

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 341**

51 Int. Cl.:

C04B 24/10	(2006.01) C09J 103/14	(2006.01)
C04B 28/10	(2006.01) C09J 103/16	(2006.01)
C08L 3/04	(2006.01) C09J 103/18	(2006.01)
C08L 3/06	(2006.01)	
C08L 3/08	(2006.01)	
C04B 24/38	(2006.01)	
C04B 26/28	(2006.01)	
C09J 103/04	(2006.01)	
C09J 103/06	(2006.01)	
C09J 103/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2004 E 04813778 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 1701926**

54 Título: **Material compuesto orgánico-inorgánico**

30 Prioridad:

10.12.2003 US 528559 P
15.03.2004 US 553423 P
20.08.2004 US 603491 P
27.09.2004 US 952122

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2016

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN PLACO (100.0%)
34 Avenue Franklin Roosevelt
92150 Suresnes, FR

72 Inventor/es:

POLLOCK, JACOB, FREAS;
TAGGE, CHRISTOPHER, D. y
SAITO, KEN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 571 341 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

Material compuesto orgánico-inorgánico

5 Referencia cruzada con una solicitud relacionada

La presente solicitud reivindica el beneficio de las Solicitudes de patente provisionales de los Estados Unidos, N.º de serie 60/603.491, presentada el 20 de agosto de 2004, N.º de serie 60/528.559, presentada el 12 de diciembre de 2003 y N.º de serie 60/553.423, presentada el 15 de marzo de 2004.

10 Campo de la invención

El campo de la invención se refiere a materiales compuestos orgánicos-inorgánicos para materiales de construcción ignífugos y similares de bajo coste.

15 Antecedentes

Los almidones sustituidos son derivados del almidón que se han hecho reaccionar químicamente para reemplazar uno o más de los grupos funcionales hidroxilo. Generalmente, el proceso implica la eterificación o esterificación de un almidón o almidón modificado que añade enlaces éter o éster a lo largo de la cadena principal del polímero de almidón. Este proceso difiere de las modificaciones más tradicionales hechas en los almidones, tales como la oxidación, dilución con ácido, reticulación y pre-gelatinización. El almidón puede proceder de una de las muchas fuentes naturales, tales como patata, tapioca o maíz. De hecho, cualquiera de los numerosos almidones son bien conocidos y están comercialmente disponibles en varias formas, incluyendo líquidos, partículas y polvos finos. Un almidón sustituido también puede modificarse de otra manera, tal como dilución con ácido, antes de o después de la sustitución con uno o más tipos de funcionalidades. Por ejemplo, los grupos sustituyentes pueden ser alquilo como en la sustitución metilo o etilo, hidroxialquilo como en la sustitución hidroxietilo, hidroximetilo o hidroxipropilo, hidrófobos, catiónicos, aniónicos o combinaciones de éstos. Independientemente, son bien conocidos los métodos de preparación de almidones sustituidos.

En ocasiones se añaden almidones diluidos con ácido o almidones pregelatinizados a las formulaciones básicas de los paneles de yeso para mejorar la unión del núcleo de yeso al revestimiento de papel. Estos almidones normalmente migran a la superficie o se aplican directamente a la superficie del núcleo del panel de yeso. En los paneles de yeso convencionales, el revestimiento de papel es el que más resiste al estrés y una unión fiable entre el revestimiento de papel y el núcleo del panel de yeso es esencial para obtener la fuerza y la durabilidad de un panel de yeso. Además, es bien conocido y aceptado que tales almidones hacen poco o nada por reforzar significativamente el núcleo del panel de yeso.

De hecho, la mayoría de los almidones o bien no se disuelven y se dispersan en la matriz inorgánica o migran eficazmente a las superficies durante el secado. Por lo tanto, este tipo de almidones no tienen ninguna función conocida en el reforzamiento del núcleo del panel de yeso. Incluso los almidones que permanecen predominantemente dispersos en el material compuesto no se unen adecuadamente a la fase inorgánica discreta, que puede ser de cualquier morfología, incluyendo cristales en forma de aguja, partículas o fibras. Se han hecho muchos intentos para encontrar un aditivo de bajo costo y útil para reforzar el núcleo del panel de yeso, pero estos intentos han fallado en proporcionar propiedades que son sustancialmente mejores que el panel de yeso convencional.

Resumen

Un material compuesto reforzado con almidón sustituido comprende una fase inorgánica discreta y una fase polimérica que incluye un almidón sustituido. Se cree que la microestructura del material compuesto se controla para producir una fase inorgánica reforzada con una lámina polimérica percolante, que incluye un almidón sustituido sin limitar las reivindicaciones en modo alguno. Por ejemplo, se selecciona un almidón sustituido, tal como almidón hidroxietilado, hidroxipropilado o acetilado, que tenga un grado de sustitución que haga que el almidón sustituido sea insoluble en agua fría. El almidón se dispersa mediante mezclado. Por ejemplo, el almidón sustituido se puede mezclar como un polvo seco con hemihidrato de sulfato de calcio en polvo antes de la mezcla con exceso de agua para formar una suspensión fluidificable. Posteriormente, durante el secado, la temperatura de la suspensión aumenta y en el almidón sustituido, que está en su mayoría no disuelto, comienza a disolverse en el agua en exceso. El almidón sustituido permanece en el núcleo de yeso y se deposita en la fase inorgánica hidratada durante el secado. Un almidón sustituido, tal como un almidón-éter o almidón-éster, actúa como un aglutinante eficaz para la fase inorgánica discreta, tal como los cristales de yeso que se forman durante la hidratación del hemihidrato de sulfato de calcio con pequeñas adiciones de almidón sustituido.

Es un objetivo proporcionar un material compuesto con una dispersión íntima e interacción de los componentes inorgánicos y orgánicos. Una ventaja es que los bajos niveles de aditivos de los componentes orgánicos aumentan significativamente la resistencia y la resistencia a la extracción de clavos del material compuesto manteniendo los

costes de la composición química en un intervalo que es comercialmente ventajoso. Otra ventaja es que se puede reducir el peso del material sin sacrificar la resistencia, lo que permite reducir los costes de producción.

En un ejemplo, se seleccionan almidones sustituidos que poseen buenas propiedades de formación de película y propiedades hidrófilas que tienen como resultado la interacción íntima entre las fases orgánicas e inorgánicas. La composición de almidón sustituido penetra a fondo en la matriz inorgánica y se adhiere y se une fuertemente a la fase inorgánica.

Es otro objetivo proporcionar una suspensión de estuco mejorada que tenga baja viscosidad durante la mezcla y la conformación. Por ejemplo, al retrasar la disolución de un aditivo de almidón hasta que la temperatura de la suspensión aumente hasta el punto de disolución, la viscosidad de la suspensión se mantiene baja hasta el fraguado y el secado del panel de yeso. En un ejemplo, se utiliza un polímero a base de almidón con un bajo grado de sustitución para retrasar la disolución hasta que se eleva la temperatura durante el fraguado y la parte de secado del proceso se utiliza para formar el artículo a partir de la composición química. Una ventaja es que la disolución retardada impide que la suspensión obstruya o se adhiera a los equipos de fabricación. Otra ventaja es que la composición química tiene una dispersión molecular del polímero, que se mantiene a lo largo de la matriz inorgánica del artículo durante el secado del material compuesto. Otra ventaja más es que es menos probable que el polímero migre a la superficie del material compuesto, donde no está disponible para mejorar la resistencia del núcleo.

Otras características y ventajas se harán evidentes a partir de la siguiente descripción que hace referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un gráfico del peso de un panel (PP) en libras (lbs) por millón de pies cuadrados (MPC) frente al porcentaje en peso de la adición de éter al almidón que logra un requisito de resistencia deseada, superpuesto a una gráfica del coste relativo del panel en dólares en comparación con el porcentaje en peso de la adición de éter al almidón (EA).

La Figura 2A compara el incremento relativo de la resistencia a la extracción de clavos con un peso del panel específico frente al porcentaje en peso de aditivo (nivel de aditivo) para un almidón modificado con ácido (mod. ácido), un hidroxietiléter de almidón (HE almidón), un éter de almidón hidrófobo (EA hidrófobo) y una hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC).

La Figura 2B compara el porcentaje del incremento relativo en la resistencia a la extracción de clavos con un peso de panel específico frente al coste adicional por millón de pies cuadrados (Coste/MPC) para los mismos aditivos en comparación con la figura 2A.

Descripción detallada

Los siguientes ejemplos no excluyen otras soluciones basadas en las enseñanzas del Sumario. En lugar de ello, a continuación simplemente se proporcionan algunos de los ejemplos de realizaciones específicas.

Ciertos almidones sustituidos pueden mejorar en gran medida la fuerza de un núcleo de un panel de yeso. La mayoría de los almidones, incluyendo los almidones de los paneles de yeso tradicionales y muchos almidones sustituidos, no aumentan sustancialmente la resistencia de un material de construcción a base de yeso. En la presente memoria, el incremento sustancial de la resistencia mediante la inclusión de cualquier aditivo significa que una muestra plana de un núcleo sin papel de media pulgada de espesor experimenta al menos un aumento del 10 % en la resistencia a la extracción de clavos o en la resistencia a la flexión con la adición de un aditivo en comparación con la misma densidad de núcleo sin papel fabricado sin aditivo.

Por ejemplo, se pueden seleccionar almidones que tengan un peso molecular particular y el tipo y grado de sustitución que den como resultado una distribución eficaz a lo largo de y una interacción íntima con el material compuesto inorgánico. El material compuesto reforzado con almidón sustituido resultante presenta una dureza y resistencia mejoradas, lo cual es una excelente combinación para mejorar la resistencia a la extracción de clavos. Además, la tenacidad de la muestra no disminuye con el aumento de aditivo en la muestra. Por lo tanto, un panel de yeso con un núcleo reforzado con un almidón sustituido tal ha mejorado la resistencia a la extracción de clavos y la dureza.

En algunos ejemplos, los almidones sustituidos usados en el material compuesto tienen características de solubilidad que permiten la disolución completa en el núcleo inorgánico sin migración a las superficies durante el proceso de producción. Por ejemplo, el almidón sustituido puede ser un hidroxietil almidón con un bajo grado de sustitución, por ejemplo, menos de 0,3 GS, que es insoluble en agua fría. El agua fría es la expresión utilizada para referirse a la temperatura de tratamiento del agua durante la mezcla, que es menor que la temperatura del material compuesto durante el fraguado y/o secado. En un proceso de fabricación de paneles de yeso, el almidón se añade como un polvo desecado, preferiblemente con los otros ingredientes secos, antes de la mezcla con agua y los componentes húmedos. El almidón permanece sin disolver durante la mezcla, la conformación y el fraguado y, por lo tanto, no afecta significativamente a la viscosidad de la suspensión ni a la hidratación del estuco, lo que permite la

utilización de todos los diferentes procesos de fabricación de paneles de yeso con poca o ninguna modificación. El almidón sustituido se disuelve, forma una dispersión molecular acuosa y se deposita de manera uniforme a lo largo de la matriz de yeso durante las fases del proceso de fraguado y secado, ya que la temperatura de los paneles de yeso aumenta por encima del punto de disolución, lo que permite al aditivo de almidón reforzar el material compuesto mediante la formación de una red molecular.

Se pueden usar polisacáridos distintos del almidón, siempre que la distribución en el material del núcleo, la interacción de los polisacáridos con el material compuesto inorgánico y la migración de los polisacáridos en el material del núcleo se controlen de manera similar. Sin embargo, como se muestra en la Figura 2B, los almidones sustituidos cuestan menos, lo que proporciona una ventaja comercial significativa.

El control del grado de sustitución y la temperatura de disolución es importante en la selección de los aditivos de refuerzo. Los aditivos deben disolverse fácilmente en algún momento durante el proceso de formación de un artículo manufacturado, pero debe limitarse la cantidad de migración después de la disolución del aditivo. Por lo tanto, el aditivo se mantiene sustancialmente dentro del núcleo del artículo manufacturado, donde puede reforzar el material compuesto.

Por ejemplo, el secado de los paneles de yeso normalmente consiste en pasar los paneles húmedos a través de un horno de secado de múltiples etapas, lo que tiene como resultado la transferencia de calor y masa a través del panel. A medida que el calor del horno entra en el panel, el exceso de agua aumenta la temperatura y se evapora. El vapor de agua, o vapor, se escapa principalmente a través de las caras del panel, por lo general a través del papel del panel de yeso pesado. Por lo tanto, durante todo el proceso de secado, varía la temperatura y el perfil de humedad a través del espesor del panel. En un ejemplo, se selecciona un almidón sustituido que responde a los cambios de temperatura y humedad para formar una película continua final en todo el núcleo del panel de yeso durante el proceso de secado. La mayor parte del aditivo se retiene en el núcleo del panel de yeso.

Inicialmente, un almidón sustituido puede proceder de cualquier fuente de almidón nativo. Los almidones de diferentes fuentes tienen diferentes tamaños de gránulo, grados de polimerización (GP) y proporciones entre amilosa (almidón lineal) y amilopectina (almidón ramificado). El GP se refiere al promedio del número de unidades de anhidroglucosa por molécula de almidón. Se prefiere el almidón de maíz dentado, el maíz ceroso o el almidón de patata debido a consideraciones económicas. El almidón de maíz dentado y el almidón de patata son predominantemente amilopectina, teniendo el almidón nativo de patata más amilosa y un mayor GP. El almidón de maíz ceroso es 100 % amilopectina. Las especies de maíz híbrido especiales producen almidón con un alto contenido en amilosa, el cual también puede estar sustituido. Los almidones de alto GP son preferiblemente diluidos en ácido antes de la sustitución con el fin de obtener las características de viscosidad adecuadas.

Los almidones sustituidos pueden ser insolubles en agua fría, lo que significa que no aumentan la viscosidad de la solución hasta que se calienten por encima de su temperatura de gelificación. La respuesta de la viscosidad de un almidón particular a la cocción se caracteriza a menudo mediante visco-análisis: una dispersión de almidón se calienta bajo cizallamiento hasta 90-95 °C y se mantiene a esta temperatura durante un período determinado de tiempo y después se enfría a 35 - 50 °C mientras se mide viscosidad durante todo el proceso. Los diferentes tipos de almidones modificados y sustituidos tienen una amplia gama de perfiles de viscosidad medidos por visco-análisis (RVA). La respuesta típica a la cocción implica el hinchamiento del gránulo a medida que el almidón se calienta, el estallido granular y la dispersión molecular durante el calentamiento o la cocción y el aumento de la viscosidad y la reasociación del almidón con el enfriamiento. Se pueden utilizar varios puntos en el perfil de viscosidad para caracterizar el almidón. Estos son temperatura del gel, la viscosidad máxima, la viscosidad mínima (fuerza de sujeción) y la viscosidad final (véase la figura). Los perfiles de viscosidad del almidón también se ven influidos por la velocidad de cizallamiento, pH, sales y partículas.

Los diferentes tipos de modificación del almidón y la sustitución se pueden utilizar para ajustar las características de viscosidad para aplicaciones particulares. En una composición, los grupos hidroxilo del almidón se sustituyen con otro grupo conectado por un enlace éster o éter. Algunos sustituyentes preferidos debido a la disponibilidad, coste y rendimiento son hidroxipropilo, hidroxietilo, acetilo, hidrófobo, aniónico y catiónico. Aunque estas sustituciones dan como resultado almidones con diferentes composiciones moleculares, comparten algunas características. En general, la sustitución logra: la disminución de la temperatura de gelificación, la disminución en el tiempo y el intervalo de temperatura en el que los gránulos de almidón se hinchan y revientan liberando moléculas de almidón en la solución, la alteración de la relación entre la viscosidad máxima, mínima y final y la reducción de la tendencia al proceso retrógrado (retroceso). Todos estos efectos tienden a mejorar la capacidad de formación de la película. Los almidones usados en las composiciones de la invención han mejorado la flexibilidad de la película y la fuerza en comparación con los almidones modificados y no modificados. Se cree que los almidones sustituidos pueden tener un equilibrio alterado entre la hidrofobicidad y la hidrofiliidad, mejorando la afinidad y la adhesión a las fases inorgánicas en la matriz del artículo manufacturado.

Por ejemplo, el almidón puede estar sustituido con determinados grupos sustituyentes en diversos grados mediante la alteración de las condiciones de reacción. El grado de sustitución se expresa generalmente como cualquier GS, el número de grupos hidroxilo sustituidos por unidad de anhidroglucosa o porcentaje en peso, el peso total de las

unidades sustituyentes dividido por el peso total del polímero. Ambos se refieren a la cantidad promedio de sustitución, ya que la sustitución real puede variar entre la localización del hidroxilo, así como a lo largo de la cadena de almidón y entre las moléculas de almidón. El GS del almidón en las composiciones de la invención es crítico para mejorar la resistencia. Los almidones con un GS bajo no tienen el punto de gelificación más bajo y viscosidad mínima que conduce a una disolución y dispersión adecuadas. Además, los almidones con un alto GS se vuelven solubles en agua fría y afectan a la viscosidad de la suspensión y a la hidratación del estuco. Los almidones con los GS óptimos tienen características de viscosidad y equilibrio hidrófobo/hidrófilo que dan la interacción más favorable con la matriz inorgánica del material compuesto. En una realización, el almidón sustituido tiene un grado de sustitución no mayor del 6 por ciento en peso, lo que refuerza sustancialmente el material compuesto cuando se añade como se describe en la presente memoria. En una realización preferida, el grado de sustitución se selecciona en un intervalo de 1-3 por ciento en peso. En otra realización preferida, el grado de sustitución se selecciona en un intervalo de 1,5 a 2,5 por ciento.

La capacidad de aumento de la resistencia de un tipo particular de almidón sustituido depende de la viscosidad del almidón, así como del grado de sustitución. El efecto de la viscosidad sobre el aumento de la resistencia de los almidones sustituidos se exploró usando almidones comercializados, así como almidones preparados en el laboratorio. Los almidones con diversas viscosidades debido a diferentes grados de dilución con ácido fueron sustituidos en el mismo grado con el fin de determinar la viscosidad óptima para el aumento de la resistencia. Los almidones modificados por ácido de Grain Processing Corp. designados como C68F, C165, C150, C140, C124, C110 fueron cada uno sustituidos con aproximadamente 2,3 % en peso de grupos hidroxipropilo (HP) utilizando un esquema de reacción de sustitución estándar. El nivel de sustitución de los almidones se analizó por digestión y cromatografía de gases. Muestras de almidón con 2 % en peso de estuco añadido se añadieron a una formulación de panel de yeso estándar, a continuación se ensayaron para determinar la resistencia a la extracción de clavos y se normalizaron para controlar las muestras para determinar la cantidad de aumento de la resistencia. Los resultados se pueden encontrar en la Tabla 1. La viscosidad se presenta como el contenido de sólidos del material de partida requerido para alcanzar una viscosidad de cocido de 1000 cps a 150 °F. Los almidones con “% en peso de sólidos para 1000 cps” mayor tienen una menor viscosidad.

Tabla 1: Rendimiento del almidón sustituido con HP ICBM frente a viscosidad.

Designación	Sustitución de HP % Peso	% en peso de sólidos para 1000 cps	2 % de aumento en la resistencia a la extracción de clavos
C110	2,2	9	13 %
C124	2,4	11	17 %
C140	2,1	14	23 %
C150	2,3	17,5	26 %
C165	2,3	20	26 %
C68F	2,3	22,5	17 %

Muestras de almidones hidroxietilados (HE) de diferentes viscosidades comercializados con 2 % en peso de estuco añadido se añadieron a muestras de paneles de yeso para evaluar sus propiedades de aumento de la resistencia. Las muestras analizadas incluían una serie de almidones Ethylex de AE Staley Co y una serie de almidones Coatmaster de Grain Processing Corp. De nuevo, se determinó el nivel de sustitución para cada muestra. Los resultados se pueden encontrar en las tablas 2 y 3. Los datos de viscosidad se han tomado de la literatura como el contenido de sólidos necesario para alcanzar una viscosidad de cocinado de 1000 cps a 150 °F para Coatmaster y a 95 F para Ethylex.

Tabla 2: Rendimiento del almidón HE Coatmaster frente a viscosidad

Designación	Sustitución de HE % Peso	% en peso de sólidos para 1000 cps (150 °F)	2 % de aumento en la resistencia a la extracción de clavos
K500	1,39	4	7%
K540	1,81	17	18%
K560	1,63	21	27%
K570	2,05	25	21%
K580	2,02	30	19%
K92F	2,37	43	14%

Tabla 3: Rendimiento del almidón HE Ethylex frente a la viscosidad

Designación	Sustitución de HE % Peso	% en peso de sólidos para 1000 cps (95 °F)	2 % de aumento en la resistencia a la extracción de clavos
2095	2,12	7,5	2%

2065	1,81	15	29%
2035	2,24	17,5	22%
2015	2,05	27,5	16%

La Tabla 2 muestra que se prefiere un intervalo de porcentaje en peso de sólidos de 17 a 30 para 1000 cps a 150 °F. Más preferiblemente, el intervalo es de 17-21 por ciento en peso de sólidos.

5 Los datos recogidos del laboratorio y de los almidones HE y HP comerciales con GS similares y viscosidad variable, o grado de modificación de ácido, indican que el rendimiento máximo se produce con una viscosidad intermedia. Para los éteres de almidón de maíz dentado, el aumento de la resistencia es mayor con un grado de dilución con ácido que da 1.000 cps de viscosidad con alrededor de 20 % en peso de sólidos a 150 °F. (Nota: la viscosidad de Ethylex se representa a una temperatura inferior, por lo tanto, la viscosidad a 150 °F sería menor y el % en peso de sólidos para 1000 cps sería más alto, lo que tiene como resultado una correspondencia entre las viscosidades máximas). Se cree que esta viscosidad intermedia permite la disolución y la difusión a través de la matriz inorgánica sin causar excesiva migración a la superficie del material compuesto. La viscosidad óptima puede variar dependiendo del tipo de estuco y de la calidad, así como de las condiciones de procesamiento, tales como la relación entre agua y estuco y la velocidad de secado y la temperatura.

15 La tinción con solución de yodo se utilizó para identificar la ubicación del polímero de almidón sustituido en el núcleo de yeso. Se preparó una solución de yodo disolviendo virutas de yodo (I₂) en alcohol isopropílico y agua a temperatura ambiente. Las muestras de los paneles de yeso a ser analizadas fueron cortadas en sección transversal usando una técnica similar al "rayar y partir" según la cual se cortó parcialmente un revestimiento de papel, con cuidado de no penetrar en el núcleo y las muestras se rompieron de manera uniforme. A continuación, se aplicó abundantemente la solución de yodo a las caras rotas de las muestras. La solución se aplicó durante varios minutos para hidratar y complejar con el almidón en la muestra. A continuación, las muestras teñidas fueron examinadas al microscopio estereoscópico y se registró el tinte, la tonalidad y la ubicación del almidón manchado.

25 Los resultados de la tinción con almidón estaban relacionados con la composición molecular con el fin de explicar con más detalle las tendencias en el rendimiento. Se identificaron varios atributos clave para caracterizar el comportamiento del almidón en las muestras después del secado. Las muestras del panel de yeso se caracterizaron principalmente por el tinte de la tinción en el grueso de la matriz de yeso, el tamaño y el tinte de las partículas granulares dentro de la matriz y el espesor del tinte más oscuro en las caras sometidas a secado de la muestra.

30 Se encontró que las muestras del panel de yeso que no se calentaron por encima de la temperatura de gelificación de los almidones incorporados no tenían ninguna tinción en el núcleo ni en las caras ni en las partículas finamente delineadas dentro del núcleo. En este caso, ni el núcleo del panel ni el almidón alcanzaron una temperatura lo suficientemente alta como para disolver el almidón. El almidón se mantiene en forma de gránulos que ni se hinchan ni se dispersan.

40 Las muestras que contienen almidones sustituidos con alta viscosidad tenían un tinte claro en el núcleo, muy poca tinción en las caras y partículas más grandes, más difusas dentro del núcleo. Aquí, los almidones alcanzaron su temperatura de gelificación y comenzaron a disolverse. Los gránulos de almidón permanecieron posteriormente en el estado hinchado o reventaron, pero se difundieron lentamente debido a la alta viscosidad del almidón.

45 Las muestras con almidones sustituidos de baja viscosidad tenían un tinte claro en el núcleo con tinción espesa, oscura a lo largo de las caras. Estos almidones se disolvieron completamente y formaron una dispersión molecular pero luego migraron hacia las caras durante el secado. El grado de migración venía indicado por el espesor de la mancha a lo largo del revestimiento de papel.

50 Las muestras con los almidones sustituidos de la viscosidad adecuada tenían manchas oscuras en todo el núcleo. En estas muestras, los gránulos de almidón se disolvieron y se difundieron a través de la matriz de yeso, pero no migraron significativamente a las caras durante el secado. A pesar de que estas muestras pueden haber tenido algunas manchas que son indicativas de restos de gránulos y/o capas delgadas, concentradas en las caras, el almidón se dispersó sustancialmente por todo el material compuesto de yeso.

55 También se encontró que la viscosidad era crítica para el rendimiento en otros tipos de almidones sustituidos, tales como los ésteres de almidón. Por ejemplo, un almidón de maíz ceroso diluido con ácido modificado hidrófobamente comercial, Filmkote 54 de National Starch and Chemical Co, impartió un excelente rendimiento de extracción de clavos con bajos niveles de adición en una muestra de paneles de yeso. Sin embargo, su homólogo de alta viscosidad, Filmkote 550, ofrecía poca o ninguna mejora. Del mismo modo, un almidón no modificado, B20F de Grain Processing Corp, que estaba sustituido con un bajo grado de grupos hidroxipropilo y que se añadió a una muestra de panel de yeso no se disolvió ni aumentó su resistencia. Sin embargo, cuando el mismo almidón fue diluido con ácido y se añadió a una muestra de panel de yeso, este mejoró en gran medida la resistencia a la extracción de clavos.

La viscosidad óptima es necesaria pero no suficiente para el rendimiento reforzante de la resistencia del almidón sustituido. El almidón también debe tener el grado apropiado de sustitución. Si la sustitución es demasiado baja, la temperatura de gelificación, las características de viscosidad y la capacidad de formación de película no se alteran lo suficiente como para aumentar la resistencia del material compuesto. Cuando está sustituido en un grado demasiado alto, el almidón se convierte en soluble en agua fría, en cuyo caso afecta a la viscosidad de la suspensión y a la hidratación del estuco y no mejora significativamente la resistencia. Estos efectos se demostraron sustituyendo el almidón de maíz dentado diluido con ácido, Wallboard Binder de AE Staley, con diversas cantidades de sustitución de HE. Las muestras se añadieron a formulaciones de paneles de yeso que se ensayaron para determinar la resistencia a la extracción de clavos con el fin de determinar la cantidad de aumento de la resistencia, tal como se describe en la Tabla 4.

Tabla 4: Rendimiento del almidón sustituido con HE ICBM frente a sustitución

Tipo de sustitución	% en peso de sustitución	2 % de aumento en la resistencia a la extracción de clavos
HE	0,03%	7%
HE	2,52%	22%
HE	11,43%	9%

Aunque la cantidad de sustitución está dentro del intervalo para hacer un almidón soluble en agua fría con una temperatura de gelificación menor, el grado de sustitución puede afectar al aumento de la resistencia. Se cree que el GS afecta a las propiedades de la película de almidón y a la afinidad a la matriz inorgánica, la cual, en este caso, es de cristales de yeso. Los almidones fueron producidos con cantidades crecientes de sustitución con HP. Una vez más, se fabricaron muestras de paneles de yeso con 2 % en peso de aditivo de estos almidones y se ensayaron mecánicamente. Se encontró un pico en el rendimiento de extracción de clavos entre 1,5 y 2,5 % en peso de HP. Una tendencia similar se observó con los ésteres de almidón. Se fabricaron muestras acetiladas y butiriladas con cantidades crecientes de sustitución, por debajo del límite de la solubilidad en agua fría. La capacidad máxima de aumento de la resistencia se logró con muestras de sustitución intermedia.

El tipo de almidón que se sustituye también puede afectar a la disolución y rendimiento. El maíz ceroso, que se compone de la forma ramificada de almidón, amilopectina, en general, proporciona un aumento de la resistencia superior cuando se modifica o sustituye con varios grupos. Esto se cree que es debido a la fuerte afinidad de la amilopectina a sustancias inorgánicas, tales como los cristales de yeso. La interacción se demostró mediante la adición de maíz ceroso diluido con ácido, disuelto previamente, a una suspensión de estuco. La solución, que no era de alta viscosidad, impidió que el estuco fraguase en el yeso. Esto se debe probablemente a la coordinación de la amilopectina a la superficie de los cristales de yeso en crecimiento, evitando su crecimiento. Cuando el almidón en forma de amilopectina modificado o sustituido no se disuelve previamente ni es soluble en agua fría, no es un problema porque el fraguado del estuco se produce antes de la disolución de almidón.

El almidón de patata también puede ser sustituido para producir un aditivo potenciador de la resistencia para materiales compuestos inorgánicos. Se encontró que los almidones de patata sustituidos de la viscosidad y sustitución preferidas imparten un buen aumento de la resistencia, pero con diferentes características de disolución. Muchos de los gránulos permanecen intactos después del secado del material compuesto. Esto podría ser debido a los gránulos más grandes y con mayor contenido de amilosa en los almidones de patata. Se cree que una fracción del almidón sustituido lixivia de los gránulos en la matriz y es responsable de la mayoría del aumento de la resistencia. El almidón de tapioca, y, posiblemente, cualquier otra fuente de almidón nativo, también pueden llegar a aumentar la resistencia cuando se ajusta a la viscosidad adecuada y se sustituye con un GS dado. La selección del tipo de almidón reforzante de la resistencia para usar en una composición dada depende en gran medida de la relación entre el rendimiento de la adición y el rendimiento en cuanto a coste.

Los almidones sustituidos de las composiciones de la invención son particularmente atractivos debido a su aumento efectivo de la resistencia y bajo coste. Se pueden usar a niveles bajos para mejorar la resistencia de los paneles de yeso a los pesos actuales del panel para reducir el peso del panel de yeso sin sacrificar la resistencia. En cualquiera de estos casos, la rentabilidad de los almidones reforzantes de la resistencia es de importancia primordial. El aumento del coste de la sustitución de un almidón se compensa con el aumento en las características de aumento de la resistencia. A un material compuesto se puede añadir significativamente menos de un almidón sustituido para conseguir el mismo efecto que un almidón menos eficaz o aditivo. La relación global entre rendimiento y coste es, por lo tanto, mayor con los almidones sustituidos que con otros aditivos para aumentar la resistencia.

Se puede encontrar un nivel de aditivo deseado para reducir el peso y el coste del panel de yeso utilizando un análisis de coste simple. El aumento en la relación entre resistencia y peso del núcleo de yeso y la estructura en sándwich del material compuesto permite la producción de paneles de yeso más ligeros con la misma resistencia a la extracción de clavos. Los paneles más ligeros contienen menos material en el núcleo, lo que se traduce en un mayor ahorro de costes que cuando hay que contar con el coste añadido del almidón. Sin embargo, los beneficios de la adición de un almidón que aumenta la resistencia en general se estabilizan con niveles de aditivo más altos. En algún momento, el coste añadido del almidón comienza a compensar la capacidad reductora del peso y se observan

los consiguientes ahorros de costes. Por ejemplo, se puede usar un almidón HE para reducir el peso mínimo del panel para pasar las normas de extracción de clavos ASTM desde 1.550 libras/MPC hasta 1.400 libras/MPC al 1,5 % en peso de adición de estuco con un 3 % de ahorro de los costes de fabricación.

- 5 En otros casos, el rendimiento por aditivo es más importante, como en el caso de paneles de construcción de alto rendimiento. Estos paneles contienen generalmente un mayor porcentaje de aditivos que aumentan la resistencia. Cuando se agregan niveles más altos de aditivos orgánicos a un material compuesto, son importantes otros factores como la resistencia al fuego y la resistencia al moho. La resistencia al fuego es un beneficio clave de las composiciones inorgánicas, en particular en los paneles de yeso, que no debe verse comprometido por los aditivos.
- 10 Aditivos resistentes al fuego, tales como fosfatos, se pueden incluir en la composición, pero en general son caros. La susceptibilidad al moho es una preocupación más reciente que debe ser abordada en los materiales de construcción. El uso de un alto nivel de componentes orgánicos a menudo disminuye significativamente la resistencia al moho de un material compuesto y requiere la adición de agentes anti-microbianos. Por lo tanto, puede ser una ventaja mantener el aditivo orgánico que aumenta la resistencia a un nivel tan bajo como sea posible para
- 15 lograr las propiedades mecánicas deseadas. En este caso, la relación entre el rendimiento en resistencia y el aditivo tiene importancia a la hora de seleccionar un agente potenciador de la fuerza.

Los almidones que aumentan la resistencia también se pueden combinar con otros aditivos para mejorar el rendimiento. Los almidones, cuando se añaden como el único aditivo reforzador del panel de yeso, aumentan no solo la resistencia a la extracción de clavos, sino que también pueden hacer que el yeso sea más frágil. Para complementar el efecto del almidón sustituido se pueden añadir otros aditivos. Por ejemplo, los almidones sustituidos se pueden combinar con éteres de celulosa que aumentan la resistencia en los materiales compuestos inorgánicos. Ciertos éteres de celulosa son conocidos por mejorar la tenacidad y la resistencia a la flexión de los materiales compuestos inorgánicos y pueden ser utilizados para contrarrestar la naturaleza frágil impartida por el almidón. Cuando se utilizan en combinación en paneles de yeso, el resultado es una mayor resistencia a la extracción de clavos, resistencia a la flexión, dureza y tenacidad del panel. En algunos casos, el rendimiento mecánico combinado del éter de celulosa y el almidón sustituido es mayor que la suma de los rendimientos individuales.

30 En el material compuesto también pueden incluirse fibras para mejorar la resistencia a la flexión, la dureza y la resistencia al abuso. Se sabe que las fibras reducen el daño causado por la manipulación, instalación y uso de materiales compuestos inorgánicos frágiles. Se cree que pequeñas adiciones de éteres de celulosa en el material compuesto ayuda a unir las fibras a la matriz inorgánica y aumenta su resistencia a la extracción. Esto se traduce en un rendimiento mucho mejor que cuando las fibras de éter o el éter de celulosa solo se añaden al material compuesto. En una realización preferida, se añaden fibras de vidrio debido a su alta resistencia, bajo coste y resistencia al fuego.

En una realización, el almidón sustituido, el éter de celulosa y las fibras de vidrio se añaden al 10 % en peso, 2 % en peso y 2 % en peso de estuco respectivamente. La suspensión resultante se moldeó en una lámina de ¼ de pulgada sin material de revestimiento y se secó en un procedimiento de dos etapas. El panel resultante tenía buena resistencia a la extracción de clavos, resistencia a la flexión con bajo peso de panel y una excelente resistencia a la abrasión. Formulaciones similares pueden incluir un aditivo resistente al agua, tal como una emulsión de cera de parafina. También se puede añadir un agente antifúngico para reducir la susceptibilidad al moho. Por último, los paneles secos se pueden revestir con un material de imprimación, tal como una emulsión de copolímero de acetato de etileno acrílico o vinílico para facilitar la pintura posterior o acabado.

Ejemplos

Muestra de control 1: Almidón de maíz dentado modificado con ácido (Hi Bond)

50 Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 10 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido Hi Bond de Bunge Milling y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Muestra de control 2: Almidón de maíz dentado modificado con ácido (Wallboard Binder)

60 Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 10 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido Wallboard Binder de AE Staley y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se

comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

5 Muestra de Control 3: Almidón de maíz dentado modificado con ácido (C165)

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 10 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido C165 de Grain Processing Corp y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

15 Muestra de Control 4: Almidón de maíz dentado modificado con ácido (20 g)

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido C165 de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Hidroxietil almidones

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Coatmaster K55F de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Coatmaster K54F de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Coatmaster K56F de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta ½" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Coatmaster K58F de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso

molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado no modificado hidroxietilado Coatmaster K500 de Grain Processing Corp. y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Ethylex 2065 de AE Staley y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 10 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Ethylex 2065 de AE Staley y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 30 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxietilado Ethylex 2065 de AE Staley y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de patata modificado con ácido hidroxietilado Kollotex de Avebe y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de tapioca modificado con ácido acetilado de Avebe y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Hidroxipropil almidones

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxipropilado PureCote B760 de Grain Processing Corporation y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de

retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz dentado modificado con ácido hidroxipropilado ICBM SE-24 que tiene 2,34 % de hidroxipropilación y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Almidón hidrófobamente sustituido

Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 20 g de almidón de maíz ceroso modificado con ácido hidroxietilado Filmkote de National Starch y 10 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo caliente (102 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en una envoltura de papel dentro de un molde horizontal de 12" x 12" x 1/2" y la superficie se comprimió hasta 1/2" con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 250 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Muestra de control hidroxietilada / ejemplo uniroc 1

Ejemplo Uniroc 1. Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 200 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 10 g de acelerador de yeso molido y 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada. A continuación se añadió esta mezcla a 1.200 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x 1/4" y la superficie se niveló con una racleta. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Fibra de vidrio

Ejemplo Uniroc 2. Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 200 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 20 g de hilo de vidrio picado de 1/2", 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada y 2 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla seca a 1.300 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x 1/4" y la superficie se niveló con una racleta y se cubrió con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Ejemplo Uniroc 3. Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 100 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 15 g de hilo de vidrio picado de 1/2", 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada y 2 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla seca a 1.300 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x 1/4" y la superficie se niveló con una racleta. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

Ejemplo Uniroc 4 (con éter de celulosa). Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 100 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 20 g de hilo de vidrio picado de 1/2", 20 g de hidroxietilmetilcelulosa tratada superficialmente con solubilidad retardada (HEMC 15kPFR) de Culminal, 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada y 2 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla seca a 1.300 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x 1/4" y la superficie se niveló con una racleta y se cubrió con una placa

de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.

- 5 Ejemplo Uniroc 5 (fibras de madera). Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 200 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 60 g de pulpa de papel reciclada húmeda (20 g de fibra seca), 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada y 5 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta mezcla seca a 1.300 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el
- 10 ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x ¼" y la superficie se niveló con una racleta. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó completamente.
- 15 Ejemplo Uniroc 6 (fibras de vidrio y madera con éter de celulosa). Se mezclaron a fondo los componentes secos, incluyendo 1.000 g de estuco, 100 g de almidón hidroxietilado Coatmaster K57F de Grain Processing Corporation, 30 g de pulpa de papel reciclada húmeda (10 g de fibra seca), 20 g de hidroxietilmetilcelulosa tratada superficialmente con solubilidad retardada (HEMC 15kPFR) de Culminal, 10 g de hilo de vidrio picado de ½", 5 g de dispersante de melamina-formaldehído sulfonada y 2 g de acelerador de yeso molido. A continuación se añadió esta
- 20 mezcla seca a 1.300 g de agua del grifo fría (60 °F) con dos gotas de retardador del fraguado en una mezcladora de 4 l Waring. La combinación se mezcló durante 10 segundos en el ajuste "bajo". La suspensión resultante se vertió en un molde de 10" x 12" x ¼" y la superficie se niveló con una racleta y se cubrió con una placa de vidrio. La muestra fraguó completamente en diez minutos, se extrajo del molde y se colocó en un horno de convección a 200 °C. La muestra se secó al 75 % de su peso original y luego se colocó en un horno de convección a 50 °C hasta que se secó
- 25 completamente.

REIVINDICACIONES

1. Un panel de yeso que tiene un núcleo de un material compuesto orgánico-inorgánico que comprende una mezcla de:
 - un almidón sustituido insoluble en agua fría que tiene un grado de sustitución de entre el 1,5 y el 2,5 % en peso, estando dicho almidón sustituido con al menos un grupo éter o éster y que tiene un porcentaje en peso de sólidos con una viscosidad de 1000 cps y a una temperatura de 65,6 °C (150 °F) en un intervalo del 9-43 %; agua y
 - una fase inorgánica que comprende yeso, estando la fase inorgánica al menos parcialmente hidratada por el agua, en donde el almidón sustituido está presente como una película sustancialmente dispersa en todo el material compuesto orgánico-inorgánico, de tal forma que el material compuesto orgánico-inorgánico está sustancialmente reforzado.
2. El panel de yeso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el almidón sustituido está hidroxietilado, hidroxipropilado o acetilado.
3. El panel de yeso de la reivindicación 2, en el que el al menos un grupo éter es un grupo hidroxipropilo y el porcentaje en peso de sólidos con una viscosidad de 1000 cps y a una temperatura de 65,6 °C está en un intervalo del 14 por ciento al 20 por ciento.
4. El panel de yeso de la reivindicación 2, en el que el al menos un grupo éter es un grupo hidroxietilo y el porcentaje en peso de sólidos con una viscosidad de 1000 cps y a una temperatura de 65,6 °C está en un intervalo del 17 por ciento al 30 por ciento.
5. El panel de yeso de la reivindicación 4, en el que el porcentaje en peso de sólidos con una viscosidad de 1000 cps y a una temperatura de 65,6 °C está en un intervalo del 17 por ciento al 21 por ciento.
6. El panel de yeso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el almidón sustituido está al menos parcialmente compuesto de amilopectina.
7. El panel de yeso de la reivindicación 6, en el que el almidón sustituido es sustancialmente amilopectina.
8. El panel de yeso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el almidón sustituido es de un almidón de maíz ceroso diluido con ácido y modificado hidrófobamente.
9. El panel de yeso de la reivindicación 1, en el que el almidón sustituido es de un almidón diluido con ácido y el al menos un grupo éter es de un grupo hidroxipropilo.
10. El panel de yeso de la reivindicación 9, en el que el grado de sustitución se selecciona en un intervalo del 1,5 al 2,5 por ciento en peso de hidroxipropilo.
11. El panel de yeso de la reivindicación 1, en el que el almidón sustituido es de un almidón de maíz ceroso diluido con ácido y acetilado.
12. El panel de yeso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cantidad de almidón sustituido no es mayor del 2 por ciento en peso del peso del almidón sustituido y de la fase inorgánica.
13. El panel de yeso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además fibras sustancialmente dispersas en todo el material compuesto orgánico-inorgánico.
14. El panel de yeso de la reivindicación 13, en el que las fibras son fibras de vidrio.
15. El panel de yeso de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material compuesto orgánico-inorgánico comprende además un éter de celulosa seleccionado del grupo que consiste en hidroxipropilmetilcelulosa, metilcelulosa, hidroxietilmetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, celulosa catiónica, carboximetilcelulosa y combinaciones de las mismas.
16. El panel de yeso de la reivindicación 15, en el que el éter de celulosa es de hidroxipropilmetilcelulosa.
17. Un método de preparación de un panel de yeso que tiene un núcleo de un material compuesto orgánico-inorgánico usando un proceso que tiene un intervalo de temperatura de mezcla, comprendiendo el método:
 - seleccionar un almidón sustituido insoluble en agua fría que tiene un grado de sustitución de entre el 1,5 y el 2,5 % en peso, un grado de polimerización, al menos un grupo sustituyente éter o éster y un porcentaje en peso de sólidos con una viscosidad de 1000 cps y a una temperatura de 65,6 °C (150 °F) en un intervalo del 9 al 43 %, de

manera que el almidón sustituido es insoluble en agua en el intervalo de temperaturas de la mezcla;
mezclar el almidón sustituido, una fase inorgánica que comprende yeso y agua en un proceso continuo a una temperatura dentro del intervalo de temperaturas de la mezcla;
formar el panel de yeso;

- 5 hidratar al menos una porción de la fase inorgánica;
elevar la temperatura por encima del intervalo de temperaturas de la mezcla, en donde el almidón sustituido se disuelve al menos parcialmente en el agua y
fragar y secar el panel de yeso, de tal manera que el almidón sustituido forme una película polimérica continua dentro del núcleo.

10

Figura 1

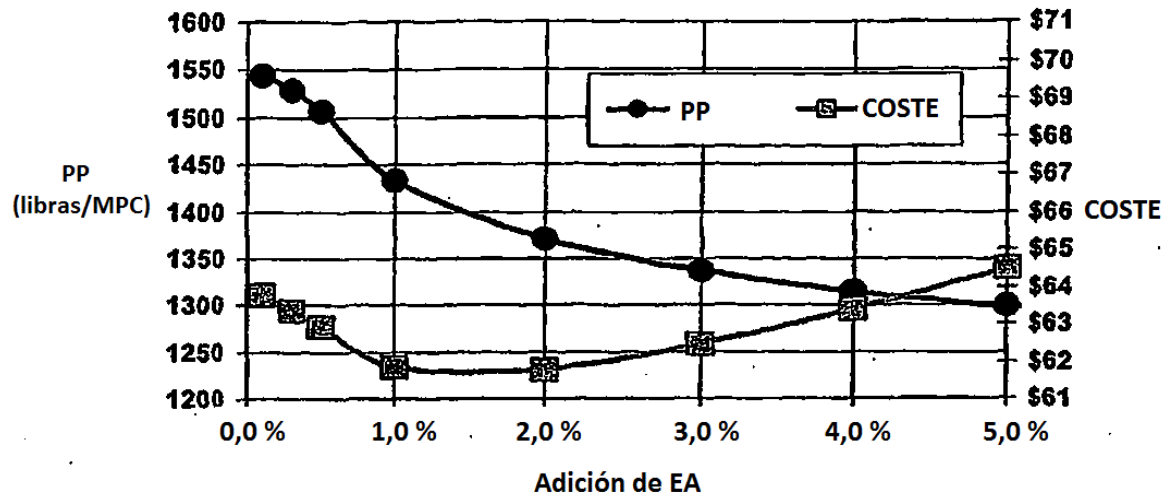


Figura 2A

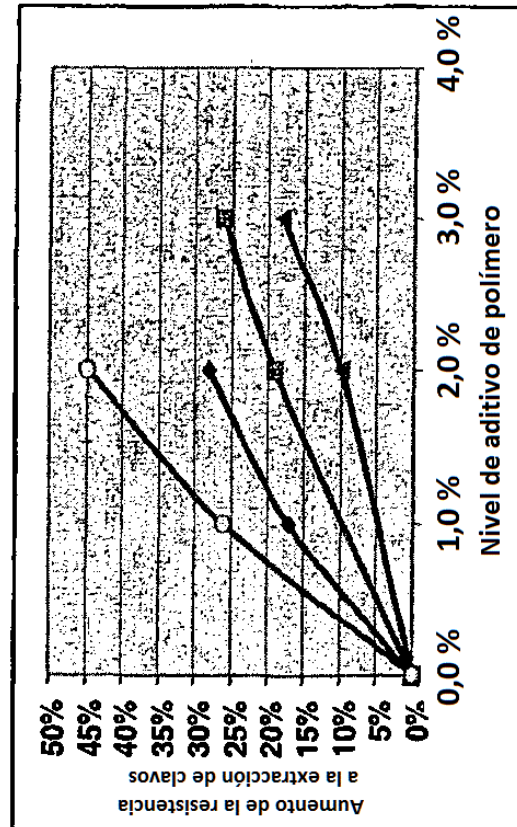


Figura 2B

