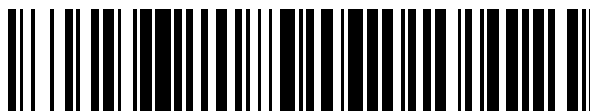


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 882 129**

51 Int. Cl.:

C08G 12/00 (2006.01)

C08G 14/00 (2006.01)

C08G 16/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2011 PCT/EP2011/057363**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.11.2011 WO11138458**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2011 E 11720076 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021 EP 2566904**

54 Título: **Aglutinantes de poliamina e hidrato de carbono y materiales fabricados con los mismos**

30 Prioridad:

07.05.2010 US 332458 P

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

01.12.2021

73 Titular/es:

**KNAUF INSULATION (100.0%)
Rue de Maastricht 95
4600 Visé, BE**

72 Inventor/es:

**APPLEY, CHARLES;
HAMPSON, CARL;
MUELLER, GERT y
PACOREL, BÉNÉDICTE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 882 129 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

Aglutinantes de poliamina e hidrato de carbono y materiales fabricados con los mismos

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a una formulación aglutinante y a materiales fabricados con la misma que comprenden un aglutinante a base de hidrato de carbono, y a un método para prepararla. En particular, se describe un aglutinante que comprende los productos de reacción de un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina y materiales fabricados con el mismo.

Antecedentes

Los aglutinantes son útiles en la fabricación de artículos ya que son capaces de consolidar materia sin ensamblar o ensamblada de forma suelta. Por ejemplo, los aglutinantes permiten que dos o más superficie se unan. En particular, los aglutinantes pueden usarse para producir productos que comprenden fibras consolidadas. Los aglutinantes termoendurecibles pueden caracterizarse por ser transformados en materiales insolubles e infusibles por medio de acción térmica o catalítica. Los ejemplos de un aglutinante termoendurecible incluyen varios de fenol-aldehído, urea-aldehído, melamina-aldehído y otros materiales de condensación-polimerización como resinas de furano y de poliuretano. Las composiciones de aglutinante que contienen fenol-aldehído, resorcinol-aldehído, fenol/aldehído/urea, fenol/melamina/aldehído y similares se usan para la unión de fibras, materiales textiles, plásticos, cauchos y muchos otros materiales.

Las industrias de lana mineral y de tableros de fibra han utilizado históricamente un aglutinante de fenol-formaldehído para unir fibras. Los aglutinantes de tipo fenol-formaldehído proporcionan propiedades adecuadas a los productos finales; sin embargo, las consideraciones medioambientales han motivado el desarrollo de aglutinantes alternativos. Un aglutinante alternativo de este tipo es un aglutinante a base de hidrato de carbono derivado de la reacción de un hidrato de carbono y un ácido multiprótico, por ejemplo, la Solicitud Publicada de los EE.UU. N.º 2007/0027283 y la Solicitud PCT Publicada WO2009/019235. Otro aglutinante alternativo son los productos de esterificación de la reacción de un ácido policarboxílico y un poliol, por ejemplo, la Solicitud Publicada de los Estados Unidos N.º 2005/0202224. Debido a que estos aglutinantes no utilizan formaldehído como reactivo, se han denominado colectivamente aglutinantes sin formaldehído.

Un área de desarrollo actual es encontrar un sustituto de los aglutinantes de tipo fenol-formaldehído en toda la gama de productos del sector de la construcción y la automoción (por ejemplo, aislamiento de fibra de vidrio, tableros de partículas, paneles de escritorio y aislamiento acústica de sonido). En particular, los aglutinantes sin formaldehído desarrollados anteriormente pueden no poseer todas las propiedades deseadas para todos los productos de este sector. Por ejemplo, los aglutinantes a base de ácido acrílico y poli(alcohol vinílico) han mostrado características de rendimiento prometedoras. Sin embargo, estos son relativamente más caros que los aglutinantes de fenol-formaldehído, derivan esencialmente de recursos a base de petróleo y tienen una tendencia a presentar velocidades de reacción inferiores en comparación con las composiciones de aglutinante a base de fenol-formaldehído (que requieren tiempos de curado prolongados o temperaturas de curado mayores). Las composiciones de aglutinante a base de hidrato de carbono se fabrican con precursores relativamente económicos y derivan principalmente de recursos renovables; sin embargo, estos aglutinantes también pueden requerir condiciones de reacción para el curado que son sustancialmente diferentes de las condiciones en las que se cura el sistema aglutinante de fenol-formaldehído tradicional. Por lo tanto, el reemplazo fácil de los aglutinantes de tipo fenol-formaldehído por una alternativa existente no se ha podido conseguir fácilmente.

Los documentos US 2 198 874 A, US 2 442 989 A, US 2 518 956 A y US 2 392 105 A se refieren a columnas de intercambio iónico. Los documentos GB 1 512 066 A, US 4 201 857 A, US 4 186 053 A, US 4 184 986 A y GB 1 391 172 A se refieren a materiales portadores de proteínas. El documento GB 2 047 258 A desvela un proceso para la preparación de un catalizador sólido. Los documentos US 4 085 076 A y CA 1 090 026 A1 desvelan resinas de hidrato de carbono-fenólicas. El documento US 1 801 053 A trata de la producción de materiales de naturaleza resinosa, plástica o gomosa y adaptados para su uso en industrias relacionadas con la producción de artículos moldeados, barnices y similares, como, por ejemplo, aislamiento eléctrico moldeado, discos de fonógrafo, etc. El documento US 1 801 053 A trata también de procesos y productos que implican reacciones entre hidratos de carbono y materiales nitrogenados o básicos, en presencia o ausencia de ácidos o material ácido. El documento DE43 08 089 A1 desvela un agente que contiene una poliamina, un azúcar y uno o más componentes del grupo formado por derivados del ácido dicarboxílico, aldehídos que tienen dos o más átomos de carbono y epóxidos.

Sumario

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Cualquier divulgación que quede fuera del alcance de dichas reivindicaciones está destinada únicamente a fines ilustrativos, así como comparativos. De acuerdo con la presente divulgación, se describe un aglutinante a base de hidrato de carbono. La composición de aglutinante tiene propiedades que la hacen útil para diversas aplicaciones; particularmente, el aglutinante puede usarse para unir materia

ensamblada de forma suelta, tal como fibras.

5 En realizaciones ilustrativas, la presente divulgación se refiere a un aglutinante que comprende un producto polimérico de un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono es un polisacárido. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono es un monosacárido o un disacárido. En otra realización, el hidrato de carbono es un monosacárido en su forma aldosa o cetosa. En otra realización, el reactivo de hidrato de carbono se selecciona entre un grupo que consiste en dextrosa, xilosa, fructosa, dihidroxiacetona y mezclas de las mismas. En otra realización, el producto polimérico es un producto polimérico termoendurecible.

10 En realizaciones ilustrativas, la poliamina es una poliamina primaria. En una realización, la poliamina puede ser una molécula que tenga la fórmula $H_2N-Q-NH_2$, en donde Q es un alquilo, cicloalquilo, heteroalquilo o cicloheteroalquilo, cada uno de los cuales puede estar opcionalmente sustituido. En una realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C_2-C_{24} . En otra realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C_2-C_8 . En otra realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C_3-C_7 . En otra realización más, Q es un alquilo C_6 . En una realización, Q se selecciona entre el grupo que consiste en un ciclohexilo, ciclopentilo o ciclobutilo. En otra realización, Q es un bencilo.

20 En realizaciones ilustrativas, la poliamina se selecciona entre un grupo que consiste en una diamina, triamina, tetraamina y pentamina. En una realización, la poliamina es una diamina seleccionada entre un grupo que consiste en 1,6-diaminohexano y 1,5-diamino-2-metilpentano. En una realización, la diamina es 1,6-diaminohexano. En una realización, la poliamina es una triamina seleccionada entre un grupo que consiste en dietilentriamina, 1-piperazinetanoamina y bis(hexametilen)triamina. En otra realización, la poliamina es una tetraamina tal como trietilentetramina. En otra realización, la poliamina es una pentamina, tal como tetraetilenpentamina.

25 En realizaciones ilustrativas, la poliamina primaria es una poliéter-poliamina. En una realización, la poliéter-poliamina es una diamina o una triamina.

30 En realizaciones ilustrativas, la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina está en el intervalo de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 30:1. En otra realización, la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina está en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 10:1. En otra realización, un extracto acuoso del producto polimérico tiene un pH en el intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 9. En otra realización, un extracto acuoso del producto polimérico es esencialmente incoloro. En otra realización más, el producto polimérico está desprovisto de fenol y/o de formaldehído. En otra realización, un extracto acuoso del producto polimérico es capaz de reducir el reactivo de Benedict. En otra realización, el producto polimérico absorbe la luz entre 400 y 500 nm, por ejemplo, a 420 nm.

40 En una realización ilustrativa, un método de fabricación de un conjunto de materia unida con un aglutinante polimérico comprende preparar una solución que contiene reactivos para producir el aglutinante polimérico y un disolvente, en donde los reactivos incluyen un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina; disponer la solución sobre el conjunto de materia; volatilizar el disolvente para formar un producto sin curar y someter el producto sin curar a condiciones que provoquen que el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina se polimericen para formar el aglutinante polimérico. En una realización, el conjunto de materia comprende fibras seleccionadas entre un grupo que consiste en fibras minerales (fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca o fibras de vidrio), fibras de aramida, fibras cerámicas, fibras metálicas, fibras de carbono, fibras de poliimida, fibras de poliéster, fibras de rayón y fibras celulósicas. En otra realización, el conjunto de materia comprende partículas tales como carbón o arena. En otra realización, el conjunto de materia son fibras de vidrio. En otra realización más, las fibras de vidrio están presentes en un intervalo de aproximadamente el 70 % a aproximadamente el 99 % en peso. En otra realización, el conjunto de materia comprende fibras celulósicas. Por ejemplo, las fibras celulósicas pueden ser virutas de madera, serrín, pulpa de madera o madera triturada. En otra realización más, las fibras celulósicas pueden ser otras fibras naturales tales como yute, lino, cáñamo y paja.

50 En realizaciones ilustrativas, el método de fabricación de un conjunto de materia unida con un aglutinante polimérico incluye además preparar una solución añadiendo una cantidad de un reactivo de hidrato de carbono y una cantidad de una poliamina de manera que la relación en peso esté en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 10:1, respectivamente. En una realización, la preparación de la solución incluye añadir el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina a una solución acuosa. En otra realización, la preparación de la solución incluye ajustar el pH de la solución dentro del intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 13, por ejemplo, el intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 12.

60 En realizaciones ilustrativas, la presente divulgación se refiere a una composición que comprende un conjunto de materia y un aglutinante; comprendiendo el aglutinante los productos poliméricos de una reacción entre un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina, siendo los productos poliméricos sustancialmente insolubles en agua. En una realización, el conjunto de materia incluye fibras minerales (fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca o fibras de vidrio), fibras de aramida, fibras cerámicas, fibras metálicas, fibras de carbono, fibras de poliimida, fibras de poliéster, fibras de rayón y fibras celulósicas. Por ejemplo, las fibras celulósicas incluyen virutas de madera, serrín, pulpa de madera y/o madera triturada. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono se selecciona entre un

grupo que consiste en dextrosa, xilosa, fructosa, dihidroxiacetona y mezclas de las mismas. En otra realización, la poliamina se selecciona entre un grupo que consiste en una diamina, triamina, tetramina y pentamina. En una realización, la poliamina es $H_2N-Q-NH_2$, en donde Q es alquilo, cicloalquilo, heteroalquilo o cicloheteroalquilo, cada uno de los cuales está opcionalmente sustituido. En otra realización, la composición comprende además un compuesto que contiene silicio. En una realización, el compuesto que contiene silicio es un sililéter funcionalizado o un alquilsililéter funcionalizado, tal como, por ejemplo, un alquiléter funcionalizado con amino. Por ejemplo, en una realización, el compuesto que contiene silicio puede ser gamma-aminopropiltriethoxisilano, gamma-glicidoxipropiltrimetoxisilano o aminoetilaminopropiltrimetoxisilano, o una mezcla de los mismos. En otra realización, el compuesto que contiene silicio puede ser un siloxano oligomérico aminofuncional. En otra realización, la composición comprende un inhibidor de la corrosión seleccionado entre un grupo que consiste en aceite de extracción de polvo, fosfato de monoamonio, pentahidrato de metasilicato de sodio, melamina, oxalato de estaño (II) y una emulsión fluida de silicona de metilhidrógeno.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un esquema de una reacción de Maillard, que culmina con la producción de melanoidinas.

La Fig. 2 muestra un esquema de un reordenamiento de Amadori representativo.

La Fig. 3 muestra el perfil de temperatura de curado (eje Y en °C) del centro de una muestra de estera de fibra de vidrio para diferentes aglutinantes durante un ciclo de moldeo térmico (eje X en minutos de tiempo de moldeo) usando una prensa de molde con una platina de temperatura controlada a 204 °C. El Aglutinante 1 (♦) es un aglutinante de fenol-formaldehído (Ejemplo Comparativo 2); El Aglutinante 2 (■) es un aglutinante de hidrato de carbono - ácido inorgánico (Ejemplo Comparativo 3); y el Aglutinante 3 (X) es un aglutinante de dextrosa - amoniaco - hexametileno diamina (HMDA) (Ejemplo 5).

Descripción detallada

La presente divulgación se refiere a una composición de aglutinante que tiene una utilidad inesperada en la consolidación de materia no ensamblada o ensamblada de forma suelta. La composición de aglutinante representa un avance inesperado en el estado actual de la tecnología en el área de las composiciones de aglutinante. Específicamente, el aglutinante ofrece mejoras en el rendimiento y proporciona metodologías de fabricación más simplificadas y ventajosas, manteniendo al mismo tiempo las ventajas medioambientales sólidas que son características de un sistema aglutinante a base de hidrato de carbono.

Como se usa en el presente documento, la expresión solución de aglutinante es la solución de productos químicos que puede deshidratarse sustancialmente para formar un aglutinante sin curar. Como se usa en el presente documento, el aglutinante o la composición de aglutinante pueden estar curados, sin curar o parcialmente curados. La composición del aglutinante sin curar se denomina una composición de aglutinante sin curar. Un aglutinante sin curar es una mezcla sustancialmente deshidratada de productos químicos que pueden curarse para formar un aglutinante curado. Sustancialmente deshidratado significa que el disolvente (normalmente agua o una mezcla de la misma) utilizado para fabricar la solución de aglutinante se vaporiza hasta el punto de que la viscosidad del material restante (que comprende los reactivos de aglutinante y el disolvente) es lo suficientemente alta para crear cohesión entre la materia ensamblada de forma suelta; por lo tanto, el material restante es un aglutinante sin curar. En una realización, el disolvente es menos del 65 % del peso total del material restante. En otra realización, un aglutinante sustancialmente deshidratado tiene un contenido de humedad de entre aproximadamente el 5 % y aproximadamente el 65 % de agua en peso del aglutinante total. En otra realización, el disolvente puede ser menos del 50 % del peso total del material restante. En otra realización más, el disolvente puede ser menos del 35 % del peso total del material restante. En otra realización, un aglutinante sustancialmente deshidratado tiene entre aproximadamente el 10 % y aproximadamente el 35 % de agua en peso del aglutinante total. En otra realización, el disolvente puede comprender menos de aproximadamente el 20 % del peso total del material restante.

En realizaciones ilustrativas, un aglutinante sin curar puede ser una sustancia pegajosa incolora, de color blanco, blanquecino, ocre o amarillo a parduzco que sea, al menos parcialmente, hidrosoluble. Como se usa en el presente documento, la expresión aglutinante curado describe el producto polimérico del curado de la composición de aglutinante sin curar. El aglutinante curado puede tener un color característico de pardo a negro. Aunque se describe como de color pardo o negro, otra característica es que el aglutinante tiende a absorber la luz en un amplio intervalo de longitudes de onda. En particular, puede haber una absorbancia mayor a aproximadamente 420 nm. Como el polímero está muy reticulado, el aglutinante curado es sustancialmente insoluble. Por ejemplo, el aglutinante es predominantemente insoluble en agua. Como se describe en el presente documento, el aglutinante sin curar proporciona suficiente capacidad de unión para consolidar fibras; sin embargo, el aglutinante curado imparte la robustez, la durabilidad y las propiedades físicas habitualmente asociadas a los polímeros reticulados.

En realizaciones ilustrativas, los reactivos de aglutinante que se describen en el presente documento son hidrosolubles y la solución de aglutinante es una solución de los reactivos de aglutinante en una solución acuosa. En una realización, se incluye un tensioactivo en la solución acuosa para aumentar la solubilidad o la dispersabilidad de uno o más reactivos o aditivos de aglutinante. Por ejemplo, puede añadirse un tensioactivo a la solución acuosa aglutinante para potenciar la dispersabilidad de un aditivo en forma de partículas. En una realización, se usa un tensioactivo para crear

una emulsión con un aditivo no polar o un reactivo de aglutinante. En otra realización, la solución de aglutinante comprende de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 5 % de tensioactivo en peso, basado en el peso de la solución de aglutinante.

5 En realizaciones ilustrativas, las soluciones de aglutinante que se describen en el presente documento pueden aplicarse a fibras minerales (por ejemplo, pueden pulverizarse sobre la estera o pueden pulverizarse sobre las fibras a medida que entran en la región de formación), durante la producción de productos aislantes de fibra mineral. Una vez que la solución de aglutinante está en contacto con las fibras minerales, el calor residual de las fibras minerales (téngase en cuenta que las fibras de vidrio, por ejemplo, están hechas de vidrio fundido y, por lo tanto, contienen calor residual) y el flujo de aire a través y/o alrededor del producto provocarán que una porción del agua se evapore de la solución de aglutinante. La retirada del agua deja los componentes restantes del aglutinante sobre las fibras en forma de un recubrimiento de mezcla viscosa o semiviscosa de alto contenido en sólidos. Este recubrimiento de mezcla viscosa o semiviscosa de alto contenido en sólidos actúa como aglutinante. En este punto, la estera no se ha curado. En otras palabras, el aglutinante sin curar actúa uniendo las fibras minerales en la estera.

15 Además, ha de comprenderse que los aglutinantes sin curar descritos anteriormente pueden curarse. Por ejemplo, el proceso de fabricación de un producto aislante curado puede incluir una etapa posterior en la que se aplica calor para provocar una reacción química en la composición de aglutinante sin curar. Por ejemplo, en el caso de la fabricación de productos aislantes de fibra de vidrio u otros productos aislantes de fibra mineral, después de que la solución de aglutinante se haya aplicado a las fibras y se haya deshidratado, el producto aislante sin curar puede transferirse a un horno de curado. En el horno de curado, el producto aislante sin curar se calienta (por ejemplo, de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 320 °C [de aproximadamente 300 °F a aproximadamente 600 °F]), provocando que el aglutinante se cure. El aglutinante curado es un aglutinante sin formaldehído y resistente al agua que une las fibras del producto aislante entre sí. Téngase en cuenta que el secado y el curado térmico pueden producirse secuencialmente, simultáneamente, contemporáneamente o concurrentemente.

20 En realizaciones ilustrativas, un producto de fibra sin curar comprende de aproximadamente el 3 % a aproximadamente el 40 % de sólidos secos de aglutinante (sólidos totales sin curar en peso). En una realización, el producto de fibra sin curar comprende de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 25 % de sólidos secos de aglutinante. En otra realización, el producto de fibra sin curar comprende de aproximadamente el 50 % a aproximadamente el 97 % de fibras en peso.

30 Como se menciona en el presente documento con respecto a un aglutinante sobre fibras minerales, un aglutinante curado es el producto del curado de los reactivos de aglutinante. El término curado indica que el aglutinante se ha expuesto a condiciones para iniciar un cambio químico. Los ejemplos de estos cambios químicos incluyen, pero sin limitación, (i) enlaces covalentes, (ii) enlaces de hidrógeno de los componentes del aglutinante y (iii) reticulación química de los polímeros y/u oligómeros en el aglutinante. Estos cambios pueden aumentar la durabilidad del aglutinante y la resistencia a los disolventes en comparación con el aglutinante sin curar. El curado de un aglutinante puede dar como resultado la formación de un material termoendurecible. Además, un aglutinante curado puede dar como resultado un aumento de la adhesión entre la materia de un conjunto en comparación con un aglutinante sin curar. El curado puede iniciarse, por ejemplo, por calor, radiación de microondas y/o condiciones que inicien uno o más de los cambios químicos mencionados anteriormente. Sin limitarse a ninguna teoría particular, el curado puede incluir la reacción del hidrato de carbono y la poliamina para formar melanoidinas.

45 En una situación en la que el cambio químico en el aglutinante da como resultado la liberación de agua, por ejemplo, polimerización y reticulación, un curado puede determinarse por la cantidad de agua liberada por encima de la que se liberaría por secado solo. Las técnicas utilizadas para medir la cantidad de agua liberada durante el secado en comparación con el curado de un aglutinante, son bien conocidas en la técnica.

50 Un aspecto de la presente divulgación es que la composición de aglutinante curada comprende un polímero nitrogenado. El polímero nitrogenado es de color pardo a negro. Sin limitarse a ninguna teoría particular, la composición de aglutinante curada comprende melanoidinas. Las melanoidinas son identificables por ser polímeros de color pardo, de peso molecular elevado, complejos, que contienen anillos de furano y que contienen nitrógeno. Peso molecular elevado, como se usa en el presente documento, incluye aquellos polímeros que tienen un peso molecular superior a 100.000 Dalton. Al estar compuestas por cadenas poliméricas altamente reticuladas, el peso molecular de las melanoidinas que se describen en el presente documento se aproxima al infinito. En consecuencia, el peso molecular de una melanoidina puede ser una función de la masa y las dimensiones físicas del polímero que se está analizando. Por ejemplo, puede suponerse que una muestra unitaria de melanoidinas que tiene una masa de 3 gramos comprende una única molécula polimérica debido a la reticulación extensa. En consecuencia, el peso molecular del polímero sería aproximadamente de $1,8 \times 10^{24}$ gramos por mol (que es el producto de la masa de la muestra y el número de Avogadro). Como se usa en el presente documento, un polímero de peso molecular elevado incluye polímeros con un peso molecular del orden de entre aproximadamente 1×10^5 y aproximadamente 1×10^{24} gramos por mol.

65 Sin limitarse a teoría particular alguna, se sabe que las melanoidinas varían en su estructura de acuerdo con los reactivos y las condiciones de preparación. También se sabe que las melanoidinas poseen una relación entre carbono

y nitrógeno que aumenta con la temperatura y el tiempo de calentamiento. Además, las melanoidinas poseen carácter saturado, insaturado y aromático. Para las melanoidinas, el grado de insaturación y aromaticidad aumenta con la temperatura (temperatura de curado) y el tiempo de calentamiento (tiempo de curado). Las melanoidinas también contienen el C-1 de los azúcares incorporados como reactivos en diversas estructuras dentro de la melanoidina. Las melanoidinas también pueden contener grupos carbonilo, carboxilo, amina, amida, pirrol, indol, azometina, éster, anhídrido, éter, metilo y/o hidroxilo. Dependiendo de la complejidad de la estructura, la espectroscopia de infrarrojos puede ser útil en la identificación de uno o más de estos grupos funcionales. Aunque en el presente documento se describe como un polímero de tipo melanoidina, un experto habitual apreciaría que el aglutinante también puede clasificarse de acuerdo con la existencia de un enlace particular presente, tal como un poliéster, poliéter, poliamida, etc.

Otra manera en la que se puede caracterizar el aglutinante es a través del análisis de los compuestos gaseosos producidos durante la pirólisis del aglutinante curado. La pirólisis de gases de un aglutinante curado dentro del alcance de la presente divulgación puede producir de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 15 % (por área de pico relativa) de uno o más de los siguientes compuestos: 2-ciclopenten-1-ona, 2,5-dimetilfuranol, furano, 3-metil-2,5-furanodiona, fenol, 2,3-dimetil-2-ciclopenten-1-ona, 2-metilfenol, 4-metilfenol, 2,4-dimetil-fenol, dimetilftalato, ácido octadecanoico o erucilamida. La identificación en cromatografía de gases por pirólisis-espectrometría de masas (CG Py-EM) realizada a 770 °C de una muestra de aglutinante preparada usando hexametildiamina como componente de poliamina muestra piridina y una serie de componentes que son pirrol o derivados de piridina (una metilpiridina, un metilpirrol, dimetilpiridinas, un dimetilpirrol, un etilmetilpirrol y otros componentes que contienen N relacionados con el pirrol). Otra manera en la que puede identificarse el aglutinante es si una solución que contiene el aglutinante (o una solución de extracto) es capaz de reducir el reactivo de Benedict. En una realización, una solución en contacto con el aglutinante o un extracto acuoso del mismo reduce el reactivo de Benedict.

Un aspecto de la presente divulgación es que los aglutinantes que se describen en el presente documento son ecológicos. Paralelamente al avance de la normativa gubernamental, la presente divulgación describe un aglutinante que puede fabricarse sin formaldehído. Adicionalmente, la química que se describe en el presente documento está esencialmente desprovista de formaldehído y fenol. En este sentido, ni el formaldehído ni el fenol se usan como reactivos en el alcance de la presente divulgación. Aunque pueden añadirse ambos para obtener un aglutinante con propiedades potencialmente útiles, un aspecto de la presente divulgación es un aglutinante que puede fabricarse sin estos dos reactivos. En otro aspecto, la presente composición de aglutinante puede fabricarse sin el uso de reactivos volátiles. En una realización, la amina primaria y el hidrato de carbono son ambos reactivos no volátiles. Como se usa en el presente documento, un reactivo volátil es aquel que tiene una presión de vapor superior a 10 kPa a 20 °C. De forma similar, como se usa en el presente documento, un reactivo no volátil tiene una presión de vapor inferior a aproximadamente 10 kPa a 20 °C. Específicamente, y como ejemplo, el presente aglutinante puede fabricarse sin la adición de amoníaco o de un compuesto liberador de amoníaco. En una realización, la poliamina tiene una presión de vapor inferior a aproximadamente 0,5 kPa a 60 °C.

Otro aspecto ecológico de la presente divulgación es que los reactivos primarios del aglutinante son hidratos de carbono. Los hidratos de carbono se consideran un recurso renovable. Sin embargo, el estado actual de la técnica usa principalmente reactivos derivados del petróleo para la fabricación de composiciones de aglutinante. En otro aspecto, el aglutinante se fabrica a través de reacciones químicas que pueden producirse a temperaturas más bajas que las de los sistemas comparables descritos en la técnica anterior. Por lo tanto, los hornos de curado y los equipos de fabricación pueden funcionar a temperaturas más bajas, ahorrando recursos valiosos. Como alternativa y de manera relacionada, el aglutinante que se describe en el presente documento se cura más rápidamente que otros aglutinantes comparables utilizados actualmente cuando se somete a temperaturas de curado similares. En consecuencia, a través de cualquiera de los dos enfoques, un aspecto de la presente divulgación es que la huella de carbono de un producto formado usando el aglutinante que se desvela en el presente documento puede reducirse sustancialmente en comparación con un aglutinante comparable fabricado de acuerdo con el estado actual de la técnica, por ejemplo, un producto a base de fenol-formaldehído.

Además de los beneficios medioambientales, la presente composición de aglutinante y los materiales fabricados con la misma pueden tener características de rendimiento equivalentes o superiores a las de sistemas aglutinantes comparables, por ejemplo, aglutinantes de fenol-formaldehído. En un aspecto, un aglutinante de acuerdo con la presente divulgación proporciona a los artículos fabricados con el mismo una resistencia a la tracción suficiente para permitir el troquelado, la fabricación, la laminación y la instalación en aplicaciones de OEM (fabricación de equipo original, por sus siglas en inglés). En un aspecto, un aglutinante de acuerdo con la presente divulgación tiene una retención de agua (resistencia a la intemperie) comparable a la de un aglutinante de fenol-formaldehído. Otra característica de rendimiento que puede ser relevante para una aplicación particular incluye las emisiones del producto, la densidad, la pérdida en la ignición, la recuperación del espesor, el polvo, la resistencia a la tracción, la resistencia a la separación, la durabilidad de la resistencia a la separación, la resistencia de la adhesión, la absorción de agua, el rendimiento de la superficie caliente, la corrosividad sobre el acero, la rigidez a la flexión, la tenacidad-rigidez, la resistencia a la compresión, la resistencia a la compresión condicionada, el módulo de compresión, el módulo de compresión condicionado y el desprendimiento de humo en la ignición. Un aspecto de la presente divulgación es que el extracto del aglutinante curado tiene esencialmente pH neutro, por ejemplo, entre un pH de 6 y 8. Otro aspecto de la presente divulgación es que el presente aglutinante permite la fabricación de productos que

tienen características de rendimiento relevantes comparables a las de las composiciones de aglutinante de fenol-formaldehído.

5 De manera ilustrativa, en una realización, un aglutinante de acuerdo con la presente divulgación tiene la ventaja de producir extractos acuosos esencialmente incoloros. Esta característica de la presente divulgación hace que el aglutinante sea deseable en aplicaciones tales como placas de techo, muebles o paneles de oficina, en donde el producto terminado puede entrar en contacto con el agua. Un producto manufacturado curado fabricado con el presente aglutinante muestra una resistencia excelente a la decoloración o al desteñido después de entrar en contacto con la humedad o el agua. Además, en una realización de este tipo, el agua que entra en contacto con el aglutinante no deja un color residual en otros artículos o piezas con los que pueda entrar en contacto posteriormente a entrar en contacto con el aglutinante. Por ejemplo, en una realización, el aglutinante puede usarse para unir fibras de vidrio en una aplicación de paneles de oficina. El recubrimiento de la composición de fibra de vidrio unida puede ser un tejido de color claro. Ventajosamente, en una realización, el agua que entra en contacto con la composición de fibra de vidrio no deja un residuo de color sobre el tejido después de que el panel de la oficina se haya secado.

15 Además de las características de rendimiento, los procesos y métodos de fabricación que implican el aglutinante que se desvela en el presente documento tienen una serie de ventajas inesperadas sobre los aglutinantes descritos anteriormente. En un aspecto, como se ha descrito anteriormente con respecto a los beneficios medioambientales, el presente aglutinante puede fabricarse sin el uso de reactivos altamente volátiles. En consecuencia, los controles de emisiones de fabricación están sometidos a una carga menor. Además, la eficiencia de la reacción es mayor porque se reduce la pérdida de reactivo debida a la vaporización. En consecuencia, un aspecto de la presente divulgación es que los compuestos utilizados en el presente documento son sustancialmente no volátiles, por lo que se reducen las etapas que hay que tomar para mitigar las emisiones indeseables.

25 De acuerdo con otro aspecto, los reactivos que reaccionan para formar un aglutinante son lo suficientemente lentos para reaccionar de manera que se pueda usar un sistema aglutinante de una sola etapa/un solo paso. De acuerdo con este aspecto, los compuestos reactivos reaccionan de forma suficientemente lenta para que puedan añadirse a una única solución de reactivo y almacenarse durante una cantidad de tiempo razonable durante la cual pueden aplicarse a un producto usando un sistema de distribución. Esto contrasta con los sistemas aglutinantes que reaccionan a temperaturas bajas dando como resultado productos de reacción insolubles dentro de sistemas de entrega de soluciones de aglutinante. Como se usa en el presente documento, una cantidad de tiempo de almacenamiento razonable sin precipitación polimérica sustancial (>5 %) es de dos semanas.

35 Otro aspecto de la presente divulgación es que, aunque el aglutinante es lo suficientemente poco reactivo en condiciones de temperatura ambiente para facilitar un enfoque de un solo paso, es suficientemente reactivo a temperaturas elevadas para curarse a temperaturas muy bajas y/o tiempos de residencia de curado muy cortos. En un sentido, la disminución de la temperatura de curado reduce el riesgo de que el producto aislante experimente una combustión sin llama y/o provoque incendios de la línea. Como se usan en el presente documento, las temperaturas muy bajas se caracterizan por ser inferiores o iguales a aproximadamente 120 °C. Como se usan en el presente documento, los tiempos de curado muy cortos son inferiores o iguales a aproximadamente 4 min.

45 En realizaciones ilustrativas, la composición de aglutinante incluye un ácido o una sal de ácido para aumentar la vida útil del aglutinante sin curar o de la solución de aglutinante. Aunque este ácido no es un reactivo ni un catalizador, puede incluirse para ralentizar o inhibir que los reactivos de aglutinante formen el aglutinante mientras la solución de aglutinante o el aglutinante sin curar se mantienen en condiciones de almacenamiento. Por ejemplo, puede incluirse un ácido volátil o una sal de ácido en la solución de aglutinante o el aglutinante sin curar que ralentice o inhiba la reacción de curado en condiciones ambientales. Sin embargo, el ácido puede retirarse calentando la solución de aglutinante o el aglutinante sin curar para que el ácido se volatilice y el pH de la solución de aglutinante o el aglutinante sin curar aumente. En una realización, la composición de aglutinante incluye un ácido que prolonga la vida útil. En otra realización, la composición de aglutinante incluye una relación molar entre el ácido que prolonga la vida útil y la poliamina de aproximadamente 1:20 a aproximadamente 1:1.

55 Otro aspecto de la presente divulgación es un aglutinante que tiene una velocidad de curado, un tiempo de ciclo y una temperatura de curado que cumplen o superan las velocidades de curado que pueden presentar un aglutinante de tipo fenol y formaldehído comparable dentro del alcance de un uso comparable. En este sentido, el presente aglutinante puede usarse como reemplazo directo de las resinas de fenol-formaldehído en aplicaciones sin modificación del equipo. Además, el presente aglutinante permite la modificación de la temperatura y los tiempos de curado, de manera que pueden reducirse tanto las temperaturas de reacción como los tiempos de curado. Esta reducción tiene el efecto de reducir el consumo de energía del proceso global y reduce el impacto medioambiental de la fabricación del producto. Además, las temperaturas de curado más bajas tienen el efecto adicional de aumentar la seguridad del proceso de fabricación. Otro efecto de las temperaturas de curado más bajas es una reducción del riesgo de combustión sin llama o de incendio.

65 En la fabricación de productos aislantes, el calor liberado por la reacción exotérmica de curado puede dar como resultado el autocalentamiento del producto. El autocalentamiento normalmente no es problemático siempre que el calor se disipe del producto. Sin embargo, si el calor aumenta la temperatura del producto hasta el punto en que

comienzan procesos oxidativos, el autocalentamiento puede provocar daños significativos en el producto. Por ejemplo, puede producirse una combustión sin llama u oxidación cuando la temperatura del producto aislante supera aproximadamente 210 °C (425 °F). A estas temperaturas, los procesos exotérmicos de combustión u oxidación promueven un autocalentamiento adicional y el aglutinante puede destruirse. Además, la temperatura puede aumentar a un nivel en el que es posible la fusión o la desvitrificación de las fibras de vidrio. Esto no sólo daña la estructura y el valor del producto aislante, también puede crear un peligro de incendio.

Otro aspecto de la presente divulgación es que el sistema aglutinante es esencialmente no corrosivo con o sin la adición de inhibidores de la corrosión. Además, el sistema aglutinante no requiere la adición de ningún ácido orgánico o inorgánico o sales del mismo como catalizador o principio activo. En consecuencia, un aspecto del presente aglutinante es que puede fabricarse esencialmente sin ácido. Además, el aglutinante puede fabricarse en condiciones totalmente alcalinas. Como se usa en el presente documento, el término ácido incluye los compuestos que se caracterizan principalmente por su carácter ácido, tales como los ácidos inorgánicos y orgánicos multipróticos (por ejemplo, el ácido sulfúrico y el ácido cítrico). Este aspecto reduce el desgaste y los requisitos de mantenimiento del equipo de fabricación y potencia la seguridad de los trabajadores.

En realizaciones ilustrativas, un aglutinante comprende un producto polimérico de un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina. Como se usa en el presente documento, la expresión reactivo de hidrato de carbono se refiere a un monosacárido, un disacárido, un polisacárido o un producto de reacción de los mismos. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono puede ser un azúcar reductor. Como se usa en el presente documento, azúcar reductor indica uno o más azúcares que contienen grupos aldehído, o que pueden isomerizarse, es decir, tautomerizarse, para contener grupos aldehídos, grupos que pueden oxidarse con, por ejemplo, Cu^{+2} para obtener ácidos carboxílicos. También se aprecia que cualquier reactivo de hidrato de carbono de este tipo puede estar opcionalmente sustituido, tal como con hidroxilo, halo, alquilo, alcoxi y similares. Se aprecia además que en cualquier reactivo de hidrato de carbono de este tipo, hay presentes uno o más centros quirales, y que se contempla incluir en la divulgación que se describe en el presente documento los dos isómeros ópticos posibles en cada centro quiral. Adicionalmente, también ha de comprenderse que diversas mezclas, incluyendo las mezclas racémicas u otras mezclas diastereoméricas de los diversos isómeros ópticos de cualquier reactivo de hidrato de carbono de este tipo, así como diversos isómeros geométricos de los mismos, pueden usarse en una o más realizaciones que se describen en el presente documento. Aunque los azúcares no reductores, por ejemplo, la sacarosa, pueden no preferirse, pueden ser útiles, sin embargo, dentro del alcance de la presente divulgación mediante la conversión *in situ* en un azúcar reductor (es decir, la conversión de sacarosa en azúcar invertido es un método conocido en la técnica). Adicionalmente, también se comprende que un monosacárido, un disacárido o un polisacárido puede reaccionar parcialmente con un precursor para formar un producto de reacción de hidrato de carbono. En la medida en que el producto de reacción de hidrato de carbono derive de un monosacárido, un disacárido o un polisacárido y mantenga una reactividad similar con la poliamina para formar productos de reacción similares a los de un monosacárido, un disacárido o un polisacárido con una poliamina, el producto de la reacción de los hidratos de carbono está dentro del alcance de la expresión reactivo de hidrato de carbono.

En un aspecto, cualquier reactivo de hidrato de carbono debe ser suficientemente no volátil para maximizar su capacidad de permanecer disponible para la reacción con la poliamina. El reactivo de hidrato de carbono puede ser un monosacárido en su forma de aldosa o cetosa, incluyendo una triosa, una tetrosa, una pentosa, una hexosa o una heptosa; o un polisacárido; o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, cuando una triosa sirve como reactivo de hidrato de carbono o se usa en combinación con otros azúcares reductores y/o un polisacárido, puede utilizarse un azúcar de aldotriosa o un azúcar de cetotriosa, tal como gliceraldehído y dihidroacetona, respectivamente. Cuando una tetrosa sirve como reactivo de hidrato de carbono o se usa en combinación con otros azúcares reductores y/o un polisacárido, pueden utilizarse azúcares de aldotetrosa, tales como eritrosa y treosa; y azúcares de cetotetrosa, tales como eritrolosa. Cuando una pentosa sirve como reactivo de hidrato de carbono o se usa en combinación con otros azúcares reductores y/o un polisacárido, pueden utilizarse azúcares de aldopentosa, tales como ribosa, arabinosa, xilosa y lixosa; y azúcares de cetopentosa, tales como ribulosa, arabulosa, xilulosa y lixulosa. Cuando una hexosa sirve como reactivo de hidrato de carbono o se usa en combinación con otros azúcares reductores y/o un polisacárido, pueden utilizarse azúcares de aldohexosa, tales como glucosa (es decir, dextrosa), manosa, galactosa, alosa, altrosa, talosa, gulosa e idosa; y azúcares de cetoheptosa, tales como fructosa, psicosa, sorbosa y tagatosa. Cuando una heptosa sirve como reactivo de hidrato de carbono o se usa en combinación con otros azúcares reductores y/o un polisacárido, puede utilizarse un azúcar de cetoheptosa tal como sedoheptulosa. También se contempla que otros estereoisómeros de dichos reactivos de hidrato de carbono no conocidos en la naturaleza sean útiles en la preparación de las composiciones de aglutinante que se describen en el presente documento. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono es jarabe de maíz de alto contenido en fructosa.

En realizaciones ilustrativas, el reactivo de hidrato de carbono es un polisacárido. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono es un polisacárido con un grado bajo de polimerización. En una realización, el polisacárido es melaza, almidón, hidrolizados de celulosa o mezclas de los mismos. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono es un hidrolizado de almidón, una maltodextrina o una mezcla de los mismos. Aunque los hidratos de carbono de grados superiores de polimerización pueden no preferirse, pueden ser útiles, sin embargo, dentro del alcance de la presente divulgación mediante la despolimerización *in situ* (es decir, la despolimerización a través de amoniación a temperaturas elevadas es un método conocido en la técnica).

Además, el reactivo de hidrato de carbono puede usarse en combinación con un reactivo polihidroxilado no de hidrato de carbono. Los ejemplos de reactivos polihidroxilados no de hidrato de carbono que pueden usarse en combinación con el reactivo de hidrato de carbono incluyen, pero sin limitación, trimetilolpropano, glicerol, pentaeritritol, alcohol polivinílico, acetato de polivinilo parcialmente hidrolizado, acetato de polivinilo totalmente hidrolizado y mezclas de los mismos. En un aspecto, el reactivo polihidroxilado no de hidrato de carbono es suficientemente no volátil para maximizar su capacidad de permanecer disponible para la reacción con una poliamina monomérica o polimérica. Se aprecia que la hidrofobia del reactivo polihidroxilado no de hidrato de carbono puede ser un factor en la determinación de las propiedades físicas de un aglutinante preparado como se describe en el presente documento.

Como se usa en el presente documento, una poliamina es un compuesto orgánico que tiene dos o más grupos amina. Como se usa en el presente documento, una poliamina primaria es un compuesto orgánico que tiene dos o más grupos amina primarios (-NH₂). Dentro del alcance de la expresión poliamina primaria están los compuestos que pueden modificarse *in situ* o isomerizarse para generar un compuesto que tenga dos o más grupos amina primarios (-NH₂). En realizaciones ilustrativas, la poliamina es una poliamina primaria. En una realización, la poliamina primaria puede ser una molécula que tenga la fórmula H₂N-Q-NH₂, en donde Q es un alquilo, cicloalquilo, heteroalquilo o cicloheteroalquilo, cada uno de los cuales puede estar opcionalmente sustituido. En una realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C₂-C₂₄. En otra realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C₂-C₈. En otra realización, Q es un alquilo seleccionado entre un grupo que consiste en C₃-C₇. En otra realización más, Q es un alquilo C₆. En una realización, Q se selecciona entre el grupo que consiste en un ciclohexilo, ciclopentilo o ciclobutilo. En otra realización, Q es un bencilo.

Como se usa en el presente documento, el término "alquilo" incluye una cadena de átomos de carbono, que está opcionalmente ramificada. Como se usa en el presente documento, los términos "alqueno" y "alquino" incluyen una cadena de átomos de carbono, que está opcionalmente ramificada e incluye al menos un doble enlace o triple enlace, respectivamente. Ha de comprenderse que alquino también puede incluir uno o más dobles enlaces. Ha de comprenderse además que el alquilo tiene ventajosamente una longitud limitada, incluyendo C₁-C₂₄, C₁-C₁₂, C₁-C₈, C₁-C₆ y C₁-C₄. Ha de comprenderse además que el alqueno y/o el alquino pueden tener cada uno ventajosamente una longitud limitada, incluyendo C₂-C₂₄, C₂-C₁₂, C₂-C₈, C₂-C₆ y C₂-C₄. Se aprecia en el presente documento que los grupos alquilo, alqueno y/o alquino más cortos pueden añadir menos hidrofilia al compuesto y, en consecuencia, tendrán una reactividad hacia el reactivo de hidrato de carbono y una solubilidad diferentes en una solución de aglutinante.

Como se usa en el presente documento, el término "cicloalquilo" incluye una cadena de átomos de carbono, que está opcionalmente ramificada, donde al menos una porción de la cadena es cíclica. Ha de comprenderse que el cicloalquilalquilo es un subconjunto del cicloalquilo. Ha de comprenderse que el cicloalquilo puede ser policíclico. Los cicloalquilos ilustrativos incluyen, pero sin limitación, ciclopropilo, ciclopentilo, ciclohexilo, 2-metilciclopropilo, ciclopentilet-2-ilo, adamantilo y similares. Como se usa en el presente documento, el término "cicloalqueno" incluye una cadena de átomos de carbono, que está opcionalmente ramificada e incluye al menos un doble enlace, donde al menos una porción de la cadena es cíclica. Ha de comprenderse que los uno o más dobles enlaces pueden estar en la porción cíclica del cicloalqueno y/o en la porción no cíclica del cicloalqueno. Ha de comprenderse que el cicloalquenalquilo y el cicloalquilalqueno son cada uno subconjuntos del cicloalqueno. Ha de comprenderse que el cicloalquilo puede ser policíclico. Los cicloalquenos ilustrativos incluyen, pero sin limitación, ciclopentenilo, ciclohexileten-2-ilo, cicloheptenilpropenilo y similares. Ha de comprenderse además que la cadena que forma el cicloalquilo y/o el cicloalqueno tiene ventajosamente una longitud limitada, incluyendo C₃-C₂₄, C₃-C₁₂, C₃-C₈, C₃-C₆ y C₅-C₆. Se aprecia en el presente documento que las cadenas de alquilo y/o alqueno más cortas que forman el cicloalquilo y/o el cicloalqueno, respectivamente, pueden añadir menos lipofilia al compuesto y, en consecuencia, tendrán un comportamiento diferente.

Como se usa en el presente documento, el término "heteroalquilo" incluye una cadena de átomos que incluye tanto carbono como al menos un heteroátomo, y está opcionalmente ramificada. Los heteroátomos ilustrativos incluyen nitrógeno, oxígeno y azufre. En determinadas variaciones, los heteroátomos ilustrativos incluyen también fósforo y selenio. En una realización, un heteroalquilo es un poliéter. Como se usa en el presente documento, el término "cicloheteroalquilo" que incluye heterociclilo y heterociclo, incluye una cadena de átomos que incluye tanto carbono como al menos un heteroátomo, tal como heteroalquilo, y está opcionalmente ramificada, donde al menos una porción de la cadena es cíclica. Los heteroátomos ilustrativos incluyen nitrógeno, oxígeno y azufre. En determinadas variaciones, los heteroátomos ilustrativos incluyen también fósforo y selenio. Los cicloheteroalquilos ilustrativos incluyen, pero sin limitación, tetrahidrofurilo, pirrolidinilo, tetrahidropiranilo, piperidinilo, morfolinilo, piperazinilo, homopiperazinilo, quinuclidinilo y similares.

La expresión "opcionalmente sustituido" como se usa en el presente documento incluye el reemplazo de átomos de hidrógeno con otros grupos funcionales en el radical que está opcionalmente sustituido. Dichos otros grupos funcionales incluyen de manera ilustrativa, pero sin limitación, amino, hidroxilo, halo, tiol, alquilo, haloalquilo, heteroalquilo, arilo, arilalquilo, arilheteroalquilo, nitro, ácidos sulfónicos y derivados de los mismos, ácidos carboxílicos y derivados de los mismos, y similares. De manera ilustrativa, cualquiera de entre amino, hidroxilo, tiol, alquilo, haloalquilo, heteroalquilo, arilo, arilalquilo, arilheteroalquilo y/o ácido sulfónico está opcionalmente sustituido.

En realizaciones ilustrativas, la poliamina primaria es una diamina, triamina, tetraamina o pentamina. En una realización, la poliamina es una triamina seleccionada entre una dietilentriamina, 1-piperazinetanoamina o bis(hexametilen)triamina. En otra realización, la poliamina es una tetraamina, por ejemplo, trietilentetramina. En otra
5 realización, la poliamina es una pentamina, por ejemplo, tetraetilenpentamina.

Un aspecto de la poliamina primaria es que puede poseer un impedimento estérico bajo. Por ejemplo, 1,2-diaminoetano, 1,4-diaminobutano, 1,5-diaminopentano, 1,6-diaminohexano, 1,12-diaminododecano, 1,4-diaminociclohexano, 1,4-diaminobenceno, dietilentriamina, trietilentetramina, tetraetilenpentamina, 1-piperazinetanoamina, 2-metil-pentametilendiamina, 1,3-pentanodiamina y bis(hexametilen)triamina, así como 1,8-diaminooctano tienen un impedimento estérico bajo dentro del alcance de la presente divulgación. Una realización es 1,6-diaminohexano (hexametilendiamina). Otra realización es 1,5-diamino-2-metilpentano (2-metil-pentametilendiamina). En otra realización, la poliamina primaria es una poliéter-poliamina. En otra realización, la poliéter-poliamina es una diamina o una triamina. En una realización, la poliéter-poliamina es una amina primaria trifuncional que tiene un peso molecular promedio de 440 conocido como Polieteramina T-403 Jeffamine (Huntsman Corporation).
10
15

En una realización, la poliamina puede incluir una poliamina polimérica. Por ejemplo, las poliaminas poliméricas dentro del alcance de la presente divulgación incluyen quitosano, polilisina, polietilenimina, poli(N-vinil-N-metil amina), poliaminoestireno y polivinilaminas. En una realización, la poliamina comprende una polivinilamina. Como se usa en el presente documento, la polivinilamina puede ser un homopolímero o un copolímero.
20

Sin limitarse a ninguna teoría particular, un aspecto de la presente divulgación es que la poliamina primaria y el reactivo de hidrato de carbono son reactivos de Maillard que reaccionan para formar un producto de melanoidina. La Fig. 1 muestra un esquema de una reacción de Maillard, que culmina con la producción de melanoidinas. En su fase inicial, una reacción de Maillard implica un reactivo de hidrato de carbono, por ejemplo, un azúcar reductor (nótese que el reactivo de hidrato de carbono puede provenir de una sustancia capaz de producir un azúcar reductor en condiciones de reacción de Maillard). La reacción también implica condensar el reactivo de hidrato de carbono (por ejemplo, el azúcar reductor) con un reactivo de amina, es decir, un compuesto que posee un grupo amino. En otras palabras, el reactivo de hidrato de carbono y el reactivo de amina son los reactivos de melanoidina para una reacción de Maillard. La condensación de estos dos elementos constitutivos produce una glucosilamina N-sustituída. Para una descripción más detallada de la reacción de Maillard véase, Hodge, J.E. *Chemistry of Browning Reactions in Model Systems J. Agric. Food Chem.* 1953, 1, 928-943. La bibliografía sobre las reacciones de Maillard se centra en las melanoidinas producidas a partir de aminoácidos. La presente divulgación puede distinguirse de estas referencias en que no todos los aminoácidos son poliaminas. Los aminoácidos comunes que se consideran poliaminas dentro del alcance de la presente divulgación incluyen asparagina, glutamina, histidina, lisina y arginina.
25
30
35

Sin quedar ligados a teoría alguna, la reacción covalente entre la poliamina y el reactivo de hidrato de carbono se describirá con mayor especificidad. Como se describe en el presente documento, la vía de la presente reacción es distinta de las enseñadas en la técnica anterior por las siguientes razones: (1) la presente reacción puede producirse totalmente a pH básico, (2) la poliamina es difuncional en su reactividad hacia el reactivo de hidrato de carbono, (3) la poliamina, a través de su reactividad difuncional u otro fenómeno no reconocido, presenta una energía de activación más baja dentro del alcance de la reacción, lo que da como resultado un aumento inesperado de la velocidad de reacción y/o una disminución de la temperatura a la que transcurrirá la reacción.
40
45

La primera etapa en la formación de melanoidinas a partir de una poliamina y un reactivo de hidrato de carbono es la condensación del reactivo de hidrato de carbono y la poliamina. Las pruebas indican que las condiciones que se describen en el presente documento son especialmente adecuadas para llevar esta reacción a completarse. En primer lugar, se cree que la alcalinidad de la solución de aglutinante impulsa la condensación. Por ejemplo, se ha demostrado que los azúcares y las aminas experimentan un pardeamiento en solución acuosa en proporción a la fuerza básica de las aminas empleadas o al pH de la solución. Se cree que las glucosilaminas N-sustituídas permanecen sin disociar en soluciones acuosas en cantidades apreciables. Por lo tanto, deben considerarse las transformaciones irreversibles que experimentan las moléculas no disociadas. Aunque se sabe que la reacción de condensación es reversible, los presentes inventores descubrieron que esta reacción puede impulsarse hasta completarse, de acuerdo con el principio de Le Chatelier, mediante la deshidratación simultánea de la solución de aglutinante. Por lo tanto, se estableció que inicialmente un elemento constitutivo primario de la composición de aglutinante sin curar eran los derivados N-glicosilados de las poliaminas primarias.
50
55

En referencia de nuevo a la Fig. 1, la segunda etapa en la conversión de los reactivos de aglutinante en productos de melanoidina es el denominado reordenamiento de Amadori. En la Fig. 2 se muestra un esquema de un reordenamiento de Amadori representativo. En referencia a la Figura 2, los derivados N-glicosilados de las poliaminas primarias están en equilibrio con el catión de una base de Schiff. Aunque este equilibrio favorece la N-glicosilamina, se sabe que el reordenamiento adicional del catión de una base de Schiff a la forma enol o ceto transcurre espontáneamente. Se descubrió que esta reacción espontánea se ve facilitada por la deshidratación, a medida que la velocidad aumentaba en las muestras deshidratadas. Un aspecto de la presente divulgación es que la estructura de una poliamina primaria acelera específicamente este reordenamiento mediante la estabilización de la carga positiva que se adquiere mientras
60
65

el compuesto está en forma de un catión de una base de Schiff. Se cree que este efecto de estabilización no se ha analizado en la técnica anterior o en la bibliografía, ya que el efecto potenciado del uso de una poliamina primaria no se ha desvelado anteriormente. En consecuencia, un aspecto de la presente divulgación es que la poliamina primaria es de un tipo que proporciona estabilidad a un catión de una base de Schiff durante un reordenamiento de Amadori.
5 En otro aspecto, la poliamina primaria es de un tipo que proporciona estabilidad a un catión de una base de Schiff durante un reordenamiento de Amadori mientras está en un estado sustancialmente seco. v

Otro aspecto de la presente divulgación es que se cree que la estructura del hidrato de carbono también influye en la cinética del reordenamiento de Amadori. Específicamente, se sabe que cuando el hidroxilo C-2 de una glucosilamina cristalina N-sustituída estaba sin sustituir, el compuesto se transformó lentamente durante el almacenamiento en el producto de reordenamiento de Amadori. Sin embargo, si el hidroxilo C-2 estaba sustituido, entonces el reordenamiento se inhibió sustancialmente. En consecuencia, un aspecto de la presente divulgación es que un hidrato de carbono de la presente divulgación está sin sustituir en el hidroxilo C-2. Un aspecto de la presente divulgación es que la composición de aglutinante sin curar comprende una mezcla de N-glicosilaminas, 1-amino-1-desoxi-2-cetosas en su forma enol y ceto. En referencia de nuevo a la Fig. 1, después de la formación de la mezcla de N-glicosilaminas, las 1-amino-1-desoxi-2-cetosas en su forma enol y ceto que forman la mezcla también incluirán una concentración no despreciable tanto de la poliamina primaria sin reaccionar como del hidrato de carbono. Desde entonces, puede producirse una serie de reacciones que conducen a lo que puede describirse a grandes rasgos como melanoidinas. Dependiendo de la identidad del reactivo de hidrato de carbono y de la poliamina polimérica y de las condiciones de reacción (pH, temperatura, niveles de oxígeno, humedad y presencia de aditivos) puede favorecerse una o más de las vías de reacción que se muestran en la Fig. 1. Además, la vía de reacción favorecida para un producto de melanoidina dado puede no ser clasificable como cualquiera de las que se muestran específicamente en la Fig. 1.

En realizaciones ilustrativas, la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 30:1. En otra realización, la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 10:1. En otra realización más, la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 3:1 a aproximadamente 6:1. De acuerdo con un aspecto, la velocidad de curado es una función de la relación en peso del reactivo de hidrato de carbono con respecto a la poliamina primaria. De acuerdo con esta función, se estableció que a medida que la relación disminuía, la velocidad de curado aumentó; por lo que el tiempo de curado disminuyó. En consecuencia, un aspecto de la presente divulgación es que el tiempo de curado está directamente relacionado con la relación en peso del reactivo de hidrato de carbono con respecto a la poliamina, a condición de que otros parámetros se mantengan equivalentes. En otro aspecto, el tiempo de curado del aglutinante se reduce al tiempo de curado de una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable cuando la relación en peso del reactivo de hidrato de carbono con respecto a la poliamina primaria es igual a aproximadamente 6:1. En consecuencia, en una realización, un aglutinante de acuerdo con la presente divulgación tiene una velocidad de curado superior a la de un sistema aglutinante de fenol-formaldehído comparable cuando la relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 6:1.

Otro aspecto de la reacción que se describe en el presente documento es que, inicialmente, la solución acuosa del reactivo (que puede deshidratarse y usarse como aglutinante), como se ha descrito anteriormente, tiene un pH alcalino. Un aspecto de la presente divulgación es que la solución de aglutinante alcalina es menos corrosiva hacia el metal que la solución ácida. En consecuencia, una característica de la presente divulgación que supera una barrera sustancial para la industria es que el aglutinante que se describe en el presente documento tiene una corrosividad baja hacia el equipo de fabricación que puede usarse para producir materiales que incluyen el presente aglutinante debido a la composición alcalina del aglutinante. Una característica distintiva de la presente divulgación con respecto a otros sistemas aglutinantes de hidrato de carbono descritos recientemente (por ejemplo, la Solicitud Publicada de los EE.UU. N.º 2007/0027283), es que la reacción no transcurre necesariamente a través de una vía ácida. Más bien, un aspecto de la presente divulgación es que el aglutinante sin curar puede tener un pH alcalino a lo largo del curso de la reacción química que conduce a la formación del aglutinante curado. Por lo tanto, el aglutinante sin curar, a lo largo de su uso y almacenamiento no presenta riesgo de corrosión. En realizaciones ilustrativas, un extracto acuoso del aglutinante curado tiene un pH en el intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 9. Además, un extracto acuoso del producto polimérico es esencialmente incoloro.

En realizaciones ilustrativas, un método de fabricación de un conjunto de materia unida con un aglutinante polimérico comprende preparar una solución que contiene reactivos para producir el aglutinante polimérico y un disolvente, en donde los reactivos incluyen un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina; disponer la solución sobre el conjunto de materia; volatilizar el disolvente para formar un producto sin curar y someter el producto sin curar a condiciones que provoquen que el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina se polimericen para formar el aglutinante polimérico.

En realizaciones ilustrativas, el conjunto de materia incluye fibras aislantes. En una realización, se describe un producto aislante de fibra que incluye fibras aislantes y un aglutinante. Como se usa en el presente documento, la expresión "fibra aislante", indica fibras termorresistentes adecuadas para soportar temperaturas elevadas. Los ejemplos de dichas fibras incluyen, pero sin limitación, fibras minerales (fibras de vidrio, fibras de lana de escoria y fibras de lana

de roca), fibras de aramida, fibras cerámicas, fibras metálicas, fibras de carbono, fibras de poliimida, determinadas fibras de poliéster y fibras de rayón. De manera ilustrativa, dichas fibras no se ven sustancialmente afectadas por la exposición a temperaturas superiores a aproximadamente 120 °C. En una realización, las fibras aislantes son fibras de vidrio. En otra realización más, las fibras minerales están presentes en un intervalo de aproximadamente el 70 % a aproximadamente el 99 % en peso.

En realizaciones ilustrativas, el conjunto de materia incluye fibras celulósicas. Por ejemplo, las fibras celulósicas pueden ser virutas de madera, serrín, pulpa de madera o madera triturada. En otra realización más, las fibras celulósicas pueden ser otras fibras naturales tales como yute, lino, cáñamo y paja. El aglutinante que se desvela en el presente documento puede usarse en lugar del aglutinante descrito en la Solicitud PCT Publicada WO 2008/089847. En una realización, se desvela un tablero de madera compuesto que comprende partículas de madera y un aglutinante. En otra realización, el tablero de madera compuesto está desprovisto de formaldehído. En una realización, el tablero de madera compuesto tiene un intervalo de espesor nominal de más de 6 mm a 13 mm, y tiene un módulo de elasticidad (MDE) de al menos aproximadamente 1050 N/mm², una resistencia a la flexión (MDR) de al menos aproximadamente 7 N/mm² y una resistencia de enlace interno (EI) de al menos 0,20 N/mm². En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene un intervalo de espesor nominal de más de 6 mm a 13 mm, y tiene una resistencia a la flexión (MDR) de al menos aproximadamente 12,5 N/mm² y una resistencia de enlace interno (EI) de al menos 0,28 N/mm². En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene un intervalo de espesor nominal de más de 6 mm a 13 mm, y tiene un módulo de elasticidad (MDE) de al menos aproximadamente 1800 N/mm², una resistencia a la flexión (MDR) de al menos aproximadamente 13 N/mm² y una resistencia de enlace interno (EI) de al menos 0,40 N/mm². En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene un módulo de elasticidad (MDE) de al menos aproximadamente 1800 N/mm². En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene un módulo de elasticidad (MDE) de al menos aproximadamente 2500 N/mm². En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene una resistencia a la flexión (MDR) de al menos aproximadamente 14 N/mm². En otra realización más, el tablero de madera compuesto tiene una resistencia a la flexión (MDR) que es de al menos aproximadamente 18 N/mm². En una realización, el tablero de madera compuesto tiene una resistencia de enlace interno (EI) de al menos 0,28 N/mm². En otra realización más, el tablero de madera compuesto tiene una resistencia de enlace interno (EI) que es de al menos 0,4 N/mm². En otra realización más, el tablero de madera compuesto se hincha menos de o igual a aproximadamente el 12 %, medido por un cambio en el espesor, después de 24 horas en agua a 20 °C. En otra realización, el tablero de madera compuesto tiene una absorción de agua después de 24 horas en agua a 20 °C inferior o igual a aproximadamente el 40 %.

En realizaciones ilustrativas, el tablero de madera compuesto es un tablero de partículas de madera, un tablero de virutas orientadas o un tablero de fibras de densidad media. En una realización, el aglutinante comprende de aproximadamente el 8 % a aproximadamente el 18 % en peso (peso de resina seca con respecto al peso de partículas de madera seca) del tablero de madera compuesto. En otra realización, el tablero de madera compuesto comprende además una cera. En otra realización más, el tablero de madera compuesto comprende de aproximadamente el 0,1 % a aproximadamente el 2 % de cera en peso del tablero de madera compuesto. En realizaciones ilustrativas, el método de fabricación de un conjunto de materia unida con un aglutinante polimérico puede incluir además preparar una solución añadiendo una cantidad de un reactivo de hidrato de carbono y una cantidad de una poliamina primaria de manera que la relación en peso esté en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 10:1. En una realización, la preparación de la solución incluye añadir el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina a una solución acuosa. En otra realización, la preparación de la solución incluye ajustar el pH de la solución dentro del intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 12. En otra realización más, el método de fabricación de un conjunto de materia unida con un aglutinante polimérico puede comprender además envasar el producto sin curar en un material de envasado adecuado para el almacenamiento.

En realizaciones ilustrativas, la presente divulgación se refiere a una composición que comprende un conjunto de materia y un aglutinante, comprendiendo el aglutinante productos poliméricos de una reacción entre un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina, siendo los productos poliméricos sustancialmente insolubles en agua. En una realización, el conjunto de materia incluye fibras minerales, fibras de aramida, fibras cerámicas, fibras metálicas, fibras de carbono, fibras de poliimida, fibras de poliéster, fibras de rayón, fibras de vidrio, fibras celulósicas u otras partículas. Por ejemplo, las fibras celulósicas pueden incluir virutas de madera, serrín, pulpa de madera y/o madera triturada. En una realización, el conjunto de materia incluye arena u otras partículas inorgánicas. En una realización, el conjunto de materia son partículas de carbón. En una realización, el reactivo de hidrato de carbono se selecciona entre un grupo que consiste en dextrosa, xilosa, fructosa, dihidroxiacetona y mezclas de las mismas. En una realización, la poliamina se selecciona entre cualquiera de las poliaminas descritas anteriormente. En otra realización, la poliamina se selecciona entre un grupo que consiste en una diamina, triamina, tetramina y pentamina. En una realización, la poliamina es H₂N-Q-NH₂, en donde Q es alquilo, cicloalquilo, heteroalquilo o cicloheteroalquilo, cada uno de los cuales está opcionalmente sustituido. En otra realización, la composición comprende además un compuesto que contiene silicio. En una realización, el compuesto que contiene silicio es un sililéter funcionalizado o un alquilsililéter funcionalizado, tal como, por ejemplo, un alquilsililéter funcionalizado con amino. Por ejemplo, en una realización, el compuesto que contiene silicio puede ser gamma-aminopropiltrimetoxisilano, gamma-glicidoxipropiltrimetoxisilano o aminoetilaminopropiltrimetoxisilano, o una mezcla de los mismos. En otra realización, el compuesto que contiene silicio puede ser un siloxano oligomérico aminofuncional. En otra realización, la composición comprende un inhibidor de la corrosión seleccionado entre un grupo que consiste en aceite de extracción de polvo, fosfato de monoammonio,

pentahidrato de metasilicato de sodio, melamina, oxalato de estaño (II) y una emulsión fluida de silicona de metilhidrógeno.

5 En realizaciones ilustrativas adicionales, el aglutinante puede disponerse sobre un conjunto de fibras, sustancialmente deshidratarse, envasarse y después almacenarse o comercializarse a un tercero. Un producto sin curar comercializado a un tercero para su uso en procesos de fabricación adicionales puede denominarse "enviado sin curar". Un producto sin curar almacenado para su uso en procesos de fabricación adicionales puede denominarse "sin curar en planta". En la comercialización o el almacenamiento de este tipo de productos, se envasan en recipientes o bolsas adecuadas.

10 En realizaciones ilustrativas, un producto de fibra sin curar envasado comprende una composición de aglutinante sin curar y un conjunto de fibras, en donde (i) la composición de aglutinante sin curar está en contacto con el conjunto de fibras consolidando el conjunto de fibras y (ii) la composición de aglutinante sin curar en contacto con el conjunto de fibras se envasa en un material de envasado adecuado. En una realización, la cantidad de humedad en la composición de aglutinante sin curar puede estar en un intervalo de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 15 % en peso basado en el peso total del producto. En otra realización más, el material de envasado adecuado puede ser capaz de mantener la cantidad de humedad en la composición de aglutinante sin curar dentro de aproximadamente el 20 % de un nivel de humedad original durante un período de una semana a una temperatura y una presión ambientales. En una realización, el producto de fibra sin curar envasado comprende de aproximadamente el 3 % a aproximadamente el 30 % en peso de la composición de aglutinante sin curar, basado en el peso del producto de fibra sin curar envasado, sin considerar el peso del material de envasado adecuado. En una realización, el producto de fibra sin curar envasado comprende de aproximadamente el 60 a aproximadamente el 97 % en peso de fibras, basado en el peso del producto aislante de fibra sin curar envasado, sin considerar el peso del material de envasado adecuado.

25 Un aspecto de la presente divulgación es que el aglutinante que se describe en el presente documento es inesperadamente útil en aplicaciones de envío sin curar y en aplicaciones sin curar en planta. Específicamente, los productos enviados sin curar y los productos sin curar en planta están provistos de un aglutinante sin curar de manera que el curado pueda producirse en un momento y un lugar posteriores. En el caso de que se envíe sin curar, la temperatura y el tiempo de curado son propiedades del producto de gran importancia para los clientes. Específicamente, las temperaturas de curado deben ser lo suficientemente bajas para que el producto pueda curarse usando su equipo existente. Además, el tiempo de curado debe ser lo suficientemente corto para que el tiempo del ciclo para curar los productos siga siendo bajo. Dentro de esta industria, el equipo de fabricación y los tiempos de ciclo aceptables se han establecido para los productos sin curar que comprenden resinas de tipo fenol-formaldehído. Por lo tanto, las temperaturas de curado suficientemente bajas son las temperaturas de curado adecuadas para curar un producto comparable de tipo fenol-formaldehído. De forma similar, los tiempos de ciclo suficientemente bajos son los tiempos de ciclo que serían rutinarios para el curado de un producto comparable de tipo fenol-formaldehído. Un experto habitual en la materia apreciará que ni el tiempo de curado ni la temperatura de curado pueden establecerse como cantidades definitivas porque las aplicaciones específicas pueden tener parámetros drásticamente diferentes. Sin embargo, se entiende que el tiempo de curado y las temperaturas de curado de un sistema modelo proporcionan suficiente información representativa con respecto a la cinética de la reacción química de curado subyacente, de manera que pueden hacerse predicciones fiables del rendimiento del aglutinante en las diversas aplicaciones.

45 En realizaciones ilustrativas, el tiempo de curado y la temperatura de curado del aglutinante son iguales o inferiores a los de una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable. En una realización, el tiempo de curado del aglutinante es inferior al tiempo de curado de una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable. En otra realización, la temperatura de curado del aglutinante es inferior a la temperatura de curado de una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable. Como se usa en el presente documento, una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable es similar a la descrita de acuerdo con la Patente de los EE.UU. N.º 6.638.882.

50 Como se analiza a continuación, pueden incorporarse diversos aditivos en la composición de aglutinante. Estos aditivos proporcionan a los aglutinantes de la presente divulgación características deseables adicionales. Por ejemplo, el aglutinante puede incluir un agente de acoplamiento que contiene silicio. Muchos agentes de acoplamiento que contienen silicio están disponibles en el mercado en Dow-Corning Corporation, Evonik Industries y Momentive Performance Materials. De manera ilustrativa, el agente de acoplamiento que contiene silicio incluye compuestos tales como sililéteres y alquilsililéteres, cada uno de los cuales pueden estar opcionalmente sustituidos, tales como halógeno, alcoxi, amino y similares. En una variación, el compuesto que contiene silicio es un silano sustituido con amino, tal como, gama-aminopropiltriétoxi silano (SILQUEST A-1101; Momentive Performance Materials, Oficina central corporativa: Corporate Woods Boulevard, 22, Albany, NY 12211 EE.UU.). En otra variación, el compuesto que contiene silicio es un silano sustituido con amino, por ejemplo, aminoetilaminopropiltrimetoxi silano (Dow Z-6020; Dow Chemical, Midland, MI; EE.UU.). En otra variación, el compuesto que contiene silicio es gama-glicidoxipropiltrimetoxisilano (SILQUEST A-187; Momentive). En otra variación más, el compuesto que contiene silicio es un siloxano oligomérico aminofuncional (HYDROSIL 2627, Evonik Industries, Interpace Pkwy, 379, Parsippany, NJ 07054).

65 Los agentes de acoplamiento que contienen silicio normalmente están presentes en el aglutinante en un intervalo de aproximadamente el 0,1 por ciento a aproximadamente el 1 por ciento en peso basado en los sólidos de aglutinante

disueltos (es decir, de aproximadamente el 0,05 % a aproximadamente el 3 % basado en el peso de los sólidos añadidos a la solución acuosa). En una aplicación, pueden añadirse uno o más de estos compuestos que contienen silicio a la solución acuosa aglutinante. Después, el aglutinante se aplica al material que ha de unirse. Después de eso, el aglutinante puede curarse si se desea. Estos compuestos que contienen silicio potencian la capacidad del aglutinante de adherirse al material sobre el que se dispone el aglutinante, tal como fibras de vidrio. La potenciación de la capacidad del aglutinante de adherirse a la materia mejora, por ejemplo, su capacidad de producir o promover la cohesión en una o más sustancias no ensambladas o ensambladas de forma suelta.

En otra realización ilustrativa, un aglutinante de la presente divulgación puede incluir uno o más inhibidores de la corrosión. Estos inhibidores de la corrosión evitan o inhiben la corrosión o el desgaste de una sustancia, tal como, metal, provocados por la descomposición química llevada a cabo por un ácido. Cuando se incluye un inhibidor de la corrosión en un aglutinante de la presente divulgación, la corrosividad del aglutinante disminuye en comparación con la corrosividad del aglutinante sin la presencia del inhibidor. En una realización, estos inhibidores de la corrosión pueden utilizarse para disminuir la corrosividad de las composiciones que contienen fibras minerales que se describen en el presente documento. De manera ilustrativa, los inhibidores de la corrosión incluyen uno o más de los siguientes, un aceite de extracción de polvo o un fosfato de monoamonio, pentahidrato de metasilicato de sodio, melamina, oxalato de estaño(II) y/o emulsión fluida de metilhidrógeno silicona. Cuando se incluyen en un aglutinante de la presente divulgación, los inhibidores de la corrosión están presentes normalmente en el aglutinante en un intervalo de aproximadamente el 0,5 por ciento a aproximadamente el 2 por ciento en peso basado en los sólidos de aglutinante disueltos. Un aspecto de la presente divulgación es que la necesidad de aditivos inhibidores de la corrosión se reduce en gran medida por la alcalinidad de la solución de aglutinante y el aglutinante sin curar sustancialmente deshidratado. En una realización, el aglutinante está desprovisto de inhibidores de la corrosión y la corrosividad de la solución de aglutinante está dentro del intervalo aceptable.

En realizaciones ilustrativas, el aglutinante puede incluir además un humectante no acuoso. El humectante no acuoso puede incluir uno o más poliéteres. Por ejemplo, el humectante no acuoso puede incluir un condensado de óxido de etileno u óxido de propileno que tenga grupos alquilo y alcarilo de cadena lineal y/o ramificada. En una realización, el humectante no acuoso incluye un polietilenglicol, un polipropilenglicol éter, un tioéter, un polioxialquilenglicol (por ejemplo, Jeffox TP400®), un dipropilenglicol y/o un polipropilenglicol (por ejemplo, Pluriol P425® o Pluriol 2000®). En una realización, el humectante no acuoso comprende un polioxialquilenglicol o un polipropilenglicol. En otra realización, el humectante no acuoso incluye un compuesto basado en un compuesto polihidroxilado (por ejemplo, un compuesto polihidroxilado parcial o totalmente esterificado). En otra reivindicación, el humectante no acuoso incluye un polihidroxi a base de una glicerina, un propilenglicol, un etilenglicol, un acetato de glicerina, un sorbitol, un xilitol o un maltitol.

En otra realización, el humectante no acuoso incluye otros compuestos que tienen múltiples grupos hidroxilo a base de tetrahidrofurano, una caprolactona y/o un alquilfenoxipoli(etileno)etanol que tienen grupos alquilo que contienen de aproximadamente 7 a aproximadamente 18 átomos de carbono y que tienen de aproximadamente 4 a aproximadamente 240 unidades de etileno. Por ejemplo, el humectante no acuoso puede incluir un heptilfenoxipoli(etileno)etanol y/o un nonilfenoxipoli(etileno)etanol. En otra realización, el humectante no acuoso incluye un derivado de polioxialquileo de hexitol, tal como un sorbitano, sorbita, mannitana y/o una mannida. En otra realización más, el humectante no acuoso puede incluir un éster parcial de ácidos grasos de cadena larga, tal como un derivado de polioxialquileo de monolaurato de sorbitano, monopalmitato de sorbitano, monoestearato de sorbitano, tristearato de sorbitano, monooleato de sorbitano y/o trioleato de sorbitano.

En realizaciones ilustrativas, el humectante no acuoso incluye un condensado de óxido de etileno con una base hidrófoba, formándose la base por condensación de óxido de propileno con propilenglicol. En una realización, el humectante no acuoso incluye un condensado que contiene azufre, tal como los que se preparan por condensación de óxido de etileno con un mercaptano de alquilo superior (por ejemplo, nonil, dodecil, tetradecil mercaptano, o alquiltiofenoles que tienen de aproximadamente 6 a aproximadamente 15 átomos de carbono en el grupo alquilo). En otra realización, el humectante no acuoso incluye un derivado de óxido de etileno de un ácido carboxílico de cadena larga, tal como el ácido láurico, mirístico, palmítico u oleico. En otra realización más, el humectante no acuoso incluye un derivado de óxido de etileno de un alcohol de cadena larga tal como el alcohol octílico, decílico, laurílico o cetílico. En otra realización, el humectante no acuoso incluye un copolímero de óxido de etileno/tetrahidrofurano o un copolímero de óxido de etileno/propileno.

La presente divulgación se ilustrará adicionalmente en los siguientes ejemplos, sin limitación a los mismos. Únicamente los ejemplos cubiertos por el alcance de las reivindicaciones forman parte de la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1: Una solución de 50 g de dextrosa (0,278 mol), 50 g de hexametildiamina (0,431 mol) disueltos en 566,6 g de agua desionizada (solución al 15 % de sólidos, pH 11,9) hasta el punto de ebullición de la solución. Se observó un polímero insoluble en agua de color parduzco en forma de precipitado en el vaso de reacción.

Ejemplo 2: A partir de la solución anterior de 50 g de dextrosa (0,278 mol), 50 g de hexametildiamina (0,431 mol) disueltos en 566,6 g de agua desionizada (solución al 15 % de sólidos, pH 11,9), se aplicaron 2 g de la solución

de aglutinante sobre un lecho filtrante que se colocó en una balanza de humedad y se calentó durante 15 min a 120 °C. Se formó un polímero insoluble en agua de color pardo sobre el lecho filtrante. Una extracción del lecho filtrante curado usando 100 g de agua desionizada es esencialmente incolora y tiene un pH de 6,8.

Ejemplo 3: Se preparó una solución de 85 g de dextrosa (0,472 mol), 15 g de hexametildiamina (0,129 mol) disueltos en 566,6 g de agua desionizada (solución al 15 % de sólidos, pH 10,8). Se aplicaron 2 g de la solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se colocó en una balanza de humedad y se calentó durante 15 min a 140 °C. Se formó un polímero insoluble en agua de color pardo sobre el lecho filtrante. Una extracción del lecho filtrante curado usando 100 g de agua desionizada es esencialmente incolora y tiene un pH de 6,8.

Ejemplo 4: Se preparó una solución de 95 g de dextrosa (0,528 mol), 5 g de hexametildiamina (0,043 mol) disueltos en 566,6 g de agua desionizada (solución al 15 % de sólidos). Se aplicaron 2 g de la solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se colocó en una balanza de humedad y se calentó durante 15 min a 180 °C. Se formó un polímero insoluble en agua de color pardo sobre el lecho filtrante. Una extracción del lecho filtrante curado usando 100 g de agua desionizada es esencialmente incolora y tiene un pH de 6,8.

Ejemplo Comparativo 1: Se preparó una solución de 180 g de dextrosa (1 mol) disueltos en 1020 g de agua desionizada (solución al 15 % de sólidos). Se aplicaron 2 g de la solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se colocó en una balanza de humedad y se calentó durante 15 min a 180 °C. No se formó un polímero insoluble en agua sobre el lecho filtrante. El aglutinante tratado térmicamente resultante era esencialmente totalmente hidrosoluble.

Velocidad de curado y tiempo de curado: Se impregnaron esteras cuadradas de fibra de vidrio (33,02 cm x 33,02 cm (13" x 13")) con un peso de 44 g (correspondiente a 113,19 g/m² (34,5 g/pie²)) con un aglutinante que contenía un 15 % de sólidos. El exceso de aglutinante se retira mediante aspiración por vacío y la estera húmeda se seca durante al menos 12 horas a 32,22 °C (90 °F) en un horno (recirculación).

La estera seca se corta en cuatro cuadrados de la misma dimensión. Los cuadrados se apilan unos encima de otros, y al menos un termopar conectado a un registrador (es decir, el indicador del horno) se coloca en el centro de la pila, entre la 2^a y la 3^a capa.

Una prensa de molde con platina de temperatura controlada se calienta a 400 °F (204 °C). La muestra con el termopar preparado se coloca en el centro de la platina y se prensa hasta un espesor de 1,59 cm (5/8") durante un tiempo predefinido (es decir, 3,5 min, 4,0 min, 5,0 min, 6,0 min, 15 min).

Se evaluó el grado de curado de cada muestra moldeada sometiendo a ensayo la uniformidad de las superficies, la retención de agua y la extracción. Se considera que una muestra está curada cuando las superficies son lisas sin ninguna "protuberancia", la muestra no se debilita notablemente cuando se sumerge en agua y no se forma un color de extracto significativo cuando se sumerge la muestra en agua. El perfil de temperatura del centro de la muestra se mide durante el ciclo de moldeo y se muestra en la Fig. 3.

Ejemplo Comparativo 2: Aglutinante de fenol-formaldehído.

Composición basada en sólidos secos:

- 2,41 partes de sulfato de amonio
- 1,08 partes de amoníaco
- 0,21 partes de silano A1101
- 96,3 % de fenol-formaldehído - Premezcla de resina:urea (70:30)

El Ejemplo Comparativo 2 se denomina Aglutinante 1 en la Fig. 3.

Ejemplo Comparativo 3: Aglutinante de hidrato de carbono-ácido inorgánico.

Composición basada en sólidos secos:

- 81,59 partes de dextrosa
- 17,09 partes de sulfato de amonio
- 1 partes de amoníaco
- 0,3 partes de silano A1101

El Ejemplo Comparativo 3 se denomina Aglutinante 2 en la Fig. 3.

Ejemplo 5:

Composición basada en sólidos secos:

- 80,94 partes de solución de dextrosa y amoníaco (una solución acuosa que contiene 2 mol/litro de dextrosa y 2 mol/litro de amoníaco)
- 19,06 partes de hexametildiamina

El Ejemplo 5 se denomina Aglutinante 4 en la Fig. 3.

Se determinó que el tiempo necesario para conseguir el curado total de un aglutinante dentro del alcance de la presente divulgación es inferior al de los sistemas aglutinantes del Ejemplo Comparativo 3 que tienen diversas químicas. Este sistema modelo ilustra que el tiempo de curado, a condición de que las demás variables se mantengan constantes, depende de la química del sistema aglutinante. La química de una composición de aglutinante ilustrativa dentro del alcance de la presente divulgación consigue tiempos de curado mejorados en comparación con estos otros sistemas de ejemplo. Los resultados se muestran a continuación:

Aglutinante	Tiempo de moldeo para conseguir el curado total
Ej. Comparativo 2 - Aglutinante 1	Un mínimo de 240 segundos
Ej. Comparativo 3 - Aglutinante 2	Un mínimo de 300 segundos
Ej. 5 - Aglutinante 4	Curado a 210 segundos

Con referencia ahora a la Fig. 3, se muestra el perfil de temperatura característico para cada uno de los aglutinantes 1, 2 y 4. Se observó que el perfil de temperatura es característico de cada aglutinante. No se estableció que la velocidad y el tiempo de curado no son característicos del perfil de temperatura de curado. Sin embargo, el perfil de temperatura de curado ayuda a comprender y predecir la velocidad de curado y el tiempo de curado. Específicamente, el Ejemplo Comparativo 3 necesitó el mayor tiempo de curado; y, de forma similar, el perfil de temperatura de curado necesitó la mayor cantidad de tiempo para maximizarse asintóticamente. De forma similar, el Ejemplo 5 necesitó la menor cantidad de tiempo para maximizarse asintóticamente y demostró el tiempo de curado más corto.

Reactivo de hidrato de carbono: Efecto de la relación de poliamina sobre el tiempo del ciclo de curado. Se fabricaron esteras tendidas en húmedo (ETH) con relaciones variables de monohidrato de dextrosa (DMH) y hexametildiamina (HMDA). Las relaciones en peso sometidas a ensayo incluyen 75/25, 85/15 y 92/8 respectivamente.

Se aplicó un aglutinante de dextrosa al 15 %-HMDA a 5 ETH. Se prepararon las siguientes composiciones de aglutinante:

	<u>Ejemplo 6</u> DMH/HMDA 75/25	<u>Ejemplo 7</u> DMH/HMDA 85/15	<u>Ejemplo 8</u> DMH/HMDA 92/8
Agua	1677,45 g	1677,45 g	1677,45 g
DMH	246,78 g	279,68 g	302,72 g
HMDA	74,77 g	44,86 g	23,93 g
Silano	1,00 g	1,00 g	1,00 g

Las esteras se preparan en trozos de 33,02 cm x 33,02 cm (13"x13"), con un espesor de 0,95 cm (3/8"). La prensa utilizada para moldear las esteras se ajusta a 204,44 °C (400 °F). Una vez moldeada la muestra, tiene un espesor de aproximadamente 1,59 cm (5/8"). Se determinó en primer lugar un perfil de temperatura en un intervalo de 15 minutos. La siguiente muestra se prensó durante 4 minutos; este es el tiempo que se tarda en curar una composición de aglutinante de fenol-formaldehído comparable (los resultados no se muestran). Los experimentos se repitieron con tiempos de curado variables hasta que se determinó el tiempo mínimo necesario para curar cada composición. El grado en que se curó cada aglutinante se determinó basándose en el peso. Se determinaron los siguientes resultados:

	<u>Duración del ciclo de curado</u>
Ejemplo 6	2:30 min.
Ejemplo 7	4 min.
Ejemplo 8	8 min.

Como se ha descrito anteriormente, un producto a base de fenol-formaldehído comparable (por ejemplo, el Ejemplo Comparativo 2) se cura con un tiempo de ciclo de 4 minutos. Además, un aglutinante a base de hidrato de carbono comparable (por ejemplo, el Ejemplo Comparativo 3) se cura con un tiempo de ciclo de 5 minutos. Estos resultados indican que un aglutinante dentro del alcance de la presente divulgación con un reactivo de hidrato de carbono con respecto a poliamina primaria de 85/15 o menos se cura a una velocidad comparable o más rápida que el producto a base de fenol-formaldehído. Otros experimentos demostraron que la temperatura de curado puede reducirse en los productos que tienen un tiempo de curado más corto para conseguir tiempos de curado equivalentes a temperaturas más bajas. Los resultados obtenidos coincidieron en principio con las expectativas de los presentes inventores basadas en la ecuación de Arrhenius.

Además de los ejemplos que se describen en detalle, se fabricaron los siguientes ejemplos para garantizar que el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina pueden comprender una amplia gama de alternativas.

<u>Ej.</u>	<u>Poliamina</u>	<u>Reactivo de hidrato de carbono</u>	<u>Aglutinante formado</u>
<u>9</u>	hexametilendiamina	dextrosa	Sí
<u>10</u>	etilendiamina	dextrosa	Sí
<u>11</u>	dietilentriamina	dextrosa	Sí
<u>12</u>	hexametilendiamina	jarabe de maíz de alto contenido en fructosa	Sí
<u>13</u>	hexametilendiamina	sacarosa	Sí
<u>14</u>	octametilendiamina	dextrosa	Sí
<u>15</u>	tetrametilendiamina	dextrosa	Sí

5 Ejemplos adicionales de dextrosa-poliamina:

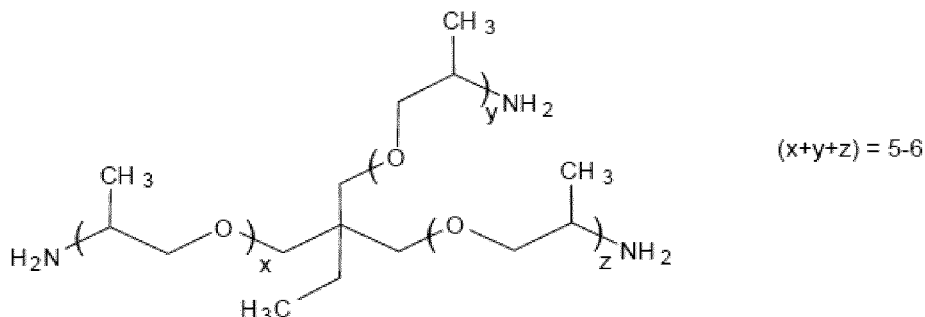
10 Ejemplo 16: Una suspensión de 56,08 g de agua desionizada, 7,15 g de monohidrato de dextrosa y 3,5 g de 1,12-diaminododecano se acidificó con HCl 11 N a un pH de 1,0, y se calentó a 70 °C con agitación dando como resultado una solución transparente e incolora. La solución forma un polímero insoluble en agua termoendurecible a 160 °C. (Condiciones de ensayo: se aplican 2 g de solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se coloca en una balanza de humedad. El lecho filtrante se calienta durante 15 min a 160 °C). Un extracto del lecho filtrante curado con 100 g de agua desionizada es esencialmente incoloro.

15 Ejemplo 17: Una solución de 8,25 g de monohidrato de dextrosa y 2,50 g de 1,5-diamino-2-metilpentano (Dytek A, Invista) disueltos en 56,08 g de agua desionizada forma un polímero insoluble en agua termoendurecible a 160 °C. (Condiciones de ensayo: se aplican 2 g de solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se coloca en una balanza de humedad. El lecho filtrante se calienta durante 15 min a 160 °C). Un extracto del lecho filtrante curado con 100 g de agua desionizada es esencialmente incoloro.

20 Ejemplo 18: Una solución de 8,03 g de monohidrato de dextrosa y 2,70 g de N-(3-aminopropil)-1,3-propanodiamina disueltos en 56,08 g de agua desionizada forma un polímero insoluble en agua termoendurecible a 200 °C. (Condiciones de ensayo: se aplican 2 g de solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se coloca en una balanza de humedad. El lecho filtrante se calienta durante 15 min a 200 °C). Un extracto del lecho filtrante curado con 100 g de agua desionizada tiene un ligero color amarillento.

25 Ejemplo 19: Se preparó una solución de 1,0 g de dextrosa (5,55 mmol), 1,0 g (aprox. 2,27 mmol) de polieteramina Jeffamine T-403 disueltos en 8,5 g de agua desionizada (solución al 19 % de sólidos). Se aplicaron 2 g de la solución de aglutinante sobre un lecho filtrante que se colocó en una balanza de humedad y se calentó durante 5 min a 180 °C. Se formó un polímero insoluble en agua de color pardo sobre el lecho filtrante. Una extracción del lecho filtrante curado usando 100 g de agua desionizada es esencialmente incolora y tiene un pH de 7,1.

35 La polieteramina Jeffamine T-403 es una amina primaria trifuncional que tiene un peso molecular promedio de 440. Sus grupos amina se sitúan en átomos de carbono secundarios en los extremos de cadenas de poliéteres alifáticos. Su estructura puede representarse como se indica a continuación, en la que la suma de x, y, y z es 6:



40 Procedimiento para analizar una muestra de aglutinante con pirólisis de gases. Se colocan aproximadamente 10 g de un producto curado que tiene el aglutinante en el mismo en un tubo de ensayo, tubo que después se calienta a 537,78 °C (1000 °F) durante 2,5 minutos, momento en el que se muestrea la cámara de aire y se analiza mediante cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM) en las siguientes condiciones: Horno, 50 °C durante un minuto - 10 °C/minuto a 300 °C durante 10 minutos; Entrada, 280 °C sin división; Columna, HP-5 30 mm x 0,32 mm x 0,25 um; Flujo de la columna, helio 1,11 ml/minuto; Detector, MSD 280 °C; Volumen de inyección, 1 ml; Modo de detección, barrido de 34-700 uma; Umbral, 50; y velocidad de muestreo, 22 barridos/segundo. Se realiza una

búsqueda informática del espectro de masas de un pico cromatográfico de la muestra frente a la biblioteca de espectros de masas de Wiley. Se notifica la mejor coincidencia. Se genera un índice de calidad (proximidad a la coincidencia con los espectros de la biblioteca) que va de 0 a 99. Solo se notifica la identidad de los picos con un índice de calidad superior o igual a 90.

5

La siguiente tabla proporciona datos de pirólisis representativos que se esperan del análisis por CG/EM de compuestos gaseosos producidos durante la pirólisis de una composición de aglutinante a base de melanoidina.

Tiempo de retención (min)	Identificación tentativa	% de Área del pico
1,15	2-ciclopenten-1-ona	10,67
1,34	2,5-dimetilfurano	5,84
3,54	furano	2,15
3,60	3-metil-2,5-furanodiona	3,93
4,07	fenol	0,38
4,89	2,3-dimetil-2-ciclopenten-1-ona	1,24
5,11	2-metilfenol	1,19
5,42	4-metilfenol	2,17
6,46	2,4-dimetil-fenol	1,13
10,57	ftalato de dimetilo	0,97
17,89	ácido octadecanoico	1,00
22,75	erucilamida	9,72

- 10 A continuación se enumeran las especies observadas en la cromatografía de gases por pirólisis-espectrometría de masas (CG Py-EM) de una muestra de aglutinante preparada usando hexametildiamina como el componente de poliamina. La pirólisis se realizó a 200 °C, 300 °C, y 770 °C. La identificación muestra un pico muy significativo que corresponde al ácido acético en el cromatograma de masas tanto a 200 °C como a 300 °C, que no se observó en una muestra preparada usando dextrosa y sulfato de amonio (véase el Ejemplo Comparativo 3), en la que el compuesto volátil significativo era SO₂, especialmente a 300 °C. A 770 °C, los picos observados, en orden de tiempo de retención creciente se asignaron como se indica a continuación: A: Eluir conjuntamente C₅H₁₀, C₅H₁₂, acetona, posiblemente un éster de ácido acético de bajo pm; B: Dieno C₅H₈; C: Dieno C₅H₈; D: probablemente un pentanol; E: C₆H₁₂ - un metil penteno; F: hexano; G: metilciclopentano; H: un ciclohexadieno; I: C₆H₁₀ - probablemente un metilciclopentano; J: benceno; K: ácido acético; L: ciclohexeno; M: probablemente nonanol; N: 2-metil-3-pentanona; O: 2,5-dimetilfurano;
- 15 P: C₇H₁₀ + eluido conjunto sin asignar; Q: piridina + eluido conjunto sin asignar; R: tolueno; S: posiblemente decenal + eluido conjunto sin asignar; T: 2-etil-5-metilfurano; U: una metilpiridina; V: un metilpirrol; W: un xileno; X: sin asignar - con funcionalidad alcohol; Y: sin asignar; Z: un xileno + eluido conjunto sin asignar; AA: sin asignar; AB: un dimetilpirrol; AC: una dimetilpiridina; AD: una dimetilpiridina; AE: sin asignar; AF: sin asignar; AG: un etilmetilpirrol + eluido conjunto sin asignar; AL: un espectro de masas sin asignar pero distintivo (que contiene N), relacionado con pirrol; AJ: un espectro de masas sin asignar pero distintivo (que contiene N), posiblemente una acetamida; AK: un espectro de masas sin asignar pero distintivo (que contiene N), relacionado con pirrol; AL: un espectro de masas sin asignar pero distintivo (que contiene N), relacionado con pirrol; AM: un espectro de masas sin asignar pero distintivo (que contiene N), relacionado con pirrol. Los espectros de masas distintivos que se observan a partir de los picos Al a AM no se observan en los datos de aglutinantes anteriores que no tienen el componente de poliamina.

- 30 Procedimiento para evaluar la resistencia a la tracción en seco y a la intemperie. Cuando se evalúa su resistencia a la tracción en seco y "a la intemperie", las composiciones de concha que contienen perlas de vidrio, preparadas con un aglutinante dado, proporcionan una indicación de la resistencia a la tracción probable y de la durabilidad probable, respectivamente, de un producto de fibra de vidrio preparado con ese aglutinante particular. La durabilidad prevista se basa en la relación de resistencia a la tracción a la intemperie:resistencia a la tracción en seco de una concha. Se preparan caparazones, se someten a la intemperie y se someten a ensayo como se indica a continuación, por ejemplo, para una mezcla de aglutinante de hexametildiamina-dextrosa.

- 40 Un molde de concha (Dietert Foundry Testing Equipment; Accesorio de curado de concha con calentamiento, Modelo 366, y Accesorio de molde de concha) se ajusta a una temperatura deseada, generalmente a 218,33 °C (425 °F) y se deja calentar durante al menos una hora. Mientras se calienta el molde de concha, se preparan aproximadamente 100 g de un aglutinante acuoso (generalmente 15 % en sólidos de aglutinante) (por ejemplo, como se describe en el Ejemplo 7). Usando un vaso de precipitados de cristal grande, se pesan por diferencia 727,5 g de perlas de vidrio (Perlas de impacto Ballotini de calidad, Espec. AD, Tamiz de los EE.UU. 70-140, 106-212 micrómetros-n.º 7, de Potters Industries, Inc.). Las perlas de vidrio se vierten en un recipiente de mezcla limpio y seco, recipiente que estaba montado en un soporte de mezclador eléctrico. Se vierten lentamente aproximadamente 75 g de aglutinante acuoso en las perlas de vidrio en el recipiente de mezcla. Después, se pone en marcha el mezclador eléctrico y se agita la mezcla de perlas de vidrio/aglutinante durante un minuto. Usando una espátula grande, se raspan los lados del batidor (mezclador) para retirar cualquier grumo de aglutinante, raspando al mismo tiempo los bordes en donde las perlas de

vidrio se encuentran en el fondo del recipiente. Después, se vuelve a encender el mezclador durante un minuto adicional y se retira el batidor (mezclador) de la unidad, seguido de la retirada del recipiente de mezcla que contiene la mezcla de perlas de vidrio/aglutinante. Usando una espátula grande, se retira la mayor cantidad posible de aglutinante y perlas de vidrio adheridas al batidor (mezclador) y después se agitan en la mezcla de perlas de vidrio/aglutinante en el recipiente de mezcla. Después, se raspan los laterales del recipiente para mezclar cualquier exceso de aglutinante que se haya podido acumular en los laterales. En este punto, la mezcla de perlas de vidrio/aglutinante de hexametildiamina-dextrosa está lista para el moldeo en un molde de concha.

Se confirma que las guías del molde de concha están alineadas dentro de la platina del molde inferior. Usando una espátula grande, después se añade rápidamente una mezcla de perlas de vidrio/aglutinante de hexametildiamina-dextrosa en las tres cavidades del molde dentro de la concha. La superficie de la mezcla en cada cavidad se aplanan, raspando al mismo tiempo el exceso de mezcla para proporcionar un área superficial uniforme a la concha. Las inconsistencias o huecos que existen en cualquiera de las cavidades se rellenan con mezcla adicional de perlas de vidrio/aglutinante de hexametildiamina-dextrosa y después se aplanan. Una vez que se coloca una mezcla de perlas de vidrio/aglutinante de hexametildiamina-dextrosa en las cavidades de la concha, y la mezcla se expone al calor, comienza el curado. Como el tiempo de manipulación puede afectar a los resultados de los ensayos, por ejemplo, pueden producirse conchas con dos capas curadas diferencialmente; las conchas se preparan consistente y rápidamente. Con el molde de concha relleno, la platina superior se coloca rápidamente sobre la platina inferior. Al mismo tiempo, o rápidamente después, la medición del tiempo de curado se inicia mediante un cronómetro, curado durante el cual la temperatura de la platina inferior varió de aproximadamente 204,44 °C (400 °F) a aproximadamente 221,11 °C (430 °F), mientras que la temperatura de la platina superior varió de aproximadamente 226,67 °C (440 °F) a aproximadamente 243,33 °C (470 °F). A los siete minutos de tiempo transcurrido, se retira la platina superior y se extraen las guías de manera que puedan retirarse las tres conchas. Las conchas recién fabricadas después se colocan sobre una rejilla de alambre, adyacente a la platina del molde de concha, y se deja enfriar a temperatura ambiente. Después de eso, cada hueso de la concha se etiqueta y se coloca individualmente en una bolsa de plástico de almacenamiento etiquetada adecuadamente. Si las conchas no pueden someterse a ensayo el mismo día en que se prepararon, las bolsas de plástico que contienen conchas se colocan en una unidad desecadora.

Procedimiento de acondicionamiento (condiciones de intemperie) para conchas: Se enciende una cámara de humedad Blue M y después se ajusta para proporcionar condiciones de intemperie de 32,22 °C (90 °F) y una humedad relativa del 90 % (es decir, 32,22 °C (90 °F)/Hr del 90 %). El depósito de agua situado en el lateral de la cámara de humedad se comprueba y se rellena regularmente, por lo general cada vez que se enciende. Se deja que la cámara de humedad alcance las condiciones de intemperie especificadas durante un período de al menos 4 horas, siendo típico un período de equilibrio de un día. Las conchas que han de someterse a condiciones de intemperie se cargan rápidamente (puesto que aunque las puertas están abiertas, tanto la humedad como la temperatura disminuyen), de uno en uno a través de las puertas abiertas de la cámara de humedad, en el estante superior ranurado de la cámara de humedad. Se apunta el tiempo en que las conchas se colocan en la cámara de humedad y se someten a condiciones de intemperie durante un período de 24 horas. Después de eso, se abren las puertas de la cámara de humedad y se extrae rápidamente un conjunto de conchas a la vez y se colocan individualmente en bolsas de plástico de almacenamiento respectivas, que se sellan totalmente. En general, se someten a condiciones de almacenamiento de uno a cuatro conjuntos de conchas a la vez como se ha descrito anteriormente. Las conchas sometidas a condiciones de intemperie se llevan inmediatamente a la sala del Instron y se someten a ensayo.

Procedimiento de ensayo de rotura de conchas: En la sala de Instron, el método de ensayo de conchas se carga en la máquina Instron 5500 R, asegurándose de que se instala la célula de carga adecuada (es decir, la célula de carga estática de 5 kN), y se deja que la máquina se caliente durante quince minutos. Durante este período de tiempo, se verifica que las mordazas de ensayo de las conchas estén instaladas en la máquina. La célula de carga se tara y se equilibra, y después se somete a ensayo un conjunto de las cáscaras a la vez como se indica a continuación: Se retira una concha de su bolsa de plástico de almacenamiento y después se pesa. El peso (en gramos) después se introduce en el ordenador asociado a la máquina Instron. Después, se introduce el espesor medido de la concha (en pulgadas), como espesor de la muestra, tres veces en el ordenador asociado a la máquina Instron. Después, se coloca una muestra de concha en las mordazas de la máquina Instron y se inicia el ensayo a través del teclado de la máquina Instron. Después de retirar una muestra de ensayo de concha, se introduce el punto de rotura medido en el ordenador asociado a la máquina Instron y el ensayo continúa hasta que se someten a ensayo todas las conchas de un conjunto.

Reactivo de hidrato de carbono: Efecto de la relación de poliamina sobre las propiedades de las conchas. Las conchas se fabricaron con relaciones variables de monohidrato de dextrosa (DMH) y hexametildiamina (HMDA) con un aditivo de silano (ISI0200) y se examinaron como se ha descrito anteriormente, a una velocidad de ensayo de 25 mm/min. Las relaciones en peso sometidas a ensayo incluyen 90/10, 85/15, 80/20 y 75/25, respectivamente.

	Tensión en el pico/MNm ²		Pérdida de resistencia/ %
	En seco	A la intemperie	
90 % de DMH + 10 % de HMDA+ 0,3 % de ISI0200, pH 11,06	2,954	1,929	34,69
85 % de DMH + 15 % de HMDA+ 0,3 % de ISI0200, pH 11,29	2,573	2,017	21,61
80 % de DMH + 20 % de HMDA+ 0,3 % de ISI0200, pH 11,54	2,747	2,344	14,68
75 % de DMH + 25 % de HMDA+ 0,3 % de ISI0200, pH 11,71	2,735	2,073	24,21

Ejemplo: Ensayos de lana de vidrio (fibra de vidrio)

5 Se realizaron comparaciones de las cualidades de dos aglutinantes de glucosa-hexametilendiamina con un aglutinante convencional en términos de curado y rigidez sobre un producto de lana de vidrio (Ac+032 100 mm 1200 mm de ancho; 32 kg/m³ - 15 m/min) midiendo la resistencia a la separación y la densidad.

10 Aglutinante 1: 85 % de glucosa - 15 % de hexametildiamina.

10 Aglutinante 2: 90 % de glucosa - 10 % de hexametildiamina.

15 La resistencia a la separación habitual (antes del autoclave) y la resistencia a la separación después de condiciones de intemperie (después del autoclave) pueden medirse como se describe en la Solicitud de Patente Internacional, Número de Publicación WO 2008/089851 o WO2009/019235.

Resistencia a la separación en un aglutinante convencional:

ANTES DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
1	21,90	72,0	34,5
2	21,00	64,0	33,1
3	18,20	51,7	28,7
4	18,80	53,0	29,6
5	19,90	50,6	31,3
6	20,40	60,5	32,1
Total	120,20	351,8	31,6
		35861,4	g

R.S. ANTES: **298,3** gf/gp

PÉRDIDA:

63,6

DESPUÉS DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
7	22,00	48,8	34,6
8	21,00	50,7	33,1
9	19,80	46,0	31,2
10	17,90	35,6	28,2
11	20,10	52,5	31,7
12	19,70	43,9	31,0
Total	120,50	277,5	31,6
		28287,5	g

R.S. DESPUÉS: **234,8** gf/gp

es decir

21,3 %

20 Resistencia a la separación en el Aglutinante 1:

ANTES DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
1	22,00	95,6	34,6
2	18,70	53,9	29,5
3	18,20	63,9	28,7
4	18,10	62,6	28,5
5	20,50	75,0	32,3
6	18,70	60,3	29,5
Total	116,20	411,3	30,5
		41926,6	g

R.S. ANTES: **360,8** gf/gp

PÉRDIDA:

89,5

DESPUÉS DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
7	19,80	50,0	31,2
8	17,80	46,7	28,0
9	17,80	51,2	28,0
10	20,50	59,3	32,3
11	18,40	46,0	29,0
12	18,60	47,3	29,3
Total	112,90	300,5	29,6
		30632,0	g

R.S. DESPUÉS: **271,3** gf/gp

es decir

24,8 %

Resistencia a la separación en el Aglutinante 2:

25

ANTES DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
1	18,50	51,5	29,1
2	19,50	64,5	30,7
3	21,30	75,6	33,5
4	20,80	78,8	32,8
5	19,80	64,4	31,2
6	18,40	70,0	29,0
Total	118,30	404,8	31,1
		41264,0	g

R.S. ANTES: **348,8** gf/gp

DESPUÉS DEL AUTOCLAVE			
	Peso (g)	Fuerza (N)	densidad (kg/m ³)
7	19,40	52,2	30,6
8	20,10	52,7	31,7
9	19,30	54,5	30,4
10	19,80	57,2	31,2
11	19,80	58,2	31,2
12	18,80	51,9	29,6
Total	117,20	326,7	30,8
		33302,8	g

R.S. DESPUÉS: **284,2** gf/gp

PÉRDIDA: 78,1 **gf/gp** es decir **19,3** %

Observaciones durante el ensayo: El producto era más pardo en la línea con los dos aglutinantes de glucosa-hexametilendiamina.

5 Conclusiones: Con los dos aglutinantes de glucosa-hexametilendiamina, los resultados de la resistencia a la separación (que es una resistencia a la tracción longitudinal) mostraron una mejora significativa; y se observó una mejora significativa en otros tres ensayos de rigidez (ensayo de "60°" - combamiento medido cuando se inclina a 60° contra una rampa; ensayo de "mesa" - combamiento medido contra un plano horizontal; y ensayo de Acermi - combamiento medido a 35 cm del borde de una mesa).

Ejemplo: Ensayo de tablero de partículas

15 Se realizaron comparaciones de las calidades de tableros de partículas fabricados usando un aglutinante de urea-formaldehído (UF E0) y usando un aglutinante de poliamina e hidrato de carbono (hexametildiamina) en las siguientes condiciones.

20 Tamaño del tablero: 350 x 333 mm y principalmente 10 mm de espesor (2x20 mm).
 Temperatura de la platina: 195 °C principalmente, pero también, 175 y ~215 °C.
 Presión: 3,5 Mpa (35 bar) calculados - reales 35 kg/cm², alcanzar 5,6 MPa (56 bar).
 Objetivo de densidad: 650 kg/m³
 Preforma preparada antes del prensado.

Resultados:

Aglutinante	Tiempo de prensado	Resistencia del EI
	(segundos)	(Mpa)
UF E0	150	0,75
	100	0,69
	80	0,66
Poliamina e hidrato de carbono	300	0,92
	240	0,99
	180	0,88
	150	0,73
	120	0,68
	90	0,15

Todos los tableros preparados parecían de alta calidad; no se observaron fisuras ni desgasificación. Los tableros fabricados con esta formulación de poliamina e hidrato de carbono coinciden con el tablero de urea-formaldehído cuando se curan durante 150 segundos.

REIVINDICACIONES

1. Un aglutinante que comprende un producto polimérico de un reactivo de hidrato de carbono y una poliamina, en donde el aglutinante comprende las siguientes características:
- 5
- en donde el reactivo de hidrato de carbono se selecciona entre un grupo que consiste en dextrosa, xilosa, fructosa, dihidroxiacetona y mezclas de las mismas; y
 - en donde la poliamina es una poliamina primaria seleccionada entre un grupo que consiste en una diamina, una triamina, una tetraamina y una pentaamina; y
- 10
- en donde la poliamina es $H_2N-Q-NH_2$, en donde Q es alquilo, cicloalquilo, heteroalquilo o cicloheteroalquilo, cada uno de los cuales está opcionalmente sustituido; y
 - en donde una relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 30:1; y
 - en donde el producto polimérico está desprovisto de fenol y de formaldehído.
- 15
2. El aglutinante de la reivindicación 1, en donde Q es un alquilo seleccionado entre: un grupo que consiste en C_2-C_{24} ; un grupo que consiste en C_2-C_8 ; un grupo que consiste en C_3-C_7 ; y un alquilo C_6 .
3. El aglutinante de la reivindicación 1, en donde la poliamina se selecciona entre el grupo que consiste en 1,6-diaminohexano, 1,5-diamino-2-metilpentano, dietilentriamina, 1-piperazinetanoamina, bis(hexametilen)triamina, trietilentetramina y tetraetilenpentamina.
- 20
4. El aglutinante de cualquier reivindicación anterior, en donde una relación en peso entre el reactivo de hidrato de carbono y la poliamina primaria está en el intervalo de aproximadamente 2:1 a aproximadamente 10:1.
- 25
5. El aglutinante de cualquier reivindicación anterior, en donde el aglutinante tiene un pH alcalino.
6. Una composición que comprende un conjunto de materia y el aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1.
- 30
7. La composición de la reivindicación 6, en donde el conjunto de materia comprende fibras seleccionadas entre el grupo que consiste en fibras minerales, fibras de aramida, fibras cerámicas, fibras metálicas, fibras de carbono, fibras de poliimida, fibras de poliéster, fibras de rayón y fibras celulósicas.
- 35
8. La composición de la reivindicación 7, en donde el conjunto de materia comprende fibras de vidrio.
9. La composición de la reivindicación 7, en donde el conjunto de materia incluye fibras celulósicas.
- 40
10. La composición de la reivindicación 9, en donde las fibras celulósicas están presentes en un sustrato celulósico seleccionado entre el grupo que consiste en virutas de madera, serrín, pulpa de madera y madera triturada.
- 45
11. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 6-10 que comprende además un compuesto que contiene silicio.
12. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, en donde el producto polimérico es un producto polimérico termoendurecible.
13. Uso del aglutinante de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 para unir materia ensamblada de forma suelta tal como fibras.
- 50
14. Uso del aglutinante de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en un tablero de madera compuesto que comprende partículas de madera y el aglutinante.
15. Uso del aglutinante de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en un producto aislante de fibras que comprende fibras aislantes y el aglutinante.

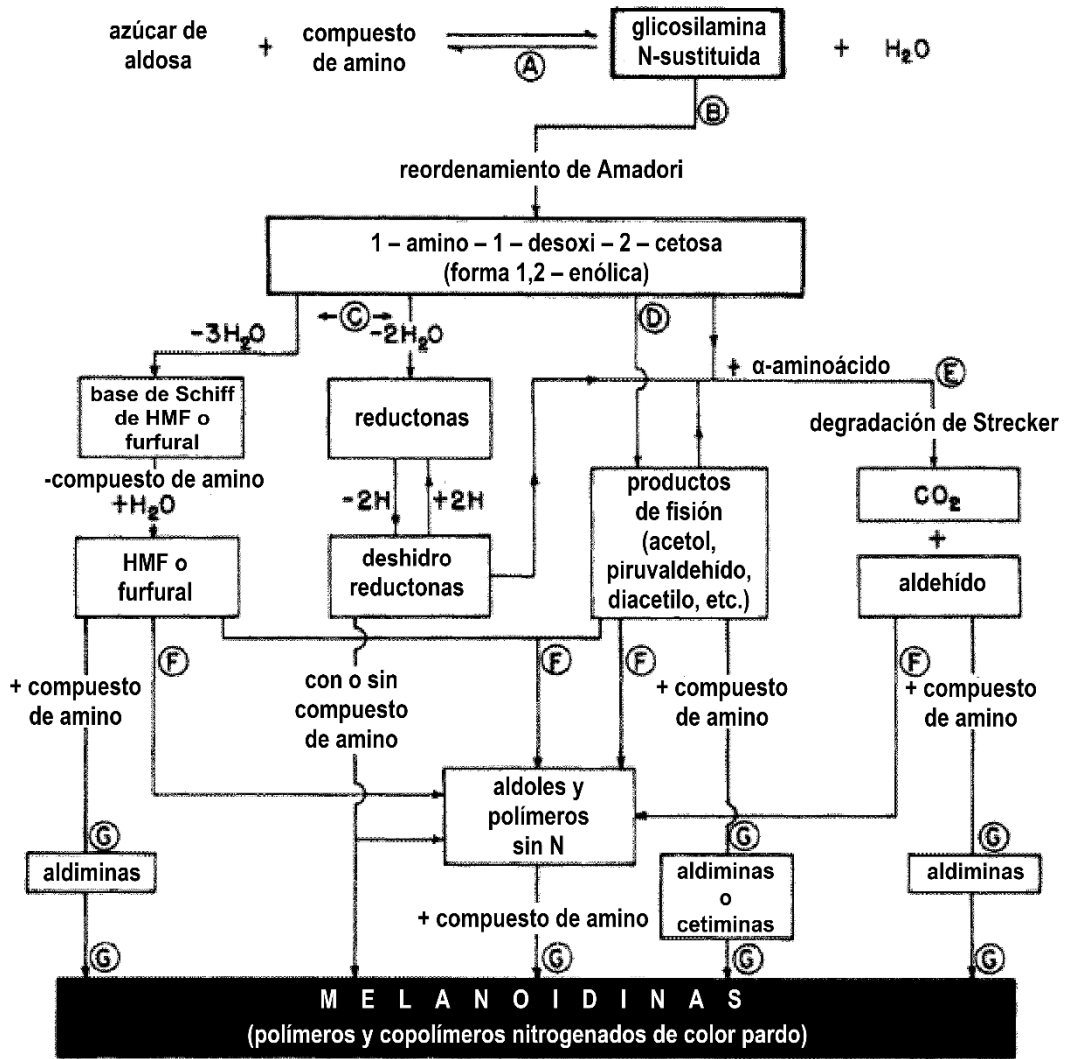


FIG. 1

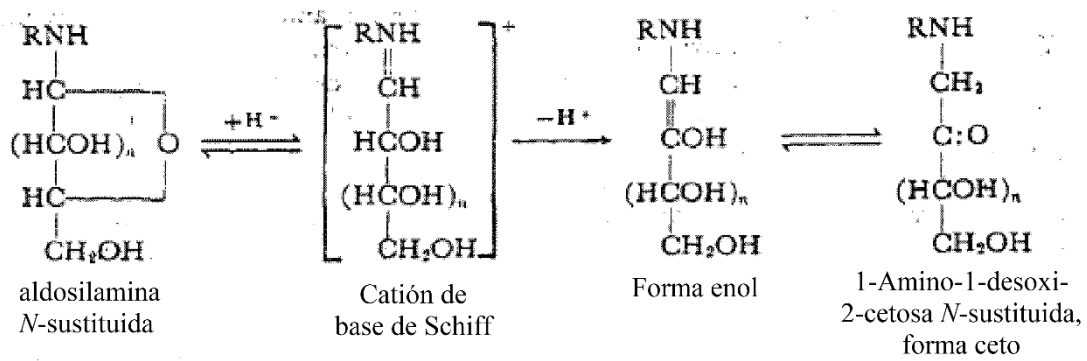


FIG. 2

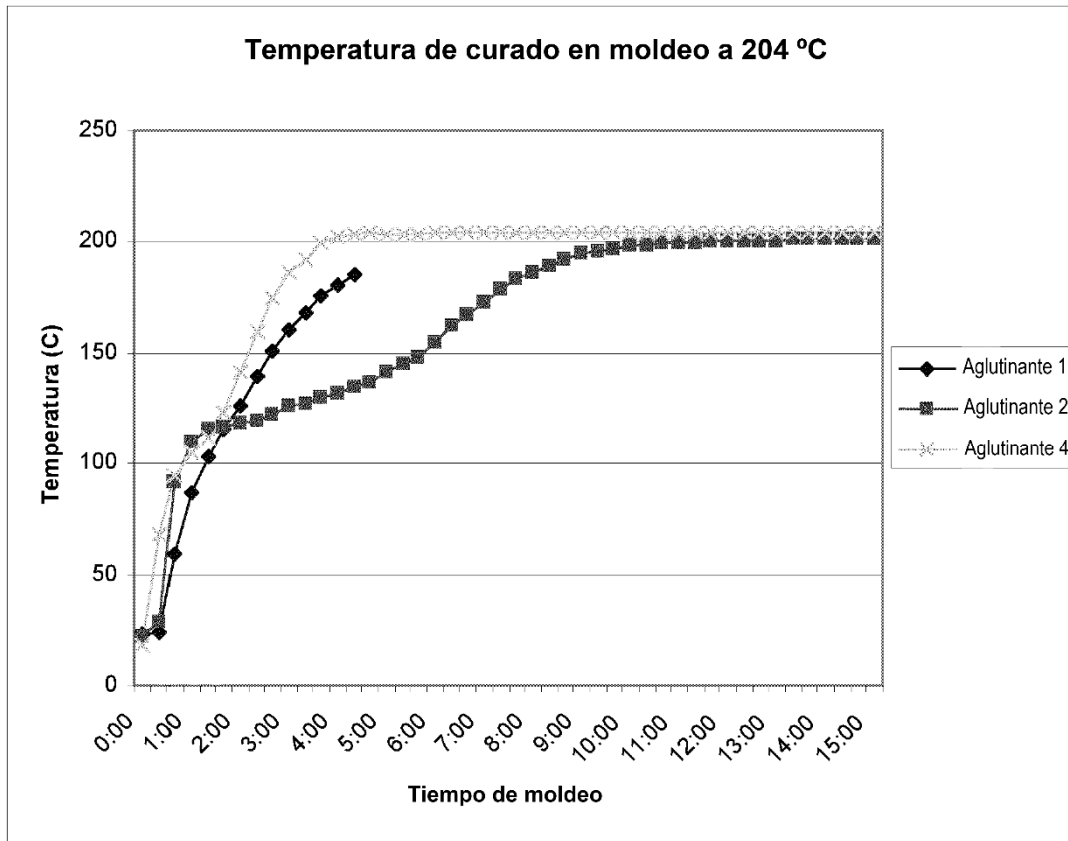


FIG. 3