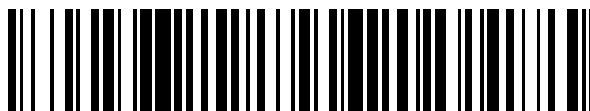


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 552**

51 Int. Cl.:

C04B 20/10 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2010 PCT/US2010/035383**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10138351**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2010 E 10720849 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2438027**

54 Título: **Composiciones, procedimientos de y usos de geopolímeros modificados**

30 Prioridad:

28.05.2009 US 181870 P

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

11.02.2020

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US**

72 Inventor/es:

**HAN, CHAN;
PYZIK, ALEKSANDER, JOSEF y
LIU, JIA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 741 552 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, procedimientos de y usos de geopolímeros modificados

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención.

- 5 La presente invención se refiere a composiciones de geopolímeros modificados y a métodos de fabricación.

Descripción de la técnica relacionada.

Los materiales de geopolímero se han utilizado en la construcción (p. ej., para hacer ladrillos) durante siglos. Las composiciones de geopolímero contienen elementos que incluyen hidrógeno, aluminio, silicio, oxígeno y un metal del Grupo 1 de la tabla periódica de los elementos.

- 10 Recientemente, Belaguru menciona, entre otras cosas, composiciones de geopolímeros útiles para revestir superficies de concreto, acero o madera (Belaguru P., Belaguru P., Geopolymerfor Protective Coating of Transportation Infrastructures, FINAL REPORT, Report Number FHWA NJ 1998-12, 1998, Rutgers, The State University, Piscataway, New Jersey). Allí, Belaguru menciona también algunas composiciones que comprenden o están preparadas con, entre otras cosas, un látex polimérico no especificado. Las composiciones de Belaguru que
15 contienen látex de polímero ejemplificadas (véase la Composición 1 y Muestras ID 28 a 36 en la tabla 1) comprenden, entre otras cosas, "silicato de potasio" (K_2SiO_3), una "sílice pirógena" (" SiO_2 "), y "arena molida", pero no parecen contener un ingrediente que funcione como una fuente importante de aluminio (p. ej., como en los óxidos de aluminio característicos del geopolímero). Por lo tanto, las composiciones de Belaguru que contienen látex polimérico no parecen comprender geopolímero.

- 20 El documento WO 2008/017413 A1 (Schlumberger) menciona la formulación de geopolímero bombeable y la aplicación para el almacenamiento de dióxido de carbono y describe que un látex puede estar comprendido en una composición geopolimérica bombeable.

- 25 El documento US69920227B1 describe un laminado resistente al fuego que se puede aplicar a una estructura central para formar un panel sándwich que tiene láminas frontales resistentes al fuego. El laminado resistente al fuego incluye una capa de protección contra el fuego que incluye al menos una capa de fibras incrustadas en una matriz polimérica inorgánica curada, como una matriz geopolimérica de alumino-silicato alcalino.

Existe una necesidad en la técnica de composiciones de geopolímeros modificados útiles para revestir sustratos de polímeros orgánicos, sustratos de polímeros orgánicos revestidos con geopolímeros, y métodos de fabricación de los mismos.

- 30 Breve compendio de la invención.

La presente invención proporciona una composición de geopolímero modificada que es una composición de látex de polímero orgánico y geopolímero estabilizado que comprende una mezcla uniforme de un geopolímero y un látex de polímero orgánico. En algunas realizaciones, la composición de geopolímero modificada no contiene un óxido a base de calcio.

- 35 La composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado comprende una primera mezcla de un polisialato hidratado y del 1,0 por ciento en peso al 50 por ciento en peso de un látex de polímero orgánico; estando basado el porcentaje en peso del látex de polímero orgánico en el peso total de la primera mezcla. En algunas realizaciones, el látex de polímero orgánico, que se usa para formar la primera mezcla, comprende un polvo de látex de polímero orgánico (es decir, el polvo de látex de polímero orgánico no se encuentra en el agua). En otras
40 realizaciones, el látex de polímero orgánico, que se usa para formar la primera mezcla, comprende una segunda mezcla que comprende un látex de polímero orgánico a base de agua y del 0,05 por ciento en peso al 10 por ciento en peso de un estabilizador de látex, estando basado el porcentaje en peso del estabilizador de látex en el peso total de la segunda mezcla.

- 45 También se describe en la presente memoria una composición de geopolímero modificado altamente capaz de adherirse a polímeros orgánicos que es una composición de geopolímero modificada en proporción molar de concentración de agua y silicio/aluminio (Si/Al), teniendo la composición de geopolímero modificada en proporción molar de concentración de agua y Si/Al menos del 36,0 por ciento en peso de agua basada en el peso total de la concentración molar de agua y geopolímero modificado con la proporción molar Si/Al y una proporción molar Si/Al mayor o igual a 1,70. Más preferiblemente, la proporción molar Si/Al es mayor o igual a 1,70 y menor o igual a 3,0.

- 50 Tal como se usa en la presente memoria, el término "altamente capaz de adherirse a polímeros orgánicos" significa caracterizable como capaz de, después de curarse y secarse, unirse a una superficie lista para revestimiento de un sustrato de polímero orgánico (p. ej., una superficie de un sustrato de espuma de poliestireno extruido) con una resistencia de adherencia de 50 kilopascales (kPa) o mayor. Un método preferido para medir la resistencia de la unión es un método de ensayo de tracción por tracción, que se describe más adelante.

En una segunda realización, la presente invención proporciona un método para preparar un sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero que comprende una capa de geopolímero modificado seco en contacto operativo adherente con un sustrato de polímero orgánico, siendo caracterizable el contacto operativo adherente como que dispone de una resistencia de unión de 25 kilopascales (kPa) o mayor según lo medido en función del método de ensayo de tracción por tracción, comprendiendo el método la formación del sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero en función del secado de una capa precursora de geopolímero modificada, estando la capa precursora de geopolímero modificado en contacto con el sustrato de polímero orgánico. El método comprende (a) el suministro del sustrato de polímero orgánico, teniendo el sustrato de polímero orgánico una superficie lista para revestimiento; (b) puesta en contacto de una composición de geopolímero modificado de la primera realización con la superficie lista para revestimiento, o una porción del mismo, del sustrato de polímero orgánico para dar una capa precursora de geopolímero modificada en contacto físico con la superficie lista para revestimiento, o su porción, del sustrato de polímero orgánico; y (c) curado y secado de la capa precursora de geopolímero modificada para eliminar al menos el 25 por ciento en peso de agua de la misma para dar el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero; y pudiendo caracterizarse el látex de polímero orgánico por tener una temperatura de transición vítrea y pudiendo caracterizarse la etapa de secado por tener una temperatura de secado, siendo la temperatura de secado de la etapa de secado mayor que la temperatura de transición vítrea del látex de polímero orgánico.

Preferiblemente, la etapa de curado es esencialmente simultánea con, o aún más preferiblemente, al menos parcialmente precede (es decir, se produce algún curado antes del secado) o precede sustancialmente (la mayoría o la totalidad del curado ocurre antes del secado) a la etapa de secado. En algunas realizaciones, el curado precede sustancialmente al secado. En algunas realizaciones, la capa precursora de geopolímero modificada comprende la capa precursora de geopolímero modificada curada. En la segunda realización, las capas precursoras de geopolímero modificadas (curadas) están independientemente en contacto físico con la superficie lista para el revestimiento, o su porción, del sustrato de polímero orgánico. La capa de geopolímero modificado curada y seca, la capa precursora de geopolímero modificado curada y la capa precursora de geopolímero modificado comprenden respectivamente una capa de látex de polímero orgánico de geopolímero, curada y seca; una capa precursora de látex de polímero orgánico geopolímero curado; y una capa precursora de látex de polímero orgánico de geopolímero. La capa precursora de látex de polímero orgánico de geopolímero se forma a partir de la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de la primera realización. En realizaciones del método de la segunda realización que emplean la capa precursora de látex de polímero orgánico de geopolímero curado, el látex de polímero orgánico se caracteriza por tener una temperatura de transición vítrea y la etapa de secado se caracteriza por tener una temperatura de secado, siendo la temperatura de secado de la etapa de secado mayor que la temperatura de transición vítrea del látex de polímero orgánico.

También se describe en la presente memoria un sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero que comprende una capa de geopolímero modificado seco en contacto operativo adherente con una superficie lista para el revestimiento, o una porción del mismo, de un sustrato de polímero orgánico, pudiendo caracterizarse el contacto operativo adherente por tener una fuerza de unión de 25 kilopascales (kPa) o más, medidos en función del método de ensayo de tracción por tracción. Preferiblemente, el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero se prepara mediante el método de la segunda realización.

Los sustratos de polímero orgánico revestido con geopolímero son útiles, por ejemplo, en aplicaciones y artículos donde es conveniente que el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero tenga una apariencia estética mejorada o, preferiblemente, una flama, calor, luz, mecánica mejorada o propiedad de resistencia química, o una combinación de dos o más propiedades de los mismos, en comparación con el aspecto estético, propiedad o propiedades respectivas del sustrato de polímero orgánico no revestido. La capa de geopolímero modificada seca, que incluye dicha capa preparada por el método de la segunda realización, proporciona dichas propiedades de resistencia al sustrato de polímero orgánico al que está adherido o unido en el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero. Por lo tanto, los sustratos de polímeros orgánicos revestidos con geopolímero son útiles para preparar artículos tales como, por ejemplo, componentes de automóviles tales como, por ejemplo, mangueras de automóviles; componentes de construcción tales como, por ejemplo, revestimientos externos e internos de edificios (p. ej., un sistema de aislamiento y acabado exterior); artículos de exterior tales como, por ejemplo, muebles de exterior y señalización; y componentes de infraestructura revestidos como, por ejemplo, tuberías industriales revestidas (p. ej., tuberías de alcantarillado, agua y procedimientos químicos revestidos). Los artículos de geopolímero también comprenden carcasas tales como, por ejemplo, carcasas de dispositivos electrónicos y de baterías.

La composición de geopolímero modificada de la invención es capaz de revestir una superficie lista para el revestimiento de un sustrato de polímero orgánico y, después de curar y secar (p. ej., endurecer y eliminar una cantidad sustancial de agua de la composición de geopolímero modificada), formando una capa de revestimiento adherente, preferiblemente altamente adherente sobre la superficie lista para el revestimiento del sustrato de polímero orgánico. A diferencia de las composiciones de geopolímero modificado de la invención, las composiciones de no invención que consisten en geopolímero no modificado o geopolímero modificado de no invención, después del curado y secado, no se adhieren, o se adhieren débilmente (p. ej., con una resistencia de unión de menos de 22 kPa) en algunos casos, menos de 11 kPa, medidos por el método de ensayo de tracción por tracción descrito más adelante) para superficies listas para revestir de sustratos de polímeros orgánicos.

Se describen realizaciones adicionales en el resto de la especificación, incluidas las reivindicaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente se incorporan aquí como referencia. Esas realizaciones y las realizaciones adicionales descritas más adelante se ilustran adicionalmente con referencia a la siguiente información.

El término “capa” significa un revestimiento o película de un material.

El término “superficie lista para el revestimiento” significa un área expuesta y preparada para recibir un material para su revestimiento.

La “temperatura de transición vítrea” (T_g) se determina por calorimetría de barrido diferencial utilizando un calorímetro de barrido diferencial según el método de ASTM E1356-03.

El término “geopolímero” significa un polímero mineral de aluminosilicatos inorgánicos tridimensionales que comprende un polisialato hidratado. Preferiblemente, el polisialato hidratado es de fórmula empírica (G):



donde cada M es independientemente un catión del Grupo 1 de la tabla periódica de los elementos; x es un número entero de 2 o superior y representa un número de unidades de repetición de polisialato; y es un número entero seleccionado de modo que una relación de y a x es mayor que cero ($y/x > 0$), preferiblemente de mayor que cero a menor o igual a 1 ($0 < y/x \leq 1$); z es un número racional o irracional de 1 a 35; y w es un número racional o irracional tal que la relación de w a x (w/x) representa una relación de moles de agua por unidad de repetición de polisialato. La z representa una proporción molar igual a moles de átomos de silicio a moles de átomos de aluminio (Si/Al) en el polisialato. La distribución de los grupos funcionales de SiO_2 en la composición de geopolímero de la invención se puede caracterizar como aleatoria. Por lo tanto, z puede ser un número racional o irracional.

En el polisialato hidratado de fórmula empírica (G), el w se elige preferiblemente para dar una “cantidad efectiva de viscosidad de geopolímero” de agua, lo que significa una cantidad de agua suficiente para establecer una resistencia deseada al flujo para la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de la primera realización de tal manera que se pueda realizar el método de la segunda realización. Más preferiblemente, w es un número racional o irracional de aproximadamente 4 a aproximadamente 8, más preferiblemente de 4 a aproximadamente 7,5. Para dar una cantidad efectiva de viscosidad de geopolímero deseada de agua en la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado, la w puede ajustarse más o menos agregando agua o eliminando (como secando) algo de agua de la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado.

En el polisialato hidratado de fórmula empírica (G), preferiblemente cada M es independientemente un catión de uno o más metales del Grupo 1 de la tabla periódica de los elementos. Los cationes más comunes comprenden el catión potasio (K^+), catión sodio (Na^+), catión litio (Li^+), o una combinación de dos o más de los mismos. En algunas realizaciones, los cationes pueden comprender además cationes de uno o más metales del Grupo 2 de la tabla periódica de los elementos, más preferiblemente catión de magnesio (Mg^{+2}), y aún más preferiblemente catión calcio (Ca^{+2}). En tales realizaciones, preferiblemente el catión calcio no comprende, y no se deriva de, un óxido de calcio. Preferiblemente, al menos 51 % en moles, más preferiblemente al menos 90 % en moles, aún más preferiblemente al menos 98 % en moles, e incluso más preferiblemente al menos 99 % en moles de M son Na^+ .

En el polisialato hidratado de fórmula empírica (G), preferiblemente z es un número racional o irracional de 1 a 3. En algunas realizaciones, z está entre 2 y 3 o, preferiblemente, entre 1 y 2. Preferiblemente, z es 1,70 o mayor y, más preferiblemente, 1,9 o mayor. Preferiblemente, z es 3,0 o menos. En algunas realizaciones, el polisialato hidratado de fórmula (G) comprende un poli(sialato) (z es 1 en la fórmula empírica (G)), poli(sialato-siloxo) (z es 2 en la fórmula empírica (G)), o poli(sialato-disiloxo) (z es 3 fórmula empírica (G)). Antes de cualquier curado, el poli(sialato), el poli(sialato-siloxo) y el poli(sialato-disiloxo) comprenden cada uno una red de tetróxidos de silicio tetraédricos cargados negativamente (formalmente SiO_4) y tetróxidos de aluminio tetraédricos (formalmente AlO_4) unidos por sus átomos de oxígeno compartidos, cationes tales que la carga total del polímero mineral de aluminosilicatos es neutra y agua. La red de SiO_4 y el tetraedro AlO_4 define cavidades estructurales que contienen los cationes M.

Una composición de geopolímero modificado con capacidad de adherencia de polímero altamente orgánico como se describe en esta memoria significa que la composición de geopolímero modificado con capacidad de adherencia de polímero altamente orgánica, después de curarse y secarse en contacto con una superficie lista para revestimiento de un sustrato de polímero orgánico, produciría una capa de geopolímero modificada, altamente adherente al sustrato y altamente orgánica sobre la superficie lista para el revestimiento del sustrato de polímero orgánico, pudiendo caracterizarse la capa de geopolímero modificada, curada y secada altamente adherente al polímero y orgánico por adherirse a la superficie lista para el revestimiento, o parte de la misma, del sustrato de polímero orgánico con una fuerza de unión de 50,0 kilopascales (kPa) o mayor, donde la composición de geopolímero

modificado altamente capaz de adherirse al polímero orgánico es una composición de geopolímero modificada con concentración molar de agua y Si/Al, teniendo la concentración de agua y la composición de geopolímero modificada en proporción molar Si/Al menos del 36,0 por ciento en peso de agua basada en el total de la concentración de agua y el geopolímero modificada en la proporción molar Si/Al; y comprendiendo la composición de geopolímero modificada de la proporción molar de concentración de agua y Si/Al un polisialato hidratado de fórmula empírica (G): $(M)_y[-(-SiO_2)_z-AlO_2]_x \cdot w H_2O$ (G), donde cada M es independientemente un catión del Grupo 1 de la tabla periódica de los elementos; x es un número entero de 2 o superior y representa un número de unidades de repetición de polisialato; y es un número entero seleccionado de modo que una proporción de y a x es mayor que cero ($y/x > 0$); siendo z la proporción molar de silicio/aluminio y es un número racional o irracional; y w es un número racional o irracional, de modo que la proporción de w a x representa una proporción de moles de agua por unidad de repetición de polisialato, en donde (a) z es de 1,70 a 3 o (b) z es de 1,9 a 3. Aún más preferiblemente z es de 1,70 a 3. Incluso más preferiblemente z es de 1,9 a 3, y aún más preferiblemente z es de 1,9 a 3 y la composición de geopolímero modificada en proporción molar Si/Al de agua que tiene menos del 34,0 por ciento en peso de agua en base al peso total del geopolímero modificada con la proporción molar de agua y Si/Al molar.

Los ejemplos de polisialatos hidratados incluyen, pero no se limitan a, el poli(sialato) hidratado, el poli(sialato-siloxo) hidratado y el poli(sialato-disiloxo) hidratado que tienen las siguientes fórmulas empíricas respectivas (M-PS), (M-PSS), y (M-PSDS):

Poli(sialato): $(M)_y[-(-Si-O-Al-O-)]_x \cdot w H_2O$ (M-PS), donde la proporción molar de Si a Al es 1: 1 ($z = 1$);

Poli(sialato-siloxo): $(M)_y[-(Si-O-Al-O-Si-O-)]_x \cdot w H_2O$ (M-PSS), donde la proporción molar de Si a Al es 2: 1 ($z = 2$); y

Poli(sialato-disiloxo): $(M)_y[-(Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-)]_x \cdot w H_2O$ (M-PSS), donde la proporción molar de Si a Al es 3: 1 ($z = 3$);

donde x, y, w, y M son independientemente como se definen para la fórmula empírica (G).

La primera mezcla de la composición de látex de polímero orgánico y geopolímero estabilizado es una composición de geopolímero modificada de la primera realización, que comprende un primer material compuesto que comprende, o se forma al combinar, dos o más polisialatos hidratados, siendo cada polisialato hidratado del material compuesto independientemente de su fórmula empírica. (G) como se describe en la presente memoria, pudiendo caracterizarse los dos o más polisialatos hidratados, tomados juntos, con la fórmula empírica (G) y teniendo independientemente un valor promedio para cada una de las x, y, yz, siendo los valores promedio independientemente números racionales o irracionales. En algunas realizaciones, la composición de geopolímero modificada de la primera realización comprende un segundo compuesto que comprende, o se forma combinando, la composición de geopolímero modificada de (i) y la composición de geopolímero modificada de (ii), ambas de la primera realización. En algunas realizaciones, el primer o segundo compuesto, o ambos, no contienen un óxido a base de calcio.

Las composiciones de geopolímeros no modificados útiles para preparar las composiciones de geopolímeros modificados de la presente invención se pueden preparar típicamente mediante disolución química y posterior recondensación de diversos óxidos de aluminosilicatos y silicatos en presencia de aniones hidróxido (O (H)). En algunas realizaciones, prepare una mezcla acuosa de silicato de sodio (p. ej., una solución de silicato de sodio) combinando agua, hidróxido de sodio y una sílice pirógena. Combine la mezcla acuosa de silicato de sodio con una fuente de óxidos de aluminio (p. ej., una arcilla de caolín calcinada) para obtener una composición de geopolímero no modificada. Por ejemplo, prepare una solución predeterminada de silicato de sodio combinando cantidades predeterminadas de agua, hidróxido de sodio y sílice pirógena para obtener la solución de silicato de sodio predeterminada que contiene formalmente 72 por ciento en peso (% en peso) de agua, 10 % en peso de hidróxido de sodio y 18 % en peso de sílice pirógena. Combine la solución de silicato de sodio predeterminada con una cantidad predeterminada de arcilla de caolín calcinada para obtener una composición de geopolímero no modificada que contenga formalmente el 29 % en peso de arcilla de caolín calcinada y el 71 % en peso de la solución de silicato de sodio. Preferiblemente, las composiciones de geopolímero modificada de la presente invención comprenden, o se preparan a partir de, la mezcla acuosa de silicato de sodio.

Los polímeros orgánicos útiles como los látex de polímeros orgánicos, sustratos de polímeros orgánicos, o ambos pueden ser polímeros orgánicos naturales o sintéticos. El término "polímero orgánico" significa una macromolécula que comprende carbono e hidrógeno, comprendiendo la macromolécula una pluralidad de unidades de repetición, comprendiendo cada unidad de repetición un residuo formado a partir de un monómero, siendo cada monómero igual o diferente a otro monómero. Cuando los monómeros que formaron los residuos de la macromolécula son todos iguales, los residuos pueden ser iguales o diferentes entre sí (p. ej., los residuos terminales son diferentes de los residuos interiores; los residuos modificados después de la polimerización son diferentes de los residuos no modificados; o ambos). Ejemplos de monómeros adecuados son monómeros hidrocarbonados (es decir, monómeros que consisten en carbono e hidrógeno) y monómeros que contienen heteroátomos (es decir, monómeros que comprenden carbono, hidrógeno y al menos un heteroátomo, siendo cada heteroátomo preferiblemente un oxígeno, nitrógeno, flúor, cloro). Ejemplos de monómeros de hidrocarburos adecuados son etileno, propileno, a (C_4-C_8) alfa-olefina, 1,4-butadieno y estireno. Ejemplos de monómeros que contienen heteroátomos adecuados son una mezcla de ácido adípico y etilendiamina, ácido tereftálico y 1,4-butanodiol, ácido

4-hidroxibenzoico, ácido acrílico y ácido láctico. Los monómeros que son derivados del ácido dicarboxílico como, por ejemplo, ésteres dimetil dicarboxílicos, anhídridos dicarboxílicos (incluidos los anhídridos de ácido carboxílico cíclicos y mixtos) y dicloruros de ácido dicarboxílico (es decir, dicloruros de dicarboxilo) pueden sustituirse por monómeros de ácido dicarboxílico.

- 5 Ejemplos de polímeros orgánicos útiles en la presente invención son, por lo tanto, caucho natural, polietileno, polipropileno, a (C₄-C₈) alfa-olefina, poli (butadieno) y mezclas copolimerizadas de los mismos; poliestirenos; policarbonatos; poliésteres, incluidos el tereftalato de polietileno, el ácido poliláctico y el tereftalato de polibutileno; poliacrilatos; polimetacrilatos; e interpolímeros (p. ej., copolímeros) de cualquiera de dos o más de los monómeros empleados en la fabricación de los polímeros orgánicos anteriores. A menos que se indique lo contrario, como se
10 usa en la presente memoria, el término "butadieno" significa 1,3-butadieno.

Preferiblemente, el sustrato de polímero orgánico útil en la presente invención comprende uno o más de los polímeros orgánicos de ejemplo mencionados en el párrafo inmediatamente anterior. Los polímeros orgánicos de ejemplo mencionados anteriormente también son útiles en formas de látex como los látex polímeros orgánicos, aunque los látex poliméricos orgánicos no están limitados a los mismos.

- 15 Los látex poliméricos orgánicos comprenden látex poliméricos orgánicos naturales (p. ej., producidos a partir de *hevea brasiliensis* árbol de caucho) o, preferiblemente, látex poliméricos orgánicos sintéticos. En algunas realizaciones, los látex de polímero orgánico útiles en la presente invención son látex de polímero orgánico a base de agua. El término "látex de polímero orgánico transportado por agua" significa una dispersión de micropartículas del polímero orgánico descrito previamente en una sustancia líquida, teniendo la sustancia líquida una fórmula
20 molecular de H₂O. Los látex poliméricos orgánicos transportados en agua preferidos son dispersiones acuosas de micropartículas de polipropileno, polibutileno, poliestireno o poli(estireno-butadieno). En algunas realizaciones, los látex de polímero orgánico útiles en la presente invención son polvos de látex. Preferiblemente, los polvos de látex son redispersables en agua. Los polvos de látex preferidos son homopolímeros preparados a partir de, monómero de acetato de vinilo o monómero de ácido acrílico o un copolímero que es un copolímero de poli(acetato de vinilo/vinilo), un copolímero de poli(acetato de vinilo/etileno) o un copolímero de poli(estireno butadieno). Al menos algunos polvos de látex están disponibles comercialmente, por ejemplo, en Dow Wolff Cellulosics, una unidad de negocios de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EE.UU. En algunas realizaciones, los látex de polímero orgánico útiles en la presente invención son una combinación que comprende un látex de polímero orgánico a base de agua y un polvo de látex de polímero orgánico.

- 30 Preferiblemente, el látex de polímero orgánico, ya sea en forma de agua o en forma de polvo, se caracteriza por una temperatura de transición vítrea de menos de 150 grados Celsius (°C). Más preferiblemente, el látex de polímero orgánico se caracteriza por una temperatura de transición vítrea de menos de 100 °C, todavía más preferiblemente de menos de 75 °C, incluso más preferiblemente de menos de 40 °C; y aún más preferiblemente menos de 30 °C. Independientemente, la temperatura de transición vítrea es al menos -40 °C, preferiblemente al menos -20, más
35 preferiblemente al menos -10 °C, e incluso más preferiblemente al menos -5 °C. En algunas realizaciones, la composición de geopolímero modificado de la invención es una composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado, comprendiendo la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizada, o se forma combinando, una primera mezcla de un polisialato hidratado y de 1,0 por ciento en peso a 50 en peso el porcentaje de un látex de polímero orgánico, el porcentaje en peso del látex de polímero orgánico se basa en el peso total de la primera mezcla y estando caracterizado el látex de polímero orgánico por una
40 temperatura de transición vítrea de menos de 150 °C.

- Preferiblemente, el látex de polímero orgánico está presente en la primera mezcla que comprende la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de la primera realización en una concentración del 40 % en peso o menos, más preferiblemente el 35 % en peso o menos, y aún más preferiblemente el 30 % en peso o menos,
45 todos basados en el peso total de la primera mezcla. Aunque normalmente es conveniente emplear una cantidad mínima de látex de polímero orgánico que sería eficaz para proporcionar una resistencia de unión deseada para el contacto operativo adherente bajo las circunstancias, en algunas realizaciones, la concentración del látex de polímero orgánico en la primera mezcla que comprende la composición de látex de polímero orgánico y geopolímero estabilizado de la primera realización es preferiblemente al menos el 1 % en peso, más preferiblemente al menos el
50 2 % en peso, aún más preferiblemente al menos el 4 % en peso, e incluso más preferiblemente al menos el 5 % en peso, todo basado en el peso total de la primera mezcla. Un ejemplo de un intervalo de concentración preferido es de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, y más preferiblemente de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 25 % en peso, basado en el peso total de la primera mezcla. Las concentraciones de látex de polímero orgánico que se proporcionan más adelante en los ejemplos son
55 particularmente útiles.

- El término "estabilizador de látex" significa una sustancia que inhibe la coagulación o aglomeración de partículas de polímeros orgánicos que comprenden el látex de polímeros orgánicos transportados por agua. Se conocen estabilizadores de látex como, por ejemplo, en el número de patente de EE.UU. US 4,110,293. Ejemplos de estabilizadores de látex adecuados son proteínas (p. ej., sales de caseinato y gelatina), carbohidratos (p. ej.,
60 pectinatos), glicoles y tensioactivos. Ejemplos de tensioactivos adecuados son tensioactivos aniónicos (es decir, que contienen sulfato, sulfonato o carboxilato) tales como perfluorooctanosulfonato; tensioactivos catiónicos (es decir,

que contienen amonio cuaternario) tales como bromuro de trimetilamonio de cetilo; tensioactivos zwitteriónicos (es decir, anfóteros) tales como coco anfoglucinato; y tensioactivos no iónicos tales como alquil poli(óxido de etileno) y alcohol cetílico. Se prefieren los tensioactivos no iónicos. Los látex disponibles comercialmente contienen típicamente estabilizadores de látex en cantidades adecuadas para la presente invención. En algunas realizaciones, pueden añadirse cantidades adicionales de estabilizadores de látex o estabilizadores de látex adicionales cuando se prepara la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado.

Preferiblemente, el estabilizador de látex funciona en las realizaciones de la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero de la invención donde se usa como un medio para estabilizar el látex de polímero orgánico transportado por agua de la primera mezcla contra la coagulación o aglomeración durante un tiempo hasta que la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de la invención esté lista para curarse o curarse y secarse (p. ej., endurecer y eliminar el agua de la misma). El estabilizador de látex está presente en la segunda mezcla en una cantidad inhibitoria de la coagulación, que es suficiente para inhibir la coagulación del látex de polímero orgánico transportado por agua en un 50 % o más, preferiblemente un 75 % o más, y más preferiblemente un 90 % o más dentro de 1 hora, preferiblemente hasta completar la etapa de contacto, más preferiblemente hasta el inicio de la etapa de secado, y aún más preferiblemente hasta el inicio de la etapa de curado de la segunda realización. Preferiblemente, la cantidad de inhibición de la coagulación significa que el estabilizador de látex está presente en la segunda mezcla que comprende el látex de polímero orgánico a base de agua y el estabilizador de látex, estando el estabilizador de látex presente en al menos el 1,0 % en peso, más preferiblemente al menos el 2,0 % en peso, aún más preferiblemente al menos 3,0 % en peso, e incluso más preferiblemente al menos 4,0 % en peso; y preferiblemente el 9,0 % en peso o menos, más preferiblemente el 8,0 % en peso o menos, todavía más preferiblemente el 7,0 % en peso o menos, e incluso más preferiblemente el 6,0 % en peso o menos, basado en el peso total de la segunda mezcla.

Los sustratos de polímeros orgánicos se pueden emplear en la presente invención en cualquier forma o aspecto. Ejemplos de formas adecuadas de los sustratos de polímeros orgánicos son sólidos y espumas. Ejemplos de formas adecuadas son películas, láminas, fibras, partículas y telas tejidas o no tejidas de termoplásticos. Los sustratos de polímeros orgánicos se pueden preparar por cualquier método convencional, como fundición, moldeo y extrusión. El término "sustrato de polímero orgánico" significa un material base que comprende el polímero orgánico descrito anteriormente con el que se pone en contacto otro material, se adhiere o ambos. Un sustrato de polímero orgánico preferido es un poliestireno. El término "película" con respecto a la descripción de una forma de sustrato del polímero orgánico significa un material de cualquier longitud o anchura deseada y que tiene un espesor de 0,001 centímetro (cm) a 0,1 cm. El término "hoja" significa un material de cualquier longitud o anchura deseada y que tenga un espesor de 0,1 cm a 10 cm. Preferiblemente, el sustrato se caracteriza por la porosidad de la superficie (p. ej., como para las espumas). En algunas realizaciones, el sustrato de polímero orgánico comprende un laminado del sustrato de polímero orgánico y una o más capas del mismo o diferente sustrato de polímero orgánico o cualquier otro material adecuado tal como, por ejemplo, madera, papel, metal, tela u óxidos de uno o más metales o metaloides, ejemplificados por arcilla, talco, sílice, alúmina, nitruro de silicio o piedra, como una o más capas de una estructura multicapa o como un componente de una o más capas, siempre que el sustrato de polímero orgánico tenga una superficie expuesta capaz de ser revestida con la composición de geopolímero modificada de la invención.

Preferiblemente, el sustrato de polímero orgánico revestido de geopolímero comprende un artículo revestido de geopolímero. Es decir, en algunas realizaciones, la invención es un artículo que comprende el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero. En algunas realizaciones, el artículo comprende un componente automotriz revestido de geopolímero, componente de construcción, artículo para exteriores o componente de infraestructura revestido de geopolímero. Más preferiblemente, el sustrato de polímero orgánico del sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero comprende poliestireno. Los ejemplos de tales artículos revestidos con geopolímero se han descrito anteriormente en esta memoria. Los artículos revestidos con geopolímero pueden ser revestidos en parte o en su totalidad. Por ejemplo, los artículos revestidos con geopolímero pueden ser revestidos en superficies interiores, superficies exteriores o una combinación de ellas. Preferiblemente, las capas de geopolímero modificadas curadas y secas que comprenden los artículos revestidos con geopolímero no se han agrietado, pelado ni burbujado.

Las composiciones de geopolímero modificadas de la primera realización pueden ponerse en contacto con la superficie lista para el revestimiento, o su porción, del sustrato de polímero orgánico utilizando cualquier método de contacto como sería conocido en la técnica. Los ejemplos de métodos de contacto adecuados son la dispersión (p. ej., mediante bombeo, empuje de forma mecánica o fluido), pulverización, fundición, moldeo, formación y estampado. La etapa de contacto proporciona la capa precursora de geopolímero modificada en contacto físico con la superficie lista para el revestimiento, o su porción, del sustrato de polímero orgánico. Preferiblemente, la capa precursora de geopolímero modificada se caracteriza por un espesor, más preferiblemente un espesor uniforme. La capa precursora de geopolímero modificada se caracteriza también por tener una superficie expuesta lista para secarse, de la cual al menos el 30 % en peso del agua de la capa precursora de geopolímero modificada se elimina en la etapa de secado. Preferiblemente, la superficie expuesta lista para secarse de la capa precursora de geopolímero modificada es revestida temporalmente con un material de barrera contra el agua (p. ej., una membrana de polímero o vidrio) durante la etapa de curado y, a continuación, se descubre antes de la etapa de secado.

El secado (es decir, la eliminación de agua de) la capa precursora de geopolímero modificada curada comprende preferiblemente evaporación, decapado, secado por congelación o una combinación de los mismos. El secado se puede realizar a presión ambiente (p. ej., 101 kPa), presión elevada (p. ej., mayor que 110 kPa, pero preferiblemente menor a 120 kPa), o presión reducida (p. ej., menor a 95 kPa). El secado se puede realizar a cualquier temperatura adecuada para eliminar un poco de agua de la composición de geopolímero modificada. Preferiblemente, la temperatura de secado es de 100 grados Celsius (°C) o menos, más preferiblemente menos de 75 °C, aún más preferiblemente menos de 50 °C, e incluso más preferiblemente menos de 40 °C; e independientemente preferiblemente al menos -10 °C, más preferiblemente al menos -5, aún más preferiblemente al menos 10 °C, e incluso más preferiblemente al menos 15 °C. En algunas realizaciones, el secado se realiza a temperatura ambiente (p. ej., 10 °C a 40 °C) y comprende la evaporación.

Preferiblemente, la eliminación del agua se caracteriza por estar a la temperatura de secado, siendo la temperatura de secado preferiblemente mayor que la temperatura de transición vítrea del látex de polímero orgánico en realizaciones que emplean el látex de polímero orgánico. El término "temperatura de secado" significa un grado de calor o frío donde se elimina al menos el 30 % en peso de agua de la capa precursora de geopolímero modificada curada. Preferiblemente, al menos el 50 % en peso, más preferiblemente al menos el 60 % en peso, aún más preferiblemente al menos el 70 % en peso, y aún más preferiblemente al menos el 75 % en peso de agua se elimina de la capa precursora de geopolímero modificada curada durante la etapa de secado del método de la segunda realización para dar la capa de geopolímero modificada seca y curada. Cuando un látex de polímero orgánico exhibe múltiples temperaturas de transición vítrea, al menos una y preferiblemente la más baja de las múltiples temperaturas de transición vítrea es menor que la temperatura de secado de la capa precursora de geopolímero modificada curada.

El curado de la capa precursora de geopolímero modificada para dar la capa precursora de geopolímero modificada curada se puede realizar a cualquier temperatura adecuada para curar la composición de geopolímero modificada. El término "temperatura de curado" significa un grado de calor o frialdad en el cual la composición de geopolímero modificada con geopolímero-polímero de látex estabilizado o la concentración de agua y molar Si/Al se endurece al permitir la unión de los mismos. Preferiblemente, el curado se realiza a una temperatura de curado que es la temperatura ambiente y, más preferiblemente, una temperatura de curado de 20 °C a 40 °C. Las temperaturas y presiones de curado y secado pueden ser iguales o diferentes.

Como se mencionó anteriormente, curar y secar la capa precursora de geopolímero modificada da la capa de geopolímero modificada curada y secada en contacto operativo adherente con la superficie lista para revestimiento, o una porción de la misma, del sustrato de polímero orgánico. El contacto operativo adherente significa que se adhiere a la superficie lista para el revestimiento, o parte del mismo, del sustrato de polímero orgánico con una resistencia de unión de 30,0 kilopascales (kPa) o más, más preferiblemente 49 kPa o más, aún más preferiblemente 70 kPa o más, e incluso más preferiblemente 100 kPa o mayor; y en algunas realizaciones, preferiblemente de aproximadamente 150 kPa o menos, todo cuando se ensaya con el método de ensayo de tracción por tracción descrito en el párrafo inmediatamente siguiente. La composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado se caracteriza preferiblemente por ser altamente adherente al polímero orgánico. Es decir, la composición estabilizada de látex de polímero orgánico de geopolímero, después de curarse y secarse en contacto con una superficie lista para el revestimiento de un sustrato de polímero orgánico, produciría una capa de látex de polímero orgánico de geopolímero-orgánico altamente adherente y polimerizada en la capa superior. la superficie lista para el revestimiento del sustrato de polímero orgánico, caracterizándose la capa de látex de polímero orgánico de geopolímero y polimerizado altamente adherente al polímero orgánico que se adhiere a la superficie lista para el revestimiento, o parte del mismo, del sustrato de polímero orgánico con una fuerza de unión de 50,0 kilopascales (kPa) o más cuando se ensaya con el método de ensayo de tracción por tracción descrito en el párrafo inmediatamente siguiente.

Método de ensayo de tracción por tracción:

Etapas (a): preparación de la muestra de ensayo de 3 capas curada y seca.

Obtenga dos piezas de una muestra de sustrato de polímero orgánico (p. ej., espuma de poliestireno), cada pieza de la muestra con dimensiones de 2 pulgadas (5,1 centímetros (cm) por 2 pulgadas (5,1 cm) cuadrados por 1 pulgada (2,54 cm) de altura. Revista por separado una primera cara de 4 pulgadas cuadradas (26 cm cuadrados) de cada una de las piezas de muestra con una composición de geopolímero de ensayo, y presione a mano las capas de geopolímero resultantes juntas para obtener una muestra precursora de material compuesto laminado de tres capas que comprende una capa de sustrato de polímero orgánico inferior, una capa intermedia de geopolímero y una capa de sustrato de polímero orgánico superior. Limpie cualquier exceso de composición de geopolímero de ensayo de los bordes de la muestra precursora. Repita cuatro veces para obtener un total de cinco muestras precursoras. Envuelva por separado las muestras precursoras en una envoltura de plástico (p. ej., una envoltura de cloruro de polivinilideno) o coloque las muestras precursoras en un baño de agua parcialmente lleno sellado con una tapa hermética, y coloque las muestras precursoras envueltas de plástico resultantes o las muestras precursoras selladas en el baño de agua parcialmente lleno en un horno a 45 °C durante la noche (p. ej., de 12 horas a 24 horas) para curar el geopolímero (es decir, endurecer el geopolímero). (Alternativamente, cure y seque las muestras precursoras a temperatura ambiente (aproximadamente 20 °C) en un ambiente abierto (es decir, sin cubrir) (es decir, sin envolver

5 las muestras de precursor en la envoltura de plástico ni coloque las muestras de precursor en un baño de agua sellado) durante un mínimo de 2 días y, preferiblemente durante aproximadamente 7 días, como puede ser conveniente en circunstancias particulares.) Retire las muestras precursoras curadas resultantes del horno, retire la envoltura de plástico o del baño de agua parcialmente lleno, y permita que las muestras precursoras curadas no envueltas se sequen a temperatura ambiente hasta un peso constante para obtener muestras de ensayo de 3 capas curadas y secas.

Etapa (b): preparación de la muestra de ensayo final de 5 capas

10 Para cada una de las muestras de ensayo de 3 capas curadas y secas de la etapa (a), aplique un epoxi de 2 partes (adhesivo de epoxi Scotch-Weld 3M 2216 B/A) en una cara exterior (parte inferior) de su capa de sustrato de polímero orgánico inferior y una cara exterior (superior) de su capa superior de sustrato de polímero orgánico. Ponga en contacto cada cara exterior que contenga epoxi de la muestra de ensayo curada y seca con una diferente de dos placas de acero de 2 pulgadas (2,54 cm) por 2 pulgadas (2,54 cm). Permita que el epoxi se seque durante al menos 24 horas para obtener una muestra de ensayo final de cinco capas que tenga capas de placa de acero superior e inferior opuestas.

15 Etapa (c): ensayo de resistencia a la tracción por tracción.

Mida la resistencia a la tracción por tracción de las muestras de ensayo finales de cinco capas de la etapa (b) con un instrumento Instron (modelo 4204 o 5585). Use los parámetros de ensayo descritos en ASTM D 1623, que son particularmente útiles para los ensayos de tracción por tracción de espuma de poliestireno a una velocidad transversal de 0,05 pulgadas por minuto (0,13 cm por minuto).

20 Ejemplos comparativos (no invención)

Los ejemplos comparativos se proporcionan en esta memoria como un contraste con ciertas realizaciones de la presente invención y no se pretende que se consideren como técnica anterior o representativos de ejemplos de no invención.

25 Ejemplos comparativos A1a a A1d: preparación de composiciones de geopolímero no modificadas (que carecen del látex de polímero orgánico y estabilizadores de látex) (Contenido de agua basado en el peso total de la composición de geopolímero no modificada)

30 A1a: prepare una solución de silicato de sodio combinando los ingredientes 61,9 g de agua, 19,65 g de hidróxido de sodio sólido y 18,45 g de sílice pirógena. A una porción de 10 g de la solución de silicato de sodio, agregue 4 g de arcilla de caolín calcinada y mezcle la mezcla resultante para obtener la composición de geopolímero del ejemplo comparativo A1a. Contenido de agua = 47,3 % en peso y proporción molar Si/Al de 1,85.

A1b: repita el procedimiento general del ejemplo comparativo 1a, excepto con los siguientes ingredientes y cantidades: 56,26 g de agua, 21,47 g de NaOH, 22,26 g de sílice pirógena y 65,82 g de caolín calcinado para obtener la composición del geopolímero del ejemplo comparativo A1b (relaciones molares: Si/Al = 1,625; Na/Al = 0,899) y contenido de agua = 36,8 % en peso.

35 A1c: repita el procedimiento general del ejemplo comparativo 1a, excepto con los siguientes ingredientes y cantidades: 52,78 g de agua, 20,16 g de NaOH, 27,06 de sílice pirógena y 55,56 g de caolín calcinado para obtener la composición de geopolímero del ejemplo comparativo A1c (relaciones molares: Si/Al = 1,9; Na/Al = 1,0) y contenido de agua = 36,8 % en peso.

40 A1d: repita el procedimiento general del ejemplo comparativo 1a, excepto con los siguientes ingredientes y cantidades: 52,31 g de agua, 23,41 g de NaOH, 24,27 de sílice pirógena y 71,76 g de caolín calcinado para obtener la composición de geopolímero del ejemplo comparativo A1d (relaciones molares: Si/Al = 1,625; Na/Al = 0,899) y contenido de agua = 33,5 % en peso.

Ejemplos comparativos B1a a B1d: muestras de ensayo final de cinco capas para el método de ensayo de tracción por tracción

45 B1a a B1d: usando respectivamente la preparación de las etapas (a) y (b) del método de ensayo de tracción por tracción descrito anteriormente y el geopolímero no modificado de uno de los ejemplos comparativos A1a a A1d en lugar de la composición de geopolímero de ensayo, con cada geopolímero no modificado prepare 5 muestras de ensayo finales de cinco capas de los ejemplos comparativos B1a a B1d. Determine la fuerza de adherencia promedio de las muestras de ensayo finales de cinco capas en función de la etapa (c) del método de ensayo de tracción por tracción descrito anteriormente. Los resultados del ensayo de tracción por tracción se registran más adelante en la tabla 1.

50 Ejemplos de la presente invención

Los ejemplos no limitantes de la presente invención se describen a continuación.

Ejemplo A1: composición estabilizada de látex de polímero orgánico de geopolímero que contiene un 6,5 % en peso de látex de poli(estireno-butadieno) transportado en agua

Repita el procedimiento general del ejemplo comparativo A1a, excepto con 52,0 g de agua, 19,65 g de NaOH, 18,45 g de sílice y 40 g de caolín calcinado para obtener una composición de geopolímero no modificada. A la composición de geopolímero no modificada, agregue una cantidad pesada (19,6 g) de látex DL 460 (un políglico-36 (PG-36) estabilizado con látex de poli(estireno-butadieno) transportado por agua, disponible comercialmente de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EE.UU., teniendo una $T_{gl} = 8\text{ °C}$) para dar una composición de geopolímero modificada que es la composición de látex de polímero orgánico y geopolímero estabilizada del ejemplo A1 que contiene un 6,5 % en peso de látex de poli(estireno-butadieno) transportado en agua y un 44,2 % en peso de contenido de agua, ambos basados en el peso total de la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado y una proporción molar Si/Al de 1,85.

Ejemplos A2 a A4: composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen un 16,7 % en peso, un 20 % en peso y un 23,1 % en peso de látex de poli(estireno-butadieno) en agua, con un contenido de agua de un 39,5 % en peso, un 37,9 % en peso y un 36,4 % en peso, respectivamente, y cada uno con una proporción molar Si/Al de 1,85.

Repita el procedimiento general del ejemplo comparativo A1a tres veces con: (i) 33,9 g de agua, 19,65 g de NaOH, 18,45 g de sílice, 40 g de caolín calcinado, (ii) 26,9 g de agua, 19,65 g de NaOH, 18,45 g de sílice, 40 g de caolín calcinado, o (iii) 19,9 g de agua, 19,65 g de NaOH, 18,45 g de sílice, 40 g de caolín calcinado para obtener composiciones de geopolímero no modificadas respectivas. Repita el procedimiento general del ejemplo A1 con las respectivas composiciones de geopolímero no modificadas y cantidades pesadas superiores (56,0 g, 70,0 g, y 84,0 g, respectivamente) de Latex DL 460 (descrito anteriormente) para obtener en cambio la composición estabilizada de látex de polímero orgánico de geopolímero de ejemplos A2 a A4, respectivamente, que contienen un 16,7 % en peso, un 20 % en peso y un 23,1 % en peso de látex de poli(estireno-butadieno) contenido en agua y un contenido de agua de un 39,5 % en peso, un 37,9 % en peso y un 36,4 % en peso, respectivamente, basados todos en el peso total de las composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado, y teniendo cada una de ellas una proporción molar Si/Al de 1,85.

Ejemplos A5a a A5c: composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso y un 17 % en peso de polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno); que tiene un contenido de agua = 36,8 % en peso; y proporción molar Si/Al = 1,625. Preparación descrita más adelante.

Ejemplos A6a a A6d: composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso, un 23 % en peso y un 33 % en peso de polvo de látex de poli(estireno-butadieno); que tiene un contenido de agua = 36,8 % en peso; y proporción molar Si/Al = 1,625. Preparación descrita más adelante.

Ejemplos A7a a A7d: composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso, un 17 % en peso y un 23 % en peso de polvo de látex de ácido poliacrílico; que tiene un contenido de agua = 36,8 % en peso; y proporción molar Si/Al = 1,625. Preparación descrita más adelante.

Preparación de la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de los ejemplos A5a a A7d:

Repita por separado el procedimiento general del ejemplo A1, excepto que (i) en lugar de la composición de geopolímero no modificada del ejemplo comparativo A1a, use la composición de geopolímero no modificada del ejemplo comparativo Alb; y (ii) en lugar de Latex DL 460 use cantidades pesadas apropiadas de polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno) que tenga una $T_g = 3\text{ °C}$ (ejemplos A5a a A5c); o polvo de látex de poli(estireno-butadieno) que tiene una $T_g = 8\text{ °C}$ (ejemplos A6a a A6d); o polvo de látex de ácido poliacrílico que tiene una $T_g = 10\text{ °C}$ (ejemplos A7a a A7d). Estas preparaciones dan composiciones de geopolímero modificado que son las composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso y un 17 % en peso de polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno) de los ejemplos A5a a A5c; composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso, un 23 % en peso y un 33 % en peso de polvo de látex de poli(estireno-butadieno) de los ejemplos A6a a A6d; y composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que contienen respectivamente un 4,8 % en peso, un 9,1 % en peso, un 17 % en peso y un 23 % en peso de polvo de látex de ácido poliacrílico de los ejemplos A7a a A7d, y toda la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de los ejemplos A5a a A7d con un contenido de agua = 36,8 % en peso; y proporción molar Si/Al = 1,625.

Ejemplo A8 (no conforme a la invención): composición de geopolímero modificada en la proporción molar de agua y Si/Al que tiene un contenido de agua = 33,5 % en peso y una proporción molar Si/Al de 1,9.

Prepare una composición de geopolímero modificada con una proporción molar de concentración de agua y Si/Al

5 que tenga un contenido de agua reducido en comparación con el contenido de agua de la composición de geopolímero no modificado del ejemplo comparativo A1c empleando una solución de silicato de sodio con un contenido de agua reducido que tenga 48,8 g de agua, 21,9 g de NaOH, 29,3 g de sílice, y combinando la solución de silicato de sodio con un contenido reducido de agua con 60,2 g de caolín calcinado para obtener una composición de geopolímero modificada con capacidad de adherencia a polímeros altamente orgánica que es la composición de geopolímero modificada con una proporción molar de agua y Si/Al del ejemplo A8 tiene un contenido de agua = 33,5 % en peso y una proporción molar Si/Al de 1,9.

10 Ejemplos B1 a B4: muestras de ensayo finales de cinco capas que comprenden una composición estabilizada de látex de polímero orgánico y geopolímero de cualquiera de los ejemplos A1 a A4, respectivamente. Preparación y ensayos descritos más adelante.

Ejemplos B5a a B5c; B6a a B6d; y B7a a B7d: muestras de ensayo finales de cinco capas que comprenden una composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de cualquiera de los ejemplos A5a a A5c; A6a a A6d; y A7a a A7d, respectivamente. Preparación y ensayos descritos más adelante.

15 Ejemplo B8 (no conforme a la invención): muestras de ensayo finales de cinco capas que comprenden la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado del ejemplo A8. Preparación y ensayos descritos más adelante.

Preparación de las muestras de ensayo finales de cinco capas de los ejemplos B1 a B8

20 Repita el procedimiento de las etapas (a) y (b) del método de ensayo de tracción por tracción cuatro veces para cada una de las composiciones de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado de los ejemplos A1 a A4, B5a a B5c; B6a a B6d; y B7a a B7d, o B8, respectivamente, en lugar de la composición de geopolímero de ensayo para obtener cuatro muestras de ensayo finales de cinco capas para cada uno de los ejemplos B1 a B8. Determine las resistencias de adhesión medias según la etapa descrita anteriormente (c) del método de ensayo de tracción por tracción con cada una de las cuatro muestras de ensayo finales de cinco capas. El tipo de modificación de las composiciones de geopolímero modificado, los porcentajes en peso y los resultados de los ensayos de tracción por tracción se registran a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: resultados del ensayo de tracción por tracción

Numero de muestra	Modificación del geopolímero (contenido de agua (% en peso) y proporción molar Si/Al (Si/Al))	Porcentaje en peso de látex (% en peso)	Resistencia a la tracción por tracción (kPa)	95 % de confianza (kPa)
	Ninguna			
CE * B1a	(contenido de agua = 47,3 % en peso; Si/Al = 1,85)	0	10	N/A**
	Ninguna			
CE B1b	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,6)	0	14	N/A
	Ninguna			
CE B1c	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,9)	0	19	N/A
	Ninguna			
CE B1d	(contenido de agua = 33,5 % en peso; Si/Al = 1,6)	0	8	N/A
	látex de poli(estireno-butadieno) a base de agua			
B1	(contenido de agua = 44,2 % en peso; Si/Al = 1,85)	6,5	26	± 2,9

ES 2 741 552 T3

Numero de muestra	Modificación del geopolímero (contenido de agua (% en peso) y proporción molar Si/Al (Si/Al))	Porcentaje en peso de látex (% en peso)	Resistencia a la tracción por tracción (kPa)	95 % de confianza de (kPa)
	látex de poli(estireno-butadieno) a base de agua			
B2	(contenido de agua = 39,5 % en peso; Si/Al = 1,85)	16,7	25	± 2,8
	látex de poli(estireno-butadieno) a base de agua			
B3	(contenido de agua = 37,9 % en peso; Si/Al = 1,85)	20,0	32	N/A
	látex de poli(estireno-butadieno) a base de agua			
B4	(contenido de agua = 36,4 % en peso; Si/Al = 1,85)	23,15	26	± 2,8
	polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno)			
B5a	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	4,8	9	N/A
	polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno)			
B5b	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	9,1	18	N/A
	polvo de látex de poli(acetato de vinilo/etileno)			
B5c	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	17	8	N/A
	polvo de látex de poli(estireno-butadieno)			
B6a	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	4,8	140	N/A
	polvo de látex de poli(estireno-butadieno)			
B6b	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	9,1	68	± 21
	polvo de látex de poli(estireno-butadieno)			
B6c	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	23	58	± 14
	polvo de látex de poli(estireno-butadieno)			
B6d	(contenido de agua = 36,8 % en peso;	33	49	± 11

Numero de muestra	Modificación del geopolímero (contenido de agua (% en peso) y proporción molar Si/Al (Si/Al))	Porcentaje en peso de látex (% en peso)	Resistencia a la tracción por tracción (kPa)	95 % de confianza de (kPa)
	Si/Al = 1,625)			
	polvo de látex de ácido poliacrílico			
B7a	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	4,8	43	N/A
	polvo de látex de ácido poliacrílico			
B7b	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	9,1	63	± 24
	polvo de látex de ácido poliacrílico			
B7c	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	17	85,5	± 24
	polvo de látex de ácido poliacrílico			
B7d	(contenido de agua = 36,8 % en peso; Si/Al = 1,625)	23	73,8	± 30
	Concentración de agua (reducida) y proporción molar Si/Al modificada		77	
B8 ***	(contenido de agua = 33,5 % en peso, Si/Al = 1,9)	0	92	N/A
* CE significa Ejemplo Comparativo; ** N/a significa no disponible.				
*** no conforme a la invención.				

5

Como se muestra en los ejemplos, la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizada de la invención es capaz de revestir una superficie lista para su revestimiento de un sustrato de polímero orgánico y, después del curado y secado, forma un adhesivo y, en algunos casos, una capa de revestimiento altamente adherente sobre la superficie lista para su revestimiento del sustrato de polímero orgánico. En cambio, las composiciones que consisten en geopolímero no modificado y, por lo tanto, carecen del látex de polímero orgánico o no tienen una combinación de contenido de agua reducido y una proporción molar mayor de Si/Al, no se adhieren o se adhieren débilmente a las superficies listas para el revestimiento de sustratos de polímeros orgánicos.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de geopolímero modificada que es una composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado que comprende una mezcla uniforme de un geopolímero y un látex de polímero orgánico, donde la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado comprende una primera mezcla de un polisialato hidratado y de 1,0 por ciento en peso a 50 por ciento en peso de un látex de polímero orgánico, estando basado el porcentaje en peso del látex de polímero orgánico en el peso total de la primera mezcla.
2. La composición de geopolímero modificada como en la reivindicación 1, siendo el polisialato hidratado de fórmula empírica (G): $(M)_y[-(-SiO_2)_z-AlO_2]_x \cdot w H_2O$ (G), donde cada M es independientemente un catión del Grupo 1 de la tabla periódica de los elementos; x es un número entero de 2 o superior y representa un número de unidades de repetición de polisialato; y es un número entero seleccionado de modo que una relación de y a x es mayor que cero ($y/x > 0$); z es un número racional o irracional de 1 a 35; y w es un número racional o irracional tal que la relación de w a x representa una relación de moles de agua por unidad de repetición de polisialato.
3. La composición de geopolímero modificada según la reivindicación 1 o 2, en donde el látex de polímero orgánico, que se usa para formar la primera mezcla, comprende una segunda mezcla que comprende un látex de polímero orgánico transportado por agua y del 0,05 por ciento en peso al 10 por ciento en peso de un látex estabilizador, estando basado el porcentaje en peso del estabilizador de látex en el peso total de la segunda mezcla.
4. La composición de geopolímero modificada según la reivindicación 3, comprendiendo el látex de polímero orgánico a base de agua una dispersión en agua de polipropileno, polibutileno, poliestireno o poli(estireno-butadieno).
5. La composición de geopolímero modificada según la reivindicación 1 o 2, en donde el látex de polímero orgánico, que se usa para formar la primera mezcla, comprende un polvo de látex de polímero orgánico.
6. La composición de geopolímero modificada según la reivindicación 5, comprendiendo el polvo de látex de polímero orgánico un homopolímero preparado a partir de, y comprendiendo residuos de, monómero de ácido acrílico y un copolímero de poli(estireno butadieno).
7. La composición de geopolímero modificada como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, pudiendo caracterizarse la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizado por su capacidad para ser altamente adherente de polímero orgánico, significando la capacidad de adherencia de polímero altamente orgánico que la composición de látex de polímero orgánico de geopolímero estabilizada, después de curarse y secarse en contacto con una superficie lista para revestimiento de un sustrato de polímero orgánico, produciría una capa de látex de polímero orgánico de geopolímero orgánico, curada y secada, altamente adherente al polímero sobre la superficie lista para revestimiento del sustrato de polímero orgánico, pudiendo caracterizarse la capa de látex de polímero orgánico de geopolímero curada y secada altamente adherente al polímero orgánico por adherirse a la superficie lista para su revestimiento, o parte de la misma, del sustrato de polímero orgánico con una resistencia de unión de 50,0 kilopascales (kPa) o más, según lo medido de conformidad con el método de tracción por tracción.
8. Un método para preparar un sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero que comprende una capa de geopolímero modificado seco en contacto operativo adherente con un sustrato de polímero orgánico, pudiendo caracterizarse el contacto operativo adherente por tener una resistencia de unión de 25 kilopascales (kPa) o más, según lo medido de conformidad con el método de tracción por tracción, comprendiendo el método las etapas de:
- (a) suministro del sustrato de polímero orgánico, teniendo el sustrato de polímero orgánico una superficie lista para revestimiento;
 - (b) puesta en contacto de una composición de geopolímero modificado según la reivindicación 1 con la superficie lista para revestimiento, o una porción de la misma, del sustrato de polímero orgánico para dar una capa precursora de geopolímero modificada en contacto físico con la superficie lista para revestimiento, o su porción, del sustrato de polímero orgánico; y
 - (c) curado de la capa precursora de geopolímero modificada para dar la capa precursora de geopolímero modificada curada; y
 - (d) secado de la capa precursora de geopolímero modificada curada para eliminar al menos el 25 por ciento en peso de agua de la misma para dar el sustrato de polímero orgánico revestido con geopolímero; y el látex de polímero orgánico puede caracterizarse por tener una temperatura de transición vítrea y la etapa de secado se puede caracterizar por tener una temperatura de secado, siendo la temperatura de secado de la etapa de secado mayor que la temperatura de transición vítrea del látex de polímero orgánico.
9. El método según la reivindicación 8, en donde el curado es esencialmente simultáneo o sustancialmente anterior al secado.

10. El método como en las reivindicaciones 8 o 9, comprendiendo el sustrato de polímero orgánico poliestireno.