialmente deseable para revestir objetos tridimensionales.

También se pueden añadir otros aditivos, tales como aditivos para mejorar la tribocargabilidad, así como también pueden estar presentes en la composición de la invención agentes de nucleación a fin de facilitar la cristalización de una VFUR cristalina y/o la una UR cristalina.

Procedimiento para elaborar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención

Las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención se pueden preparar al mezclar los componentes pesados separadamente en un premezclador, calentar la premezcla obtenida, por ejemplo en una amasadora, preferiblemente en una extrusora para obtener un producto extruido, enfriar el producto extruido obtenido hasta que se solidifique y triturarlo en gránulos o escamas que se trituran adicionalmente para reducir el tamaño de partícula seguido por una clasificación apropiada para obtener una composición de revestimiento en polvo del tamaño de partícula correcto.

Alternativamente, las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención se pueden preparar al mezclar el agente de curado pesado separadamente con la UR en un premezclador, calentar la premezcla obtenida, por ejemplo en una amasadora, preferiblemente en una extrusora para obtener un producto extruido, enfriar el producto extruido obtenido hasta que se solidifique y triturarlo en gránulos o escamas que se trituran adicionalmente para reducir el tamaño de partícula. Posteriormente, mezclar el resto de los componentes pesados separadamente y el producto extruido de agente de curado con la UR, en un premezclador, calentar la premezcla obtenida, por ejemplo en una amasadora, preferiblemente en una extrusora para obtener un producto extruido, enfriar el producto extruido obtenido hasta que se solidifique y triturarlo en gránulos o escamas que se trituran adicionalmente para reducir el tamaño de partícula seguido por una clasificación apropiada para obtener una composición de revestimiento en polvo del tamaño de partícula correcto.

Preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se prepara mediante un procedimiento que comprenden las etapas de:

- a. mezclar los componentes de la composición de revestimiento en polvo termoestable según la invención para obtener una premezcla;
- b. calentar la premezcla, preferiblemente en una extrusora, para obtener un producto extruido;
- c. enfriar el producto extruido para obtener un producto extruido solidificado; y
- d. triturar el producto extruido solidificado en partículas menores para obtener la composición de revestimiento en polvo termoestable.

Preferiblemente, la premezcla se calienta hasta una temperatura al menos 5°C, más preferiblemente al menos 10°C por debajo de la temperatura a la que se pretende curar la composición de revestimiento en polvo. Si la premezcla se calienta en una extrusora, se prefiere usar un control de la temperatura a fin de evitar temperaturas demasiado altas que podrían conducir al curado de la composición de la invención en la extrusora.

Preferiblemente, la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención se prepara mediante un procedimiento que comprende las etapas de:

- a. mezclar el agente de curado con la UR para obtener una premezcla 1;
- 5 b. calentar la premezcla 1, preferiblemente en una extrusora, para obtener un producto extruido de agente de curado con la UR, a saber el producto extruido 1;
- c. enfriar el producto extruido 1 para obtener un producto extruido solidificado 1; y
- d. triturar el producto extruido solidificado 1 en partículas menores para obtener una mezcla de agente de curado con la UR, a saber la mezcla 1; y
- 10 e. mezclar el resto de los componentes de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención con la mezcla 1, para obtener una premezcla 2;
- f. calentar la premezcla 2, preferiblemente en una extrusora, para obtener un producto extruido 2;
- g. enfriar el producto extruido 2 para obtener un producto extruido solidificado 2; y
- h. triturar el producto extruido solidificado 2 en partículas menores para obtener la composición de revestimiento en polvo termoestable.

15 Preferiblemente, la premezcla 1 y/o 2 se calienta o calientan hasta una temperatura al menos 5, más preferiblemente al menos 10°C por debajo de la temperatura a la que se pretende curar la composición de revestimiento en polvo termoestable. Si la premezcla 1 y/o 2 se calienta o calientan en una extrusora, se prefiere usar un control de la temperatura a fin de evitar temperaturas demasiado altas que podrían conducir al curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención en la extrusora.

20 La composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención puede ser un sistema de un componente (1K), pero también puede ser un sistema de dos componentes (2K). Preferiblemente, la composición de la invención es un sistema de un componente (1K). Por un 'sistema de un componente', también llamado sistema 1K, se entiende que todos los componentes (reactivos) de la composición de revestimiento en polvo termoestable forman parte de un polvo. En un sistema de dos componentes, también llamado sistema 2K, una composición de revestimiento en polvo termoestable está compuesta por al menos dos polvos diferentes con diferentes composiciones químicas, lo que mantiene los componentes reactivos físicamente separados. Los al menos dos polvos diferentes se pueden mezclar en una combinación física antes de que la composición de la invención se introduzca en un recipiente de almacenamiento o se pueden mezclar justo antes de aplicar el sistema 2K a un sustrato para dejar que tenga lugar una reacción de curado. Las composiciones de los al menos dos polvos diferentes en el sistema 2K se seleccionan habitualmente de modo que cada polvo contenga un componente que es necesario para el curado pero está ausente del otro o los otros polvos. Esta separación permite la preparación de la composición en polvo individual en un estado calentado (tal como mezcladura en estado fundido) sin el inicio de la reacción de cura.

Procedimientos para revestir un artículo con la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención

35 En otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para revestir un sustrato que comprende las etapas de:

- a. aplicar la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención a un artículo según se define dicho artículo en la presente;
- b. calentar y/o irradiar la composición de revestimiento en polvo termoestable durante un tiempo suficiente (tiempo de curado) y a una temperatura adecuada para curar (temperatura de curado) la composición de revestimiento en polvo termoestable para obtener el artículo revestido.
- 40

La composición de la invención se puede aplicar usando las técnicas conocidas para el experto en la especialidad, por ejemplo usando rociadura electrostática o rociadura electrostática en lecho fluidizado o a la llama.

45 El calentamiento del sustrato revestido se puede realizar usando métodos convencionales, tales como con un horno de infrarrojos (IR), un horno de convección y/o con una lámpara (N)IR. Incluso se puede usar un equipo de microondas para calentar el sustrato.

La temperatura, a la que se curan las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención, está preferiblemente en el intervalo de 80 a 225°C, más preferiblemente en el intervalo 80 a 150°C, aún más preferiblemente de 80 a 140°C, lo más preferiblemente de 80 a 130°C, especialmente de 90 a 130°C, más especialmente de 100 a 130°C. Preferiblemente, la temperatura a la que se curan las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención es preferiblemente como mucho 160, más preferiblemente como mucho 150, aún más preferiblemente como mucho 140, lo más preferiblemente como mucho 130, lo más preferiblemente como mucho 120, especialmente como mucho 110, más especialmente como mucho 100°C. Preferiblemente, la temperatura a la que se curan las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención es preferiblemente al menos 60, más preferiblemente al menos 70, aún más preferiblemente al menos 75, lo más preferiblemente al menos 80, lo más preferiblemente al menos 85, especialmente al menos 90, más especialmente al menos 100°C.

El tiempo de curado de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención es como mucho 60 minutos, más preferiblemente es como mucho 45 minutos, aún más preferiblemente es como mucho 30 minutos, lo más preferiblemente es como mucho 20 minutos, especialmente es como mucho 10 minutos, más especialmente es como mucho 5 minutos.

Preferiblemente, las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención se termocuran a una temperatura en el intervalo de 80-150°C durante un tiempo en el intervalo de 5-30 minutos.

20 Otros aspectos y realizaciones de la invención

En otro aspecto, la invención proporciona un procedimiento para elaborar una composición de revestimiento en polvo termoestable curada que comprende la etapa de curar la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención.

En otro aspecto, la invención proporciona una composición de revestimiento en polvo termoestable curada derivada del curado de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; preferiblemente la composición de revestimiento en polvo termoestable curada es obtenible mediante el procedimiento para elaborar la composición de revestimiento en polvo termoestable curada. Por ejemplo, la composición de revestimiento en polvo termoestable curada se puede derivar o es obtenible mediante un procedimiento de impresión tridimensional.

En otro aspecto, la invención se refiere a un artículo de cualquier conformación, tamaño o forma, por ejemplo un sustrato, que tiene revestida y curada sobre el mismo una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en la presente. Preferiblemente, dicho artículo se selecciona del grupo que consiste en artículos termosensibles y artículos no termosensibles; más preferiblemente dicho artículo se selecciona del grupo que consiste en madera, por ejemplo tablero de fibras de baja densidad, tablero de fibras de media densidad y tablero de fibras de alta densidad, plástico, un material compuesto termoplástico, un material compuesto termoestable, materiales compuestos reforzados con fibras, materiales de tipo sándwich, p. ej., materiales de tipo sándwich que comprenden un núcleo de espuma termosensible, metal y combinaciones de los mismos.

Artículos termosensibles, por ejemplo sustratos termosensibles, incluyen artículos de plástico, artículos de madera, por ejemplo madera sólida, tal como, por ejemplo: madera dura, madera blanda, madera contrachapada; chapa de madera revestida con cartón, tablero de partículas, tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de media densidad y tablero de fibras de alta densidad, laminados de madera OSB (tablero de hebras orientadas), tablero de partículas y otros artículos en los que la madera es un constituyente importante, tales como, por ejemplo, artículos de madera cubiertos con papel de aluminio, madera compuesta, madera modificada con plástico, artículos de plástico o compuestos de madera y plástico (WPC); artículos con fibras celulósicas, por ejemplo artículos de cartón o papel; artículos textiles y de cuero. Ejemplos de artículos de plástico incluyen composiciones basadas en resinas de poliéster insaturadas, ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno), resinas de melamina-formaldehído, policarbonato, polietileno, polipropileno, monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), olefina termoplástica (TPO), poliuretano (PU), poli(óxido de propileno) (PPO), poli(óxido de etileno) (PEO), poli(tereftalato de etileno) y nailon, por ejemplo poliamida 6.6, y mezclas de los mismos, por ejemplo policarbonato-ABS. Otros artículos termosensibles incluyen objetos que son una combinación de una parte no termosensible tal como partes metálicas, con una parte termosensible, tal como una cualquiera de las mencionadas anteriormente, por ejemplo, un manguera de plástico con partes metálicas pesadas, bandas, por ejemplo, armazones de aluminio con bandas térmicas, etc.

Mercados de revestimiento de madera específicos en los que se pueden usar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención incluyen muebles domésticos, tales como mesas, sillas, armarios, etc., muebles de dormitorio y baño, muebles de oficina, muebles no residenciales tales como muebles para colegios y para niños, muebles para hospitales, muebles para restaurantes y hoteles, armarios y muebles de cocina, paneles (planos) para diseño de interiores, ventanas y puertas de interior y exterior, marcos de ventanas y marcos de puertas interiores y exteriores, entablado de paredes exterior e interior y suelos de madera.

5 Mercados de revestimiento de plásticos específicos en los que se pueden usar las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención incluyen aplicaciones a automóviles, tales como piezas interiores de coches, coberturas de volantes, parachoques, piezas bajo el capó, etc., suelos flexibles, artículos deportivos, cosméticos, aplicaciones audiovisuales, tales como televisores, carcasas de ordenadores, teléfonos, etc., electrodomésticos y antenas parabólicas.

10 Ejemplos típicos de artículos no termosensibles incluyen vidrio, cerámica, un material compuesto, tablero fibrocemento, o artículos de metal, por ejemplo aluminio, cobre o acero, a modo de ejemplo acero al carbono, donde el principal constituyente de la aleación es el carbono. El acero al carbono contiene habitualmente 0,2 y 1,5% p/p de carbono basado en la composición total de la aleación y a menudo contiene otros constituyentes tales como manganeso, cromo, níquel, molibdeno, cobre, wolframio, cobalto o silicio, dependiendo de las propiedades del acero deseado. El acero tiene propiedades similares al hierro si la cantidad de carbono no es demasiado alta, por ejemplo no más de 1,5% p/p basado en la composición total de la aleación. El acero puede estar tratado superficialmente (tratamiento con cinc o fosfato de cinc o fosfato de hierro, etc.) o no estar tratado superficialmente.

15 En otro aspecto, la invención se refiere a un revestimiento en polvo derivado de la cura parcial o total de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención. El revestimiento en polvo puede ser una imprimación, una mano final o un revestimiento intermedio.

20 En otro aspecto, la invención se refiere al uso de una cualquiera de las composiciones según la invención para revestir totalmente o parcialmente un artículo.

25 En otra realización, la invención se refiere al uso de una cualquiera de las composiciones de la invención para revestir un artículo termosensible, preferiblemente madera, por ejemplo tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de media densidad y tablero de fibras de alta densidad, plástico, etc., o combinaciones de los mismos.

En otro aspecto, la invención se refiere a un artículo que está totalmente o parcialmente revestido con una cualquiera de las composiciones de la invención.

30 En una realización de la invención, el sustrato es un sustrato no termosensible, por ejemplo vidrio, cerámica, tablero de fibrocemento, o metal, por ejemplo aluminio, cobre o acero, preferiblemente metal.

35 En otra realización más, la invención proporciona un uso de la composición de la invención para revestir un artículo termosensible según se define en la presente y/o un artículo no termosensible según se define en la presente.

40 En otra realización más, la invención proporciona un uso de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención para revestir un artículo en donde el artículo es un artículo termosensible, por ejemplo madera tal como tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de media densidad y tablero de fibras de alta densidad, plástico y combinaciones de los mismos.

45 En otra realización más, la invención proporciona un uso de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención para revestir un artículo en donde el artículo es un artículo no termosensible, por ejemplo vidrio, cerámica, un material compuesto, tablero de fibrocemento, o artículos de metal, por ejemplo aluminio, cobre o acero, a modo de ejemplo acero al carbono.

50 En otra realización más, la invención proporciona un uso de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención para revestir un artículo en donde el artículo es un artículo termosensible, por ejemplo madera tal como tablero de fibras de media densidad, tablero de fibras de media densidad y tablero de fibras de alta densidad, plástico y combinaciones de los mismos y también para revestir un artículo en donde el artículo es un artículo no termosensible, por ejemplo vidrio, cerámica, un material compuesto, tablero de fibrocemento, o artículos de metal, por ejemplo aluminio, cobre o acero, a modo de ejemplo acero al carbono.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un uso de:

- una composición de revestimiento en polvo termoestable de la invención; o

55 - una composición de revestimiento en polvo termoestable curada (o igualmente una forma de cualquier conformación o tamaño, comprendiendo dicha forma la composición de revestimiento en polvo termoestable curada); o

- un artículo según se define en la presente;

60 en revestimientos en polvo, revestimientos en polvo para artículos termosensibles, revestimientos en polvo para artículos no termosensibles, impresión en tres dimensiones, aplicaciones a automóviles (piezas de coches,

5 máquinas agrícolas, estructuras de materiales compuestos, estructuras cerámicas, etc.), aplicaciones marinas (barcos, lanchas), aplicaciones aeroespaciales (aviones, helicópteros, estructuras compuestas, estructuras cerámicas, etc.), aplicaciones médicas (articulaciones artificiales, mallas, láminas tejidas o no tejidas, cintas, tiras, bandas, cables, productos tubulares para, p. ej., sustitución de ligamentos, estructuras compuestas, estructuras cerámicas, etc.), aplicaciones militares (protección contra las balas, armaduras, chalecos antibalas, cascos antibalas, protección de vehículos contra las balas, estructuras compuestas, estructuras cerámicas, etc.), aplicaciones deportivas/recreativas (esgrima, patines, monopatines, tablas de nieve, cuerdas de suspensión en paracaídas deportivos, parapentes, cometas, cuerdas de cometa para deportes de cometa, equipo de escalada, estructuras compuestas, estructuras cerámicas, etc.), aplicaciones arquitectónicas (ventanas, puertas, (pseudo)paredes, cables, etc.), aplicaciones de embotellado, aplicaciones domésticas (electrodomésticos, electrodomésticos de la línea blanca, muebles, carcasas de ordenadores, etc.), aplicaciones a maquinaria (piezas de máquinas de manejo de latas y botellas, piezas móviles de telares, rodamientos, engranajes, estructuras compuestas, estructuras cerámicas, carcasas de ordenadores, etc.), aplicaciones en latas, aplicaciones en bobinas, aplicaciones energéticas para, p. ej., generadores para energía eólica, mareal o solar, aplicaciones textiles, para, p. ej. telas, esto puede ser muy amplio, desde materiales textiles técnicos para impregnación hasta, por ejemplo, materiales compuestos completos como un revestimiento y como un aglutinante para materiales compuestos, y aplicaciones eléctricas, para p. ej., armarios para cables eléctricos o cuadros de conmutación.

20 En otro aspecto, la invención se refiere además al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC).

25 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO se usa para hacer a dicha TPCC menos sensible a la inhibición por aire superficial (véase la definición para "menos sensible a la inhibición por aire superficial").

Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO se usa para mejorar la estabilidad física al almacenamiento de dicha TPCC (véase la definición para "estabilidad física al almacenamiento mejorada").

30 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO se usa para mejorar la reactividad de dicha TPCC (véase la definición para "reactividad mejorada").

35 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO se usa para:

i) hacer a dicha TPCC menos sensible a la inhibición por aire superficial (véase la definición para "menos sensible a la inhibición por aire superficial"); y/o

ii) mejorar la estabilidad física al almacenamiento de dicha TPCC (véase la definición para "estabilidad física al almacenamiento aumentada") y/o

40 iii) mejorar la reactividad de dicha TPCC (véase la definición para "reactividad mejorada").

Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dichas TPCC son termo- y/o radiocurables.

45 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dichas TPCC son termocurables a baja temperatura, más preferiblemente dicha baja temperatura es al menos 80 y como mucho 130°C.

50 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC es termocurable sobre artículos termosensibles según se definen los últimos en la presente.

Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC es termocurable a bajas temperaturas sobre artículos termosensibles según se definen los últimos en la presente.

55 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC es radiocurable sobre artículos termosensibles según se definen los últimos en la presente.

Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC es termo- y/o radiocurable sobre artículos termosensibles según se definen los últimos en la presente.

5 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC es termo- y/o radiocurable a bajas temperaturas sobre artículos termosensibles según se definen los últimos en la presente.

10 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas; más preferiblemente dicha TPCC comprende además un agente de curado.

15 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, dicha resina se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, resinas acrílicas, poliuretanos, resinas epoxídicas, poliamidas, poliesteramidas, policarbonatos, poliureas y mezclas de los mismos.

20 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, en donde las insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de diácido.

25 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, en donde las insaturaciones etilénicas son insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, dicha resina es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.

30 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, dicha resina es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido.

35 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicha TPCC comprende una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, dicha resina es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

40 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos.

45 Preferiblemente, con respecto al uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC), dicho MBPO es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo). Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para el uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC) se pueden combinar.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un método (en la presente mencionado como "método X") para

50 i) hacer a una composición de revestimiento en polvo termoestable menos sensible a la inhibición por aire superficial (véase la definición para "menos sensible a la inhibición por aire superficial"); y/o

ii) mejorar la estabilidad física al almacenamiento de una composición de revestimiento en polvo termoestable (véase la definición para "estabilidad física al almacenamiento mejorada")

y/o

55 iii) mejorar la reactividad de una composición de revestimiento en polvo termoestable (véase la definición para "reactividad mejorada"), que comprende la etapa de mezclar MBPO en la composición de revestimiento en polvo termoestable.

Preferiblemente, con respecto al método X, la composición de revestimiento en polvo termoestable es una TPCC según la invención.

Todos los elementos y las realizaciones preferidos presentados aquí para el uso de MBPO para composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC) se pueden combinar con/aplicar para el método X.

5 Sin embargo, otro aspecto de la invención es una composición de revestimiento en polvo termoestable elegida del grupo de composiciones de revestimiento en polvo termoestables según InvPCC1-5.

Sin embargo, otro aspecto de la invención es un revestimiento en polvo elegido del grupo de revestimientos en polvo según InvPC1-5.

10 Muchas otras variaciones y realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica y estas variaciones se contemplan dentro del alcance amplio de la presente invención.

Todas las realizaciones divulgadas en la presente se pueden combinar entre sí y/o con elementos preferidos de la invención.

15 Aspectos adicionales de la invención y características preferidas de los mismos se dan en las reivindicaciones de la presente.

20 La invención se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos no limitativos que están solamente a modo de ilustración.

Ejemplos

La invención se explica con más detalle con referencia a los siguientes ejemplos no limitativos.

25 En la sección de Ejemplos, la abreviatura UR representa resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas, la abreviatura VFUR representa resinas de uretano con funcionalidad vinilo usadas como agentes de curado, la abreviatura PCC representa composición de revestimiento en polvo termoestable y la abreviatura PC representa revestimiento en polvo.

30 En todos los ejemplos las resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas (UR) eran resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

En todos los ejemplos las resinas de uretano con funcionalidad vinilo (VFUR) usadas como agente de curado eran resinas de uretano con funcionalidad éter vinílico (VEFUR).

35 Todas las composiciones de revestimiento en polvo presentadas en los Ejemplos eran composiciones de revestimiento en polvo termoestables (TPCC).

40 En la sección de Ejemplos, la abreviatura "Comp" indica un Ejemplo Comparativo bien de una composición de revestimiento en polvo termoestable, p. ej. CompPCC1, o bien de un revestimiento en polvo, p. ej. CompPC1.

En la sección de Ejemplos, la abreviatura "Inv" indica un Ejemplo de la Invención de una composición de revestimiento en polvo termoestable p. ej. InvPCC1, o un revestimiento en polvo, p. ej. InvPC1.

45 En los Ejemplos, la abreviatura "n.m." indica "no medido".

En los Ejemplos, la abreviatura "n.a." indica "no aplicable".

En los Ejemplos, la abreviatura "n.r." indica no registrado con el método aplicado.

50 Métodos y técnicas analíticas para la medida de las propiedades de las resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas y las resinas de uretano con funcionalidad vinilo usadas como agentes de curado en las composiciones de revestimiento en polvo termoestables

A menos que se indique otra cosa, el peso molecular medio numérico teórico (M_n) se define como sigue:

$$M_n = (\sum_i N_i M_i) / (\sum_i N_i)$$

55 donde N_i es el número de moléculas de peso molecular M_i .

En el caso de la UR, el M_n se calculó al multiplicar la funcionalidad teórica (buscada) (f) por 56110 y dividir el resultado de esto por la suma del índice de acidez (AV) (mg de KOH/g de UR) teórico (buscado) y el índice de hidroxilo (OHV) (mg de KOH/g de UR) teórico (buscado) según la siguientes ecuación EX1a:

$$M_n = (56110 \times f) / (AV + OHV)$$

(EX1a)

5 EX1a se aplica análogamente para el cálculo del M_n de cualquier UR según se describe en la presente cuando están disponibles la f teórica, el AV teórico y el OHV teórico. Si no están disponibles los valores de AV, OHV, entonces el M_n se puede calcular según EX1a al factorizar en EX1a los valores medidos de AV y OHV y en donde en este caso f se calcula a partir de los datos analíticos de la composición química de la UR, obteniéndose dichos datos analíticos a partir de técnicas analíticas, p. ej. espectroscopía de NMR, muy conocidas en la especialidad.

10 En el caso de la VFUR, el M_n se calculó mediante la siguiente ecuación EX1:

$$M_n = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i * MW_i) - M_{H_2O}}{N_{VFUR}}$$

(EX1)

visto que

N_i = mol de cada monómero usado para la preparación de la VFUR;

MW_i = M_n (Da) de cada monómero usado para la preparación de la VFUR;

15 M_{H_2O} = masa (g) de agua formada durante la preparación de la VFUR;

N_{VFUR} = mol de VFUR preparada a partir de dichos monómeros.

EX1 se aplica análogamente para determinar el M_n de cualquier agente de curado según se describe en la presente, en donde N_i , MW_i , M_{H_2O} , N_{VFUR} en EX1 indicarían:

N_i = mol de cada monómero usado para la preparación del agente de curado;

20 MW_i = M_n (Da) de cada monómero usado para la preparación del agente de curado;

M_{H_2O} = masa (g) de un subproducto producido durante la preparación de dicho agente de curado, por ejemplo agua o alcohol, p. ej. metanol, etanol, dependiendo de la composición química de dicho agente de curado;

N_{VFUR} = mol de agente de curado preparado a partir de dichos monómeros.

25 En caso de que M_n se refiera a un monómero, entonces el M_n corresponde a valores de peso molecular calculados sobre la base de la fórmula molecular de dicho monómero, ya que este cálculo es conocido por el experto en la técnica.

30 Las medidas de la viscosidad en estado fundido (en la presente mencionada como viscosidad, en Pa.s) se llevaron a cabo a 160°C en un viscosímetro Brookfield CAP 2000+H. La velocidad de cizalladura aplicada era 70 s⁻¹ y se usaba un husillo de 19,05 mm [husillo cónico CAP-S-05 (19,05 mm, 1,8°)].

35 Los índices de acidez e hidroxilo de las resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas (UR) que eran resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico se determinaron volumétricamente según ISO 2114-2000 e ISO 4629-1978; además, también se presentaban aquí los índices de acidez e hidroxilo buscados (teóricos).

Método de ¹H-NMR para la medida del WPU (WPU por el método de ¹H-NMR)

40 El WPU se midió a través de espectroscopía de ¹H-NMR según el método titulado -por simplicidad- "WPU por el método de ¹H-NMR" que se presenta aquí. El margen de error estimado de este métodos para determinar el WPU es +/- 2%; el margen de error se determinó sobre la base de medir tres muestras del mismo lote de una VFUR o UR.

45 Más específicamente, dicho WPU se midió a través de espectroscopía de ¹H-NMR según se explica más adelante y se calculó según la siguiente ecuación EX2:

$$WPU = \frac{W_{pir}}{W_{resina}} \frac{1}{PM_{pir}} \frac{A_{C=C}/N_{C=C}}{A_{pir}/N_{pir}}$$

(EX2)

en donde

W_{pir} es el peso de piracina (patrón interno),

- 5 W_{resina} es el peso de UR tal como una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico, o el peso de un agente de curado tal como VFUR; W_{pir} y W_{resina} se expresan en las mismas unidades.

PM_{pir} es el peso molecular de la piracina (= 80 Da) (patrón interno).

A_{pir} es el área máxima para protones de metino ligados al anillo aromático de piracina y

- 10 N_{pir} es en número de protones de metino de la piracina (= 4).

En caso de una UR:

$A_{C=C}$ es el área máxima para protones de metino (...-CH=...) de las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR; $N_{C=C}$ es el número de protones de metino (...-CH=...) ligados a las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR.

- 15 En caso de una VFUR:

$A_{C=C}$ es el área máxima para protones de metino (...-CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) en la VFUR; $N_{C=C}$ es el área máxima para protones de metino (...-CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) en la VFUR.

- 20 Las áreas máximas de los protones de metino de la piracina y los protones de metino (...-CH=...) de las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR en EX2 se midieron como sigue: Una muestra de 75 mg de UR se diluyó a 25°C en 1 ml de cloroformo deuterado que contiene una cantidad conocida (mg) de piracina como patrón interno para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR. Posteriormente, el espectro de ¹H-NMR de la muestra de UR se registró a 25°C en un espectrómetro de NMR BRUKER de 400 MHz. Posteriormente, se identificaron los desplazamientos químicos (ppm) de los protones de metino (...-CH=...) de piracina de las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR; los desplazamientos químicos (ppm) de los protones de metino de piracina y los protones de metino (...-CH=...) de las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR en EX2 medidos en un espectrómetro de NMR BRUKER de 400 MHz
- 25 en metanol y cloroformo deuterado estaban en aproximadamente 8,6 y en aproximadamente 6,4-6,9 ppm, respectivamente. Posteriormente, con la ayuda de un software disponible comercialmente adecuado para analizar espectros de ¹H-NMR tal como el software ACD/Spectrum Processor proporcionado por ACD/Labs, las áreas máximas de los protones de metino de piracina y protones de metino (...-CH=...) de las insaturaciones etilénicas (>C=C<) de la UR de EX2 se midieron y a partir de estos valores se determinó el WPU según EX2.

- 30 En caso de que 75 mg de una UR no sean solubles a 25°C en 1 ml de cloroformo deuterado, entonces se puede usar cualquier otro disolvente o mezcla de disolventes adecuados conocidos por los expertos para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR; por ejemplo DMSO (dimetilsulfóxido), piridina, tetracloroetano y mezclas de los mismos.
- 35 La elección de un disolvente o una mezcla de disolventes adecuados depende de la solubilidad de la muestra de la UR en dichos disolventes. En caso de que 75 mg de UR sean solubles en 1 ml de cloroformo deuterado a 25°C, entonces de cloroformo deuterado es el disolvente de elección para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR para la UR. En caso de que se use un disolvente o una mezcla de disolventes diferente para realizar el WPU por el Método de ¹H-NMR, entonces los desplazamientos químicos de los protones de EX2 se pueden desplazar de los presentados aquí para los disolventes seleccionados para el WPU por el Método de ¹H-NMR ya que los desplazamientos químicos reales pueden depender del disolvente o la mezcla de disolventes usados para registrar el espectro de ¹H-NMR; en tal caso, se deben identificar y determinar los desplazamientos de los protones correspondientes y aplicar EX2 para la determinación del WPU.

- 45 Las áreas máximas de los protones de metino de piracina y los protones de metino (...-CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) en la VFUR de EX2 se midieron como sigue: Una muestra de 75 mg de VFUR se diluyó a 40°C en una mezcla de 0,200 ml de metanol y 0,600 ml de cloroformo deuterado que contiene una cantidad conocida (mg) de piracina como patrón interno para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR. Posteriormente, se registró el espectro de ¹H-NMR de la muestra de VFUR a 40°C en un espectrómetro de NMR BRUKER de 400 MHz. Posteriormente, se
- 50 identificaron los desplazamientos químicos (ppm) de los protones de metino de piracina y los protones de metino (...-

CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) en la VFUR; los desplazamientos químicos (ppm) de los protones de metino de piracina y los protones de metino (...-CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) en la VFUR de EX2 se midieron en un espectrómetro de NMR BRUKER de 400 MHz en metanol y cloroformo deuterado estaban en aproximadamente 8,6 y en aproximadamente 6,4-6,5 ppm, respectivamente. Posteriormente, con la ayuda de un software disponible comercialmente adecuado para analizar espectros de ¹H-NMR tal como el software ACD/Spectrus Processor proporcionado por ACD/Labs, las áreas máximas de los protones de metino de piracina y los protones de metino (...-CH=...) de los grupos vinilo (...-CH=CH₂) de la VFUR de EX2 se midieron y a partir de estos valores se determinó el WPU según EX2.

En caso de que 75 mg de una VFUR no sean solubles a 40°C en una mezcla de 0,200 ml de metanol y 0,600 ml de cloroformo deuterado, entonces se puede usar cualquier otro disolvente o mezcla de disolventes adecuados conocidos por los expertos para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR; por ejemplo DMSO (dimetilsulfóxido), piridina, tetracloroetano y mezclas de los mismos. La elección de un disolvente adecuado o una mezcla de disolventes adecuados depende de la solubilidad de la muestra de la VFUR en dichos disolventes. En caso de que 75 mg de VFUR sean solubles en una mezcla de 0,200 ml de metanol y 0,600 ml de cloroformo deuterado a 40°C, entonces una mezcla de metanol y cloroformo deuterado es el disolvente de elección para realizar la espectroscopía de ¹H-NMR para la VFUR.

En caso de que se use un disolvente o una mezcla de disolventes para realizar el WPU por el Método de ¹H-NMR, entonces los desplazamientos químicos de los protones de EX2 se pueden desplazar de los presentados aquí para los disolventes seleccionados para el WPU por el método de ¹H-NMR ya que los desplazamientos químicos reales pueden depender del disolvente o la mezcla de disolventes usados para registrar el espectro de ¹H-NMR; además, se puede realizar la medida a diferente temperatura que la divulgada en la presente, por ejemplo la medida se puede realizar a temperatura superior que la divulgada en la presente a fin de solubilizar la muestra destinada a ser analizada para medir su WPU según este método y/o se puede usar una cantidad menor de muestra, p. ej. 25 mg, dependiendo de la resolución del instrumento de NMR; en tal caso, se deben identificar y determinar los desplazamientos químicos de los protones correspondientes y aplicar EX2 para la determinación del WPU.

El método -según se describe en la presente- para la medida del WPU de las muestras mencionadas en los Ejemplos se aplica análogamente para cualquier UR y cualquier agente de curado, teniendo en cuenta por supuesto el conocimiento general común al realizar y analizar los resultados de la espectroscopía de NMR, la naturaleza química particular de la UR o el agente de curado y la experiencia de un experto en la técnica de la espectroscopía de NMR; por ejemplo, los desplazamientos químicos pueden estar algo desplazados de los divulgados en la presente, y/o las temperaturas usadas para realizar la medida se diferentes, p. ej. superiores, de las divulgadas en la presente, o la cantidad de la muestra usada puede ser inferior, p. ej. 25 mg, dependiendo de la resolución del instrumento de NMR; en tal caso se deben identificar y determinar los desplazamientos químicos de los protones correspondientes y aplicar EX2 para la determinación del WPU.

Método de DSC para la medida de $T_{g, \text{polvo}}$, $T_{g, \text{UR}}$, $T_{g, \text{VFUR}}$, T_m , T_c , ΔH_m , ΔH_c , ΔH_{curado} , $T_{\text{curado máximo}}$, $T_{\text{curado inicial}}$ (mencionado como "método de DSC")

La temperatura de transición vítrea del polvo ($T_{g, \text{polvo}}$ en °C), la temperatura de transición vítrea de la UR ($T_{g, \text{UR}}$ en °C), la temperatura de transición vítrea de la VFUR ($T_{g, \text{VFUR}}$ en °C), la temperatura de cristalización (T_c en °C), la entalpía de cristalización (ΔH_c en J/g), la temperatura de fusión (T_m en °C), la entalpía de fusión (ΔH_m en J/g) y la entalpía de curado (ΔH_{curado} en J/g) se midieron a través de calorimetría de barrido diferencial (DSC) en un aparato DSC Q2000 de TA instruments, en atmósfera de N₂ calibrada con indio, en menos de 24 horas desde el momento de la preparación de la entidad (entidades recién preparadas), p. ej. UR, VFUR, TPCC (polvo), etc., destinada a ser sometida a este método para la medida de uno cualquiera (los aplicables) de los susodichos parámetros. El procesamiento de la señal (termograma de DSC, flujo térmico frente a temperatura) se llevó a cabo usando en software Universal Analysis 2000 versión 4.5a proporcionado por TA instruments, según se describe en la presente más adelante:

Una muestra de 10±0,5 mg se pesó y se puso en la celdilla de DSC. La muestra se enfrió hasta -20°C y la temperatura se mantuvo a -20°C durante 1 minuto; a lo largo de 1 minuto la muestra se calentó hasta 200°C a una velocidad de calentamiento de 5°C/minuto (termografía A). Una vez que la muestra hubo alcanzado 200°C, la temperatura se mantuvo a 200°C durante 1 minuto. Posteriormente, la muestra se enfrió hasta -50°C a una velocidad de 5°C/minuto (termografía B); una vez que la muestra hubo alcanzado -50°C, la temperatura se mantuvo a -50°C durante 1 minuto. Posteriormente, la muestra se calentó hasta 150°C a una velocidad de calentamiento de 5°C/minuto (termografía C) Las termografías A, B y C se procesaron según el eje Y de las termografías que representan el flujo térmico hubieran sufrido exoterma y endoterma.

La termografía A se usó para medir la $T_{g, \text{polvo}}$, la ΔH_{curado} , la $T_{\text{curado máximo}}$, la $T_{\text{curado inicial}}$.

La termografía B se usó para medir la $T_{g, \text{UR}}$, la $T_{g, \text{VFUR}}$, la ΔH_m , la T_m .

La termografía C se usó para medir la ΔH_c , la T_c .

5 Cada una de las T_{gUR} , T_{gpolvo} , T_{gVFUR} era la temperatura del punto medio del intervalo de temperatura a lo largo del cual tenía lugar la transición vítrea, dicha temperatura del punto medio era el punto en el que la curva era cortada por una línea que estaba equidistante entre los dos valores de referencia extrapolados, según se define en §3.2 y §3.3 en ISO 11357-2 edición 1999-03-15 [para la temperatura del punto medio, véase §3.3.3 en ISO 11357-2; edición 1999-03-15].

10 La T_m se midió como la temperatura registrada en el flujo térmico mínimo de la señal endotérmica atribuida a la fusión de la muestra.

La ΔH_m se midió como el flujo térmico integrado a lo largo del intervalo de temperatura de la fusión.

15 La T_c se midió como la temperatura registrada al flujo térmico máximo de la señal exotérmica atribuida a la cristalización de la muestra.

La ΔH_c se midió como el flujo térmico integrado a lo largo del intervalo de temperatura de la cristalización.

20 La ΔH_{curado} se midió como el flujo térmico integrado durante la reacción de curado de la TPCC,

La $T_{curado\ máximo}$ se midió como la temperatura registrada al flujo térmico máximo de la señal exotérmica (=pico exotérmico) atribuida a reacciones de curado.

La $T_{curado\ inicial}$ se midió como la temperatura en la intersección de:

25 a) el valor de referencia extrapolado referido a la señal exotérmica atribuida a reacciones de curado, con

b) la mejor tangente de ajuste sobre la parte de dicha señal exotérmica contenida entre la $T_{curado\ máximo}$ y la temperatura a la que se producía un cambio inicial en el valor de referencia (=lado de baja temperatura del pico exotérmico).

30 El método de DSC -según se describe en la presente- para la medida de cualquier propiedad medida en esta sección que esté asociada o se pueda asociar con la UR se aplica análogamente para cualquier UR.

35 El método de DSC -según se describe en la presente- para la medida de cualquier propiedad medida en esta sección que esté asociada o se pueda asociar con la VFUR se aplica análogamente para cualquier agente de curado.

El método de DSC -según se describe en la presente- para la medida de cualquier propiedad medida en esta sección que esté asociada o se pueda asociar con la TPCC se aplica análogamente para cualquier TPCC.

Método de FT-IR para la medida de la sensibilidad (S) de la TPCC a la inhibición por aire superficial (S por el Método de FT-IR)

40 A. Descripción del método y definiciones

La sensibilidad de la TPCC a la inhibición por aire superficial (abreviada en la presente como S) se calcula según la siguiente ecuación E1:

$$S = R_{aire} / R_{sust} \text{ (ecuación E1)}$$

45 La R_{aire} y la R_{sust} son como se definen y explican en esta sección A.

S proporciona una medida de la sensibilidad de una TPCC a la inhibición por aire superficial; se calcula como se muestra en la presente y estas medidas se llevan a cabo sobre películas curadas que tienen un grosor de $80 \pm 5 \mu m$, dichas películas curadas son revestimientos en polvo derivados del curado de TPCC ($120^\circ C$ durante 10 min) en aire; así, las condiciones de curado que se han de aplicar para el curado de TPCC y así la determinación/medida de S son: $120^\circ C$ durante 10 min, en air, y dicha evaluación/medida de S se debe llevar a cabo sobre películas curadas que tienen un grosor de $80 \pm 5 \mu m$. Cuanto menor sea la S, menos son las insaturaciones restantes presentes en la superficie de la película curada en comparación con las insaturaciones en el lado del sustrato de la película curada, y como tal menos sensible es la TPCC a la inhibición por aire superficial durante el curado.

55 A fin de evaluar significativamente la S de TPCC, la última necesita ser comparable en cuanto a su composición.

5 La S se calcula a partir de medidas de FT-IR llevadas a cabo sobre revestimientos en polvo termoestables preparados según procedimientos divulgados en esta solicitud, los parámetros de dichos procedimientos y composiciones deben ser tales que permitan comparaciones entre muestras. Una vez que se prepara un revestimiento en polvo sobre un sustrato, dicho revestimiento se libera del sustrato sobre el que se curaba, proporcionando una película autoestable con dos caras distintas, a saber:

Cara de aire superficial (S_{aire}): esta cara de la película estaba en contacto con aire durante el curado; y

Cara de sustrato superficial (S_{sust}): esta cara de la película estaba en contacto con el sustrato, que no tenía contacto con aire.

10 Posteriormente, un espectro de FT-IR de cada una de las dos caras, S_{aire} y S_{sust} , se registra en un espectrómetro infrarrojo Digilab Excalibur, usando un accesorio de ATR Golden gate de Specac. Los espectros FT-IR se toman usando una resolución de 4 cm^{-1} , a lo largo de un intervalo de 700 cm^{-1} a 4000 cm^{-1} durante 64 barridos; los espectros se procesan a través del software Varian Resolutions Pro versión 5.1. El espectro de FT-IR registrado para la S_{aire} se abrevia como FT-IR $_{S_{\text{aire}}}$ y el registrado para la S_{sust} se abrevia como FT-IR $_{S_{\text{sust}}}$.

15 A partir del FT-IR $_{S_{\text{aire}}}$ se miden los siguientes:

$H_{\text{insat sobre Saire}}$; y la

$H_{\text{ref sobre Saire}}$

La R_{aire} mostrada en la ecuación E1 se calcula según la siguiente ecuación E2:

20
$$R_{\text{aire}} = H_{\text{insat sobre Saire}} / H_{\text{ref sobre Saire}} \text{ (ecuación E2)}$$

A partir del FT-IR $_{S_{\text{sust}}}$ se miden los siguientes:

$H_{\text{ref sobre Ssust}}$; y la

$H_{\text{insat sobre Ssust}}$.

La R_{sust} mostrada en la ecuación E1 se calcula según la siguiente ecuación E3:

25
$$R_{\text{sust}} = H_{\text{insat sobre Ssust}} / H_{\text{ref sobre Ssust}} \text{ (ecuación E3)}$$

Introduciendo los valores para la R_{aire} y R_{sust} en la ecuación E1, se calcula la S.

30 Por " $H_{\text{insat sobre Saire}}$ " se entiende en la presente la altura del pico de FT-IR de los picos de absorción (mencionados en la presente por simplicidad "pico" o "picos") atribuidos a la vibración de tensión del doble enlace carbono-carbono de las insaturaciones restantes sobre S_{aire} .

35 Por " $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ " se entiende en la presente la altura del pico de los picos de absorción (mencionados en la presente por simplicidad "pico" o "picos") atribuidos a la vibración de tensión del doble enlace carbono-carbono de las insaturaciones restantes sobre S_{sust} .

40 Por "insaturaciones restantes" (para el propósito de este método) se entiende en la presente las insaturaciones etilénicas atribuidas a la UR y -cuando sea aplicable- las insaturaciones del agente de curado, que están presentes durante el curado de la TPCC; así, las "insaturaciones restantes" se refieren a la TPCC curada, esto es el revestimiento en polvo termoestable.

45 En caso de que la TPCC comprenda solamente una UR y no comprenda agente de curado, entonces la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ o la $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ es la altura de pico del pico atribuido a las insaturaciones etilénicas de la UR; en caso de que la TPCC comprenda más de una UR y no comprenda agente de curado, entonces la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ o la $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ es la suma de las alturas de pico de los picos (o el pico si los picos están solapados) atribuidos a las insaturaciones etilénicas de cada UR; en caso de que la TPCC comprenda uno o más UR y también uno o más agentes de curado, por ejemplo un uretano con funcionalidad éter vinílico, entonces la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ o la $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ es la suma de la altura de pico de los picos (o el pico si los picos están solapados) atribuidos a las insaturaciones etilénicas de cada una de las UR y las insaturaciones de cada uno de los agentes de curado.

" R_{aire} " es como se define en esta sección A.

" R_{sust} " es como se define en esta sección A.

5 Por " $H_{\text{ref sobre Saire}}$ " se entiende en la presente la altura del pico de FT-IR de referencia sobre S_{aire} . El pico de referencia se elige según los siguientes criterios:

a) puede ser cualquier pico registrado en el FT-IR $_{\text{Saire}}$ o en el FT-IR $_{\text{Sust}}$ que permanezca sustancialmente inalterado, preferiblemente inalterado por la cura de la TPCC, y se registre a cualquier longitud de onda de 2400 hasta e incluyendo 1000 cm^{-1} ; y

10 b) el pico de referencia debe tener una absorción que sea al menos igual a la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ y como mucho igual a diez veces la $H_{\text{insat sobre Saire}}$;

c) el pico de referencia en el FT-IR $_{\text{Saire}}$ y en el FT-IR $_{\text{Sust}}$ debe ser igual.

15 Como se dijo anteriormente en la presente, a fin de evaluar significativamente la S de TPPC, la última necesita ser comparable en cuanto a su composición; así, el pico de referencia elegido según los criterios mencionados anteriormente también debe ser igual para cualquier comparación de la S, de TPCC comparable.

B. S por el método de FT-IR para los revestimientos en polvo termoestables CompPC1-5 e InvPC1-5

20 Se preparó una serie de revestimientos en polvo termoestables CompPC1-5 e InvPC1-5 según el procedimiento descrito en los Ejemplos bajo "Preparación de los revestimientos en polvo CompPC1-5 y InvPC1-5". Una vez que los revestimientos en polvo se preparaban sobre los sustratos (sus correspondientes TPPC se curaron a 120°C durante 10 minutos en un horno de circulación de aires según se indica en la "Preparación de los revestimientos en polvo CompPC1-5 e InvPC1-5"; así, las condiciones de curado que se aplicaban para e curado de la TPCC y así la evaluación/medida de S eran: 120°C durante 10 min en aire); dichos revestimientos se liberaban de los sustratos sobre los que se curaban, proporcionando películas autoestables. La S por el método de FT-IR según se describe en la presente anteriormente se aplicó a fin de calcular la S para cada una de la CompPC1-5 e InvPC1-5.

25 Para la CompPCC1-3 e InvPCC1-3:

a) la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ y la $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ se midieron cada una como una suma de las alturas de los picos a 1640 cm^{-1} (atribuido a la UR) y 1615 cm^{-1} (atribuido al agente de curado); y

b) la $H_{\text{ref sobre Saire}}$ y la $H_{\text{ref sobre Ssust}}$ se midieron cada una como la altura de pico del pico a 1372 cm^{-1} .

30 Para la CompPCC4-5 e InvPCC4-5:

a) la $H_{\text{insat sobre Saire}}$ y la $H_{\text{insat sobre Ssust}}$ se midieron cada una como una suma de las alturas de pico de los picos a 1640 cm^{-1} (atribuido a la UR) y 1615 cm^{-1} (atribuido al agente de curado); y

b) la $H_{\text{ref sobre Saire}}$ y la $H_{\text{ref sobre Ssust}}$ se midieron cada una como la altura de pico del pico a 1455 cm^{-1} .

35 Una vez que se calculaban R_{aire} y R_{sust} a partir de las ecuaciones E2 y E3, respectivamente, posteriormente se calculó S a partir de la ecuación E1.

Para cada una de la CompPC1-5 e InvPC1-5, los valores de S se presentan en la Tabla 3.

Método para determinar la presencia de grupos $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ sin reaccionar (grupos isocianato libres) (Método NCO)

40 Se registró un primer espectro de FT-IR en un espectrómetro infrarrojo Digilab Excalibur, usando un accesorio de ATR Golden gate de Specac. Los espectros FT-IR se tomaron usando una resolución de 4 cm^{-1} , a lo largo de un intervalo de 700 cm^{-1} a 4000 cm^{-1} durante 64 barridos y se procesaron a través del software Varian Resolutions Pro versión 5.1. Un pico característico para grupos $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ sin reaccionar se puede encontrar alrededor de 2250 cm^{-1} ; la presencia de este pico es indicativa de grupos $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ sin reaccionar (grupos isocianato libres).

Medidas y evaluación de las propiedades de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables

La T_g de la composición de revestimiento en polvo termoestable se midió después de la extrusión según el método de DSC mencionado en la presente.

5 La estabilidad física al almacenamiento (PSS) de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la presente invención se probó a 23°C durante 7 semanas (para los resultados, véase la Tabla 3). Antes de evaluar la PSS, la composición de revestimiento en polvo termoestable se dejó enfriar hasta temperatura ambiente durante aproximadamente 2-3 horas. Cuanto mayor fuera el grado de aglomeración o sinterización, más pobre era la PSS, así inferior su clasificación según la escala siguiente. El grado de aglomeración se evaluó visualmente y se clasificó
10 según la siguiente puntuación sobre una escala 1-10 (representando 1 la peor PSS y 10 la mejor PSS):

10: Sin cambio.

9: Sin aglomeración, muy buena fluidez.

8: Sin aglomeración, buena fluidez.

7: Aglomeración muy baja; la aglomeración se puede dispersar mediante un golpe suave en un polvo fino.

15 6: Aglomeración muy baja; la aglomeración se puede dispersar mediante varios golpes en un polvo fino.

5: Aglomeración baja; la aglomeración se puede dispersar mediante presión a mano en un polvo fino.

4: Aglomeración baja; la aglomeración no se puede dispersar mediante presión a mano en un polvo fino

3: Aglomeración intensa en varios grumos grandes, el material se puede verter.

2: Aglomeración intensa en varios grumos grandes, el material no se puede verter.

20 1: Producto sinterizado en un grumo, volumen reducido.

Además, la PSS de CompPCC2-5 e InvPCC2-5 también se probó a 30°C durante 7 semanas según el método anterior; la PSS de una cualquiera de CompPCC2-5 durante el almacenamiento a 30°C durante 7 semanas era igual a 3; la PSS de una cualquiera de InvPCC2-5 durante el almacenamiento a 30°C durante 7 semanas era igual a 6.

Estabilidad química al almacenamiento (CSS)

25 La estabilidad química al almacenamiento (CSS) de la composición de revestimiento en polvo termoestable de la presente invención se determinó sobre TPCC. La TPCC se prueba con respecto a la lisura, $T_{\text{curado máximo}}$ y $T_{\text{curado inicial}}$. La lisura se describe bajo "Métodos para la medida de las propiedades de los revestimientos en polvo derivados del termocurado de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables preparadas en la presente". La lisura se determina sobre paneles preparados usando polvo recién elaborado y polvo almacenado bajo condiciones climatizadas controladas de 40°C durante 72 horas.
30

Se determinaron $T_{\text{curado máximo}}$ y $T_{\text{curado inicial}}$ según se describe en la presente sobre polvos recién preparados, polvo almacenado bajo condiciones climatizadas controladas de 40°C durante 72 horas.

35 Métodos para la medida de las propiedades de los revestimientos en polvo derivados del termocurado de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables preparadas en la presente.

Las propiedades de los revestimientos en polvo CompPC1-5 e InvPC1-5 derivados del termocurado de sus correspondientes composiciones de revestimiento en polvo termoestables (CompPCC1-5 e InvPCC1-5) se midieron sobre los paneles sobre los que estaban aplicados (véase además "Preparación de los revestimientos en polvo CompPC1-5 e InvPC1-5")
40

Lisura (fluencia)

La lisura (o también conocida en la técnica como fluencia) de revestimientos en polvo derivados de la cura de las correspondientes composiciones de revestimiento en polvo termoestables termocurables se determinó al comparar la lisura del revestimiento con paneles PCI Powder Coating Smoothness (ACT Test Panels Inc., APR22163 (A) Lote: 50708816) en un grosor de aproximadamente 80 μm . La relación de lisura es de 1 a 10, representando 1 el revestimiento más rugoso y representando 10 el revestimiento más liso.

Frotamientos dobles con acetona (ADR) de CompPC1-5 e Inv1-5, dichos revestimientos en polvo se derivaban del termocurado de la CompPCC1-5 e InvPCC1-5, respectivamente, a 120°C durante 20 min.

Por un frotamiento doble con acetona (ADR) se entiende un movimiento continuo atrás y adelante, en un tiempo del ciclo de aproximadamente un segundo, sobre la superficie de un revestimiento en polvo que tiene un grosor de aproximadamente 80 μm usando un paño algodón empapado en acetona, paño de algodón que cubre una cabeza de martillo que tiene un peso de aproximadamente 980 gramos y una superficie de contacto con el revestimiento en polvo de aproximadamente 2 cm^2 . Cada 10 frotamientos, el paño se empapó en acetona. La medida se llevó a cabo a temperatura ambiente, y se realizó sobre revestimientos que se dejaron a temperatura ambiente durante 24-48 horas; la medida se continuó bien hasta que el revestimiento se retirara y se registró el número de ADR al que se retiraba el revestimiento, o bien hasta que se alcanzaban 100 ADR. Un resultado presentado como 100 ADR indica que quedaba revestimiento después de 100 ADR; en el caso excepcional de que el revestimiento se retirara en la pasada 100ª, entonces este resultado se presenta como 100/0 ADR.

En caso de que se puedan querer realizar más de 100 ADR, se puede hacer aplicando la misma metodología y presentando según se describe en el caso de realizar un máximo de 100 ADR.

Cada uno de los revestimientos en polvo de CompPC1-5 e InvPC1-5 tenía 100 ADR (condiciones de curado de sus correspondientes composiciones de revestimiento en polvo 120°C/20 min); por lo tanto, las composiciones de revestimiento en polvo termoestables de la invención InvPCC1-5 eran termocurables a bajas temperaturas, siendo así adecuadas para revestir artículos termosensibles.

Síntesis de resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, siendo dichas resinas una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa

La Tabla 1 presenta los monómeros usados para la preparación de las resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, siendo dichas resinas una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfa, y las propiedades de dichas resinas.

Se prepararon poliésteres insaturados (UR1-UR3) que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico amorfos.

Todas las resinas de poliéster insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico (UR1-UR3) preparadas en la presente eran sólidas a temperatura ambiente y a presión atmosférica.

UR1

Un recipiente reactor equipado con un termómetro, un agitador y un dispositivo de destilación se cargó con un catalizador de estaño (ácido butilestanoico, 1,0 g) y los monómeros para la primera etapa (ácido tereftálico (553,7 g; 3,33 mol), neopentilglicol (443,4 g; 4,26 mol) y trimetilolpropano (44,1 g; 0,33 mol) que se listan en la Tabla 1. A continuación se aplicó agitación y un flujo ligero de nitrógeno se hizo pasar sobre la mezcla de reacción mientras la temperatura se elevaba hasta 220°C. Una vez que la temperatura alcanzaba 220°C, dicha temperatura se mantuvo hasta un índice de acidez de aproximadamente 10 mg de KOH/g de resina y no se liberaba agua. Posteriormente, la mezcla de reacción se enfrió hasta 180°C; una vez que la temperatura alcanzaba 180°C, se añadió ácido fumárico (112,5 g; 0,97 mol) junto con una pequeña cantidad de inhibidor de radicales (2-t-butilhidroquinona, 0,1 g) a una temperatura de 180°C seguido por esterificación a 205°C (segunda etapa). Cuando se alcanzaba un índice de acidez de menos de aproximadamente 15 mg de KOH/g de resina, se llevaba a cabo la tercera etapa de la preparación del poliéster bajo presión reducida a 205°C hasta que se alcanzaba un índice de acidez de aproximadamente 5 mg de KOH/g de resina. Se liberó el vacío y el reactor se enfrió hasta 185°C. El índice de acidez de la resina se llevó por debajo de 5 mg de KOH/g de resina a través de la reacción de los restantes grupos ácido de la resina con neodecanoato de 2,3-epoxipropilo (8,6 g). La reacción entre el epoxi y los grupos ácido de la resina continuó durante al menos 30 minutos hasta que la resina alcanzaba un índice de acidez e hidroxilo como los divulgados en la Tabla 1. Posteriormente, el poliéster se descargó sobre un papel de aluminio mantenido a temperatura ambiente.

UR2

Un recipiente reactor equipado con un termómetro, un agitador y un dispositivo de destilación se cargó con un catalizador de estaño (ácido butilestannoico, 1,0 g) y los monómeros para la primera etapa (ácido tereftálico (631,6 g; 3,80 mol), trimetilolpropano (45,1 g; 0,34 mol) y propilenglicol (362,2 g; 4,76 mol) que se listan en la Tabla 1. A continuación se aplicó agitación y un flujo ligero de nitrógeno se hizo pasar sobre la mezcla de reacción mientras la temperatura se elevaba hasta 220°C. Una vez que la temperatura alcanzaba 220°C, dicha temperatura se mantuvo hasta un índice de acidez de aproximadamente 10 mg de KOH/g de resina y no se liberaba agua. Posteriormente, la mezcla de reacción se enfrió hasta 180°C; una vez que la temperatura alcanzaba 180°C, se añadió ácido fumárico (114,0 g; 0,92 mol) junto con una pequeña cantidad de inhibidor de radicales (2-t-butilhidroquinona, 0,1 g) a una temperatura de 180°C seguido por esterificación a 205°C (segunda etapa). Cuando se alcanzaba un índice de acidez de menos de aproximadamente 15 mg de KOH/g de resina, se llevaba a cabo la tercera etapa de la preparación del poliéster bajo presión reducida a 205°C hasta que se alcanzaba un índice de acidez de aproximadamente 5 mg de KOH/g de resina. Se liberó el vacío y el reactor se enfrió hasta 185°C. El índice de acidez de la resina se llevó por debajo de 5 mg de KOH/g de resina a través de la reacción de los restantes grupos ácido de la resina con neodecanoato de 2,3-epoxipropilo (17,2 g). La reacción entre el epoxi y los grupos ácido de la resina continuó durante al menos 30 minutos hasta que la resina alcanzaba un índice de acidez e hidroxilo como los divulgados en la Tabla 1. Posteriormente, el poliéster se descargó sobre un papel de aluminio mantenido a temperatura ambiente.

UR3

Un recipiente reactor equipado con un termómetro, un agitador y un dispositivo de destilación se cargó con un catalizador de estaño (ácido butilestannoico, 1,0 g) y los monómeros para la primera etapa (ácido isoftálico (320,1 g; 1,93 mol), neopentilglicol (314,5 g; 3,02 mol) y bisfenol A hidrogenado (270,1 g; 1,12 mol) que se listan en la Tabla 1. A continuación se aplicó agitación y un flujo ligero de nitrógeno se hizo pasar sobre la mezcla de reacción mientras la temperatura se elevaba hasta 220°C. Una vez que la temperatura alcanzaba 220°C, dicha temperatura se mantuvo hasta un índice de acidez de aproximadamente 10 mg de KOH/g de resina y no se liberaba agua. Posteriormente, la mezcla de reacción se enfrió hasta 180°C; una vez que la temperatura alcanzaba 180°C, se añadió ácido fumárico (231,6 g; 2,0 mol) junto con una pequeña cantidad de inhibidor de radicales (2-t-butilhidroquinona, 0,1 g) a una temperatura de 180°C seguido por esterificación a 205°C (segunda etapa). Cuando se alcanzaba un índice de acidez de menos de aproximadamente 15 mg de KOH/g de resina, se llevaba a cabo la tercera etapa de la preparación del poliéster bajo presión reducida a 205°C hasta que se alcanzaba un índice de acidez de aproximadamente 5 mg de KOH/g de resina. Se liberó el vacío y el reactor se enfrió hasta 185°C. El índice de acidez de la resina se llevó por debajo de 5 mg de KOH/g de resina a través de la reacción de los restantes grupos ácido de la resina con neodecanoato de 2,3-epoxipropilo (4,3 g). La reacción entre el epoxi y los grupos ácido de la resina continuó durante al menos 30 minutos hasta que la resina alcanzaba un índice de acidez e hidroxilo como los divulgados en la Tabla 1. Posteriormente, el poliéster se descargó sobre un papel de aluminio mantenido a temperatura ambiente.

Síntesis de resinas de uretano con funcionalidad vinilo, siendo dichas resinas resinas de uretano con funcionalidad éter vinílico

Se prepararon resinas de uretano con funcionalidad vinilo (VFUR) amorfas y cristalinas y se usaron como agentes de curado en las composiciones de revestimiento en polvo termoestables preparadas en la presente.

La Tabla 2 presenta los monómeros usados para la preparación de VFUR1-VFUR3 y las propiedades de dichas resinas.

VFUR1 y VFUR2 eran resinas de uretano con funcionalidad vinilo cristalinas mientras que VFUR3 era una resina de uretano con funcionalidad vinilo amorfa.

VFUR1 y VFUR2

Un recipiente reactor equipado con un termómetro y un agitador se cargó con un catalizador de estaño (dilaurato de dibutilestano, 0,1 g) y los monómeros para la primera etapa que se listan en las Tablas 2. A continuación se aplicó agitación y un flujo ligero de nitrógeno se hizo pasar sobre la mezcla de reacción mientras la temperatura se elevaba hasta 60°C. Posteriormente, para la segunda etapa, se dosificó un isocianato como el listado en las Tablas 2 de modo que la mezcla de reacción se mantuviera por debajo de 120°C durante la adición. Después de que se dosificara todo el isocianato, la temperatura se mantuvo o fijó a 120°C y se mantuvo a esta temperatura durante aproximadamente media hora. La temperatura se mantuvo a 120°C y se aplicó vacío para retirar todas las materias volátiles. Después del vacío, el contenido del recipiente se descargó.

VFUR3

Un recipiente reactor equipado con un termómetro, un agitador y un dispositivo de destilación para la retirada del agua formada durante la síntesis se cargó con un catalizador de estaño (ácido butilestannoico, 0,5 g) y los monómeros para la primera etapa (excepto 4-hidroxibutil-vinil-éter) que se listan en las Tablas 2. A continuación se aplicó agitación y un flujo ligero de nitrógeno se hizo pasar sobre la mezcla de reacción mientras la temperatura se elevaba hasta 220°C. La temperatura se mantuvo a 220°C hasta que se alcanzaba un índice de acidez de aproximadamente 10 mg de KOH/g de resina y no se liberaba agua. Posteriormente, la temperatura se redujo hasta 120°C y como último monómero de la primera etapa se añadieron el 4-hidroxibutil-vinil-éter y un catalizador de estaño (dilaurato de dibutilestano, 0,5 g) a una temperatura de 120°C. Posteriormente, para la segunda etapa, se dosificó el isocianato que se lista en las Tablas 2 de modo que la mezcla de reacción se mantuviera por debajo de 120°C durante la adición. Después de que se dosificara todo el isocianato, la temperatura se mantuvo o fijó a 120°C y se mantuvo a esta temperatura durante aproximadamente media hora. La temperatura se mantuvo a 120°C y se aplicó vacío para retirar todas las materias volátiles. Después del vacío, el contenido del recipiente se descargó.

Preparación de composiciones de revestimiento en polvo termoestables: Procedimiento general

La Tabla 3 presenta las composiciones de las composiciones de revestimiento en polvo termoestables InvPCC1-5 y CompPCC1-5 junto con sus propiedades.

Los componentes usados para preparar la TPCC mostrada en la Tabla 3 se describen a continuación en la presente:

Resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, UR1-UR3;

Resinas de uretano con funcionalidad vinilo, VFUR1-VFUR3;

Perkadox® L-W75 (suministrado por AkzoNobel Polymer Chemicals) es una mezcla sólida de BPO y agua en la que la cantidad de BPO es 75% p/p sobre la mezcla sólida; el agua es el material portador para el BPO. Perkadox® L-W75 se usó como el primer iniciador de radicales térmico en CompPCC1-5.

TC-R 3020 [suministrado por AkzoNobel Polymer Chemicals; el nombre del producto corresponde a la muestra experimental proporcionada por AKZO] es una mezcla sólida de 4-MBPO y agua en la que la cantidad de 4-MBPO es 75% p/p sobre la mezcla sólida; el agua es el material portador para 4-MBPO. TC-R 3020 se usó como el primer iniciador de radicales térmico en InvPCC1-5.

Kronos® 2310 (suministrado por Kronos Titan GmbH) es dióxido de titanio y se usó como un pigmento.

La *terc*-butilhidroquinona (suministrada por Sigma-Aldrich) se usó como un inhibidor.

Resiflow® PV-5 (suministrado por Worlée-Chemie GmbH) se usó como un agente de control de la fluencia.

Byk®-361 (suministrado por Byk) se usó como un agente de control de la fluencia.

Martinal® ON310 (suministrado por Martinswerk GmbH) es hidróxido de aluminio [Al(OH)₃] y se usó como una carga.

Aquí, necesita destacarse que los siguientes pares de ejemplos de TPCC mostrados en la Tabla 3 tienen una cantidad equivalente de moles de iniciador per g de TPCC: InvPCC1 y CompPCC1; InvPCC2 y CompPCC2; InvPCC3 y CompPCC3; InvPCC4 y CompPCC4; InvPCC5 y CompPCC5.

Las composiciones de revestimiento en polvo termoestables se prepararon al mezclar en primer lugar en un mezclador la resina insaturada que comprende insaturación etilénica (UR) y la resina de uretano con funcionalidad vinilo usada como agente de curado, en una relación 90/10 (UR/VFUR); posteriormente, dicha mezcla se extruyó en una extrusora de doble tornillo PRISM TSE16 PC a 120°C con una velocidad de los tornillos de 200 rpm y un momento de torsión mayor de 90%. El producto extruido de UR y VFUR obtenido se dejó enfriar hasta temperatura ambiente y se rompió en trozos. Posteriormente, el producto extruido de UR y VFUR se puso en una mezcladora, junto con todos los otros componentes de la pintura, incluyendo la VFUR restante, elaborando las formulaciones que se listan en la Tabla 3; posteriormente, la mezcla obtenida se extruyó en una extrusora de doble tornillo PRISM TSE16 PC a 65°C con una velocidad de los tornillos de 200 rpm y un momento de torsión mayor de 90%. El producto extruido se dejó enfriar a temperatura ambiente y se rompió en trozos. A continuación, estos trozos se trituraron en un molino ultracentrífugo a 14.000 rpm y se tamizaron en un tamiz Retsch ZM100. La fracción del tamiz con tamaño de partícula por debajo de 90 µm se recogió (por medio de un aparato de tamizado Fritsch Analysette Spartan

ES 2 661 250 T3

equipado con un tamiz de 90 micras, tamizado realizado durante 15 minutos con 2,5 mm de amplitud) y se usó en los Ejemplos.

Preparación de los revestimientos en polvo CompPC1-5 e InvPC1-5

- 5 Las composiciones de revestimiento en polvo termoestables CompPCC1-5 e InvPCC1-5 preparadas en la presente se rociaron electrostáticamente (pistola de rociadura en corona, 60 kV) sobre paneles de prueba de aluminio (paneles de prueba tipo AL36) a temperatura ambiente para dar un grosor de revestimiento durante el curado de $80 \pm 5 \mu\text{m}$ y se curaron a 120°C durante 10 minutos en un horno de circulación de aire (Heraeus Instruments UT6120) proporcionando revestimientos en polvo CompPC1-5 e InvPC1-5 de color blanco, respectivamente.
- 10 A menos que se indique otra cosa (véase Frotamientos dobles con acetona (ADR) de CompPC1-5 e Inv1-5), las condiciones de curado (120°C durante 10 minutos en un horno de circulación de aire) de la CompPCC1-5 e InvPCC1-5 eran aquellas a las que se valoraban las propiedades de la CompPC1-5 e InvPC1-5.

Tabla 1: Composición y caracterización de las resinas insaturadas que comprenden insaturaciones etilénicas, cada una de las cuales es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.

UR	UR1	UR2	UR3
Monómeros primera etapa			
Ácido isoftálico (mol)			1,93
Ácido tereftálico (mol)	3,33	3,80	
Neopentilglicol (mol)	4,26		3,02
Trimetilolpropano (mol)	0,33	0,34	
1,2-Propilenglicol (mol)		4,76	
Bisfenol A hidrogenado (mol)			1,12
Monómeros segunda etapa			
Ácido fumárico (mol)	0,97	0,98	2,00
Total (mol)	8,89	9,88	8,07
Monómeros primera etapa			
Ácido isoftálico (g)			320,1
Ácido tereftálico (g)	553,7	631,6	
Neopentilglicol (g)	443,4		314,5
Trimetilolpropano (g)	44,1	45,1	
1,2-Propilenglicol (g)		362,2	
Bisfenol A hidrogenado (g)			270,1
Monómeros segunda etapa			
Ácido fumárico (mol)	112,5	114,0	231,6
Peso total (g)	1153,7	1152,9	1136,3
Agua formada durante la síntesis (g)	153,7	152,9	136,3
Peso (g) de UR producida	1000,0	1000,0	1000,0
Caracterización de UR			
Amorfa o cristalina	amorfa	amorfa	amorfa
Valores teóricos			
AV (mg de KOH/g de UR)	5,0	5,0	5,0
OHV (mg de KOH/g de UR)	55,3	59,9	29,9
Funcionalidad (f)	2,9	2,8	2,0
M _n (Da)	2723	2458	3214
WPU (g/mol)	1028	1000	500
Valores medidos			
WPU (g/mol)	1130	1116	536
T _g (°C)	47	55	53
Viscosidad (Pa.s) @ 160°C	21,2	45,1	41,1
AV (mg de KOH/g de UR)	3,1	1,0	4,7
OHV (mg de KOH/g de UR)	42,7	52,6	35,7

5 Tabla 2: Composición y caracterización de las resinas de uretano con funcionalidad vinilo usadas como agentes de curado en la TPCC mostrada en los Ejemplos; cada una de las resinas de uretano con funcionalidad vinilo es una resinas de uretano con funcionalidad éter vinílico

ES 2 661 250 T3

VFUR	VFUR1	VFUR2	VFUR3
Monómeros primera etapa			
Ácido isoftálico (mol)			1,00
Neopentilglicol (mol)			1,00
Bisfenol A hidrogenado (mol)			1,00
Hexanodiol (mol)		0,53	
4-Hidroxibutil-vinil-éter (mol)	5,00	4,25	2,00
Monómeros segunda etapa			
Diisocianato de isoforona (mol)			2,00
Diisocianato de hexametileno (mol)	2,50	2,64	
Total (mol)	7,50	7,42	7,00
Peso total (g)	1000,0	1000,0	1187,6
Agua formada durante la síntesis (g)			36,1
Peso (g) de VFUR producida	1000,0	1000,0	1151,5
Caracterización de UR			
Amorfa o cristalina	cristalina	cristalina	amorfa
Valores teóricos			
M _n (Da)	400	470	1152
WPU (g/mol)	200	237	576
Valores medidos			
WPU (g/mol)	202	223	623
T _g (°C)	n.r.	n.r.	41
T _c (°C)	76	78	n.a.
ΔH _c (J/g)	153	161	n.a.
T _m (°C)	99	96	n.a.
ΔH _m (J/g)	158	153	n.a.
Viscosidad (Pa.s) @ 160°C	<0,1	<0,1	3,9
AV (mg de KOH/g de UR)	0,0	0,0	0,5
OHV (mg de KOH/g de UR)	0,0	0,0	1,0

Tabla 3: Composición y propiedades de composiciones de revestimiento en polvo termoestables y revestimientos en polvo de los mismos comparativos y de la invención

Composición de revestimiento en polvo termoestable (TPPC)	InvPCC1	CompPCC2	InvPCC2	CompPCC2	InvPCC3	CompPCC3	InvPCC4	CompPCC4	InvPCC5	CompPCC5
UR1 (g)	74,3	74,3								
UR2 (g)			81,0	81,0	81,0	81,0				
UR3 (g)							72,9	72,9	72,9	72,9
VFUR1 (g)							27,1	27,1	27,1	27,1
VFUR2 (g)			19,0	19,0	19,0	19,0				
VFUR3 (g)	25,7	25,7								
Perkadox L-W75 (contiene BPO) (g)		3,0		6,5		6,5		3,2		3,2
TC-R-3020 (contiene 4-MBPO) (g)	3,3		7,2		7,2		3,6		3,6	
Kronos 2310 (g)			50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	49,9	49,9
terc-butilhidroquinona (g)	0,050	0,050	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Resiflow PV5 (g)			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Byk-361 (g)	0,5	0,5								
Martinal ON310 (g)			20,1	20,1	20,0	20,0			40,0	40,0
Lanco TF1830 (g)					1,5	1,5				
Cantidad total (g) de UR y VFUR	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cantidad total (g) de la TPCC	103,9	103,6	179,3	178,5	180,7	180,0	155,6	155,2	195,6	195,2
Cantidad de iniciador de radicales térmico (pph)	2,47	2,25	5,40	4,87	5,40	4,87	2,70	2,40	2,70	2,40
Cantidad de iniciador de radicales térmico (mmol/kg de UR+VFUR)	92	92	200	200	200	200	100	100	100	100

Tabla 3: continuación

Propiedades de TPCC	InvPCC1	CompPCC1	InvPCC2	CompPCC2	InvPCC3	CompPCC3	InvPCC4	CompPCC4	InvPCC5	CompPCC5
Tg (°C)	44	42	44	42	44	39	43	46	44	47
Producto extruible	Si	Si	Yes	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Termocurable a baja temperatura	Si	Si								
Sensibilidad de TPCC a la inhibición por aire superficial (S)	0,95	1,41	0,83	1,09	0,77	1,26	1,16	1,41	1,24	1,64
PSS durante el almacenamiento a 23°C durante 7 semanas	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6
ΔH_{Curado} (J/g) (asociada a la reactividad)	59	51	82	77	82	74	101	91	81	75

Como se puede apreciar a partir de la Tabla 3, los siguientes pares de ejemplos de TPCC mostrados en la Tabla 3 tienen una cantidad igual de moles de iniciador de radicales térmico:

- a) InvPCC1 y CompPCC1 [cantidad de iniciador de radicales térmico 92 mmol/kg UR1+VFUR3];
- b) InvPCC2 y CompPCC2 [cantidad de iniciador de radicales térmico 200 mmol/kg UR2+VFUR2]
- 5 c) InvPCC3 y CompPCC3 [cantidad de iniciador de radicales térmico 200 mmol/kg UR2+VFUR2];
- d) InvPCC4 y CompPCC4 [cantidad de iniciador de radicales térmico 100 mmol/kg UR3+VFUR1];
- e) InvPCC5 y CompPCC5 [cantidad de iniciador de radicales térmico 100 mmol/kg UR3+VFUR1].

En el contexto de esta invención, y a fin de evaluar las diversas propiedades mencionadas en la presente, la CompPCC1 era la composición comparable a TPCC, para la InvPCC1, debido a que dicha CompPCC1 comprendía BPO en lugar de MBPO como un primer iniciador de radicales térmico y por otra parte la cantidad de moles de BPO en la CompPCC1 era igual a la cantidad de moles de MBPO en la InvPCC1; como para el resto de los componentes de cada una de la CompPCC1 y la InvPCC1, dichos componentes eran iguales y estaban contenidos en las mismas cantidades en cada una de dichas composiciones. Igualmente, CompPCC2 era la composición comparable a TPCC para la InvPCC2; la CompPCC3 era la composición comparable a TPCC para la InvPCC3; la CompPCC4 era la composición comparable a TPCC para la InvPCC4; la CompPCC5 era la composición comparable a TPCC para la InvPCC5.

Cada una de InvPCC1-5 y CompPCC1-5 eran termocurables a bajas temperaturas puesto que sus correspondientes revestimientos en polvo (InvPC1-5 y CompPC1-5) derivados con el curado de la InvPCC1-5 y la CompPCC1-5 a 120°C durante 20 min tenían 100 ADR.

Además de los resultados sobre las propiedades mostradas en la Tabla 3, las CSS de CompPCC1 e InvPCC1 se evaluaron según el método descrito en la presente,

Los resultados de CSS de CompPCC1 eran:

Temperatura inicial antes del almacenamiento:	111°C
Temperatura inicial durante el almacenamiento:	114°C
Temperatura máxima antes del almacenamiento:	121°C
Temperatura máxima durante el almacenamiento:	123°C

La lisura (fluencia) de CompPC1 no estaba afectada por el almacenamiento a 40°C durante 72 horas; la lisura de CompPC1 antes del almacenamiento (40°C durante 72 horas) era PCI 2 y seguía siendo PCI 2 durante el almacenamiento (40°C durante 72 horas).

Aquí, necesita destacarse que CompPCC1 es un duplicado del ejemplo 3,3 (Tabla 7) divulgado en el documento WO 2010/052293.

Los resultados de CSS de InvPCC1 eran:

Temperatura inicial antes del almacenamiento:	110°C
Temperatura inicial durante el almacenamiento:	110°C
Temperatura máxima antes del almacenamiento:	117°C
Temperatura máxima durante el almacenamiento:	117°C

La lisura (fluencia) de InvPC1 no estaba afectada por el almacenamiento a 40°C durante 72 horas; la lisura de InvPC1 antes del almacenamiento (40°C durante 72 horas) era PCI 2 y seguía siendo PCI 2 durante el almacenamiento (40°C durante 72 horas).

A partir de estos datos de CSS, está claro que el cambio en $T_{\text{curado inicial}}$ de la InvPCC1 antes y después del almacenamiento a 40°C durante 72 horas era inferior que el cambio en la $T_{\text{curado inicial}}$ de CompPCC1; así InvPCC1 tenía una CSS mejorada sobre la CompPCC1.

En vista de los resultados mostrados en la Tabla 3 y los resultados relativos a la CSS, solo las composiciones de revestimiento en polvo termoestables según la invención de la reivindicación 1 (InvPCC1-5) combinaban sorprendentemente una serie de propiedades tales como dichas:

- i) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables eran termocurables;
- 5 ii) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables eran menos sensibles a la inhibición por aire superficial sin la necesidad de ceras o agentes curativos reactivos con oxígeno, ya que cada una de la InvPCC1-5 tenían valores de S significativamente menores cuando se comparaban con los valores de S de su CompPCC1-5 comparable; más específicamente:
 - a) el valor de S para la InvPCC1 era 67,4% del valor de S para la CompPCC1;
 - 10 b) el valor de S para la InvPCC2 era 76,1% del valor de S para la CompPCC2;
 - c) el valor de S para la InvPCC3 era 61,1% de el valor de S para la CompPCC3;
 - d) el valor de S para la InvPCC4 era 82,3% de el valor de S para la CompPCC4;
 - e) el valor de S para la InvPCC5 era 75,6% de el valor de S para la CompPCC5;
- 15 iii) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables tenían estabilidad química al almacenamiento mejorada (por la razones explicadas anteriormente en la presente);
- iv) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables tenían estabilidad física al almacenamiento mejorada ya que cada una de las InvPCC1-5 tenía valores de PSS superiores cuando se comparaban con los valores de PSS de su CompPCC1-5 comparable (véase la definición para "estabilidad física al almacenamiento mejorada");
- 20 v) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables eran extruibles;
- vi) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables eran termocurables a bajas temperaturas, así eran adecuadas para revestir artículos termosensibles;
- vii) las composiciones de revestimiento en polvo termoestables tenían reactividad mejorada puesto que cada una de las InvPCC1-5 tenía valores de ΔH_{curado} superiores cuando se comparaba con los valores de ΔH_{curado} de su CompPCC1-5 (véase la definición para "reactividad mejorada").
- 25

Especialmente, la combinación única de las propiedades ii), iii), iv), v), vi) y vii) alcanzada por las composiciones de revestimiento en polvo termoestables según la invención de la reivindicación 1 era particularmente sorprendente, contribuyendo al mismo tiempo a una gran cantidad de avance de la tecnología de los revestimientos en polvo termoestables.

Por lo tanto, como se puede observar a partir de los Ejemplos en la Tabla 3 y los resultados de CSS, se pueden preparar composiciones de revestimiento en polvo termoestables que combinan la serie de propiedades i)-vii) mencionadas en el párrafo precedente solamente a partir de una composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 1.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de revestimiento en polvo termoestable que comprende:

(A) una resina insaturada que comprende insaturaciones etilénicas (UR), que es un polímero insaturado que tiene i) y ii):

5 i) un peso molecular medio numérico teórico (M_n) de al menos 200 y como mucho 20000 Da, y

ii) insaturaciones etilénicas que son insaturaciones de doble enlace carbono-carbono de configuración *cis* o *trans* y no incluyen insaturaciones aromáticas, triples enlaces carbono-carbono, insaturaciones carbono-heteroátomo;

y

10 en donde la UR se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, resinas acrílicas, poliuretanos, resinas epoxídicas, poliamidas, poliesteramidas, policarbonatos, poliureas y mezclas de los mismos;

y

15 (B) un iniciador de radicales térmico que comprende un primer iniciador de radicales térmico, en donde el primer iniciador de radicales térmico es un peróxido de benzoílo sustituido con metilo.

2. La composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 1, en la que el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(2-metilbenzoílo), peróxido de bis-(3-metilbenzoílo), peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 3-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos.

20 3. La composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 1, en la que el primer iniciador de radicales térmico se selecciona del grupo que consiste en peróxido de bis-(4-metilbenzoílo), peróxido de (2-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo), peróxido de (3-metilbenzoílo, 4-metilbenzoílo) y mezclas de los mismos.

25 4. La composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 1, en la que el primer iniciador de radicales térmico es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo).

5. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la cantidad de iniciador de radicales térmico es al menos 0,1 y como mucho 20 pph.

30 6. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la cantidad de iniciador de radicales térmico es al menos 0,1 y como mucho 15,2 pph.

35 7. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la cantidad de iniciador de radicales térmico es al menos 2 y como mucho 9 pph.

8. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que el iniciador de radicales térmico comprende el primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 10% p/p basado en la cantidad total del iniciador de radicales térmico.

40 9. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que el iniciador de radicales térmico comprende el primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 50% p/p basado en la cantidad total del iniciador de radicales térmico.

45 10. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que el iniciador de radicales térmico comprende el primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 90% p/p basada en la cantidad total del iniciador de radicales térmico.

50 11. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que la UR se selecciona del grupo que consiste en resinas de poliéster, poliuretanos, poliamidas, poliesteramidas, poliureas y mezclas de los mismos.

12. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en la que las insaturaciones etilénicas de la UR son insaturaciones etilénicas de diácido.

13. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas.
- 5 14. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido.
15. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en la que la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de ácido 2-butenodioico.
- 10 16. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, que comprende además: (C) un agente de curado y/o (D) un acelerador y/o (E) un coacelerador y/o (F) un inhibidor.
- 15 17. La composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 16, en la que la cantidad de inhibidor es al menos 0,025 y como mucho 0,20 pph.
- 20 18. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 16-17, en la que el agente de curado es una resina de uretano con funcionalidad vinilo seleccionada del grupo que consiste en resina de uretano con funcionalidad éter vinílico, resina de uretano con funcionalidad éster vinílico y mezclas de los mismos.
- 25 19. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 16-17, en la que el agente de curado es una resina de uretano con funcionalidad éter vinílico.
- 30 20. La composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-19, en la que
- la UR es una resina de poliéster insaturada que comprende insaturaciones etilénicas de diácido, y
 - el primer iniciador de radicales térmico es peróxido de bis-(4-metilbenzoílo) y
 - la cantidad de iniciador de radicales térmico es al menos 0,1 y como mucho 15,2 pph, y
 - el iniciador de radicales térmico comprende el primer iniciador de radicales térmico en una cantidad de al menos 50% p/p basado en la cantidad total del iniciador de radicales térmico.
- 35 21. La composición de revestimiento en polvo termoestable según la reivindicación 20, que comprende además:
- (C) un agente de curado, siendo dicho agente de curado una resina de uretano con funcionalidad éter vinílico, y
 - (D) un inhibidor.
- 40 22. Un procedimiento para elaborar una composición de revestimiento en polvo termoestable según una cualquiera de las reivindicaciones 1-21 que comprende las etapas de:
- a. mezclar los componentes de la composición de revestimiento en polvo termoestable para obtener una premezcla;
 - b. calentar la premezcla en una extrusora, para obtener un producto extruido;
 - 40 c. enfriar el producto extruido para obtener un producto extruido solidificado; y
 - d. triturar el producto extruido solidificado en partículas menores para obtener la composición de revestimiento en polvo termoestable.
- 45 23. Una composición de revestimiento en polvo termoestable curada derivada del curado de una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21.
24. Un artículo que tiene revestida sobre el mismo una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21.

25. Un artículo que tiene revestida y curada sobre el mismo una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21.

5 26. El artículo según una cualquiera de las reivindicaciones 24-25, en la que dicho artículo se selecciona del grupo que consiste en artículos termosensibles, artículos no termosensibles y combinaciones de los mismos.

27. Un procedimiento para elaborar un artículo revestido que comprende las etapas de:

- aplicar una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21 a un artículo según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 24-26;

10 - calentar y/o irradiar la composición de revestimiento en polvo termoestable durante un tiempo suficiente y a una temperatura adecuada para curar la composición de revestimiento en polvo termoestable, para obtener el artículo revestido.

28. Uso de:

15 - una composición de revestimiento en polvo termoestable según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21; o

- una composición de revestimiento en polvo termoestable curada según se define en la reivindicación 23; o

- un artículo según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 24-26;

20 en revestimientos en polvo, revestimientos en polvo para artículos termosensibles, revestimientos en polvo para artículos no termosensibles, impresión en 3D, aplicaciones automovilísticas, aplicaciones marinas, aplicaciones aeroespaciales, aplicaciones médicas, aplicaciones militares, aplicaciones deportivas/recreativas, aplicaciones arquitectónicas, aplicaciones de embotellado, aplicaciones domésticas, aplicaciones en maquinaria, aplicaciones en latas, aplicaciones en bobinas, aplicaciones energéticas, aplicaciones textiles y aplicaciones eléctricas.