

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 456**

51 Int. Cl.:

**C08K 5/00** (2006.01)  
**C09D 175/08** (2006.01)  
**C08G 65/336** (2006.01)  
**C08G 18/48** (2006.01)  
**C08L 71/02** (2006.01)  
**C08G 18/71** (2006.01)  
**C09D 5/18** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2010 PCT/GB2010/050774**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10131037**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2010 E 10720460 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2430102**

54 Título: **Composición intumescente**

30 Prioridad:

**12.05.2009 GB 0908154**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.12.2016**

73 Titular/es:

**TREMCO ILLBRUCK COATINGS LIMITED  
(100.0%)  
Coupland Road  
Wigan WN2 4HT, GB**

72 Inventor/es:

**BROOKS, RODNEY;  
JONES, SIMON;  
SEN, JASON;  
CONNOR, CLAUDE y  
BRAMWELL, MARK**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 594 456 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

Composición intumescente

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una composición intumescente y a su uso en la protección contra el fuego.

**5 Antecedentes de la invención**

Los edificios que tienen estructuras de acero son especialmente vulnerables frente al derrumbamiento en el caso de un fuego. El acero pierde su resistencia a medida que la temperatura aumenta. Aislando el acero, se puede disminuir la velocidad de transferencia de calor, lo cual puede aumentar el tiempo que el edificio permanece intacto, proporcionando más tiempo para su evacuación.

10 Generalmente se da la expresión "protección pasiva contra el fuego" a los sistemas que se basan en el aislamiento para proteger los edificios frente al fuego. La protección pasiva contra el fuego puede ser "reactiva" o "no reactiva". Los sistemas reactivos se basan en aislamientos que cambian su naturaleza física y/o química en respuesta al fuego. Entre los ejemplos de ello se incluyen los sistemas intumescentes, ablativos y que subliman. Los sistemas no reactivos proporcionan aislamiento sin necesidad de ningún cambio físico o químico. Ejemplos de ellos son las  
15 planchas de vermiculita y el cemento pulverizado.

Se pueden aplicar revestimientos protectores frente al fuego a las estructuras de acero de los edificios bien fuera de obra (en la fábrica del acero) o bien en la propia obra (a la estructura ya montada). Los sistemas intumescentes típicos se basan en una mezcla de polifosfato de amonio y melamina. Estos compuestos reaccionan para producir gas N<sub>2</sub> lo que produce como resultado una capa de espuma de varios centímetros de espesor que aísla la  
20 estructura.

Las composiciones intumescentes de un componente convencionales son composiciones a base de agua o de un disolvente y forman película seca mediante la evaporación del disolvente o del agua. Esta característica impone límites prácticos al espesor máximo de la película húmeda que se puede aplicar en cualquier revestimiento, puesto que las películas espesas tienden a necesitar mucho tiempo para secarse.

25 La empresa Leigh Paints ha usado revestimientos a base de resinas epoxi de dos componentes para proporcionar revestimientos protectores frente al fuego sobre acero. Tales revestimientos tienen una excelente adherencia sobre el acero, son resistentes y duraderos y dependen de la intumescencia para proporcionar protección frente al fuego.

De forma similar, la empresa CharTek ha desarrollado diversos productos para usarlos como revestimientos protectores frente al fuego. Por ejemplo, CharTek 7 es un revestimiento a prueba de fuego intumescente de epoxi reforzado y libre de disolventes, adecuado para proteger las estructuras de acero en un fuego de hidrocarburos.  
30

Los revestimientos intumescentes para protección frente al fuego se describen ampliamente en la bibliografía de patentes. Por ejemplo, el documento de la patente de Estados Unidos US2008/0224105 A1 describe una composición de revestimiento intumescente líquida que comprende un sistema de resina. La composición de revestimiento se puede endurecer hasta estado sólido en una reacción de polimerización de radicales libres. El  
35 documento de la patente WO 2008/129242 describe una formulación intumescente que comprende una fuente de carbono, un agente de soplado, una fuente de ácido y una arcilla tal como una órgano-arcilla. Se cree que la órgano-arcilla mejora las propiedades de barrera térmica de un revestimiento intumescente en forma de espuma. El documento de la patente WO2009/013532 describe una composición de revestimiento que comprende al menos un ingrediente intumescente incorporado en un aglutinante de resina que contiene al menos un componente que  
40 contiene fósforo enlazado covalentemente.

Sin embargo, estas composiciones de la técnica anterior tienen una capacidad limitada de generación de intumescencia y, en consecuencia, se necesitan capas gruesas de las composiciones, que pueden ser muy caras.

**Compendio de la invención**

45 La presente invención proporciona en una primera realización una composición intumescente, según se define en la reivindicación 1, que comprende un polímero escogido entre un poliuretano con una terminación de silano o un poliéter con terminación de silano, un plastificante que es compatible con el polímero y un ingrediente intumescente.

Según una segunda realización de la invención, se proporciona un procedimiento para formar una sustancia intumescente endurecida que comprende aplicar una composición según la primera realización a un sustrato y dejar que la composición se endurezca.

50 Según una tercera realización de la presente invención, se proporciona una sustancia intumescente endurecida que se puede obtener mediante el procedimiento descrito en la segunda realización.

Según una cuarta realización de la presente invención, se usa una composición intumescente según la primera realización en un revestimiento protector frente al fuego.

Según una quinta realización de la presente invención, se proporciona un edificio que comprende una estructura de acero que comprende la sustancia intumescente endurecida de la tercera realización.

- 5 La expresión “composición intumescente” se refiere a una composición que es capaz de expandirse o hincharse, o aumentar su tamaño, cuando se expone al calor.

10 Las composiciones intumescentes de la presente invención se pueden usar para revestir sustratos como acero previsto para formar las de estructuras de edificios ya sea fuera de la obra (durante el proceso de preparación del acero) o ya sea en la propia obra (después de que la estructura de acero se haya montado en el sitio previsto para el edificio). A temperaturas altas, el poliuretano o poliéter terminado en silano se descomponen. Esto es ventajoso, ya que, en caso de fuego, el polímero no interfiere con la intumescencia generada por el ingrediente intumescente.

15 La composición de esta invención tiene una alta eficiencia de intumescencia, lo cual significa que se pueden aplicar a las estructuras de acero capas de revestimiento relativamente delgadas, lo que da como resultado un tiempo de endurecimiento más corto y un proceso de protección contra el fuego más barato y más eficiente. Idealmente, cada 1,5 mm de espesor de revestimiento endurecerán en una hora o menos. Esto ofrece ventajas especiales respecto de los sistemas de un componente de la técnica anterior que pueden necesitar cinco o más capas de revestimiento a aplicar, con hasta un máximo de dos semanas de secado entre capas.

20 Adicionalmente, se ha demostrado que las composiciones de la invención tienen más temprana resistencia frente a las inclemencias del tiempo comparadas con las de la técnica anterior. Las composiciones son resistentes frente a los daños mecánicos y son no tóxicas y fáciles de reparar cuando están dañadas, comparadas con los sistemas epoxi o de dos componentes detallados previamente en el texto.

25 La técnica anterior describe también muchas composiciones que comprenden materiales retardantes del fuego. Los materiales retardantes del fuego suprimen, reducen o retrasan la combustión del material. La presente invención, por otra parte, se refiere a composiciones intumescentes. Estas composiciones proporcionan protección frente al fuego expandiéndose, o hinchándose, cuando se exponen al calor, aumentado de este modo su volumen.

### Descripción detallada de la invención

30 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona una composición intumescente de dos componentes o partes que comprende un primer componente y un segundo componente. El primer componente comprende un polímero escogido entre un poliuretano terminado con un grupo silano o un poliéter terminado con un grupo silano, de modo que este polímero está presente en una cantidad máxima de 100% en peso del primer componente de la composición intumescente. El segundo componente comprende un plastificante que es compatible con el polímero y un ingrediente intumescente presente típicamente en una cantidad de 1 a 80% en peso del segundo componente de la composición. La cantidad de polímero presente en el primer componente representa un máximo de 4 a 50% en peso del primer y del segundo componente, considerados en conjunto. El primer y el segundo componente están separados entre sí, por ejemplo durante el almacenamiento, pero cuando se usan, el primer y el segundo componentes se mezclan para obtener una sustancia endurecida que tiene la capacidad de hincharse cuando se expone al calor.

40 Preferiblemente, en la composición de dos componentes, hay una mayor proporción en peso del segundo componente que del primer componente. En una realización de la invención especialmente preferida, la proporción de primer a segundo componente está en el intervalo 1:5 a 1:20 en peso.

En las composiciones de un solo componente, se aplican todas las consideraciones mencionadas más adelante con respecto a las composiciones de dos componentes, mutatis mutandis, salvo que los constituyentes se mezclan todos juntos y no se separan en dos partes o componentes y que cualquier ingrediente “húmedo” necesita ser secado antes de la fabricación de la composición con el fin de evitar el endurecimiento prematuro.

45 El poliuretano terminado con grupo silano o el poliéter terminado con silano es típicamente un líquido. El polímero da lugar a una composición endurecida que tiene una dureza a las 48 horas de 65-85 grados Shore A, preferiblemente de 70 a 80. La dureza Shore A se determina según el método descrito en la sección “Métodos” de esta especificación.

50 El polímero está presente en una cantidad de hasta 100% en peso del primer componente de una composición de dos componentes, de modo que la cantidad de polímero presente representa un máximo de 4 a 50% en peso, más preferiblemente 5 a 20% y, lo más preferible, 10% en peso del primer y segundo componentes de la composición intumescente, tomados en conjunto. Preferiblemente el primer componente de la composición de dos componentes consta esencialmente del polímero y, más preferiblemente, consta solamente del polímero. Cuando el primer componente consta solamente o consta esencialmente del polímero, el primer componente está en la forma suministrada por el fabricante, sin que sea necesario ninguna mezcla o procesado adicional antes de la entrega al usuario final (proceso de composición). Esto reduce los costes de procesado y acelera la fabricación de la

composición de dos componentes. Además evita la necesidad de excesivas manipulaciones del polímero y, en consecuencia, aumenta la vida útil del producto disminuyendo la contaminación o la incorporación inadvertida de humedad atmosférica. En las composiciones de un único componente, la cantidad de polímero presente constituye típicamente hasta un máximo de 4-50% en peso, más preferiblemente de 5 a 20% y, lo más preferible, aproximadamente alrededor de 10% en peso de la composición intumescente.

Preferiblemente el polímero es un polímero telequérico (es decir, un polímero que es portador de un grupo terminal funcionalizado que tiene la capacidad de reaccionar selectivamente para formar enlaces con otra molécula). Más preferiblemente, el polímero es un polímero telequérico con grupos funcionales difuncionales o trifuncionales. Incluso más preferiblemente, ambos extremos del polímero tienen al menos un grupo terminal funcionalizado y, lo más preferible, es que ambos extremos del polímero tengan al menos dos grupos terminales funcionales. Preferiblemente los grupos terminales del polímero resultan de la terminación con un alfa o un gamma-silano. Lo más preferible es que los grupos terminales resulten de la terminación con un alfa-silano. Preferiblemente las funcionalidades terminales son grupos alcoxi de tal forma que los grupos terminales difuncionales dan lugar a dos grupos alcoxi colgantes del átomo de Si en un grupo terminal silano y de tal forma que los grupos terminales trifuncionales dan lugar a tres grupos alcoxi colgantes del átomo de Si en un grupo de terminación silano. Preferiblemente el polímero es de baja viscosidad, por ejemplo de 5000 a 35000 mPas a 25°C. Típicamente el contenido de grupos alcoxi del polímero es de 0,35 a 0,70 mmol/g y preferiblemente es de 0,35 a 0,70 mmol/g. Más preferiblemente, el contenido de grupos alcoxi es de 0,40 a 0,50 mmol/g. Lo más preferible es que el contenido de grupos alcoxi sea contenido de grupos metoxi.

Entre los ejemplos de polímeros adecuados se incluyen Polymer ST61, Polymer ST75 y Polymer ST77, suministrados por Hanse Chemie; Geniosil STP E10, Geniosil STP E15, Geniosil STP E30 y Geniosil STP E35, suministrados por Wacker; Desmoseal SXP 2662, Desmoseal SXP 2458 y Desmoseal SXP2636 suministrados por Bayer y Spur+\* 1010LM, Spur+\* 1050LM y Spur+\* 1015LM, suministrados por Momentive. Los polímeros preferidos son Geniosil STP E10 y STP E30, ambos suministrados por Wacker. El polímero más preferido es Geniosil STP E10.

Preferiblemente, al menos uno de los componentes de una composición de dos componentes, o bien la composición de un componente, comprende un reticulador. Un reticulador acelera el proceso de endurecimiento o curado. Preferiblemente el reticulador es un reticulador de silano reactivo, más preferiblemente un alcoxi silano que contiene un grupo funcional reactivo, que es, de manera más preferida una amina primaria. Este reticular está presente preferiblemente en una cantidad de 0,05 a 1% en peso de la composición total.

Lo más preferible es que el reticulador esté en el primer componente de la composición de dos componentes.

La composición puede comprender también un disolvente para disminuir la viscosidad y mejorar la capacidad de pulverización de la composición. Típicamente, el disolvente está en el primer componente de una composición de dos componentes. El disolvente se escoge tomando como base la compatibilidad con el componente de polímero. En el caso de Geniosil STP E10, un disolvente adecuado es xileno.

La composición de esta invención comprende un plastificante y un ingrediente intumescente. Típicamente, estos dos están en el segundo componente de una composición de dos componentes.

Fijándonos en primer lugar en el plastificante, este debe ser compatible con el polímero y con ello se quiere decir que se mezclará en el sistema sin que se produzca una exudación posterior. El plastificante tiene la función de ablandar y extender la red del polímero endurecido final y proporcionar componentes líquidos extra de tal forma que los rellenos y cargas minerales estén completamente "mojados" por fuera. El plastificante puede estar presente en cualquier cantidad suficiente para cumplir este objetivo. Cantidades típicas de plastificante son de 5 a 20% del segundo componente, preferiblemente de 10 a 15% del segundo componente. Los plastificantes son derivados de ácido benzoico, ácido ftálico (por ejemplo, ftalatos tales como los ftalatos de dibutilo, dioctilo, dicilohexilo, diisooctilo, diisododecilo, dibencilo o butilbencilo), ácido trimelítico, ácido piromelítico, ácido adípico, ácido sebácico, ácido fumárico, ácido maleico, ácido itacónico y ácido cítrico; ésteres de alquifosfato y derivados de poliéster, poliéter y epoxi. Los plastificantes preferidos son ésteres alquílicos, por ejemplo ftalatos, adipatos, sebacatos y benzoatos, que se pueden mezclar juntos y que se pueden mezclar con ésteres de alquifosfato. Un ejemplo especialmente preferido es una mezcla de Jayflesh DNIP suministrado por Exxon, con Plastomoll DOA, suministrado por BASF y Santicizer 148, suministrado por Ferro. también se puede usar aceite de ricino o productos similares naturales.

Las cantidades típicas de plastificante en las composiciones de un componente son de 10 a 40% en peso, preferiblemente de 15 a 30% en peso y, lo más preferible, alrededor de 20% en peso de la composición total.

El ingrediente intumescente proporciona a la composición intumescente resultante la capacidad de hincharse cuando se expone al calor. El ingrediente se suministra típicamente en forma de una composición de relleno intumescente que comprende dos o más ingredientes que juntos producen el resultado de intumescencia.

La composición de relleno intumescente (que puede denominarse de manera alternativa "paquete de relleno intumescente") comprende preferentemente tres componentes: una fuente de ácido, una fuente de carbono y un

producto que genera espuma o fuente de gas. Preferiblemente debería estar presente un “agente nucleador” inorgánico y, opcionalmente, se podrían añadir aditivos, que podrían ser de naturaleza sólida o líquida, para ayudar a la formación de producto carbonizado (espuma) y reforzar dicho producto carbonizado.

5 La fuente de ácido se puede elegir, por ejemplo, entre polifosfato de amonio, fosfato de melamina, sulfato de magnesio y ácido bórico. La fuente de ácido preferida es el polifosfato de amonio.

Se prefiere el uso de polifosfato de amonio revestido y lo más preferible es usar polifosfato de amonio revestido con formaldehído melamina.

Preferiblemente, la fuente de ácido constituye de 35% a 65% en peso de contenido de ingrediente intumescente de la composición intumescente.

10 Ejemplos de fuente de carbono adecuadas son alcoholes polihídricos como pentaeritritol y dipentaeritritol. Otras posibles fuentes de carbono son el almidón y el grafito expandible. Las fuentes de carbono preferidas son el pentaeritritol y el dipentaeritritol o una combinación de los dos.

La fuente de carbono constituye preferentemente de 5 a 40% en peso del contenido de ingrediente intumescente de la composición intumescente.

15 Entre las fuentes adecuadas de gas se incluyen: melamina, fosfato de melamina, borato de melamina, formaldehído de melamina, cianurato de melamina, isocianurato de tris-(hidroxietilo) (THEIC), polifosfato de amonio y parafina clorada. La fuente de gas preferida es la melamina.

Preferiblemente, la fuente de gas constituye de 5 a 40% en peso del contenido de ingrediente intumescente de la composición intumescente.

20 Aunque no son un ingrediente esencial en las reacciones intumescentes, los agentes “nucleadores” inorgánicos son un ingrediente preferido puesto que promueven sitios para que se forme la materia carbonizada intumescente y mejoran las propiedades de resistencia térmica y la estabilidad de la materia carbonizada intumescente durante un fuego. Idealmente, las composiciones de revestimiento intumescente de la presente invención contienen al menos un agente nucleador, ejemplos de los cuales son dióxido de titanio, óxido de zinc, óxido de aluminio, sílice, silicatos, óxidos de metales pesados como óxido de cerio, óxido de lantano y óxido de zirconio, mica y arcilla bentonita. Un agente nucleador preferido es el óxido de titanio, que proporciona también opacidad al revestimiento.

25 Preferiblemente, el agente nucleador constituye de 1 a 25% en peso del contenido de ingrediente intumescente de la composición intumescente.

30 También se pueden incluir aditivos opcionales como parte de los ingredientes intumescentes para ayudar a la formación de la materia carbonizada y para reforzar la materia carbonizada y prevenir la degradación de la misma. Entre tales aditivos se incluyen sólidos como borato de zinc, estannato de zinc, hidroxiestannato de zinc, láminas de vidrio, esferas de vidrio, esferas poliméricas, fibras (de base sílice/vidrio, mineral, cerámica), hidróxido óxido de aluminio, fosfato de boro, sílice pirogénica.

35 En un aspecto preferido de la invención, el ingrediente intumescente está presente en una cantidad tal que la composición es capaz de hincharse hasta un volumen de al menos tres veces, preferiblemente al menos diez veces y, lo más preferible, de hasta al menos 50 veces su volumen original cuando se expone a las temperaturas que se encuentran en una típica situación de fuego. La temperatura en un fuego puede alcanzar cualquier valor en el intervalo de 150 a 1000°C y se prefiere que la composición comience la intumescencia a una temperatura de la zona más baja de este intervalo. Se puede tomar como temperatura de referencia para medir la hinchazón 500°C.

40 Se denomina índice de expansión al número de veces que supone el volumen de la composición hinchada respecto de su volumen original.

45 Típicamente, la composición intumescente de la invención se hincha hasta más de 300%, preferiblemente más de 1000%, más preferiblemente más de 5000% de su espesor original cuando está en forma de revestimiento y se expone al calor a una temperatura de 500°C. Por ejemplo, la composición se puede aplicar a un sustrato para formar una capa de aproximadamente 1 mm de espesor una vez endurecida. Cuando se expone al calor a una temperatura de 500°C esta capa se puede hinchar hasta alcanzar un espesor en el intervalo de 5 a 10 mm.

Un típico paquete de relleno intumescente incluye dióxido de titanio, pentaeritritol, dipentaeritritol, polifosfato de amonio, melamina y melamina que contiene compuestos como fosfato de melamina y cianurato de melamina. Preferiblemente, los rellenos son como se indica a continuación y están presentes en las cantidades siguientes:

- 50
- Dióxido de titanio (5 – 15% en peso de la composición total)
  - Pentaeritritol (5 – 15% en peso de la composición total)

- Polifosfato de amonio (20 – 40% en peso de la composición total)
- Melamina (5 – 15% en peso de la composición total)

5 La cantidad total de ingrediente intumescente, por ejemplo, la composición de relleno intumescente está, típicamente, en el intervalo 40 – 80%, preferiblemente 50 – 75% y, lo más preferible, 55 – 75% en peso de la composición total. Las composiciones que comprenden una cantidad de ingrediente intumescente menor que esa no son tan eficaces a la hora de producir intumescencia.

El relleno puede comprender también polímeros intrínsecamente intumescentes o sales de dichos polímeros. Estos materiales patentados han sido desarrollados por la compañía Prometheus Developments Limited y se describen en el documento de la solicitud de patente de Estados Unidos de referencia US2007/0102686A1.

10 La composición (en el caso de una composición de dos componentes, típicamente el segundo componente) puede contener también estabilizantes / absorbentes de radiación UV (por ejemplo Uvasorb HA suministrado por la compañía 3V International SA o Tinuvin 765 suministrado por Ciba); antioxidantes (por ejemplo Irganox 245 u 1135 ambos suministrados por Ciba); pigmentos o colorantes (por ejemplo un negro de carbono, un ejemplo del cual es Printex V suministrado por Grohman; o un dióxido de titanio, un ejemplo del cual es Kronos 2300 suministrado por Kronos Ltd); modificadores de reología, como arcillas (por ejemplo Polywhite E de Imerys o Garamite de South Clay Products); o catalizadores de reacciones (por ejemplo un catalizador de estaño, un ejemplo del cual es Tinstab BL277 suministrado por Polyone Co. Ltd), o agentes humectantes (como derivados de ácidos grasos, un ejemplo de los cuales es Dispers 652 de Tego Chemie); o fibras estructurantes, como la lana de roca.

20 Típicamente, la composición de la invención es una composición de revestimiento y forma una película sobre las superficies a las cuales se aplica.

Según una realización de la segunda invención, se proporciona un procedimiento para obtener una sustancia intumescente endurecida. En el caso de una composición de dos componentes, este procedimiento comprende las etapas de: (a) aplicar el primer componente de la composición intumescente de dos componentes y el segundo componente de la composición intumescente de dos componentes a un sustrato y (b) dejar que el primer componente de la composición intumescente de dos componentes y el segundo componente de la composición intumescente de dos componentes se endurezcan permitiendo que se produzca la reacción entre el primer componente y el segundo componente. Típicamente, el primer componente y el segundo componente de la composición de dos componentes se mezclan entre sí antes de la aplicación sobre el sustrato. Preferiblemente, esta premezcla se produce muy poco tiempo antes de la aplicación sobre el sustrato, por ejemplo unos pocos segundos antes de la aplicación, en un mezclador en línea incorporado a un aparato de pulverización sin aire, o mediante cualquier otro sistema o aparato de pulverización usado de manera tradicional para mezclar y aplicar revestimientos de dos componentes a sustratos.

Se puede aplicar una composición de un componente utilizando un aparato de pulverización similar.

35 La composición usada en este procedimiento tiene todas las mismas características que se han descrito previamente para la primera realización de esta invención.

40 Como se ha indicado anteriormente en el texto, la composición de dos componentes de la invención se endurece juntando el primer componente y el segundo componente de la composición y dejando que la humedad atmosférica inicie el reticulado del polímero en el primer componente. Se puede promover además el reticulado añadiendo un promotor de adherencia o reticulador (como Silane A1110 y Silane A171, ambos suministrados por la compañía Momentive Performance Materials) al segundo componente de la composición.

La proporción de primer a segundo componente generalmente viene recomendada por los fabricantes concretos de los mismos y depende de la formulación concreta de los componentes.

Una composición de un componente se endurece de la misma forma, mediante exposición a la humedad atmosférica.

45 Preferiblemente, la composición de la invención proporciona un cuerpo de acero con una resistencia al fuego de 30 minutos a 4 horas, dependiendo de la aplicación, naturaleza y geometría del sustrato y del espesor del revestimiento. La resistencia al fuego se determina de acuerdo con el ensayo BS476 parte 20. Preferiblemente el cuerpo de acero necesita de 30 minutos a 4 horas y, lo más preferible, al menos una hora, para alcanzar la temperatura crítica de 550°C.

50 Una vez que la composición de la invención se ha endurecido completamente, la dureza Shore A medida a 48 horas está típicamente en el intervalo 65 – 85, preferiblemente entre 70 y 80. Más adelante se describen los métodos utilizados para establecer estos valores, de acuerdo con lo descrito en la sección “Métodos” de esta especificación.

Las composiciones intumescentes de la presente invención se usan en edificios a prueba de fuego. La composición se puede aplicar a la estructura del edificio, que típicamente está hecha de acero, ya sea en la fábrica de

construcción de la estructura (“fuera de obra”) o bien en la propia obra, una vez que la estructura se ha levantado. Esto puede requerir que la superficie del metal tenga que ser limpiada en una etapa de pre-tratamiento. Puede ser entonces necesario cubrir la superficie con una capa de imprimación.

5 Las secciones de acero que necesitan protección contra el fuego se limpian normalmente mediante granallado antes de la aplicación de un revestimiento intumescente para eliminar la suciedad y otros depósitos que pueden conducir a los fallos prematuros del revestimiento intumescente, ya sea durante una exposición prolongada a la atmósfera o durante una situación de fuego. Con el fin de evitar el deterioro de la superficie limpiada mediante abrasión, en particular cuando hay un retraso a la hora de aplicar el revestimiento intumescente, es una práctica normal aplicar un revestimiento de imprimación. Este es el caso a menudo cuando se aplica el revestimiento intumescente en la propia obra.

Ejemplos de imprimaciones adecuadas son revestimientos basados en resinas epoxi, resinas epoxi modificadas (como las modificadas con polivinilbutiral), poliuretano, compuestos acrílicos, vinílicos y de caucho clorado. Las imprimaciones basadas en resinas epoxi son las preferidas.

15 El espesor de la imprimación está idealmente en el intervalo de 15 micrómetros a 250 micrómetros. Preferiblemente el espesor debería estar en el intervalo de 25 micrómetros a 100 micrómetros.

A partir de entonces, se puede aplicar la composición de la invención. Los dos componentes de una composición de dos componentes se mezclan típicamente muy poco tiempo antes de que se aplique la composición al metal. Generalmente, la composición se pulveriza sobre el metal, aunque, de manera alternativa, se puede aplicar manualmente, por ejemplo utilizando una herramienta como una paleta. Normalmente, la composición se aplica en capas separadas, siendo determinado el espesor de cada capa y el número de capas por la velocidad de aplicación deseada y por el tiempo de protección frente al fuego. Aplicar una única capa, relativamente gruesa, proporciona una mayor velocidad de aplicación (pero puede necesitar más tiempo para endurecerse). Aplicar múltiples capas, relativamente delgadas, proporciona un acabado más suave y más decorativo y visualmente atractivo. El espesor en seco del revestimiento intumescente aplicado varía típicamente de 250 µm a 5 mm, dependiendo del nivel de protección frente al fuego que sea necesario, del área de la sección transversal del acero y del perímetro del acero cuando se ve en sección transversal.

Se puede aplicar una capa de acabado decorativa a los revestimientos intumescentes endurecidos de la presente invención, en especial para proporcionar color a las estructuras de acero expuestas. Si está correctamente formulada, la capa de acabado aumentará también la durabilidad de las composiciones de revestimiento intumescente. También puede ser adecuado un sellador transparente.

Ejemplos de acabados decorativos adecuados son revestimientos de base epoxi, de poliuretano, alquídicos, acrílicos, vinílicos y de caucho clorado. Se prefieren los acabados decorativos de base uretano o epoxi.

35 El espesor del acabado decorativo puede variar de 15 micrómetros a 250 micrómetros. Preferiblemente, el espesor debería estar en el intervalo de 25 micrómetros a 75 micrómetros, ya que un espesor demasiado grande de acabado puede inhibir las reacciones de intumescencia.

Las composiciones de la invención pueden ser útiles también para proteger otros materiales estructurales como hormigón o madera.

## Métodos

### Viscosidad Brookfield

40 Este ensayo es un método sencillo para la determinación de la viscosidad de materiales muy viscosos. Utiliza un viscosímetro Brookfield RVT y un vástago o eje con una barra en forma de T.

Se fija el vástago al viscosímetro que hace girar la barra a una velocidad conocida (que se puede variar de 0,5 a 100 rpm). El viscosímetro mide la resistencia a la rotación y esta se traslada a una escala de medida. La medida se toma cuando se estabiliza la lectura en la escala y se realiza un cálculo de conversión (de acuerdo con el procedimiento indicado en el manual Brookfield) para dar un valor de viscosidad.

Normalmente para este material se mide la viscosidad del material mezclado, ya que da una buena indicación de si el material es o no pulverizable.

Debido a la corta vida útil del material mezclado, se usa un componente B “simulado”, con el silano reactivo sustituido por un líquido inerte (como Sovemol 1058, un diluyente no reactivo disponible en el proveedor Cognis GmbH) de viscosidad similar.

En primer lugar, el material se acondiciona a una temperatura de 20 ± 1°C.

Normalmente se utiliza el vástago 7, aunque se puede sustituir por otros vástagos para tratar con materiales de viscosidades más altas o más bajas y se hacen medidas a 1, 2,5, 5, 10, 20, 50 y 100 rpm. En cada caso, se registra la viscosidad después de que hayan transcurrido 60 segundos a esa velocidad.

### Dureza Shore

5 Muy habitualmente, la dureza de los plásticos se mide mediante un ensayo Shore. Este método mide la resistencia de los plásticos frente a la penetración y proporciona un valor de dureza empírico que no se correlaciona necesariamente bien con otras propiedades o características fundamentales. La escala Shore A se usa para los plásticos “más blandos” y para cauchos, mientras que la escala Shore D se usa para los más “duros”.

10 La dureza Shore se mide con un aparato conocido como durómetro y, en consecuencia, se denomina también como “dureza de durómetro”. El valor de dureza se determina mediante la penetración de una punta penetradora del durómetro en la muestra. Debido a la resistencia y elasticidad de los cauchos y plásticos, la lectura de la penetración puede cambiar a lo largo del tiempo, de tal modo que, algunas veces, se indica el tiempo de penetración junto con el número de dureza.

15 En nuestro caso, usamos un durómetro Shore A estándar que aplica una fuerza de 822 gramos a una punta de acero endurecido en forma de cono de 35° truncado, de 0,79 mm de diámetro. La fuerza se aplica durante 1 segundo y la dureza se lee en el círculo indicador.

Las versiones de 4 horas, 24 horas y 48 horas del ensayo indican el tiempo que se deja el material para que se endurezca antes de medir la dureza.

20 Se extendió una película húmeda de 4 mm de espesor sobre una placa de acero, utilizando un extensor de películas. Luego, se deja la película en condiciones ambiente y se registra el tiempo en el cual está libre de adherencia (“tack-free”). La dureza Shore A se mide a intervalos.

### Tiempo “libre de adherencia”

25 Este es el tiempo que se necesita para que el material se endurezca en un grado tal que cuando se toca la superficie del material ya no se transfiera sellante sin endurecer a los dedos. En la práctica, es el tiempo necesario para poder manejar el material. Como tal, el tiempo libre de adherencia se mide tocando una muestra con un dedo enguantado a intervalos, hasta que no se puede detectar transferencia (del material) al guante, por parte de la persona que toca el guante.

### Ensayos con fuego

30 Los ensayos con fuego de composiciones intumescentes para acero estructural normalmente se realizan utilizando un horno para simular el efecto de un fuego completamente desarrollado en una habitación o en un compartimento de un edificio. Estos hornos usan normalmente como combustible gas natural, gas licuado de petróleo o diésel y consisten en un cierto número de quemadores montados en las paredes de un recinto refractario. Los equipos modernos se controlan mediante ordenadores para seguir curvas de calentamiento predeterminadas, normalmente según ISO834 y mantienen una presión establecida, normalmente alrededor de 20 Pa. El tamaño de los hornos  
35 varía desde una fracción de un metro cúbico hasta el del típico “horno de suelo” usado para ensayar composiciones intumescentes en casas de ensayos independientes que tienen normalmente unas dimensiones de 4 m de largo por 3 m de ancho por 2,5 m de alto.

40 Hay muchos estándares de ensayos de fuego aplicables a las composiciones intumescentes para acero estructural en todo el mundo; entre ellas se incluyen el estándar BS476 parte 20, la norma EN13381 parte 8 (publicada en borrador), ISO834 parte 11 (en desarrollo) y UL263. Todos ellos implican la preparación de varias muestras de acero estructural de diferentes tamaños, geometrías y pesos revestidas con diferentes espesores de sustancia intumescente que se exponen al calor del horno durante períodos comprendidos entre 30 minutos y cuatro horas. El aumento de temperatura de cada muestra se mide usando termopares y se registra. Estos datos se usan luego para crear un conjunto completo de tablas, utilizando métodos de interpolación o de modelado matemático, que definen el  
45 espesor de producto intumescente necesario para limitar el aumento de temperatura de una sección de acero concreta a una temperatura límite concreta durante el período de protección contra el fuego requerido.

50 Las temperaturas críticas registradas en los ejemplos de más adelante registran la temperatura de fallo del acero. Generalmente, elementos estructurales distintos colapsan a temperaturas distintas. Por ejemplo, las columnas (elementos verticales) fallan típicamente a 550°C, mientras que las vigas (elementos horizontales) fallan típicamente a 620°C. Las placas planas usadas en el laboratorio de ensayos fallan a 500°C.

### Composición de un componente

Para la composición de un componente, se aplicó un revestimiento de un espesor nominal de 0,6 mm a una placa de acero de 5 mm de grosor y de dimensiones 300 x 200 mm. La placa se imprimó con una imprimación Nullfire S620, una imprimación alquídica de un único envase. Se dejó que se endureciera esta placa durante una semana antes de

someterla a ensayo en un mini horno Nullifire de acuerdo con el régimen de calentamiento del estándar BS476 parte 20. El mini horno Nullifire tiene como dimensiones 0,5 x 0,5 x 0,5 m y se calienta con gas hasta una temperatura más alta de 1000°C. Se registra el tiempo necesario para que la placa de acero alcance una temperatura crítica concreta.

**5 Composición de dos componentes**

El ensayo frente al fuego para la composición de dos componentes se llevó a cabo con muestras en las que se había aplicado el producto con brocha y según el método BS 476 parte 20 en el horno Nullifire de 1,5m<sup>3</sup>, cuyas dimensiones son 1,5 x 1,5 x 1,5 m. Las dimensiones de la muestra de acero ensayada y el espesor de la película seca (DFT por sus siglas en inglés) de revestimiento se resumen con más detalle más adelante en el texto.

- 10 La velocidad de calentamiento del acero depende del valor  $H_p/A$  de la sección, donde  $H_p$  es el perímetro del acero cuando se ve en sección transversal y A es el área de la sección transversal.

La invención se ilustrará ahora mediante los ejemplos siguientes:

Ejemplo de control

- 15 El aumento de temperatura de una pieza de acero estructural sin proteger en condiciones de horno según ISO834 se ha medido experimentalmente en muchas ocasiones, por ejemplo por British Steel y es bien conocida y está documentada en publicaciones tales como BS5950 parte 8. En BS5950 parte 8 se da el tiempo según la ecuación  $t = 0,54 \times (\text{temperatura límite} - 50) \times (H_p/A) - 0,6$ , que predice un tiempo a 620°C de solamente unos 14 minutos para acero no protegido para una viga universal de 406 mm x 178 mm x 60 kg recubierta con un revestimiento intumescente de 4 mm, montada en el techo de un horno calentado por gas de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m.

**20 Ejemplo 1: Composición de un componente**

Componente	Función	% en peso	Nombre comercial	Proveedor
Polímero STP	Polímero	9,98	Geniosil STP-E10	Wacker
DOA	Plastificante	19,91	Plastomoll DOA	BASF
Dióxido de titanio forma rutilo	Relleno intumescente	13,00	Kronos 2300	Kronos
Pentaeritritol	Relleno intumescente	11,34	Charmor PM40	Perstorp
Melamina	Relleno intumescente	9,68	Melamina	BASF
Borato de zinc	Relleno intumescente	1,27	Firebrake ZB	20 Mule Team
Polifosfato de amonio	Relleno intumescente	33,74	Exolit Ap422	Clariant
Gamma-aminopropil-trimetoxisilano	Reticulador	1,11	Silane A1110	Momentive

Propiedades:

Viscosidad (Brookfield, vástago 6, 20 rpm, 20°C) = 270 – 330 Poise

- 25 Desarrollo de dureza:

(tiempo libre de adherencia: 4 horas)

8 horas: 30 – 35 Shore A

16 horas: 55 – 60 Shore A

Ensayo al fuego:

## ES 2 594 456 T3

Tiempo para alcanzar 500°C en un mini horno Nullifire (DFT = 0,65 mm) = 35 minutos

Ejemplo 2: Composición de dos componentes (pulverizable)

Componentes del primer componente	Función	% en peso	Nombre comercial	Proveedor
Polímero STP	Polímero	80	Geniosil STP-E10	Wacker
Gamma-aminopropil-trimetoxisilano	Reticulador	8,9	Silane A1110	Momentive
Xileno	Disolvente	11,1		

Componentes del segundo componente	Función	% en peso	Nombre comercial	Proveedor
Adipato de dioctilo	Plastificante	4,59	Platomoll DOA	BASF
Ftalato de diisononilo	Plastificante	4,59	Plastomoll DINP	BASF
Difenilfosfato de isodecilo	Plastificante	4,59	Santicizer 148	Ferro
Xileno	Disolvente	9,68		
Dióxido de titanio forma rutilo	Relleno intumescente	12,74	Kronos 2300	Kronos
Pentaeritritol	Relleno intumescente	11,21	Charmor PM40	Perstorp
Melamina	Relleno intumescente	11,21	Melamina	BASF
Polifosfato de amonio	Relleno intumescente	34,15	Exolit Ap422	Clariant
Derivado de ácido graso	Agente dispersante	0,76	Disperse 652	Tego Evonik
Arcilla de alquilamonio cuaternario	Agente tixotrópico	2,04	Garamite 1958	Rockwood Additives Ltd
Caolinita	Agente tixotrópico	2,55	Polywhite E	Imerys Minerals Ltd
3,5-bis (1,1-dimetil-etil)-4-hidroxi alquilésteres (grupo alquilo ramificado con 7 a 9 átomos de carbono) del ácido bencenopropanoico	Anti-oxidante	0,76	Irganox 1135	Ciba
Fibras de silicato artificiales	Refuerzo del material carbonizado	1,12	Lapinus Roxul 1000	Lapinus Fibres BV

5

Proporción de mezcla: Componente 1 a componente 2 = 11,5 : 100

## ES 2 594 456 T3

### Propiedades

Viscosidad: mezclado, vástago 7, 50 rpm, 20°C: 300 – 340 Poise

Desarrollo de dureza: tiempo libre de adherencia: 45 – 60 minutos

2 horas: 40 – 45 Shore A

5 3 horas: 50 – 55 Shore A

6 horas: 60 – 65 Shore A

24 horas: 75 – 80 Shore A

Ensayo al fuego:

Columna universal, 203 x 203 x 52, Hp/A 180 m<sup>-1</sup>, DFT 3,8 mm, horno Nullifire 1,5 m<sup>3</sup>, según BS 476 parte 20

10 Tiempo para alcanzar la temperatura crítica (550°C) = 93 minutos

Relación de expansión medida en una placa de acero en un horno a 600°C = 23. El comienzo de la intumescencia se produjo a 315°C.

15 El ejemplo 2 se repitió usando los mismos componentes primero y segundo. Sin embargo, se mezclaron los componentes 1 y 2 en una proporción de mezcla de componente 1 a componente 2 de 25 : 10. Se detectó muy poca intumescencia.

### Ejemplo 3: composición de dos componentes

Autoaplicable (sin disolvente)

Componentes del primer componente	Función	% en peso	Nombre comercial	Proveedor
Polímero STP	Polímero	90	Geniosil STP-E10	Wacker
Gamma-aminopropil-trimetoxisilano	Reticulador	10	Silane A1110	Momentive

Componentes del segundo componente	Función	% en peso	Nombre comercial	Proveedor
Adipato de dioctilo	Plastificante	4,87	Platomoll DOA	BASF
Ftalato de diisononilo	Plastificante	4,87	Plastomoll DINP	BASF
Difenilfosfato de isodecilo	Plastificante	4,87	Santicizer 148	Ferro
Dióxido de titanio forma rutilo	Relleno intumescente	14,62	Kronos 2300	Kronos
Pentaeritritol	Relleno intumescente	13,00	Charmor PM40	Perstorp
Melamina	Relleno intumescente	13,00	Melamina	BASF
Polifosfato de amonio	Relleno intumescente	39,53	Exolit Ap422	Clariant

## ES 2 594 456 T3

Derivado de ácido graso	Agente dispersante	0,73	Disperse 652	Tego Evonik
Arcilla de alquilamonio cuaternario	Agente tixotrópico	1,62	Garamite 1958	Rockwood Additives Ltd
Caolinita	Agente tixotrópico	2,06	Polywhite E	Imerys Minerals Ltd
3,5-bis (1,1-dimetil-etil)-4-hidroxi alquilésteres (grupo alquilo ramificado con 7 a 9 átomos de carbono) del ácido bencenopropanoico	Anti-oxidante	0,81	Irganox 1135	Ciba

Proporción de mezcla: Componente 1 a componente 2 en peso= 10,8 : 100

### Propiedades

Desarrollo de dureza: tiempo libre de adherencia: 45 – 60 minutos

- 5
- 2 horas: 45 – 50 Shore A
  - 3 horas: 60 – 65 Shore A
  - 6 horas: 70 - 75 Shore A
  - 24 horas: 75 – 80 Shore A

Ensayo al fuego:

- 10
- Columna universal, 203 x 203 x 52, Hp/A 188 m<sup>-1</sup>, DFT 3,95 mm,
  - Horno Nullifire 1,5 m<sup>3</sup>, según BS 476 parte 20
  - Tiempo para alcanzar la temperatura crítica (550°C) = 91 minutos

## REIVINDICACIONES

1. Una composición intumescente para la protección frente al fuego que comprende un polímero escogido entre un poliuretano con una terminación de silano o un poliéter con terminación de silano, un plastificante que es compatible con el polímero escogido en el grupo que consiste en derivados de ácido benzoico, ácido ftálico, ácido trimelítico, ácido piromelítico, ácido adípico, ácido sebácico, ácido fumárico, ácido maleico, ácido itacónico y ácido cítrico, ésteres de alquifosfato, poliéster, poliéter y epoxi y un ingrediente intumescente.
2. Una composición según la reivindicación 1, en la que el polímero es esencialmente telequérico con grupos en los extremos di o tri-funcionales.
3. Una composición según las reivindicaciones 1 o 2, en la que el polímero tiene un contenido de grupos alcoxi de 0,35 a 0,70 mmol/g.
4. Una composición según la reivindicación 3, en la que el polímero tiene un contenido de grupos metoxi de 0,35 a 0,70 mmol/g.
5. Una composición según cualquier reivindicación precedente, en la que el plastificante comprende un ftalato, un adipato o un sebacato.
6. Una composición según cualquier reivindicación precedente, en la que el ingrediente intumescente comprende una composición de relleno intumescente que comprende una fuente de ácido, una fuente de carbono y una fuente de gas.
7. Una composición según la reivindicación 6, en la que la composición de relleno intumescente comprende dióxido de titanio, pentaeritritol, polifosfato de amonio y melamina.
8. Una composición según cualquier reivindicación precedente, que comprende además un reticulador.
9. Una composición según cualquier reivindicación precedente, que es capaz de hincharse hasta al menos tres veces, preferiblemente al menos diez veces, siendo lo más preferible al menos 50 veces, respecto de su volumen original, cuando se calienta hasta 500°C.
10. Una composición según cualquier reivindicación precedente en la que el ingrediente intumescente está presente en una cantidad de 40 a 80%, preferiblemente de 50 a 75%, siendo lo más preferible de 55 a 75% de la composición, en peso.
11. Una composición para la protección contra el fuego del acero estructural según cualquier reivindicación precedente que es una composición intumescente de dos componentes que comprende:
- un primer componente que comprende un polímero escogido entre un poliuretano terminado con grupo silano o un poliéter terminado con grupo silano, de modo que este polímero está presente en una cantidad máxima de 100% en peso del primer componente de la composición intumescente; y
- un segundo componente que comprende un plastificante que es compatible con el polímero, escogido en el grupo que consiste en derivados de ácido benzoico, ácido ftálico, ácido trimelítico, ácido piromelítico, ácido adípico, ácido sebácico, ácido fumárico, ácido maleico, ácido itacónico y ácido cítrico, ésteres de alquifosfato, poliéster, poliéter y epoxi y un ingrediente intumescente;
- en la que el primer y el segundo componente están separados entre sí; y
- en la que, cuando se usan, el primer y el segundo componentes se mezclan para obtener una sustancia intumescente endurecida.
12. Un procedimiento para formar una sustancia intumescente endurecida que comprende aplicar una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 a un sustrato y dejar que la composición se endurezca.
13. Un procedimiento según la reivindicación 12 para formar una sustancia intumescente endurecida adecuada para la protección contra el fuego de acero estructural que comprende las etapas de:
- (a) aplicar el primer componente de la composición intumescente de dos componentes y el segundo componente de la composición intumescente de dos componentes a un sustrato, siendo la composición tal y como se define en la reivindicación 11;
- (b) dejar que el primer componente y el segundo componente se endurezcan permitiendo que se produzca la reacción entre el primer componente y el segundo componente y que se forma la sustancia intumescente endurecida.

14. Una sustancia intumescente endurecida que se puede obtener mediante el procedimiento de las reivindicaciones 12 o 13.

15. Uso de una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para proteger frente al fuego la estructura de un edificio, preferiblemente una estructura de acero.

5 16. Un edificio que comprende una estructura de acero y aplicada sobre ella en forma de revestimiento una sustancia intumescente según la reivindicación 14.

17. Un método para proteger frente al fuego un edificio que comprende aplicar una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 a la estructura del edificio y dejar que se endurezca la composición.