

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 783**

51 Int. Cl.:

C09D 5/18 (2006.01)

C09K 21/14 (2006.01)

E04B 1/94 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2021** **PCT/EP2021/059787**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2021** **WO21219394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2021** **E 21717916 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 4143264**

54 Título: **Recubrimiento intumesciente con flexibilidad en frío mejorada**

30 Prioridad:

30.04.2020 EP 20172245

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

24.10.2024

73 Titular/es:

RÖHM GMBH (100.0%)
Deutsche-Telekom-Allee 9
64295 Darmstadt, DE

72 Inventor/es:

KLEIN, ALEXANDER y
LOTZ, JANOS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 983 783 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

Recubrimiento intumescente con flexibilidad en frío mejorada

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo sistema de reacción para recubrimiento intumescente. Los recubrimientos intumescentes se utilizan especialmente para la protección contra incendios de componentes metálicos, tales como vigas, en la construcción de edificios. A este respecto, en caso de incendio, estos recubrimientos se espuman reactivamente y forman así sobre el soporte metálico una capa aislante ignífuga con baja conductividad térmica, y el aislamiento resultante retrasa el fallo prematuro inducido térmicamente de dicho componente.

A este respecto, la presente invención se refiere en particular a sistemas de resina con flexibilidad en frío mejorada, que garantizan una buena adhesión del metal y resistencia al impacto incluso a bajas temperaturas evitando al mismo tiempo los componentes poliméricos que de otro modo serían habituales en sistemas de resina.

Estado de la técnica

Una primera generación de sistemas de recubrimiento intumescentes se basaba en resinas termoplásticas de alto peso molecular a base de (met)acrilatos y/o monómeros vinílicos y requería una alta proporción de disolvente o agua para su aplicación sobre superficies metálicas. Debido a la alta proporción de disolvente, describiéndose también sistemas acuosos, estos sistemas requieren tiempos de secado correspondientemente largos.

Habitualmente, los recubrimientos intumescentes se aplican *in situ* durante la fase de construcción. Sin embargo, antes de la entrega en el sitio de construcción, sería preferible realizar las aplicaciones fuera del mismo, ya que pueden realizarse en condiciones controladas. Un secado lento da como resultado, no obstante, un tiempo de procesamiento poco económico e ineficaz. A este respecto, los tiempos de procesamiento largos son especialmente importantes, dado que la resina debe aplicarse desde diferentes lados, uno tras otro, y secarse en cada caso, para obtener un recubrimiento completo.

Los recubrimientos intumescentes a base de epoxi se utilizan preferentemente en la industria en alta mar. Se caracterizan por una buena resistencia al envejecimiento y tiempos de secado relativamente cortos. También se han investigado intensamente los sistemas de poliuretano. Estos se caracterizan, también, por un tiempo de secado relativamente corto y una buena resistencia al agua. Sin embargo, en este caso las pruebas con fuego resultaron negativas porque el recubrimiento no presenta una buena adherencia al acero. Pueden consultarse detalles en Development of alternative technologies for off-site applied intumescent, Longdon, P.J., Comisión Europea, [Informe] EUR (2005), EUR 21216, 1-141.

Otra generación de recubrimientos intumescentes se basa en resinas reactivas de (met)acrilato. La aplicación de las mismas tiene la gran ventaja de que en este caso no se requieren disolventes, sino que la resina se endurece, en comparación, de forma relativamente rápida después de la aplicación. De esta forma se obtiene no solo un procesamiento más rápido, sino también, en particular, una menor proporción de componentes volátiles residuales en el recubrimiento aplicado. Estos sistemas de recubrimiento intumescente se divulgaron en primer lugar en el documento EP 1 636 318.

Una mejora adicional de los sistemas basados en (met)acrilato se divulga, por ejemplo, en el documento EP 2 171 004. Esta se caracteriza por una proporción particularmente alta de grupos ácidos para mejorar la adherencia al metal.

En el documento EP 2 171 005 se divulga un perfeccionamiento de dicho sistema. Este se caracteriza especialmente por la copolimerización de diácidos o ácidos copolimerizables con un grupo espaciador. De esta forma puede mejorarse adicionalmente la adherencia al metal.

Sin embargo, todos estos sistemas aún requieren mejoras adicionales. Así, los grados de libertad con respecto a las posibilidades de formulación están muy limitados. Además, se pueden aplicar exclusivamente capas relativamente gruesas. La combinación de estas desventajas da lugar también, por ejemplo, a que la altura de la espuma se pueda ajustar previamente solo en una medida reducida en caso de necesidad o en caso de incendio.

Además, también existen desventajas resultantes del procedimiento de fabricación, relativamente complejo, de las resinas. Lo que tienen en común todos los sistemas de (met)acrilato descritos en el estado de la técnica, por lo demás muy ventajosos, es que el polímero termoplástico sólido contenido en la resina se fabrica en primer lugar por separado, después se disuelve en los componentes monoméricos, se preformula con aditivos y finalmente, poco antes de la aplicación, se realiza su formulación final como un sistema de dos componentes 2C. Esta cadena de procesos es relativamente compleja y existe un gran interés en simplificarla.

En la solicitud de patente europea con el número de solicitud 20162308.9 se divulgan sistemas de resina producidos mediante un procedimiento novedoso. En este procedimiento se polimeriza una mezcla monomérica hasta un grado de polimerización máximo del 70%. A este respecto, la temperatura de transición vítrea del componente polimérico a base de metacrilato formado es de -20 °C a 23 °C y, por lo tanto, es significativamente inferior a la descrita en el estado de la técnica mencionado anteriormente. Sin embargo, la flexibilidad en frío de estos sistemas sigue siendo limitada, especialmente cuando se utilizan exclusivamente componentes poliméricos de (met)acrilato.

El documento EP 2 154 191 A1 describe una composición ignífuga que se dispone entre dos placas transparentes para proporcionar propiedades ignífugas, resistencia al impacto y una buena unión entre las placas. La composición ignífuga no contiene ningún componente que actúe como agente espumante.

El documento WO 2006/055377 A1 describe una composición polimérica que presenta propiedades ignífugas.

El documento DE 10 2006 056 403 A1 describe una masa de recubrimiento intumesciente de resina epoxi multicomponente para protección contra incendios, que contiene una resina epoxi y un componente endurecedor.

Objetivo

Con respecto al estado de la técnica, la presente invención tenía como objetivo proporcionar un sistema de resina reactiva particularmente flexible en frío para la producción de recubrimientos intumescentes a base de (met)acrilato con una resistencia al impacto mejorada que pueda aplicarse fuera del sitio de construcción.

A este respecto, era necesario un proceso de producción simplificado para un sistema de resina reactiva para recubrimientos intumescentes, en el que, en comparación con el estado de la técnica, se pueda prescindir de la introducción energéticamente costosa de un componente polimérico de (met)acrilato sólido.

Además, el objetivo era proporcionar una formulación novedosa para un recubrimiento 2C intumesciente que, además de una muy buena adherencia al metal y una sencilla procesabilidad, también permita grados de libertad adicionales en cuanto a la introducción de aditivos y el ajuste de un posterior control de la formación de espuma, especialmente en lo que respecta al preajuste de alturas de espuma posteriores y de la calidad de la espuma, tal como, por ejemplo, una proporción particularmente elevada de espuma de poro cerrado.

Otros objetivos no enumerados explícitamente pueden desprenderse de la descripción o de los ejemplos, así como del contexto general de la invención.

Obtención de objetivos

Estos objetivos se logran mediante una nueva formulación intumesciente o, respectivamente, un sistema de resina reactiva para tales formulaciones intumescentes y de los recubrimientos producidos por medio de las mismas. En particular, la invención se refiere a formulaciones intumescentes líquidas espumables que comprenden un sistema de resina, caracterizándose este sistema de resina por que contiene al menos un primer polímero con un peso molecular promedio en masa M_n de entre 1.500 y 35.000 g/mol y una temperatura de transición vítrea inferior a 15 °C, al menos un monómero vinílico y al menos un componente que actúa como agente espumante a una temperatura superior a 200 °C. A este respecto, un recubrimiento producido a partir de estas formulaciones intumescentes se puede endurecer mediante polimerización. Además, las formulaciones intumescentes según la invención se caracterizan por que antes del inicio de dicha polimerización no presentan ningún componente con función ácida y simultáneamente un peso molecular superior a 1.500 g/mol.

Este primer polímero presenta preferentemente una funcionalidad copolimerizable con monómeros vinílicos. Mediante esta funcionalidad, la cadena polimérica se incorpora a la cadena polimérica vinílica formada durante la polimerización cuando la resina reactiva se endurece. A este respecto, el primer polímero también puede presentar más de una de estas funcionalidades vinílicas copolimerizables por cadena. Las cadenas presentan preferentemente, a este respecto, más de 2, de forma particularmente preferida más de 2,1 y de forma especialmente preferida más de 2,3 de estas funcionalidades por cadena. Cuanto mayor sea la proporción de estas funcionalidades por cadena, mayor será el grado de reticulación en el recubrimiento intumesciente endurecido, lo que aumenta la dureza especialmente en caso de un alto grado de reticulación. El hecho de que la fragilidad del recubrimiento pueda aumentar a medida que aumenta el grado de reticulación se puede contrarrestar mediante una elección adecuada de polímeros y, en particular, de monómeros.

De forma particularmente preferida, el primer polímero es un (met)acrilato de uretano líquido, un (met)acrilato de epoxi líquido, un (met)acrilato de poliéter líquido, un (met)acrilato de poliéster líquido o mezclas de los mismos. De forma particularmente preferida, es un (met)acrilato de uretano líquido. Un ejemplo comercialmente disponible de acrilato de uretano elaborado a partir de polioles, isocianatos y acrilatos hidroxifuncionales es EBECRYL 230 de la empresa Allnex.

Se pueden usar polímeros líquidos disponibles comercialmente y mezclas de los mismos con diluyentes reactivos a base de (met)acrilato, tales como, por ejemplo, metacrilato de metilo.

Como alternativa, los polímeros líquidos se pueden producir, por ejemplo, haciendo reaccionar isocianatos con (met)acrilatos de hidroxialquilo y polioles macromoleculares en una primera etapa, por ejemplo en un tanque agitado, antes de que se mezclen otros componentes de la resina reactiva en una segunda etapa. Este enfoque puede denominarse procedimiento *in situ*.

Según la invención, por polímero líquido se entiende un polímero con un peso molecular promedio en masa M_n de entre 1.000 y 35.000 g/mol, preferentemente entre 1.500 y 20.000 g/mol, de forma particularmente preferida entre 1.500 y 10.000 g/mol. Además, este polímero líquido tiene una temperatura de transición vítrea inferior a 15 °C, preferentemente inferior a 10 °C, de forma particularmente preferida inferior a 0 °C.

En este contexto, polímero líquido no significa necesariamente muy fluido o incluso de flujo libre. Más bien, se prefiere que este primer polímero, contenido en la resina reactiva de la formulación intumescente, presente una viscosidad dinámica inferior a 250.000 mPas, preferentemente inferior a 100.000 mPas, a una temperatura ambiente de 23 °C según la norma DIN EN ISO 2555 con un viscosímetro rotacional (Brookfield tipo DV2T).

Según la invención, al seleccionar los polímeros líquidos se debe tener en cuenta que confieran al sistema de resina reactiva suficiente flexibilidad a bajas temperaturas. Por lo tanto, se utilizan de forma particularmente preferida (met)acrilatos de uretano. Por lo tanto, los polímeros líquidos deberán presentar una temperatura de transición vítrea (T_g) de -80 °C a 15 °C, preferentemente de -70 °C a 0 °C y de forma particularmente preferida de -60 °C a -20 °C. Se prefiere que el polímero líquido tenga un promedio de dos o más grupos (met)acrilato en una molécula. Si el número de grupos es inferior a 2, el recubrimiento presentaría propiedades físico-mecánicas deficientes, pero también resistencia a disolventes y al rayado.

Los monómeros vinílicos presentes en el sistema de resina son a su vez preferentemente un (met)acrilato y/o una mezcla de diferentes (met)acrilatos y/o monómeros copolimerizables con (met)acrilatos. Ejemplos de dichos monómeros copolimerizables son estireno, ácido itacónico o maleico.

De forma particularmente preferida los monómeros vinílicos son metacrilato de (metilo), metacrilato de (etilo), (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de isobutilo, (met)acrilato de t-butilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, estireno o una combinación de uno o más de dichos monómeros.

Los monómeros de (met)acrilato pueden ser, por ejemplo, en particular (met)acrilatos de alquilo de alcoholes de cadena lineal, ramificados o cicloalifáticos con 1 a 40 átomos de carbono, tales como, por ejemplo, (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de estearilo, (met)acrilato de laurilo; (met)acrilatos de arilo tales como, por ejemplo, (met)acrilato de bencilo; mono(met)acrilatos de éteres, polietilenglicoles, polipropilenglicoles o mezclas de los mismos con 5 a 80 átomos de carbono, tales como, por ejemplo, (met)acrilato de tetrahidrofurfururo, (met)acrilato de metoxi(m)etoxietilo, (met)acrilato de benciloximetilo, (met)acrilato de 1-etoxibutilo, (met)acrilato de 1-etoxietilo, (met)acrilato de etoximetilo, (met)acrilato de poli(etilenglicol) metil éter y (met)acrilato de poli(propilenglicol) metil éter. Como componentes de mezclas monoméricas también son adecuados monómeros adicionales con otro grupo funcional, tales como ésteres del ácido acrílico o del ácido metacrílico con alcoholes divalentes, por ejemplo (met)acrilato de hidroxietilo o (met)acrilato de hidroxipropilo; acrilamida o metacrilamida; o (met)acrilato de dimetilaminoetilo. Otros componentes adecuados de mezclas monoméricas son, por ejemplo, (met)acrilato de glicidilo o (met)acrilatos con funcionalidad sililo.

Los agentes de adherencia que están contenidos de forma muy preferida en la composición intumescente son (met)acrilatos con funcionalidad silano, tales como, por ejemplo, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano, compuestos vinílicos con funcionalidad silano, tales como, por ejemplo, viniltrimetoxisilano o, preferentemente, monómeros con funcionalidad ácido, tales como, por ejemplo, ácido acrílico, ácido metacrílico, fosfato de 2-metacrilooioxietilo, fosfato de bis-(2-metacrilooioxietilo), fosfato de 2-acrilooioxietilo, fosfato de bis-(2-acrilooioxietilo), maleato de 2-metacrilooioxietilo, maleato de acrilooioxietilo, ácido itacónico y/o acrilato de 2-carboxietilo, de forma particularmente preferida acrilato de 2-carboxietilo. Otros ejemplos, dependiendo de la composición, son ácido maleico, que requiere de forma indispensable estireno en la mezcla de monómeros para la copolimerización. Preferentemente, en la composición de resina se utilizan del 0,2% en peso al 10% en peso, de forma particularmente preferida del 0,4% en peso al 4% en peso, de agentes de adherencia.

Además también son posibles combinaciones de dos o más de estos agentes de adherencia.

El metacrilato de metilo, debido a su capacidad para producir soluciones de baja viscosidad, es el éster de ácido metacrílico particularmente preferido. Sin embargo, su alta volatilidad y su olor característico pueden tener como consecuencia que se prefieran ésteres de ácido (met)acrílico alternativos para determinadas aplicaciones.

La formulación intumescente contiene preferentemente entre el 20% en peso y el 60% en peso del sistema de resina. De forma igualmente preferida, este sistema de resina presenta en la formulación intumescente entre el 5% en peso y el 65% en peso, preferentemente entre el 20 y el 55% en peso, del primer polímero líquido y/o entre el 30% en peso y el 90% en peso, preferentemente entre el 40 y el 75% en peso de los monómeros vinílicos.

Independientemente de la composición de la resina reactiva, la formulación intumescente contiene preferentemente entre el 35 y el 60% en peso, de forma particularmente preferente entre el 40 y el 50% en peso del agente espumante.

Existen varias alternativas en lo que respecta a los agentes espumantes. En una alternativa particularmente preferida se pueden utilizar polifosfatos, que se transforman en ácido fosfórico entre 190 y 300 °C. La formulación también contiene pentaeritritol, que después forma una espuma de carbono a más de 300 °C en presencia de ácido fosfórico con escisión de agua y dióxido de carbono. El agua y el dióxido de carbono actúan como agentes espumantes. Una ventaja adicional de esta alternativa es que los polifosfatos, así como el ácido fosfórico, actúan como materiales ignífugos adicionales.

En una segunda alternativa, se utiliza melamina, que se descompone a más de 350 °C para formar amoníaco, nitrógeno y dióxido de carbono, que actúan los tres como agentes espumantes. Combinando estas dos alternativas se pueden conseguir ventajas adicionales además del efecto ignífugo. De esta forma se puede ajustar con mayor precisión el grado de formación de espuma. También se produce una formación gradual de espuma, lo que a su vez presenta ventajas en términos de estabilidad de la espuma.

La resina reactiva se produce de forma sencilla mezclando los componentes líquidos mencionados anteriormente, normalmente en tanques agitados mediante un procedimiento de mezclado por lotes.

Las formulaciones de ejemplo según la invención pueden presentarse de la forma siguiente:

Una formulación de este tipo para recubrimiento intumescente 2C puede contener en un punto temporal después del mezclado del sistema 2C del 30 al 50% en peso de la resina reactiva producida mediante el procedimiento según la invención, del 35 al 60% en peso de un agente espumante, del 0,1 al 2,5% en peso de peróxido y/o iniciador azoico, preferentemente solo peróxidos tales como, por ejemplo, peróxido de benzoilo, opcionalmente hasta el 2% en peso de un acelerador, opcionalmente del 4,9 al 15% en peso de aditivos y del 5 al 30% en peso de materiales de carga. Opcionalmente, la formulación puede presentar pigmentos adicionales.

El sistema iniciador consiste generalmente en uno o varios peróxidos y/o iniciadores azoicos, preferentemente un peróxido, y un acelerador, generalmente una o varias aminas terciarias, en particular una amina terciaria aromática. Un ejemplo particularmente adecuado de dicho iniciador es el peróxido de dibenzoilo, que también se puede usar, por ejemplo, como una pasta preformulada segura, no interfiriendo los auxiliares de esta pasta, tales como, por ejemplo, parafinas, con la formulación en las concentraciones correspondientes. Ejemplos de aceleradores son en particular N,N-di-alkil-para-toluidinas, tales como, por ejemplo, N,N-bis-(2-hidroxipropil)-para-toluidina o N,N-di-metil-para-toluidina o N,N-di-metilanilina.

Además de los componentes mencionados, las composiciones intumescentes o, respectivamente, la resina reactiva contenida en las mismas pueden presentar otros componentes opcionales.

Un componente opcional de la resina reactiva son los reticulantes monoméricos. En particular metacrilatos multifuncionales tales como (met)acrilato de alilo. Son particularmente preferidos los di- o tri-(met)acrilatos, tales como, por ejemplo, di(met)acrilato de 1,4-butanodiol, di(met)acrilato de tetraetilenglicol, di(met)acrilato de trietilenglicol o tri(met)acrilato de trimetilolpropano. Estos reticulantes monoméricos pueden estar presentes además de los polímeros líquidos que se van a reticular, tal como se ha descrito anteriormente.

Los aditivos que pueden estar opcionalmente presentes en la composición intumescente, o ya en la resina reactiva, pueden ser en particular agentes humectantes, formadores de película, reactivos de desaireación y/o coadyuvantes de dispersión. Los materiales de carga opcionales pueden ser, por ejemplo, dióxido de silicio, dióxido de titanio, cuarzo u otros compuestos inorgánicos, en particular térmicamente estables. Los materiales de carga inorgánicos, tales como los carbonatos, que pueden descomponerse térmicamente, solo se pueden utilizar en una medida reducida para evitar una formación adicional incontrolada de espuma en el recubrimiento en caso de incendio. Un material de carga particularmente preferido es el dióxido de titanio.

Los aceleradores que se utilizan opcionalmente para un endurecimiento más rápido que el plástico frío son generalmente aminas aromáticas terciarias.

Además de la nueva formulación intumescente, también forma parte de la presente invención un procedimiento para endurecer esta formulación intumescente líquida espumable.

En este procedimiento según la invención, se añade un iniciador o un componente de un sistema iniciador a la formulación intumesciente y después se aplica a un sustrato dentro de un periodo de 20 minutos y se endurece dentro de un periodo de otros 120 minutos después de la aplicación.

5 En un procedimiento alternativo según la invención, la composición de recubrimiento endurecible es un sistema 2C. A este respecto, se mezclan las dos composiciones parciales del sistema 2C, después se aplican sobre un sustrato dentro de un periodo de 20 minutos y se endurecen dentro de un periodo de otros 120 minutos después de la aplicación.

10 La formulación de la composición de recubrimiento real de esta segunda alternativa se puede realizar de la forma siguiente: la resina reactiva se formula con los agentes espumantes, aditivos, materiales de carga opcionales y otros materiales de carga opcionales. Estas formulaciones intermedias se dividen a continuación, por ejemplo, en dos fracciones de igual tamaño. A continuación se mezcla adicionalmente una de estas fracciones con el acelerador. Estas dos fracciones son entonces estables en almacenamiento durante un periodo de tiempo más largo.

15 Antes de la aplicación propiamente dicha, se mezcla la fracción carente de acelerador con el iniciador o la mezcla de iniciadores. Después de un almacenamiento o transporte prolongado, puede ser necesario volver a agitar ambas fracciones, ya que, por ejemplo, pueden haber sedimentado materiales de carga. Después de agitar o mezclar de otro modo el iniciador, se mezclan entonces ambas fracciones del sistema 2C. A este respecto, se inicia la polimerización de los componentes monoméricos de la resina reactiva y comienza el conocido como tiempo de vida útil, dentro del cual debe realizarse la aplicación sobre el sustrato, por ejemplo una viga de acero. Con los dispositivos de aplicación modernos, las dos fracciones del sistema 2C también se pueden mezclar en una cámara de mezclado de una boquilla de aplicación directamente antes de la pulverización indicada por presión. El tiempo de vida útil es resultado de una combinación de la naturaleza y la concentración de iniciador y acelerador, de la composición monomérica y de factores de influencia externos tales como la temperatura ambiente. Estos factores pueden estimarse y ajustarse fácilmente por un experto. Generalmente se utilizan tiempos de vida útil de varios minutos a varias horas, que también pueden superar las 20 horas. Sin embargo, se prefieren tiempos de vida útil significativamente más cortos, que correspondan a los tiempos de procedimiento preferidos especificados anteriormente. Este tiempo de vida útil sería, por ejemplo, de entre 3 y 30 minutos, aunque con una aplicación completamente automática usando máquinas pulverizadoras, se pueden lograr tiempos de vida útil inferiores a 10 minutos.

20 En una de las dos alternativas del procedimiento, el iniciador, un componente del sistema iniciador o un constituyente de un componente de un sistema 2C es preferentemente un peróxido orgánico. De forma particularmente preferida, este peróxido orgánico es un peróxido de diacilo, un peróxido de cetona, un peroxiéster, un peróxido de dialquilo, un hidroperóxido, tal como hidroperóxido de cumeno, un peroxicetal o una combinación de los mismos.

40 Además, como ya se ha indicado, el objeto de la presente invención es un procedimiento para el recubrimiento intumesciente de una superficie metálica. En este procedimiento se produce la formulación descrita anteriormente para el recubrimiento intumesciente 2C, que se aplica a la superficie metálica dentro de un periodo de 1 a 20 minutos y a partir del mismo se endurece dentro de un periodo de 120 min, preferentemente dentro de un periodo de 60 min, a una temperatura de entre 0 y 30 °C, preferentemente entre 17 °C y 23 °C. El espesor de capa preferido del recubrimiento no espumado es de 1 a 20 mm, preferentemente de 2,5 a 7,5 mm. Este se formularía de tal manera, a este respecto, que en caso de incendio el recubrimiento diera lugar preferentemente a un espesor de capa de espuma de 20 a 100 mm, preferentemente de 30 a 50 mm.

50 De forma particularmente preferida, durante el mezclado, la aplicación sobre el sustrato y el endurecimiento, la pérdida de peso total de la formulación intumesciente debido a la evaporación es inferior al 5% en peso. Esto puede garantizarse mediante una formulación correspondientemente adecuada, especialmente en lo que respecta a la selección de los monómeros en la resina reactiva.

Ejemplos

Ejemplo 1: Producción de una resina reactiva según la invención

60 DEGADUR MDP Membran SG es una resina reactiva a base de metacrilato con metacrilatos de uretano para una mayor flexibilidad, sin acelerador, disponible comercialmente de la empresa Röhm GmbH. DEGADUR MDP Membran SG no contiene ningún componente polimérico sólido. Se mezclaron 970,0 g de DEGADUR MDP Membran SG con 20,0 g de acrilato de 2-carboxietilo y 10,0 g de N,N-bis-(2-hidroxipropil)-para-toluidina y la mezcla se agitó a 50 °C hasta que se disolvió completamente. Después se enfrió la resina reactiva hasta temperatura ambiente.

Ejemplo 2: Formulación 1 según la invención de un recubrimiento intumescente

Composición de formulación 1 del ejemplo 2

Resina reactiva del ejemplo 1	40,0% en peso
Dióxido de titanio	10,0% en peso
Polifosfato de amonio	30,0% en peso
Pentaeritritol	8,5% en peso
Melamina	11,0% en peso
Byk D410	0,5% en peso

Se entiende que la forma de realización descrita anteriormente se presenta solo a modo de ejemplo. Son posibles muchas modificaciones o variaciones.

Ejemplo comparativo 1: Formulación 2 de un recubrimiento intumescente no según la invención

DEGALAN 1710 es una resina reactiva a base de met(acrilato) con un componente polimérico termoplástico sólido (temperatura de transición vítrea > 50 °C) disponible comercialmente producida por la empresa Röhm GmbH.

Composición de formulación 2 del ejemplo 3

DEGALAN 1710	40,0% en peso
Dióxido de titanio	10,0% en peso
Polifosfato de amonio	30,0% en peso
Pentaeritritol	8,5% en peso
Melamina	11,0% en peso
Byk D410	0,5% en peso

Propiedades de los recubrimientos intumescentes

Determinación del tiempo de vida útil y del tiempo de endurecimiento:

Inmediatamente antes de la aplicación, se mezcló 1 parte en peso de Perkadox GB50-X (peróxido de dibenzoilo en polvo al 50%, empresa Nouryon) con 99 partes en peso de las formulaciones de ejemplo anteriores.

A continuación se aplicaron las formulaciones sobre placas de acero con un espesor de capa de 3.000 µm. También se midieron el tiempo de vida útil y la temperatura máxima durante el endurecimiento en una parte más pequeña de la muestra. El tiempo de vida útil corresponde al periodo de tiempo después de añadir el iniciador durante el cual la viscosidad todavía es lo suficientemente baja como para poder aplicar el recubrimiento.

	Formulación de ejemplo según la invención 1	Formulación no según la invención 2
Tiempo de vida útil	10 min	16 min
Tiempo hasta temperatura máxima	14 min	34 min
Temperatura máxima	84 °C	70 °C
Tiempo hasta el endurecimiento sin pegajosidad	19 min	43 min

Determinación de la flexibilidad en frío

Inmediatamente antes de la aplicación, se mezcló 1 parte en peso de Perkadox GB50-X (peróxido de dibenzoilo en polvo al 50%, empresa Nouryon) con 99 partes en peso de las formulaciones de ejemplo anteriores. A continuación se aplicaron las formulaciones sobre una lámina de acero de 1 mm de espesor con un espesor de capa de 1000 µm.

Después de completar el endurecimiento, las placas se enfriaron a -20 °C y a esta temperatura las láminas de acero recubiertas se doblaron 90° sobre un borde en ángulo recto. A continuación se inspeccionó el recubrimiento en busca de grietas y descamaciones en el punto de flexión.

	Formulación de ejemplo según la invención 1	Formulación no según la invención 2
Flexibilidad en frío del recubrimiento a -20 °C	No se observan descamaciones ni grietas.	El recubrimiento presenta grietas y descamaciones claras.

En el ensayo de flexión a -20 °C, la formulación de ejemplo 1 según la invención muestra una flexibilidad en frío claramente mejorada en comparación con la formulación 2 no según la invención según el estado de la técnica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Formulaci3n intumescente l3quida espumable que comprende un sistema de resina, caracterizada por que el sistema de resina presenta al menos un primer pol3mero con un peso molecular promedio en masa M_n de entre 1000 y 35.000 g/mol y una temperatura de transici3n v3treas inferior a 15 °C, al menos un mon3mero vin3lico, y al menos un componente que act3a como agente espumante a una temperatura superior a 200 °C, en la que un recubrimiento producido a partir de la formulaci3n intumescente puede endurecerse mediante polimerizaci3n y antes del inicio de dicha polimerizaci3n no comprende ning3n componente que posea una funci3n 3cida y simult3neamente un peso molecular superior a 1500 g/mol.
- 10 2. Formulaci3n intumescente seg3n la reivindicaci3n 1, caracterizada por que el primer pol3mero presenta una viscosidad din3mica inferior a 250.000 mPa·s y una funcionalidad copolimerizable con mon3meros vin3licos.
- 15 3. Formulaci3n intumescente seg3n la reivindicaci3n 2, caracterizada por que el primer pol3mero es un (met)acrilato de uretano l3quido, un (met)acrilato de epoxi l3quido, un (met)acrilato de poli3ter l3quido, un (met)acrilato de poli3ster l3quido o mezclas de los mismos, preferentemente un (met)acrilato de uretano l3quido.
- 20 4. Formulaci3n intumescente seg3n al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que los mon3meros vin3licos presentes en el sistema de resina son un (met)acrilato y/o una mezcla de diferentes (met)acrilatos y/o mon3meros copolimerizables con (met)acrilatos.
- 25 5. Formulaci3n intumescente seg3n la reivindicaci3n 4, caracterizada por que los mon3meros vin3licos se seleccionan de entre metacrilato de (metilo), metacrilato de (etilo), (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de isobutilo, (met)acrilato de t-butilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, estireno y combinaciones de dichos mon3meros.
- 30 6. Formulaci3n intumescente seg3n al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la formulaci3n intumescente contiene entre el 20% en peso y el 60% en peso de sistema de resina.
- 35 7. Formulaci3n intumescente seg3n al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que el sistema de resina presenta entre el 5% en peso y el 65% en peso del primer pol3mero l3quido.
- 40 8. Formulaci3n intumescente seg3n al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que el sistema de resina presenta entre el 30% en peso y el 90% en peso de mon3meros vin3licos.
- 45 9. Formulaci3n intumescente seg3n al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la formulaci3n intumescente contiene entre el 35% y el 60% en peso del agente espumante.
- 50 10. Procedimiento para endurecer una formulaci3n intumescente espumable l3quida seg3n cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que se a3ade un iniciador o un componente de un sistema iniciador a la formulaci3n intumescente, o por que la composici3n de revestimiento que se va a endurecer es un sistema de dos componentes y las dos composiciones parciales del sistema de dos componentes 2C se mezclan entre s3, despu3s el sistema se aplica sobre un sustrato dentro de un periodo de 20 min y se endurece dentro de un periodo de otros 120 min.
- 55 11. Procedimiento seg3n la reivindicaci3n 10, caracterizado por que el iniciador, un componente del sistema iniciador o un constituyente de un componente de un sistema de dos 2C componentes es un per3xido org3nico.
12. Procedimiento seg3n la reivindicaci3n 11, caracterizado por que el per3xido org3nico es un per3xido de diacilo, un per3xido de cetona, un peroxi3ster, un per3xido de dialquilo, un hidroper3xido tal como, por ejemplo, hidroper3xido de cumeno, un peroxicetal o una combinaci3n de los mismos.
13. Procedimiento seg3n al menos una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que la formulaci3n intumescente se endurece en menos de 60 minutos a una temperatura de entre 17 °C y 23 °C.
14. Procedimiento seg3n la reivindicaci3n 13, caracterizado por que la p3rdida total de peso por evaporaci3n en la formulaci3n intumescente durante el mezclado, la aplicaci3n al sustrato y el endurecimiento es inferior al 5% en peso.