

PANELES DE YESO Y MÉTODOS RELACIONADOS Y LECHADAS

REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud de patente reivindica el beneficio de la solicitud de patente estadounidense N.º 15/186.147, presentada el 17 de junio de 2016, que se incorpora por referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Los almidones generalmente contienen dos tipos de polisacáridos (amilosa y amilopectina) y se clasifican como carbohidratos. Algunos almidones están pregelatinizados, típicamente a través de medios térmicos. Generalmente, los almidones pregelatinizados pueden formar dispersiones, pastas o geles con agua fría.

[0003] Un uso para almidones pregelatinizados es en la preparación de paneles de yeso.

Durante la fabricación de la placa, se mezclan estuco (es decir, yeso calcinado en forma de hemihidrato de sulfato de calcio y/o sulfato de calcio anhidro), agua, almidón y otros ingredientes, según corresponda, típicamente en un mezclador con clavijas, como se utiliza el término en la técnica. Se forma una lechada y se descarga del mezclador sobre un transportador en movimiento que transporta una lámina con uno de los enlucidos (si está presente) ya aplicado (a menudo corriente arriba del mezclador). La lechada se extiende sobre el papel (con el enlucido incluido opcionalmente en el papel). Se aplica otra lámina, con o sin enlucido, sobre la lechada para formar la estructura tipo sándwich del espesor deseado con el adyuvante, por ejemplo, una placa de formación o similar.

[0004] La mezcla se moldea y se deja endurecer para formar yeso fraguado (es decir, rehidratado) mediante la reacción del yeso calcinado con agua para formar una matriz de yeso hidratado cristalino (es decir, sulfato de calcio dihidrato). Es la deseada hidratación del yeso calcinado lo que permite la formación de la matriz de entrelazado de cristales de yeso fraguado, lo que imparte de esta manera resistencia a la estructura de yeso en el producto. Se requiere calor (por ejemplo, en un horno) expulsar el agua libre (es decir, sin reaccionar) restante para producir un producto seco.

[0005] Por lo general, los almidones pregelatinizados agregan demanda de agua al proceso. Para compensar la demanda de agua y permitir una fluidez suficiente durante la fabricación, se debe agregar contenido de agua en la lechada de estuco. Este

exceso de agua crea ineficiencias en la fabricación, que incluye un mayor tiempo de secado, velocidades de línea de fabricación más lentas y mayores costos de energía. La reducción de la cantidad de agua en el sistema ha demostrado ser muy difícil sin comprometer otros aspectos críticos del producto comercial, que incluye el peso y la resistencia de la placa.

[0006] Otro desafío es la reducción del peso de la placa de yeso mientras se mantiene la resistencia. Una medida de la resistencia de la placa es la "resistencia a la tracción del clavo", a veces denominada simplemente "tracción del clavo". Para reducir el peso de la placa, se puede introducir un agente espumante en la lechada para formar vacíos de aire en el producto final. Reemplazar la masa con aire en la cubierta de la placa de yeso reduce el peso, pero esa pérdida de masa también resulta en menor resistencia. La compensación por esa pérdida de resistencia es un obstáculo significativo para los esfuerzos de reducción de peso en la técnica.

[0007] Se apreciará que esta descripción de los antecedentes ha sido creada por los inventores para ayudar al lector, y no debe considerarse como una referencia a la técnica anterior ni como una indicación de que cualquiera de los problemas indicados fueron apreciados en la técnica. Si bien los principios descritos pueden, en algunas consideraciones y formas de realización, aliviar los problemas inherentes en otros sistemas, se apreciará que el alcance de la innovación protegida se defina mediante las reivindicaciones adjuntas y no por la capacidad de la invención reivindicada para resolver cualquier problema específico observado en la presente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0008] En un aspecto, la divulgación proporciona una placa (por ejemplo, panel de yeso) que comprende un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas. El núcleo de yeso fraguado se forma a partir de una lechada que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método de VMA descrito en la presente. El almidón está presente en una cantidad mayor de 10 % en peso del estuco. En formas de realización preferidas, la placa tiene buenas propiedades de resistencia incluso a densidades más bajas, como alrededor de 31 pcf o menor. Por ejemplo, con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa con preferencia cumple con al menos uno de los siguientes: una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi, una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb (alrededor de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb (alrededor de 5 kg), una resistencia a la flexión

promedio de al menos alrededor de 36 lb (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en una dirección transversal a la máquina, u otra propiedad de resistencia descrita en la presente. La resistencia a la tracción del clavo, la dureza del núcleo y la resistencia a la flexión se determinan de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

[0009] En otro aspecto, la divulgación proporciona un método de fabricación de un panel de yeso. El método comprende mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método VMA. El almidón está presente en una cantidad mayor de 10 % en peso del estuco. El método también comprende disponer la lechada entre una primera lámina y una segunda lámina para formar un ensamblaje húmedo; cortar el ensamblaje húmedo en una placa; y secar la placa. En formas de realización preferidas, la placa tiene buenas propiedades de resistencia incluso a densidades más bajas. Por ejemplo, con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa con preferencia cumple con al menos uno de los siguientes: una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi, una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb (alrededor de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb (alrededor de 5 kg), una resistencia a la flexión promedio de al menos alrededor de 36 lb (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en una dirección transversal a la máquina, u otra propiedad de resistencia descrita en la presente. La resistencia a la tracción del clavo, la dureza del núcleo y la resistencia a la flexión se determinan de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

[0010] En otro aspecto, la divulgación proporciona una lechada que comprende agua, estuco y almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método VMA. El almidón está presente en una cantidad mayor de 10 % en peso del estuco. Cuando la lechada se moldea y se seca como una placa que comprende una composición de yeso fraguado, la composición de yeso fraguado comprende una matriz cristalina continua sustancialmente de sulfato de calcio dihidrato. La placa puede fabricarse a bajas densidades, por ejemplo, una densidad de alrededor de 31 pcf o menor, mientras se mantienen buenas propiedades de resistencia. En formas de realización preferidas, y con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa cumple con al menos uno de los siguientes: una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi, una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb (alrededor

de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb (alrededor de 5 kg), una resistencia a la flexión promedio de al menos alrededor de 36 lb (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en una dirección transversal a la máquina, u otra propiedad de resistencia descrita en la presente. La resistencia a la tracción del clavo, la dureza del núcleo y la resistencia a la flexión se determinan de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

[0011] La Figura 1 es un amilograma que representa la viscosidad (eje y izquierdo) y la temperatura en grados Celsius (eje y derecho) frente al tiempo (eje x) que muestra perfiles de pegado de almidones extruidos a un contenido de humedad del 16 % en peso, donde el contenido de sólidos de la lechada de prueba es del 10 % en peso como se establece en el Ejemplo 2.

[0012] La Figura 2 es un amilograma que representa la viscosidad (eje y izquierdo) y la temperatura en grados Celsius (eje y derecho) frente al tiempo (eje x) que muestra perfiles de pegado de almidones extruidos a un contenido de humedad del 13 % en peso, donde el contenido de sólidos de la lechada de prueba es del 10 % en peso como se establece en el Ejemplo 2.

[0013] La Figura 3 es un gráfico que representa la temperatura frente al tiempo que muestra la velocidad de hidratación del fraguado de aumento de temperatura (en Fahrenheit) (TRS) de dos lechadas que contienen almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, tratados con alumbre en una cantidad de 3 % en peso y retardador en cantidades de 0,05 % en peso y 0,0625 % en peso, respectivamente, y una tercera lechada que contiene un almidón de maíz pregelatinizado convencional que tiene una viscosidad de 773 centipoises y retardador en una cantidad de 0,05 % en peso como se indica en el Ejemplo 3.

[0014] La Figura 4 es un gráfico de barras de la resistencia a la compresión de la placa mostrada en diversos porcentajes en peso de almidón, como se establece en el Ejemplo 5.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0015] Las formas de realización de la divulgación proporcionan placa de yeso (por ejemplo, panel de yeso), métodos de preparación de placa de yeso y lechadas. La placa de yeso comprende un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos láminas. El núcleo se forma a partir de una lechada que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado que tiene un tipo particular de almidón de viscosidad de rango

medio, que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método de VMA. En formas de realización preferidas, el almidón está presente en una cantidad mayor de 10 % en peso del estuco (por ejemplo, de alrededor de 10 % en peso a alrededor de 25 % en peso). De manera ventajosa, la placa puede ser una placa de peso ultra ligero, mientras que tiene suficientes propiedades de resistencia.

[0016] Para lograr la viscosidad de rango medio deseada, particularmente un rango de viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP, el almidón está típicamente en la forma de almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados. De manera sorprendente e inesperada, con dicho rango de viscosidad, típicamente con hidrólisis parcial, el almidón se puede agregar a una lechada a niveles elevados para formar la placa para lograr una mayor resistencia de la placa (por ejemplo, en una cantidad de al menos el 10 % en peso del estuco). Los inventores también han encontrado que el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado exige menos agua. En algunas formas de realización, el almidón se extruye.

[0017] En algunas formas de realización, el almidón se prepara con preferencia mediante la pregelatinización y modificación ácida del almidón en una sola etapa en una extrusora. Véase, por ejemplo, US 2015/0010767, cuyo método se incorpora por referencia. La pregelatinización y modificación ácida del almidón en una sola etapa en una extrusora tiene ventajas considerables en comparación con la pregelatinización y modificación ácida del almidón en etapas separadas. Por ejemplo, el método para hacer almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado permite un mayor rendimiento de las placas, una producción más rápida y menores costos de energía sin sacrificar las propiedades deseadas (por ejemplo, viscosidad, fluidez, solubilidad en agua fría, etc.) como se describe en la presente.

[0018] Además, se ha encontrado que las condiciones de extrusión (por ejemplo, alta temperatura y alta presión) pueden aumentar significativamente la velocidad de hidrólisis ácida del almidón. De manera sorprendente e inesperada, este proceso de una sola etapa hace posible el uso de un ácido débil, como el alumbre, y/o cantidades más pequeñas de ácido fuerte, para la modificación ácida del almidón. Cualquiera de las formas ácidas proporciona un mecanismo donde los protones de los ácidos catalizan la hidrólisis del almidón. Los procesos convencionales de modificación ácida incluyen etapas de purificación y neutralización. El uso de un ácido débil (por ejemplo, alumbre) y/o una cantidad pequeña de un ácido fuerte evita la necesidad de cualquier etapa de neutralización y la subsiguiente etapa de purificación que se requiere

típicamente en los sistemas convencionales para purificar el almidón de sales que resultan de la etapa de neutralización, de acuerdo con algunas formas de realización de la divulgación.

[0019] El proceso de extrusión, de acuerdo con formas de realización de la divulgación, puede pregelatinizar el almidón, y puede hidrolizar parcialmente las moléculas de almidón en una sola etapa. La hidrolización puede ocurrir debido a la hidrolización de la extrusora y/o puede ocurrir debido a la adición de ácido (es decir, modificación ácida), como se describe a continuación. Por lo tanto, el proceso de extrusión en una sola etapa proporciona tanto modificación física (pregelatinización) como modificación química (modificación ácida, hidrólisis parcialmente ácida). La pregelatinización proporciona la capacidad del almidón para impartir resistencia (por ejemplo, en un producto final como la placa de yeso). La modificación ácida hidroliza parcialmente de manera ventajosa el almidón a una baja demanda de agua, por ejemplo, en los procesos de fabricación de placas de yeso. Por lo tanto, el producto de los métodos de preparación de almidón de acuerdo con formas de realización de la divulgación puede ser almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado.

[0020] La extrusión puede proporcionar de manera deseable una reacción de modificación ácida altamente eficiente. La pregelatinización y la modificación ácida en la extrusora se producen a temperaturas y/o presiones elevadas como se describe en la presente y pueden dar como resultado una velocidad de hidrólisis ácida que puede ser, por ejemplo, aproximadamente 30.000 veces o más rápida que las velocidades de hidrólisis ácida convencionales a menores temperaturas (por ejemplo, 50 °C) y/o presiones. La velocidad de hidrólisis ácida se incrementa además a través del uso de bajos niveles de humedad (de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso) en el precursor de almidón y, por lo tanto, a través de una concentración incrementada de reactivos. Debido a esta alta eficiencia de la modificación ácida, los inventores han encontrado, de manera sorprendente e inesperada, que se puede utilizar un ácido débil o un nivel muy bajo de ácido fuerte en el precursor de almidón para lograr una modificación ácida óptima y evitar la necesidad de neutralización y purificación, los cuales son requisitos costosos, que requieren mucho tiempo e ineficientes de los sistemas convencionales.

[0021] De acuerdo con algunas formas de realización, la hidrólisis está diseñada para convertir el almidón en moléculas más pequeñas dentro de un rango de tamaño óptimo, que se define en la presente mediante la viscosidad deseada del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado. Si el almidón está demasiado hidrolizado,

se puede convertir en moléculas excesivamente pequeñas (por ejemplo, oligosacáridos o azúcares), lo que puede resultar en una menor resistencia de la placa que la proporcionada por el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado de viscosidad deseada.

[0022] El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado se puede preparar mediante (i) la mezcla de al menos agua, almidón no pregelatinizado y un ácido para formar un precursor de almidón húmedo que tiene un contenido de humedad de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso. El ácido puede ser: (1) un ácido débil que evita substancialmente la quelación con iones de calcio, (2) un ácido fuerte en una cantidad de alrededor de 0,05 % en peso o menos en peso del almidón, o (3) cualquier combinación de estos. El precursor de almidón húmedo se pregelatiniza y se modifica con ácido en una sola etapa en una extrusora a una temperatura y/o presión elevadas de la matriz como se describe en la presente. El almidón se hidroliza hasta un grado que da como resultado una viscosidad deseada, por ejemplo, como se describe en la presente.

[0023] Por lo tanto, en algunas formas de realización, se puede preparar un almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, mediante la mezcla de al menos agua, almidón no pregelatinizado y un ácido débil que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio para obtener un precursor de almidón húmedo que tiene un contenido de humedad de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso. El almidón húmedo se alimenta luego a una extrusora. Mientras que en la extrusora a una temperatura de la matriz de alrededor de 150 °C (alrededor de 300 °F) a alrededor de 210 °C (alrededor de 410 °F), el almidón húmedo se pregelatiniza y se modifica con ácido, de manera que se hidroliza al menos parcialmente.

[0024] En formas de realización adicionales, se puede preparar almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, mediante la mezcla de al menos agua, almidón no pregelatinizado, y un ácido fuerte para obtener un precursor de almidón húmedo que tiene un contenido de humedad de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso, en donde el ácido fuerte está en una cantidad de alrededor de 0,05 % en peso o menos en peso del almidón. El almidón húmedo se alimenta luego a una extrusora. Mientras que en la extrusora a una temperatura de la matriz de alrededor de 150 °C (alrededor de 300 °F) a alrededor de 210 °C (alrededor de 410 °F), el almidón húmedo se pregelatiniza y se modifica con ácido, de manera que se hidroliza al menos parcialmente.

[0025] De manera deseable, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado

resultante tiene una baja demanda de agua cuando se incluye en una lechada de estuco y puede ser útil en la fabricación de placas (por ejemplo, placas de yeso) con buena resistencia, en formas de realización preferidas. Por lo tanto, en otro aspecto, la divulgación proporciona un método para fabricar placa de yeso mediante el uso de almidón preparado con el método de pregelatinización y modificación ácida en una sola etapa en una extrusora. En algunas formas de realización, los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados tienen una baja demanda de agua en relación con otros almidones pregelatinizados conocidos en la técnica.

[0026] Como resultado, los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación se pueden incluir en una lechada de estuco (por ejemplo, mediante una línea de alimentación en un mezclador con clavijas) con buena fluidez. En algunas formas de realización, se pueden incluir mayores cantidades de almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, ya que no es necesario agregar exceso de agua al sistema, de manera que se pueden lograr resistencias aún mayores y menores densidades de placas. La placa resultante exhibe buenas propiedades de resistencia (por ejemplo, buena dureza del núcleo, resistencia a la tracción del clavo, resistencia a la compresión, etc., o cualquier relación entre ellos, en función de cualquier combinación de valores para cada una proporcionada en la presente). De manera ventajosa, la inclusión de almidón preparado de acuerdo con el método de la divulgación durante la fabricación de la placa de yeso permite la producción de producto de ultra baja densidad debido a las mejoras de resistencia. La placa de yeso puede tener la forma de, por ejemplo, panel de yeso (por lo general, denominados placa de yeso laminado), que pueden abarcar dicha placa utilizada no solo para paredes sino también para cielo rasos y otras ubicaciones como se entiende en la técnica.

Pregelatinización y modificación ácida

[0027] Los almidones se clasifican como carbohidratos y contienen dos tipos de polisacáridos, a saber, amilosa lineal y amilopectina ramificada. Los gránulos de almidón son semicristalinos, por ejemplo, como se ve bajo luz polarizada, y son insolubles en agua a temperatura ambiente. La gelatinización es el proceso por el cual el almidón se coloca en agua y se calienta ("cocina"), de manera que la estructura cristalina de los gránulos de almidón se derrite, y las moléculas de almidón se disuelven en agua, lo que produce una buena dispersión. Se ha encontrado que, cuando se transforma un gránulo de almidón a una forma gelatinizada, inicialmente, el

gránulo de almidón proporciona poca viscosidad en agua debido a que los gránulos de almidón son insolubles en agua. A medida que aumenta la temperatura, el gránulo de almidón se hincha y la estructura cristalina se funde a la temperatura de gelatinización. La viscosidad máxima se alcanza cuando el gránulo de almidón tiene la máxima inflamación. El calentamiento adicional romperá los gránulos de almidón y disolverá las moléculas de almidón en agua, con una caída precipitada de la viscosidad. Después del enfriamiento, la molécula de almidón se volverá a asociar para formar una estructura de gel 3-D, con un aumento de la viscosidad debido a la estructura del gel. Algunos almidones comerciales se comercializan en forma pregelatinizada, mientras que otros se comercializan en forma granular. De acuerdo con algunas formas de realización, la forma granular experimenta al menos cierto grado de gelatinización. A los fines de ilustración, el almidón se pregelatiniza antes de su adición a la lechada de yeso, también denominada en la presente lechada de estuco (típicamente en un mezclador, por ejemplo, un mezclador con clavijas).

[0028] Por lo tanto, como se utiliza en la presente, "pregelatinizado" significa que el almidón tiene algún grado de gelatinización, por ejemplo, antes de que se incluya en la lechada de yeso. En algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado puede gelatinizarse parcialmente cuando se incluye en la lechada, pero se gelatiniza completamente cuando se expone a una temperatura elevada, por ejemplo, en el horno durante la etapa de secado para eliminar el exceso de agua. En algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado no está gelatinizado completamente, incluso al salir del horno, siempre que el almidón cumpla con la característica de viscosidad de rango medio de algunas formas de realización cuando se encuentran en las condiciones de acuerdo con el método de aditivos modificadores de la viscosidad (VMA).

[0029] Cuando se hace referencia a la viscosidad en la presente, se hace de acuerdo con el método VMA, a menos que se indique lo contrario. De acuerdo con este método, la viscosidad se mide mediante el uso de un reómetro híbrido Discovery HR-2 (TA Instruments Ltd.) con un cilindro concéntrico, una copa estándar (diámetro de 30 mm) con geometría de paleta (diámetro de 28 mm y longitud de 42,05 mm).

[0030] Cuando se obtiene el almidón, se pueden utilizar técnicas de calorimetría de barrido diferencial (DSC) para determinar si el almidón está completamente gelatinizado. La etapa de la DSC se puede utilizar para observar si el almidón está gelatinizado completamente, por ejemplo, para confirmar que no se ha producido retrogradación. Se puede adoptar uno de los dos procedimientos, dependiendo de la

temperatura requerida para gelatinizar completamente el almidón, lo que también se puede determinar por la DSC como apreciará una persona del oficio de nivel medio.

[0031] El procedimiento 1 se utiliza cuando la DSC revela que el almidón está gelatinizado completamente o tiene una temperatura de gelatinización de 90° °C o menor. El procedimiento 2 se utiliza cuando la temperatura de gelatinización es mayor de 90° °C. Dado que la viscosidad se mide mientras el almidón está en agua, el procedimiento 2 utiliza la cocción a presión en un recipiente sellado para permitir el sobrecalentamiento a temperaturas mayores de 100° °C sin causar que el agua se evapore de manera considerable. El procedimiento 1 se reserva para almidones ya gelatinizados completamente o para almidones que tienen una temperatura de gelatinización de hasta 90° °C, debido a que, como se explica a continuación, la gelatinización tiene lugar en el reómetro, que es un sistema abierto y no puede crear condiciones presurizadas para la gelatinización. De esta manera, se continúa con el procedimiento 2 para almidones que tienen mayores temperaturas de gelatinización. De cualquier manera, el almidón (7,5 g, base seca) se agrega al agua para un peso total de 50 g cuando se mide la viscosidad.

[0032] En el procedimiento 1, el almidón se dispersa en el agua (15 % de almidón del peso total de almidón y agua) y la muestra se transfiere inmediatamente a una celda cilíndrica. La celda está cubierta con papel de aluminio. La muestra se calienta de 25° °C a 90° °C a 5° °C/min y una velocidad de cizallamiento de 200 s⁻¹. La muestra se mantiene a 90° °C durante 10 min a una velocidad de cizallamiento de 200 s⁻¹. La muestra se enfría de 90° °C a 80° °C a 5° °C/min y una velocidad de cizallamiento de 200 s⁻¹. La muestra se mantiene a 80° °C durante 10 min a una velocidad de cizallamiento de 0 s⁻¹. La viscosidad de la muestra se mide a 80° °C y una velocidad de cizallamiento de 100 s⁻¹ durante 2 min. La viscosidad es el promedio de las mediciones tomadas entre 30 segundos y 60 segundos.

[0033] El procedimiento 2 se utiliza para almidones que tienen una temperatura de gelatinización mayor de 90° °C. El almidón se gelatiniza de acuerdo con los métodos bien conocidos en la industria del almidón (por ejemplo, mediante cocción a presión). La solución de agua de almidón gelatinizada (15 % del peso total) se transfiere inmediatamente a la taza de medición del reómetro y se equilibra a 80° °C durante 10 minutos. La viscosidad de la muestra se mide a 80° °C y una velocidad de cizallamiento de 100 s⁻¹ durante 2 minutos. La viscosidad es el promedio de la medición de 30 segundos a 60 segundos.

[0034] El viscógrafo y la DSC son dos métodos diferentes para describir la gelatinización del almidón. El grado de gelatinización del almidón se puede determinar, por ejemplo, mediante un termograma de DSC, por ejemplo, mediante el uso del área del pico (fusión del cristal) para el cálculo. Un viscograma (del viscógrafo) es menos deseable para determinar el grado de gelatinización parcial, pero es una buena herramienta para obtener datos tales como el cambio de viscosidad del almidón, el máximo de gelatinización, la temperatura de gelatinización, la retrogradación, la viscosidad durante la retención, la viscosidad al final del enfriamiento. etc. Para el grado de gelatinización, las mediciones de DSC se realizan en presencia de un exceso de agua, particularmente en o por encima del 67 % en peso. Si el contenido de agua de la mezcla de almidón/agua es menor de 67 %, la temperatura de gelatinización aumentará a medida que el contenido de agua disminuya. Es difícil derretir los cristales de almidón cuando el agua disponible es limitada. Cuando el contenido de agua de la mezcla de almidón/agua alcanza el 67 %, la temperatura de gelatinización se mantiene constante, sin importar cuánto más agua se agregue a la mezcla de almidón/agua. La temperatura inicial de gelatinización indica la temperatura en que comienza la gelatinización. La temperatura final de gelatinización indica la temperatura en que finaliza la gelatinización. La entalpía de la gelatinización representa la cantidad de estructura cristalina fundida durante la gelatinización. Mediante el uso de la entalpía a partir de un termograma de la DSC del almidón, se puede determinar el grado de gelatinización.

[0035] Diferentes almidones tienen diferentes temperaturas iniciales de gelatinización, temperaturas finales y entalpías de gelatinización. Por lo tanto, diferentes almidones pueden llegar a estar gelatinizados completamente a diferentes temperaturas. Se entenderá que un almidón se gelatiniza completamente cuando el almidón se calienta más allá de la temperatura final de gelatinización en exceso de agua. Además, para cualquier almidón en particular, si el almidón se calienta por debajo de la temperatura final de la gelatinización, el almidón se gelatinizará parcialmente. Por lo tanto, se producirá una gelatinización parcial y no completa cuando el almidón en presencia de exceso de agua se calienta por debajo de la temperatura final de gelatinización, por ejemplo, según lo determinado por la DSC. La gelatinización completa se producirá cuando el almidón en presencia de exceso de agua se caliente por encima de la temperatura final de gelatinización, por ejemplo, según lo determinado por la DSC. El grado de gelatinización se puede ajustar de diferentes maneras tal como, por ejemplo, mediante el calentamiento del almidón por debajo de la temperatura final de

gelatinización para formar una gelatinización parcial. Por ejemplo, si la entalpía para la gelatinizar completamente un almidón es 4 J/g, cuando la DSC muestra que la entalpía de gelatinización del almidón es solo 2 J/g, esto significa que el 50 % del almidón ha sido gelatinizado. El almidón gelatinizado completamente no tendría la gelatinización máxima del termograma de DSC (entalpía = 0 J/g) cuando se mide mediante DSC.

[0036] Como se señaló, el grado de gelatinización puede ser cualquier cantidad adecuada, como alrededor de 70 % o mayor, etc. Sin embargo, los grados más bajos de gelatinización se aproximarán más al almidón granular y pueden no aprovechar al máximo la mejora de la resistencia, la mejor dispersión (más completa) y/o la reducción de la demanda de agua de algunas formas de realización de la divulgación. Por lo tanto, en algunas formas de realización, se prefiere que haya un mayor grado de gelatinización, por ejemplo, al menos alrededor de 75 %, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 85 %, al menos alrededor de 90 %, al menos alrededor de 95 %, al menos alrededor de 97 %, al menos alrededor de 99 %, o gelatinización completa (100 %). El almidón con un menor grado de gelatinización se puede agregar a la lechada con una gelatinización adicional (por ejemplo, al 100 %) que tiene lugar en el horno en el caso de una placa de yeso. Para los fines de la adición a la lechada, mediante la "gelatinización completa", se entenderá que el almidón está suficientemente cocido a su temperatura de gelatinización o por encima de esta, o para lograr de otra manera la gelatinización completa, como se puede observar a partir de las técnicas de DSC. Aunque se puede esperar un pequeño grado de retrogradación tras el enfriamiento, el almidón aún se entenderá como "gelatinizado completamente" para su adición a la lechada de yeso, en algunas formas de realización como reconocerá una persona del oficio de nivel medio. En contraste, para los propósitos del método de VMA discutido en la presente, tal retrogradación no se acepta al hacer la medición de la viscosidad.

[0037] La molécula de almidón puede modificarse con ácido, por ejemplo, para hidrolizar enlaces glicosídicos entre unidades de glucosa para lograr el peso molecular deseado. Un beneficio de la modificación ácida del almidón, de tal manera que se logra una reducción en el peso molecular, es que la demanda de agua disminuirá. Los almidones pregelatinizados convencionales que no estaban tampoco modificados con ácido tenían una demanda de agua muy alta, lo que se asocia con mayores costos de energía. Se ha creído de manera convencional que se prefiere, por lo general, que la modificación tenga lugar antes de la gelatinización debido a que tiende a ser más eficiente y menos costosa. De manera sorprendente e inesperada, sin embargo, los

inventores han encontrado que la pregelatinización y la modificación ácida se pueden incorporar en una sola etapa, de manera que pueden ocurrir de manera simultánea en vez de en serie.

Método de preparación del almidón

[0038] De acuerdo con algunas formas de realización, antes de la entrada en la extrusora, se prepara un precursor de almidón húmedo. El precursor de almidón húmedo se puede preparar mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el precursor de almidón húmedo se prepara mediante la adición a una materia prima de almidón agua y un ácido que es (a) un ácido débil que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio y/o (b) un ácido fuerte en una pequeña cantidad.

[0039] Se puede seleccionar cualquier materia prima de almidón adecuada para preparar el precursor de almidón húmedo siempre que pueda utilizarse para preparar almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, tal como uno que cumpla con la característica de viscosidad de rango medio de algunas formas de realización de la divulgación. Como se utiliza en la presente, "almidón" se refiere a una composición que incluye un componente de almidón. Como tal, el almidón puede ser almidón puro al 100 % o puede tener otros componentes tales como los que se encuentran comúnmente en las harinas, tales como proteínas y fibras, siempre que el componente de almidón represente al menos alrededor de 75 % en peso de la composición de almidón. El almidón puede estar en forma de una harina (por ejemplo, harina de maíz) que contiene almidón, tal como harina que tiene al menos alrededor de 75 % de almidón en peso de la harina, por ejemplo, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 85 %, al menos alrededor de 90 %, al menos alrededor de 95 %, etc. Se puede utilizar cualquier harina o almidón sin modificar adecuado para preparar el precursor de los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados de la divulgación. Por ejemplo, el almidón puede ser harina de maíz amarillo CCM260, harina de maíz amarillo CCF600 (Bunge North America), Clinton 106 (ADM) y/o Midsol 50 (MGP Ingredients).

[0040] El precursor de almidón húmedo se puede preparar para tener cualquier contenido de humedad adecuado, de manera que los niveles de pregelatinización y modificación ácida deseados se alcanzan en una extrusora. En algunas formas de realización, por ejemplo, es deseable que el precursor de almidón húmedo tenga un contenido de humedad de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso del precursor de almidón total, tal como de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 23 %

[illegible]

de 18 % en peso, de alrededor de 13 % en peso a alrededor de 17 % en peso, de alrededor de 13 % en peso a alrededor de 16 % en peso, de alrededor de 13 % en peso a alrededor de 15 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 25 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 23 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 21 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 20 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 19 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 18 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 17 % en peso, de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 16 % en peso, o de alrededor de 14 % en peso a alrededor de 15 % en peso, todo en función del peso total del precursor de almidón húmedo. Se entenderá que cuando se prepara el almidón húmedo, los contenidos de humedad descritos en la presente incluyen humedad ambiental así como agua añadida.

[0041] Sin limitarse a ninguna teoría en particular, se cree que un menor contenido de humedad conduce a una mayor fricción en la extrusora. En algunas formas de realización, el almidón húmedo se puede preparar para tener un contenido de humedad que permita una entrada de energía mecánica suficiente cuando el almidón húmedo se alimenta a través de la extrusora, de manera que la fricción evita que el almidón húmedo se mueva a través de la extrusora con demasiada facilidad. El aumento de la fricción puede aumentar la interrupción de los enlaces de hidrógeno en el almidón.

[0042] Cualquier ácido débil adecuado que evite sustancialmente la quelación con iones de calcio se puede mezclar en el almidón húmedo. Sin limitarse a ninguna teoría en particular, la quelación incluye el ácido débil, por ejemplo, que forma un complejo de coordinación con calcio o que interfiere de otra manera en la formación de cristales de yeso dentro de la lechada de yeso. Dicha interferencia puede ser la reducción en el número de cristales de yeso formados, el retraso (disminución de velocidad) de formación de los cristales, la disminución de las interacciones entre los cristales de yeso, etc. El término "sustancialmente" con respecto a la no quelación con iones de calcio por lo general significa que al menos el 90 % (por ejemplo, al menos el 92 %, al menos el 95 %, al menos el 96 %, al menos el 97 %, al menos el 98 % o al menos el 99 %) de los iones de calcio disponibles no están quelados al ácido.

[0043] Los ácidos débiles de acuerdo con las formas de realización de la divulgación pueden definirse como aquellos que tienen un valor pKa de alrededor de 1 a alrededor de 6, por ejemplo, de alrededor de 1 a alrededor de 5, de alrededor de 1 a 4, de alrededor de 1 a 3, de alrededor de 1 a 2, de alrededor de 1,2 a alrededor de 6, de

alrededor de 1,2 a alrededor de 5, de alrededor de 1,2 a alrededor de 4, de alrededor de 1,2 a alrededor de 3, de alrededor de 1,2 a alrededor de 2, de alrededor de 2 a alrededor de 6, de alrededor de 2 a alrededor de 5, de alrededor de 2 a alrededor de 4, de alrededor de 2 a alrededor de 3, de alrededor de 3 a alrededor de 6, de alrededor de 3 a alrededor de 5, de alrededor de 3 a alrededor de 4, de alrededor de 4 a alrededor de 6, o de alrededor de 4 a alrededor de 5. Como se entiende en la técnica, el valor pKa es una medida de la resistencia de un ácido; cuanto menor sea el valor pKa, más fuerte será el ácido.

[0044] Los ácidos débiles que evitan sustancialmente la quelación con iones de calcio se caracterizan, por ejemplo, por una falta de sitios de unión múltiple, como los múltiples grupos funcionales carboxilo (COO⁻), que tienden a unirse a los iones de calcio. En algunas formas de realización, el ácido débil tiene una cantidad mínima de sitios de unión múltiple, como los grupos multi-COO, o está sustancialmente libre de sitios de unión múltiple, como los grupos multi-COO, tales como, por ejemplo, la quelación es mínima (es decir, se evita sustancialmente) o la formación de cristales de yeso no se ve afectada sustancialmente en relación con la formación de cristales en ausencia del ácido débil. En algunas formas de realización, por ejemplo, el sulfato de aluminio (alumbre) es un ácido débil apropiado para utilizar en la preparación del almidón húmedo, ya que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio. El alumbre no tiene sitios de unión múltiple.

[0045] En algunas formas de realización, el alumbre se agrega al precursor de almidón húmedo en cualquier manera adecuada, tal como en un líquido que contiene alumbre del contenido de sólidos deseado. Por ejemplo, el alumbre líquido puede incluirse en una solución acuosa donde el alumbre está presente en cualquier cantidad adecuada. Otros ácidos débiles se pueden agregar de manera similar.

[0046] El almidón húmedo se puede mezclar para incluir cualquier cantidad adecuada de un ácido débil que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio, de manera que el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado se prepare con la viscosidad deseada y la baja demanda de agua y no se hidrolice en exceso en azúcar. Por ejemplo, en algunas formas de realización, dicho ácido débil se incluye en una cantidad de alrededor de 0,5 % en peso a alrededor de 5 % en función del peso del almidón, tal como de alrededor de 0,5 % en peso a alrededor de 4,5 % en peso, por ejemplo, de alrededor de 0,5 % en peso a alrededor de 4 % en peso, de alrededor de 0,5 % en peso a alrededor de 3,5 % en peso, de alrededor de 0,5 % en peso a alrededor de 3 % en peso, de alrededor de 1 % en peso a alrededor de 5 % en peso,

de alrededor de 1 % en peso a alrededor de 4,5 % en peso, de alrededor de 1 % en peso a alrededor de 4 % en peso, de alrededor de 1 % en peso a alrededor de 3,5 % en peso, de alrededor de 1 % en peso a alrededor de 3 % en peso, de alrededor de 1,5 % en peso a alrededor de 5 % en peso, de alrededor de 1,5 % en peso a alrededor de 4,5 % en peso, de alrededor de 1,5 % en peso a alrededor de 4 % en peso, de alrededor de 1,5 % en peso a alrededor de 3,5 % en peso, de alrededor de 1,5 % en peso a alrededor de 3 % en peso, de alrededor de 2 % en peso a alrededor de 5 % en peso, de alrededor de 2 % en peso a alrededor de 4,5 % en peso, de alrededor de 2 % en peso a alrededor de 4 % en peso, de alrededor de 2 % en peso a alrededor de 3,5 % en peso, de alrededor de 2 % en peso a alrededor de 3 % en peso, de alrededor de 2,5 % en peso a alrededor de 5 % en peso, de alrededor de 2,5 % en peso a alrededor de 4,5 % en peso, de alrededor de 2,5 % en peso a alrededor de 4 % en peso, de alrededor de 2,5 % en peso a alrededor de 3,5 % en peso, o de alrededor de 2,5 % en peso a alrededor de 3 % en peso. Se entenderá que estas cantidades abarcan el componente de ácido débil y, cuando el ácido débil está en una solución, excluye el agua u otros componentes de la solución.

[0047] El precursor de almidón húmedo puede prepararse para además comprender opcionalmente ácidos secundarios que pueden ser quelatados con el ion de calcio, tal como ácido tartárico. Por lo tanto, en algunas formas de realización, un ácido secundario, como ácido tartárico, se puede combinar con cualquier ácido débil adecuado que no sea quelatado con iones de calcio. Se sabe que el ácido tartárico retarda la cristalización del yeso. Sin embargo, en combinación con el ácido débil no quelante, el ácido tartárico puede evitar el retraso sustancial de la cristalización del yeso, de manera que la reacción de hidrólisis a través de la modificación ácida se optimiza. Además del ácido tartárico, otros ácidos secundarios, como el ácido succínico o el ácido málico, pueden ser beneficiosos siempre y cuando no superen el efecto de aceleración del alumbre. En algunas formas de realización, el precursor de almidón húmedo incluye tanto alumbre como ácido tartárico.

[0048] Si se incluyen, los ácidos secundarios (por ejemplo, ácido tartárico) pueden estar presentes en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, el ácido tartárico puede estar presente en una cantidad de alrededor de 0,1 % en peso a alrededor de 0,6 % en peso en función del peso del almidón, por ejemplo, de alrededor de 0,1 % en peso a alrededor de 0,4 % en peso, de alrededor de 0,2 % en peso a alrededor de 0,3 % en peso.

[0049] En algunas formas de realización, se puede agregar opcionalmente aceite al

almidón húmedo para mejorar la capacidad de transporte del almidón dentro de la extrusora. Los aceites posibles incluyen aceite de canola, aceite vegetal, aceite de maíz, aceite de soja o cualquier combinación de estos, en algunas formas de realización. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el aceite de canola o uno de los sustitutos mencionados anteriormente se pueden agregar opcionalmente en una cantidad de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 0,25 % en peso del almidón, por ejemplo, de alrededor de 0,1 % en peso a alrededor de 0,2 % en peso, de alrededor de 0,1 % en peso a alrededor de 0,15 % en peso, de alrededor de 0,15 % en peso a alrededor de 0,25 % en peso, de alrededor de 0,15 % en peso a alrededor de 0,2 % en peso, o de alrededor de 0,2 % en peso a alrededor de 0,25 % en peso.

[0050] De acuerdo con algunas formas de realización, el precursor de almidón húmedo se prepara mediante la mezcla de agua, almidón no pregelatinizado y una cantidad pequeña de un ácido fuerte. En algunas formas de realización, el ácido fuerte tiene un pKa de alrededor de -1,7 o menor. Se puede utilizar cualquiera de tales ácidos fuertes y, en algunas formas de realización, el ácido fuerte comprende ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, o cualquier combinación de estos. El ácido sulfúrico, solo o en combinación con otros ácidos, se prefiere en algunas formas de realización porque el ion sulfato puede acelerar la cristalización de yeso en placas de yeso.

[0051] La cantidad de ácido fuerte es relativamente pequeña, tal como alrededor de 0,05 % en peso o menos en peso del almidón, por ejemplo, alrededor del 0,045 % en peso o menos, alrededor de 0,04 % en peso o menos, alrededor de 0,035 % en peso o menos, alrededor de 0,03 % en peso o menos, alrededor de 0,025 % en peso o menos, alrededor de 0,02 % en peso o menos, alrededor de 0,015 % en peso o menos, alrededor de 0,01 % en peso o menos, alrededor de 0,005 % en peso o menos, alrededor de 0,001 % en peso o menos, alrededor de 0,0005 % en peso o menos, tal como de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,05 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,045 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,04 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,035 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,03 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,025 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,02 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,015 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,01 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,005 % en peso, de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,001 % en peso,

de alrededor de 0,0001 % en peso a alrededor de 0,0005 % en peso del almidón. Se entenderá que estas cantidades abarcan el componente de ácido fuerte y, cuando el ácido fuerte está en una solución, excluye el agua u otros componentes de la solución. Por ejemplo, la modificación ácida fuerte convencional utiliza una solución de ácido sulfúrico al 2 %, con un sólido de almidón de ~35 % (2 g de ácido sulfúrico para 35 g de almidón). El porcentaje se basa en componentes de ácido sulfúrico puro. Se calcula como el peso del componente de ácido sulfúrico dividido por el peso del almidón húmedo. Por ejemplo, si el ácido sulfúrico es 50 % en peso en función del agua (lo que significa que la mitad del peso de la solución es ácido sulfúrico puro), entonces el peso de la solución de ácido sulfúrico se duplica cuando se calcula el % en peso del ácido a almidón. A los fines de ilustración, para 100 g de almidón, se agregan 0,1 g de ácido sulfúrico puro para lograr 0,1 % en peso. Si la concentración de solución sulfúrica es del 50 %, se agregan 0,2 g de la solución de ácido sulfúrico al 50 % para lograr el 0,1 % en peso.

[0052] Se entenderá que hay diferentes grados de ácidos (>95 %, 98 %, 99,99 %). Estas diferencias están abarcadas por la expresión "alrededor de" en relación con la cantidad de ácido fuerte en el precursor de almidón. Una persona del oficio de nivel medio será capaz de determinar fácilmente el % en peso descrito en la presente para incluir los diferentes grados. Las cantidades de ácido fuerte utilizadas de acuerdo con algunas formas de realización de la divulgación son considerablemente más pequeñas que las que se incluyeron en los sistemas convencionales que utilizaron, por ejemplo, al menos alrededor de 2 g de ácido sulfúrico para 35 g de almidón. En algunas formas de realización, el ácido fuerte en pequeñas cantidades como se describe anteriormente se puede utilizar en combinación con un ácido débil que es quelatado con iones de calcio, como el alumbre, como se describe en la presente.

[0053] Algunas formas de realización proporcionan la alimentación del precursor de almidón húmedo a través de una extrusora, de manera que el precursor de almidón húmedo se pregelatiniza y se modifica con ácido en una sola etapa en la extrusora. Se apreciará que una extrusora es una máquina generalmente utilizada para fundir y procesar polímeros en una forma deseada al fundir el polímero y bombearlo a través de una matriz. La extrusora también puede mezclar el polímero con otros ingredientes, como tintes de color, fibras de refuerzo, agentes de relleno minerales, etc. El propósito de la extrusora es dispersar y distribuir todos los ingredientes alimentados a esta y derretir los ingredientes a una temperatura y presión constante.

[0054] Las configuraciones y disposiciones para extrusoras son conocidas en la

técnica. En general, una extrusora comprende una tolva de alimentación para suministrar el material de alimentación, un preacondicionador que comprende camisas de calentamiento para acondicionar el polímero con plastificante (por ejemplo, agua), una cabeza modular de extrusión que comprende zonas de calentamiento y un ensamblaje de matriz. Las extrusoras generalmente incluyen una barrena de alimentación, una cuchilla y un husillo. La barrena de alimentación está presente para ayudar a transportar el precursor de almidón húmedo a la extrusora. La cuchilla está presente para cortar el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, similar a una cuerda, en pequeños pélets, de manera que puedan ser molidos. Los husillos ayudan a mezclar el precursor de almidón húmedo, transportar el precursor de almidón húmedo a través de la extrusora y proporcionar cizallamiento mecánico. Una extrusora puede ser del tipo de husillo simple o de doble husillo, como entenderá una persona del oficio de nivel medio. Véase, por ejemplo, Leszek Moscicki, *Extrusion-Cooking Techniques*, WILEY-VCH Verlag & Co. KGaA, 2011.

[0055] En las extrusoras de husillo simple, el husillo generalmente comprende una sección de alimentación con canales profundos para transportar los sólidos desde la garganta del alimentador y los comprimen, una sección de compresión en cuyo punto los canales del husillo se convierten progresivamente en menos profundos y el polímero se funde, y una sección de medición con canales poco profundos que transportan el polímero fundido a la matriz. Algunos husillos están diseñados para incluir dispositivos de mezcla (por ejemplo, clavijas que se extienden desde el husillo).

[0056] Las extrusoras de doble husillo generalmente tienen dos husillos que giran en la misma dirección (es decir, corrotantes) o en direcciones opuestas (es decir, contrarrotantes). Ambos husillos pueden girar con filetes no entrelazados o completamente entrelazados. Mientras que en el caso de las extrusoras de husillo simple, el material que se alimenta llena todo el canal del husillo, en el caso de las extrusoras de doble husillo, solo se llena una parte del canal del husillo, de manera que los puertos de alimentación corriente abajo o las aberturas se pueden utilizar para la adición de ciertos ingredientes.

[0057] El ensamblaje de matriz generalmente comprende una placa, un espaciador y un cabezal de matriz. Cuando se extruye materiales, el proceso puede ser continuo, de manera que el material se extruye en una longitud indefinida, o semi-continuo, de manera que el material se extruye en pedazos. Los materiales que se extruyen pueden estar calientes o fríos.

[0058] La descripción proporciona un método para preparar almidón pregelatinizado y

parcialmente hidrolizado en una extrusora. Se puede utilizar cualquier extrusora adecuada, como una extrusora de husillo simple (por ejemplo, el Advantage 50 disponible a través de American Extrusion International, ubicado en South Beloit, IL) o una extrusora de doble husillo (por ejemplo, el Wenger TX52 disponible a través de Wenger, ubicado en Sabetha, KS).

[0059] Como se describe en la presente, se mezclan y se alimentan a la extrusora almidón no pregelatinizado, un ácido en forma de un ácido débil que evita substancialmente la quelación con iones de calcio y/o un ácido fuerte en una cantidad pequeña, y agua. En algunas formas de realización, se puede añadir agua adicional a la extrusora. Mientras tanto en la extrusora, una combinación de elementos de calentamiento y cizallamiento mecánico funde y pregelatiniza el almidón, y el ácido débil hidroliza parcialmente el almidón a un peso molecular deseado indicado por la viscosidad como deseable como se describe en la presente. Las condiciones en la extrusora, debido a la energía mecánica, también causarán que las moléculas de almidón se degraden, lo que produce parcialmente el mismo efecto de la modificación ácida. Se cree que debido a que las condiciones en una extrusora (por ejemplo, alta temperatura de reacción y alta presión) de acuerdo con algunas formas de realización facilitan esta reacción química, se puede utilizar un ácido débil y/o bajas cantidades de un ácido fuerte. El método de las formas de realización preferidas, por lo tanto, mejora la eficiencia de la modificación ácida de almidón.

[0060] Los husillos principales pueden funcionar a cualquier velocidad adecuada, de manera que se logre la mezcla y el cizallamiento mecánico deseados. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el husillo principal puede funcionar a una velocidad de alrededor de 350 RPM ($\pm$ alrededor de 100 RPM). La barrena de alimentación puede funcionar a cualquier velocidad adecuada para lograr la velocidad de alimentación deseada. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la barrena de alimentación puede funcionar a una velocidad de alrededor de 14 RPM ($\pm$ alrededor de 5 RPM).

[0061] La cuchilla puede funcionar a cualquier velocidad adecuada. Por ejemplo, en diversas formas de realización, la cuchilla puede funcionar a una velocidad de alrededor de 400 RPM a alrededor de 1.000 RPM, por ejemplo, de alrededor de 400 RPM a alrededor de 900 RPM, de alrededor de 400 RPM a alrededor de 800 RPM, de alrededor de 400 RPM a alrededor de 700 RPM, de alrededor de 400 RPM a alrededor de 600 RPM, de alrededor de 400 RPM a alrededor de 500 RPM, de alrededor de 500 RPM a alrededor de 1.000 RPM, de alrededor de 500 RPM a alrededor de 900 RPM, de alrededor de 500 RPM a alrededor de 800 RPM, de alrededor de 500 RPM a

alrededor de 700 RPM, de alrededor de 500 RPM a alrededor de 600 RPM, de alrededor de 600 RPM a alrededor de 1.000 RPM, de alrededor de 600 RPM a alrededor de 900 RPM, de alrededor de 600 RPM a alrededor de 800 RPM, de alrededor de 600 RPM a alrededor de 700 RPM, de alrededor de 700 RPM a alrededor de 1.000 RPM, de alrededor de 700 RPM a alrededor de 900 RPM, de alrededor de 700 RPM a alrededor de 800 RPM, de alrededor de 800 RPM a alrededor de 1.000 RPM, de alrededor de 800 RPM a alrededor de 900 RPM, o de alrededor de 900 RPM a alrededor de 1.000 RPM.

[0062] El almidón húmedo puede ser pregelatinizado y modificado con ácido en una extrusora que tiene una matriz a cualquier temperatura adecuada, de manera que el almidón húmedo se pregelatiniza suficientemente sin quemar los materiales. Por ejemplo, el almidón húmedo puede ser pregelatinizado y modificado con ácido en una extrusora que tiene una matriz a una temperatura de alrededor de 150 °C (alrededor de 300 °F) a alrededor de 210 °C (alrededor de 410 °F), por ejemplo, en diversas formas de realización, de alrededor de 150 °C a alrededor de 205 °C (alrededor de 400 °F), de alrededor de 150 °C a alrededor de 199 °C (alrededor de 390 °F), de alrededor de 150 °C a alrededor de 193 °C (alrededor de 380 °F), de alrededor de 150 °C a alrededor de 188 °C (alrededor de 370 °F), de alrededor de 150 °C a alrededor de 182 °C (alrededor de 360 °F), de alrededor de 154 °C (alrededor de 310 °F) a alrededor de 210 °C, de alrededor de 154 °C a alrededor de 205 °C (alrededor de 400 °F), de alrededor de 154 °C a alrededor de 199 °C, de alrededor de 154 °C a alrededor de 193 °C, de alrededor de 154 °C a alrededor de 188 °C, de alrededor de 154 °C a alrededor de 182 °C, de alrededor de 160 °C (alrededor de 320 °F) a alrededor de 210 °C, de alrededor de 160 °C a alrededor de 205 °C (alrededor de 400 °F), de alrededor de 160 °C a alrededor de 199 °C, de alrededor de 160 °C a alrededor de 193 °C, de alrededor de 160 °C a alrededor de 188 °C, de alrededor de 160 °C a alrededor de 182 °C, de alrededor de 166 °C (alrededor de 330 °F) a alrededor de 210 °C, desde alrededor de 166 °C a alrededor de 205 °C, de alrededor de 166 °C a alrededor de 199 °C, de alrededor de 166 °C a alrededor de 193 °C, de alrededor de 166 °C a alrededor de 188 °C, de alrededor de 166 °C a alrededor de 182 °C, de alrededor de 171 °C (alrededor de 340 °F) a alrededor de 210 °C, de alrededor de 171 °C a alrededor de 205 °C, de alrededor de 171 °C a alrededor de 199 °C, de alrededor de 171 °C a alrededor de 193 °C, de alrededor de 171 °C a alrededor de 188 °C, de alrededor de 171 °C a alrededor de 182 °C, de alrededor de 177 °C (alrededor de 350 °F) a alrededor de 210 °C, de alrededor de 177 °C a alrededor de 205 °C, de alrededor de 177 °C a alrededor de 199

°C, de alrededor de 177 °C a alrededor de 193 °C, de alrededor de 177 °C a alrededor de 188 °C, o de alrededor de 177 °C a alrededor de 182 °C. Mientras que la matriz de la extrusora puede estar a cualquier temperatura suficiente como se describe en la presente, la temperatura de la matriz generalmente excede la temperatura de fusión de los cristales de almidón.

[0063] El grado de gelatinización puede ser cualquier cantidad adecuada, tal como al menos alrededor de 70 % o más, por ejemplo, al menos alrededor de 75 %, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 85 %, al menos alrededor de 90 %, al menos alrededor de 95 %, al menos alrededor de 97 %, al menos alrededor de 99 %, o gelatinización completa (100 %). En el caso de fabricar panel de yeso como se describe a continuación, se puede agregar almidón con tales menores grados de gelatinización a la lechada de estuco, por ejemplo, con gelatinización adicional (por ejemplo, al 100 %) que tiene lugar en el horno.

[0064] La presión en la extrusora puede estar en cualquier nivel adecuado, de manera que se logren las condiciones apropiadas para la pregelatinización y la modificación ácida. La presión dentro de la extrusora se determina mediante la materia prima que se extruye, el contenido de humedad, la temperatura de la matriz y la velocidad del husillo, que será reconocido por una persona del oficio de nivel medio. Por ejemplo, la presión en la extrusora puede ser de al menos alrededor de 2.000 psi (alrededor de 13.800 kPa), tal como al menos alrededor de 2.250 psi (alrededor de 15.500 kPa), al menos alrededor de 2.500 psi (alrededor de 17.200 kPa), al menos alrededor de 2.750 psi (alrededor de 19.000 kPa), al menos alrededor de 3.000 psi (alrededor de 20.650 kPa), al menos alrededor de 3.500 psi (alrededor de 24.100 kPa), al menos alrededor de 4.000 psi (alrededor de 27.600 kPa), o al menos alrededor de 4.500 psi (alrededor de 31.000 kPa). En algunas formas de realización, la presión puede ser de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 5.000 psi (34.500 kPa), por ejemplo, de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 4.500 psi, de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 4.000 psi, de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 3.500 psi, de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 3.000 psi, de alrededor de 2.000 psi a alrededor de 2.500 psi, de alrededor de 2.500 psi a alrededor de 5.000 psi, de alrededor de 2.500 psi a alrededor de 4.500 psi, de alrededor de 2.500 psi a alrededor de 4.000 psi, de alrededor de 2.500 psi a alrededor de 3.500 psi, de alrededor de 2.500 psi a alrededor de 3.000 psi, de alrededor de 3.000 psi a alrededor de 5.000 psi, de alrededor de 3.000 psi a alrededor de 4.500 psi, de alrededor de 3.000 psi a alrededor de 4.000 psi, de alrededor de 3.000 psi a alrededor de 3.500 psi, de alrededor de 3.500 psi a alrededor de 5.000 psi,

de alrededor de 4.000 psi a alrededor de 5.000 psi, de alrededor de 4.000 psi a alrededor de 4.500 psi, o de alrededor de 4.500 psi a alrededor de 5.000 psi.

[0065] Se ha descubierto que preparar almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en una sola etapa en una extrusora es considerablemente más rápido que pregelatinizar y modificar con ácido el almidón en dos etapas en serie. Se pueden preparar cantidades significativamente mayores de almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado con el método de acuerdo con las formas de realización preferidas que el almidón preparado con cualquier otro método. La mayor cantidad de producción y la velocidad de salida más rápida se deben a la alta velocidad de reacción a alta temperatura y/o alta presión. En algunas formas de realización, la pregelatinización y la modificación ácida ocurren en menos de alrededor de 5 minutos, tal como menos de alrededor de 4 minutos, por ejemplo, menos de alrededor de 3 minutos, menos de alrededor de 2 minutos, menos de alrededor de 90 segundos, menos de alrededor de 75 segundos, menos de alrededor de 1 minuto, menos de alrededor de 45 segundos, menos de alrededor de 30 segundos, menos de alrededor de 25 segundos, menos de alrededor de 20 segundos, menos de alrededor de 15 segundos o menos de alrededor de 10 segundos. Además, en algunas formas de realización, la pregelatinización y la modificación ácida se producen a una velocidad en la extrusora unida por cualquiera de los dos puntos anteriores. Por ejemplo, la velocidad de pregelatinización y modificación ácida puede estar entre alrededor de 10 segundos y 5 minutos, por ejemplo, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 4 minutos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 3 minutos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 2 minutos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 90 segundos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 75 segundos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 1 minuto, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 45 segundos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 30 segundos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 25 segundos, entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 20 segundos, o entre alrededor de 10 segundos y alrededor de 15 segundos.

[0066] El método de preparación de almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado puede ser un proceso continuo que se produce a cualquier velocidad suficiente. En algunas formas de realización, el almidón se pregelatiniza y se modifica con ácido a una velocidad de producción en una extrusora de al menos alrededor de 100 kg/h, como al menos alrededor de 150 kg/h, al menos alrededor de 200 kg/h, al menos alrededor de 250 kg/h, al menos alrededor de 300 kg/h, al menos alrededor de

350 kg/h, al menos alrededor de 400 kg/h, al menos alrededor de 450 kg/h, 500 kg/h, al menos alrededor de 550 kg/h, por ejemplo, al menos alrededor de 600 kg/h, al menos alrededor de 650 kg/h, al menos alrededor de 700 kg/h, al menos alrededor de 750 kg/h, al menos alrededor de 800 kg/h, al menos alrededor de 850 kg/h, al menos alrededor de 900 kg/h, al menos alrededor de 950 kg/h, al menos alrededor de 1.000 kg/h, al menos alrededor de 1.050 kg/h, al menos alrededor de 1.100 kg/h, al menos alrededor de 1.150 kg/h, al menos alrededor de 1.200 kg/h, al menos alrededor de 1.250 kg/h, al menos alrededor de 1.300 kg/h, al menos alrededor de 1.350 kg/h, al menos alrededor de 1.400 kg/h, al menos alrededor de 1.450 kg/h, o al menos alrededor de 1.500 kg/h. Además, en algunas formas de realización, la velocidad de producción en una extrusora puede estar unida por cualquiera de los dos puntos anteriores. Por ejemplo, la velocidad de producción puede estar entre alrededor de 100 kg/h y alrededor de 1.500 kg/h (por ejemplo, entre alrededor de 100 kg/h y alrededor de 1.500 kg/h, entre alrededor de 100 kg/h y 1.000 kg/h, entre alrededor de 250 kg/h y alrededor de 1.500 kg/h, entre alrededor de 250 kg/h y alrededor de 1.000 kg/h, entre alrededor de 600 kg/h y alrededor de 1.250 kg/h, entre alrededor de 650 kg/h y alrededor de 1.200 kg/h, entre alrededor de 700 kg/h y alrededor de 1.100 kg/h, entre alrededor de 750 kg/h y alrededor de 1.000 kg/h, etc.).

[0067] Los inventores han descubierto que, en algunas formas de realización, las condiciones en una extrusora (por ejemplo, alta temperatura y alta presión) son particularmente propicias para pregelatinizar y modificar con ácido de manera eficiente y suficiente el almidón en una sola etapa. Cuando la extrusora mezcla el almidón húmedo, crea una fricción muy alta, lo que genera así calor. La fuerza de cizallamiento es creada por el husillo en la extrusora debido a que el espacio entre el husillo y la cámara en la extrusora es muy pequeño. La energía mecánica específica (SME) describe la energía mecánica de un objeto por unidad de masa. La SME dependerá del contenido de humedad. Un mayor contenido de humedad (por ejemplo, para propósitos de fluidez) dará como resultado una baja viscosidad y baja fricción y, por lo tanto, una SME más pequeña. Si hay más humedad presente, se producirá una SME más pequeña debido a la baja viscosidad y baja fricción. Los contenidos de humedad en el precursor de almidón húmedo de la divulgación como se describe en la presente proporcionan una SME eficaz.

[0068] En la extrusora, debido a las condiciones proporcionadas por algunas formas de realización como se describe en la presente, el almidón se pregelatiniza de manera altamente eficiente. Sin limitarse a ninguna teoría en particular, se cree que la buena

mezcla en la extrusora de acuerdo con algunas formas de realización requiere menos agua para reaccionar en una extrusora. Un contenido de humedad muy bajo facilita una alta concentración de reactivo, lo que puede acelerar la velocidad de reacción química. La alta temperatura de la extrusora también acelera significativamente la velocidad de reacción. Cuando el almidón sale de la extrusora, se produce la reacción, de manera que se pregelatiniza y se hidroliza parcialmente.

[0069] En la modificación ácida convencional, el almidón se agrega a una solución de ácido fuerte. Este método convencional utiliza significativamente más agua y ácido que el sorprendente e inesperado método de pregelatinizar y modificar con ácido simultáneamente el almidón en una etapa en una extrusora como se describe en la presente en lugar de en serie. La modificación ácida convencional lleva varias horas. Después de que la reacción haya tenido lugar, el ácido necesita ser neutralizado, purificado y lavado. Las etapas de neutralización y purificación requieren mucho tiempo y son costosas.

[0070] Se pensó convencionalmente que no era deseable utilizar un ácido débil que evite sustancialmente la quelación con iones de calcio o un ácido fuerte en una cantidad pequeña en la modificación ácida convencional. Esto se debe a que, en el método convencional, cuanto más débil es el ácido o menor es la cantidad de un ácido fuerte, más prolongadas son las modificaciones ácidas. Por lo tanto, se deseaba un ácido fuerte (por ejemplo, que tuviera un pKa inferior a alrededor de -1,7) en altas cantidades en la modificación-ácida convencional. De manera sorprendente e inesperada, cuando se prepara almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en una extrusora de acuerdo con formas de realización de la divulgación que utiliza un ácido débil o un ácido fuerte en una cantidad pequeña como se describe en la presente, no es necesario que haya etapas de neutralización y purificación, debido a la condición ácida leve y menor interferencia con la cristalización de yeso, respectivamente. En algunas formas de realización, todavía puede haber ácido presente en el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado.

Propiedades del almidón y ventajas de utilizar el almidón en placa de yeso

[0071] El almidón preparado en una extrusora, de acuerdo con algunas formas de realización, puede ser cualquier almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado. En algunas formas de realización, el almidón puede prepararse para tener diversas propiedades según se desee (por ejemplo, viscosidad de rango medio, solubilidad en agua fría, viscosidad en agua fría, etc.) como se describe en la presente.

[0072] Los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados en una

extrusora de acuerdo con algunas formas de realización, pueden ser adecuados para uso en placas de yeso. Para la aplicación en placas de yeso, por ejemplo, la pregelatinización y la modificación ácida son beneficiosas, por ejemplo, para propósitos de resistencia al lograr una viscosidad deseada (y, por lo tanto, un rango de peso molecular) de acuerdo con las formas de realización de la divulgación como se describe en la presente. En el método de fabricación de panel de yeso discutido en la presente, el almidón que se introduce en la lechada de estuco puede estar al menos alrededor de 70 % gelatinizado, por ejemplo, al menos alrededor de 75 % gelatinizado, al menos alrededor de 80 % gelatinizado, al menos alrededor de 85 % gelatinizado, al menos alrededor de 90 % gelatinizado, al menos alrededor de 95 % gelatinizado, al menos alrededor de 97 % gelatinizado o el 100 % gelatinizado (es decir, completamente gelatinizado).

[0073] Además, la alimentación de un almidón húmedo que comprende un ácido débil que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio como se describe en la presente en una extrusora, de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, hidroliza el almidón, de manera que se logra una viscosidad deseada, lo que indica así que se logra un rango de peso molecular deseado. Por lo tanto, la viscosidad indica el peso molecular del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, como apreciará una persona del oficio de nivel medio.

[0074] En algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con algunas formas de realización puede prepararse para tener una viscosidad de "rango medio" (es decir, tener una viscosidad de alrededor de 20 centipoises a alrededor de 300 centipoises) cuando el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado es sometido a condiciones de acuerdo con el método VMA con el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en agua en una cantidad del 15 % en peso del peso total del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado y agua. Por lo tanto, el método VMA se utiliza para determinar si el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado exhibe la característica de viscosidad de rango medio cuando se somete a las condiciones del método VMA. Esto no significa que el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado se debe agregar a la lechada de yeso en estas condiciones. En su lugar, cuando se agrega el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado a la lechada, puede estar en forma húmeda (en diversas concentraciones de almidón en el agua) o seca, y no necesita estar gelatinizado completamente como se describe en la presente, o de otra manera en las condiciones establecidas en el método VMA.

[0075] En algunas formas de realización, la viscosidad de rango medio del almidón pregelatinizado puede ser de alrededor de 20 centipoises a alrededor de 300 centipoises, tal como de alrededor de 20 centipoises a alrededor de 250 centipoises, de alrededor de 30 centipoises a alrededor de 200 centipoises, o de alrededor de 50 centipoises a alrededor de 300 centipoise. En formas de realización de la divulgación, la viscosidad del almidón pregelatinizado cuando se prueba con el método VMA puede ser, por ejemplo, como se indica en las Tablas 1A y 1B. En las tablas, una “X” representa el rango “de alrededor de [valor correspondiente en la fila superior] a alrededor de [valor correspondiente en la columna más a la izquierda].” Los valores indicados representan la viscosidad del almidón pregelatinizado en centipoise (cP). Para facilitar la presentación, se entenderá que cada valor representa “alrededor de” ese valor. Por ejemplo, la primera “X” en la Tabla 1A es el rango “de alrededor de 20 centipoise a alrededor de 25 centipoise”.

Tabla 1A

Punto inicial para rango de viscosidad (centipoise)													
Punto final para rango de viscosidad (centipoise)		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	25	X											
	30	X	X										
	35	X	X	X									
	40	X	X	X	X								
	45	X	X	X	X	X							
	50	X	X	X	X	X	X						
	55	X	X	X	X	X	X	X					
	60	X	X	X	X	X	X	X	X				
	65	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	70	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	75	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	125	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	150	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	175	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	225	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	250	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	275	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1B

Punto final para rango de viscosidad (centipoise)		100	125	150	175	200	225	250	275	300
	125	X								
	150	X	X							
	175	X	X	X						
	200	X	X	X	X					
	225	X	X	X	X	X				
	250	X	X	X	X	X	X			
	275	X	X	X	X	X	X	X		
	300	X	X	X	X	X	X	X	X	

[0076] Por lo tanto, la viscosidad del almidón pregelatinizado y parcialmente

hidrolizado, preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, puede tener un rango entre, y que incluye, cualquiera de los puntos finales mencionados anteriormente establecidos en las Tablas 1A o 1B. De manera alternativa, en algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado tiene una viscosidad (10 % de sólidos, 93 °C) de alrededor de 5 Unidades Brabender (BU) a alrededor de 33 BU, medida de acuerdo con el método de Brabender descrito en la presente, por ejemplo, de alrededor de 10 BU a alrededor de 30 BU, de alrededor de 12 BU a alrededor de 25 BU, o de alrededor de 15 BU a alrededor de 20 BU.

[0077] En algunas formas de realización, los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con formas de realización de la divulgación, pueden proporcionar beneficios significativos a la resistencia del producto (por ejemplo, panel de yeso) a la que se aplican. Dado que el almidón contiene monómeros de glucosa que contienen tres grupos hidroxilo, el almidón proporciona muchos sitios para la formación de enlaces de hidrógeno a cristales de yeso. Sin limitarse a ninguna teoría en particular, se cree que el tamaño molecular del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con algunas formas de realización permite la movilidad óptima de moléculas de almidón para alinear las moléculas de almidón con los cristales de yeso para facilitar una buena unión del almidón a los cristales de yeso para fortalecer la matriz de yeso cristalina resultante, por ejemplo, a través de enlaces de hidrógeno.

[0078] Los almidones pregelatinizados convencionales preparados de acuerdo con otro método que el que se describe en la presente, por ejemplo, que tienen mayores viscosidades, que tendrían longitudes de cadena más largas y mayor peso molecular (viscosidad demasiado alta) y longitudes de cadena más cortas y menores pesos moleculares (viscosidad que es demasiado baja), respectivamente, no proporcionan la misma combinación de beneficios. Los inventores han encontrado que las moléculas de almidón disueltas con, por ejemplo, una viscosidad de rango medio (que representa el peso molecular de rango medio del almidón) permiten la movilidad óptima de las moléculas de almidón para alinear las moléculas de almidón con los cristales de yeso para facilitar el buen almidón y la unión de hidrógeno con yeso, y la resistencia del núcleo en algunas formas de realización.

[0079] El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con algunas formas de realización de la divulgación también proporciona ventajas con respecto a la demanda de agua, en algunas formas de realización. La adición de

almidón pregelatinizado convencional a la lechada de yeso requiere que se agregue agua adicional a la lechada de yeso para mantener un grado deseado de fluidez de la lechada. Esto se debe a que el almidón pregelatinizado convencional aumenta la viscosidad y reduce la fluidez de la lechada de yeso. Por lo tanto, el uso de almidón pregelatinizado en sistemas convencionales ha dado como resultado un aumento en la demanda de agua de tal manera que se requeriría aún más exceso de agua en la lechada de yeso.

[0080] El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, particularmente con la viscosidad de rango-medio deseada, exige menos agua, de manera que se reduce el efecto sobre la demanda de agua en la lechada de yeso, especialmente en comparación con los almidones convencionales. Además, debido a la eficiencia del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, de manera que se puede utilizar menos almidón, el impacto positivo sobre la demanda de agua puede ser incluso más significativo de acuerdo con algunas formas de realización de la divulgación. Esta menor demanda de agua proporciona una eficiencia considerable durante la fabricación. Por ejemplo, el exceso de agua requiere la entrada de energía para el secado. La velocidad de la línea debe reducirse para adaptarse al secado. Por lo tanto, al reducir la carga de agua en la lechada de yeso, se pueden observar menores costos y recursos energéticos, así como velocidades de producción más rápidas. En algunas formas de realización, el aumento en la demanda de agua en una lechada de yeso es menor que el aumento en la demanda de agua requerida por otros almidones, tales como almidones pregelatinizados que tienen una viscosidad superior a 300 centipoises (por ejemplo, un almidón de maíz que tiene una viscosidad de alrededor de 773 centipoises), por ejemplo, preparado mediante un método diferente.

[0081] Cualquier almidón no pregelatinizado adecuado puede seleccionarse mediante la preparación de un almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, siempre que sea suficiente para ser pregelatinizado y modificado con ácido en una extrusora. Como se utiliza en la presente, "almidón" se refiere a una composición que incluye un componente de almidón. Como tal, el almidón puede ser almidón puro al 100 % o puede tener otros componentes tales como los que se encuentran comúnmente en las harinas, tales como proteínas y fibras, siempre que el componente de almidón represente al menos alrededor de 75 % en peso de la composición de almidón. El almidón puede estar en forma de una harina (por ejemplo, harina de maíz) que

contiene almidón, tal como harina que tiene al menos alrededor de 75 % de almidón en peso de la harina, por ejemplo, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 85 %, al menos alrededor de 90 %, al menos alrededor de 95 %, etc. A modo de ejemplo, entre otros, el almidón puede estar en forma de una harina de maíz que contiene almidón.

[0082] En algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con algunas formas de realización puede prepararse para tener la solubilidad en agua fría deseada. Las técnicas de pregelatinización convencionales implican hacer que el almidón sea soluble en agua fría y generalmente requieren que se cocine el almidón en una cantidad excesiva de agua. Sin embargo, estas técnicas convencionales no son eficientes. La extrusión, de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, que permite una combinación de calentamiento y cizallamiento mecánico, de manera sorprendente e inesperada es un método eficiente energéticamente que puede utilizarse para producir almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en un proceso de una etapa que tiene un bajo contenido de humedad con solubilidad en agua fría. La solubilidad en agua fría se define como cualquier cantidad de solubilidad en agua a temperatura ambiente (alrededor de 25 °C). Se descubrió que los almidones que exhiben solubilidad en agua fría pueden proporcionar beneficios significativos a la resistencia de los productos de yeso (por ejemplo, paneles de yeso). Los almidones solubles en agua fría de formas de realización preferidas tienen una solubilidad en agua fría superior a alrededor de 70 % y, cuando se añaden a un núcleo de yeso fraguado, pueden aumentar la resistencia del núcleo de yeso. En general, se ha descubierto que una mayor solubilidad en agua fría indica un mayor grado de gelatinización y una mayor resistencia. La solubilidad del almidón pregelatinizado en agua se define como la cantidad de almidón que se disuelve en agua a temperatura ambiente dividida por la cantidad total de almidón.

[0083] En algunas formas de realización, la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación es al menos alrededor de 70 %, al menos alrededor de 75 %, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 85 %, al menos alrededor de 90 %, o al menos alrededor de 95 %, por ejemplo, de alrededor de 70 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 75 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 80 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 85 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 90 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 95 % a alrededor de 100 %, de alrededor de 70 % a alrededor de 99 %, etc., de alrededor de 75 % a alrededor de 99 %, de

alrededor de 80 % a alrededor de 99 %, de alrededor de 85 % a alrededor 99 %, de alrededor de 90 % a alrededor de 99 %, de alrededor de 95 % a alrededor de 99 %. En formas de realización preferidas, la solubilidad en agua fría del almidón extruido pregelatinizado y parcialmente hidrolizado es de alrededor de 90 % a alrededor de 100 %.

[0084] Sin limitarse a ninguna teoría en particular, se cree que una combinación de energía mecánica y térmica durante la extrusión es responsable de la solubilidad en agua fría del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación. Se cree que cuando el almidón se somete a extrusión, se rompen los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de almidón. Cuando el almidón extruido se disuelve en agua, el almidón forma enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua. Después del proceso de pregelatinización, las moléculas de almidón extruidas, pregelatinizadas y parcialmente hidrolizadas quedan libres para formar enlaces de hidrógeno con los cristales de yeso, lo que imparte así una mayor resistencia al producto de yeso. En consecuencia, debido a que los almidones que exhiben solubilidad en agua fría mejoran la resistencia del panel de yeso, se requiere menos almidón en comparación con los almidones convencionales.

[0085] En algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado tiene una viscosidad en agua fría (10 % de sólidos, 25 °C) de alrededor de 10 BU a alrededor de 100 BU, medida de acuerdo con el método de Brabender descrito en la presente, por ejemplo, de alrededor de 20 BU a alrededor de 100 BU, de alrededor de 30 BU a alrededor de 100 BU, de alrededor de 40 BU a alrededor de 90 BU, de alrededor de 50 BU a alrededor de 80 BU, o de alrededor de 60 BU a alrededor de 70 BU. En algunas formas de realización, el almidón tiene una viscosidad en agua fría de una lechada al 10 % del almidón en agua cuando se mide a 25 °C de alrededor de 60 cP a alrededor de 160 cP, como se mide con un viscosímetro Brookfield con un eje N.º 2 y a una velocidad de rotación de 30 rpm. Por ejemplo, la viscosidad en agua fría de una lechada al 10 % del almidón en agua cuando se mide a 25 °C puede ser de alrededor de 60 cP a alrededor de 150 cP, de alrededor de 60 cP a alrededor de 120 cP, de alrededor de 60 cP a alrededor de 100 cP, de alrededor de 70 cP a alrededor de 150 cP, de alrededor de 70 cP a alrededor de 120 cP, de alrededor de 70 cP a alrededor de 100 cP, de alrededor de 80 cP a alrededor de 150 cP, de alrededor de 80 cP a alrededor de 120 cP, de alrededor de 80 cP a alrededor de 100 cP, de alrededor de 90 cP a alrededor de 150 cP, de alrededor de 90 cP a alrededor de 120 cP, de

alrededor de 100 cP a alrededor de 150 cP, o de alrededor de 100 cP a alrededor de 120 cP.

Uso del almidón en la fabricación de placas

[0086] En algunas formas de realización, una placa (por ejemplo, panel de yeso) se puede realizar mediante la formación de un almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado al mezclar al menos agua, almidón no-pregelatinizado, y un ácido para formar un precursor de almidón húmedo que tiene un contenido de humedad de alrededor de 8 % en peso a alrededor de 25 % en peso, el ácido seleccionado de: un ácido débil que evita sustancialmente la quelación de iones de calcio, un ácido fuerte en una cantidad de alrededor de 0,01 % en peso o menos en peso del almidón, o cualquier combinación de estos.

[0087] El precursor de almidón húmedo se alimenta luego a una extrusora en el que la temperatura de la matriz es de alrededor de 150 °C (alrededor de 300 °F) a alrededor de 210 °C (alrededor de 410 °F) donde el almidón húmedo está pregelatinizado y modificado con ácido, de manera que se hidroliza al menos parcialmente. El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado se puede mezclar con al menos agua y estuco para formar una lechada, que luego se puede disponer entre una primera lámina y una segunda lámina para formar un ensamblaje húmedo. El ensamblaje húmedo se puede cortar como una placa, que luego se seca. Preferentemente, el núcleo de yeso fraguado de la placa tiene una resistencia a la compresión mayor que un núcleo de yeso fraguado hecho con un almidón preparado bajo un método diferente.

[0088] De manera sorprendente e inesperada, de acuerdo con formas de realización preferidas, se ha encontrado que pueden utilizarse cantidades elevadas de almidón pregelatinizado para aumentar la resistencia en el núcleo de la placa resultante (por ejemplo, al mejorar la resistencia de la matriz de cristal de yeso). Por lo tanto, en formas de realización preferidas, el almidón pregelatinizado se agrega a la lechada para formar el núcleo de la placa en una cantidad superior al 10 % en peso del estuco.

[0089] Por ejemplo, en algunas formas de realización, el almidón pregelatinizado se puede proporcionar en una cantidad de alrededor de 10,1 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, por ejemplo, de alrededor de 10,1 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 10,1 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 10,1 % en peso del estuco a alrededor de 15 % en peso del estuco, de alrededor de 11 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 11 % en peso del

estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 11 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 11 % en peso del estuco a alrededor de 15 % en peso del estuco, de alrededor de 12 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 12 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 12 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 12 % en peso del estuco a alrededor de 15 % en peso del estuco, de alrededor de 13 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 13 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 13 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 13 % en peso del estuco a alrededor de 15 % en peso del estuco, de alrededor de 14 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 14 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 14 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 15 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 15 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, de alrededor de 15 % en peso del estuco a alrededor de 20 % en peso del estuco, de alrededor de 15 % en peso del estuco a alrededor de 18 % en peso del estuco, de alrededor de 18 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco, de alrededor de 18 % en peso del estuco a alrededor de 22 % en peso del estuco, o de alrededor de 20 % en peso del estuco a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0090] De manera ventajosa, debido al mayor beneficio para el núcleo de la placa que resulta del uso de cantidades elevadas de almidón pregelatinizado (por ejemplo, por encima del 10 % en peso sobre una base de almidón), el panel de yeso se puede preparar a densidades particularmente ultra ligeras (y por lo tanto pesos, ya que la densidad es una función del peso de la placa a un espesor particular). En formas de realización preferidas, la placa resultante puede prepararse para tener una densidad seca de alrededor de 31 pcf o menor, por ejemplo, alrededor de 30 pcf o menor, alrededor de 29 pcf o menor, alrededor de 28 pcf o menor, alrededor de 27 pcf o menor, alrededor de 26 pcf o menor, alrededor de 25 pcf o menor, alrededor de 24 pcf o menor, alrededor de 23 pcf o menor, alrededor de 22 pcf o menor, alrededor de 21 pcf, o alrededor de 20 pcf o menor. En algunas formas de realización, la placa tiene una densidad seca de alrededor de 15 pcf a alrededor de 31 pcf, por ejemplo, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 30 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 29 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 28 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor

de 27 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 26 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 25 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 24 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 23 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 22 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 21 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 20 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 19 pcf, de alrededor de 15 pcf a alrededor de 18 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 31 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 30 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 29 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 28 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 27 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 26 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 25 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 24 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 23 pcf, de alrededor de 19 pcf a alrededor de 22 pcf, o de alrededor de 19 pcf a alrededor de 21 pcf.

[0091] El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación, puede añadirse a la lechada en combinación con otros almidones, en algunas formas de realización para diversas aplicaciones. Por ejemplo, en el caso del panel de yeso como se describe a continuación, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación se puede combinar con otros almidones para mejorar tanto la resistencia del núcleo como el enlace de núcleo-papel, particularmente si se acepta algún aumento de demanda de agua.

[0092] Por lo tanto, en algunas formas de realización de la divulgación, la lechada de yeso puede incluir uno o más almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados preparados de acuerdo con formas de realización de la divulgación, así como uno o más tipos de almidones. Otros almidones pueden incluir, por ejemplo, almidones pregelatinizados que tienen una viscosidad menor de 20 centipoises y/o mayor de 300 centipoises. Un ejemplo es el almidón de maíz pregelatinizado (por ejemplo, que tiene una viscosidad superior a 500 centipoises, como alrededor de 773 centipoises). Los otros almidones también pueden estar en forma de, por ejemplo, almidones no pregelatinizados, tales como almidones modificados con ácido, así como almidones alquilados, por ejemplo, almidones etilados, que no están gelatinizados, etc. La combinación de almidones puede estar previamente mezclada (por ejemplo, en una mezcla seca, opcionalmente con otros componentes como estuco, etc., o en una mezcla húmeda con otros ingredientes húmedos) antes de la adición a la lechada de yeso, o pueden incluirse en la lechada de yeso uno a la vez, o cualquier variación de estos. Se puede incluir cualquier proporción adecuada de almidón pregelatinizado y

parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación y otro almidón.

[0093] Por ejemplo, el contenido de almidón del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación como un porcentaje del contenido total de almidón que se añade a la lechada de yeso puede ser, por ejemplo, al menos alrededor de 10 % en peso, tal como al menos alrededor de 20 %, al menos alrededor de 30 %, al menos alrededor de 40 %, al menos alrededor de 50 %, al menos alrededor de 60 %, al menos alrededor de 70 %, al menos alrededor de 80 %, al menos alrededor de 90 %, al menos alrededor de 95 %, al menos alrededor de 99 %, al menos alrededor de 100 %, o cualquier rango intermedio. En algunas formas de realización, la relación de almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación con respecto a otro almidón puede ser alrededor de 25:75, alrededor de 30:70, alrededor de 35:65, alrededor de 50:50, alrededor de 65:35, alrededor de 70:30, alrededor de 75:25, etc.

[0094] Además del componente de almidón, la lechada se formula para incluir agua, estuco, agente espumante (algunas veces denominado simplemente "espuma") y otros aditivos según se desee, en algunas formas de realización. De manera sorprendente e inesperada, de acuerdo con algunas formas de realización, particularmente aquellas que exhiben una viscosidad de rango medio, se ha encontrado que la cantidad de agua necesaria para ser agregada para mantener la fluidez de la lechada al mismo nivel sería sin el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado en una extrusora de acuerdo con formas de realización de la divulgación, es menor que el aumento en la cantidad de agua necesaria cuando se utiliza un almidón preparado de acuerdo con un método diferente. El estuco puede estar en forma de sulfato de calcio hemihidrato alfa, sulfato de calcio hemihidrato beta y/o sulfato de calcio anhidro. El estuco puede ser fibroso o no fibroso. Se puede incluir un agente espumante para formar una distribución de vacíos de aire dentro de la matriz cristalina continua de yeso fraguado. En algunas formas de realización, el agente espumante comprende una porción de mayor peso del componente inestable, y una porción de menor peso del componente estable (por ejemplo, donde se combinan inestable y mezcla de estable/inestable). La relación en peso de componente inestable con respecto a componente estable es efectiva para formar una distribución de vacíos de aire dentro del núcleo de yeso fraguado. Véase, por ejemplo, las patentes estadounidenses 5.643.510; 6.342.284; y 6.632.550.

[0095] Se ha descubierto que la distribución de vacíos y el espesor de pared adecuados (independientemente) pueden ser efectivos para mejorar la resistencia, especialmente en placas de menor densidad (por ejemplo, por debajo de alrededor de 35°pcf). Véase, por ejemplo, US 2007/0048490 y US 2008/0090068. Los vacíos de agua por evaporación, que generalmente tienen vacíos de alrededor de 5 µm o menos de diámetro, también contribuyen a la distribución total de vacíos junto con los vacíos de aire (espuma) mencionados anteriormente. En algunas formas de realización, la relación de volumen de vacíos con un tamaño de poro mayor de alrededor de 5 micrones con respecto a los vacíos con un tamaño de poro de alrededor de 5 micrones o menor, es de alrededor de 0,5:1 a alrededor de 9:1, tal como, por ejemplo, de alrededor de 0,7:1 a alrededor de 9:1, de alrededor de 0,8:1 a alrededor de 9:1, de alrededor de 1,4:1 a alrededor de 9:1, de alrededor de 1,8:1 a alrededor de 9:1, de alrededor de 2,3:1 a alrededor de 9:1, de alrededor de 0,7:1 a alrededor de 6:1, de alrededor de 1,4:1 a alrededor de 6:1, de alrededor de 1,8:1 a alrededor de 6:1, de alrededor de 0,7:1 a alrededor de 4:1, de alrededor de 1,4:1 a alrededor de 4:1, de alrededor de 1,8:1 a alrededor de 4:1, de alrededor de 0,5:1 a alrededor de 2,3:1, de alrededor de 0,7:1 a alrededor de 2,3:1, de alrededor de 0,8:1 a alrededor de 2,3:1, de alrededor de 1,4:1 a alrededor de 2,3:1, de alrededor de 1,8:1 a alrededor de 2,3:1, etc. En algunas formas de realización, el agente espumante está presente en la lechada, por ejemplo, en una cantidad menor de alrededor de 0,5 % en peso del estuco, tal como de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,5 %, de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,4 %, de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,3 %, de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,2 %, de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,1 %, de alrededor de 0,02 % a alrededor de 0,4 %, de alrededor de 0,02 % a alrededor de 0,3 %, de alrededor de 0,02 % a alrededor de 0,2 %, etc., todos en peso del estuco.

[0096] Los aditivos como el acelerador (por ejemplo, acelerador de yeso húmedo, acelerador resistente al calor y acelerador estabilizado de clima) y el retardador son bien conocidos y se pueden incluir, en algunas formas de realización. Véase, por ejemplo, las patentes 3.573.947 y 6.409.825. En algunas formas de realización donde se incluyen acelerador y/o retardador, el acelerador y/o retardador pueden estar en la lechada de yeso en una cantidad sobre una base de sólidos, por ejemplo, de alrededor de 0 % a alrededor de 10 % en peso del estuco (por ejemplo, alrededor de 0,1 % a alrededor de 10 %), tal como, por ejemplo, de alrededor de 0 % a alrededor de 5 % en peso del estuco (por ejemplo, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 5 %). Se pueden incluir otros aditivos según se desee, por ejemplo, para impartir resistencia para

permitir un producto de menor peso con suficiente resistencia, para evitar la deformación permanente, para promover la resistencia en el verde, por ejemplo, cuando el producto se coloca en el transportador que se desplaza por una línea de fabricación, para promover la resistencia al fuego, promover la resistencia al agua, etc.

[0097] Por ejemplo, la lechada puede incluir opcionalmente al menos un dispersante para mejorar la fluidez en algunas formas de realización. Al igual que el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación y otros ingredientes, los dispersantes se pueden incluir en una forma seca con otros ingredientes secos y/o en una forma líquida con otros ingredientes líquidos en la lechada del núcleo. Los ejemplos de dispersantes incluyen naftalensulfonatos, tales como el ácido polinaftalensulfónico y sus sales (polinaftalensulfonatos) y derivados, que son productos de condensación de ácidos naftalensulfónicos y formaldehído; así como dispersantes de policarboxilato, tales como éteres policarboxílicos, por ejemplo, PCE211, PCE111, 1641, 1641F o dispersantes tipo PCE 2641, por ejemplo, dispersantes MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F, MELFLUX 1641F, MELFLUX 2500L (BASF), y COATEX Ethacryl M, disponible a través de Coatex, Inc.; y/o lignosulfonatos o lignina sulfonada. Los lignosulfonatos son polímeros de polielectrolitos aniónicos hidrosolubles, subproductos de la producción de pasta de madera mediante la fabricación de pasta de sulfito. Un ejemplo de una lignina útil en la práctica de principios de las formas de realización de la presente invención es Marasperse C-21 disponible a través de Reed Lignin Inc.

[0098] Por lo general, se prefieren dispersantes de menor peso molecular. Se prefieren los dispersantes de naftalensulfonato de menor peso molecular porque tienden a una menor demanda de agua que los dispersantes de mayor peso molecular y mayor viscosidad. Por lo tanto, se prefieren los pesos moleculares de alrededor de 3.000 a alrededor de 10.000 (por ejemplo, alrededor de 8.000 a alrededor de 10.000). A modo de otra ilustración, para los dispersantes de tipo PCE211, en algunas formas de realización, el peso molecular puede ser de alrededor de 20.000 a alrededor de 60.000, que muestra menos retardo que los dispersantes que tienen un peso molecular superior a 60.000.

[0099] Un ejemplo de un naftalensulfonato es DILOFLO, disponible a través de GEO Specialty Chemicals. DILOFLO es una solución de naftalensulfonato al 45 % en agua, aunque otras soluciones acuosas, por ejemplo, en el rango de alrededor de 35 % a alrededor de 55 % en peso de contenido de sólidos, también están disponibles. Los naftalensulfonatos se pueden usar en forma sólida y seca o en polvo, como LOMAR D,

disponible en GEO Specialty Chemicals, por ejemplo. Otro naftalensulfonato ejemplificativo es DAXAD, disponible a través de Hampshire Chemical Corp.

[00100] Si se incluye, el dispersante se puede incluir en cualquier cantidad adecuada (sólidos/sólidos) tal como, por ejemplo, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 5 % en peso en función del peso del estuco, por ejemplo, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 4 %, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 3 %, de alrededor de 0,2 % a alrededor de 3 %, de alrededor de 0,5 % a alrededor de 3 %, de alrededor de 0,5 % a alrededor de 2,5 %, de alrededor de 0,5 % a alrededor de 2 %, de alrededor de 0,5 % a alrededor de 1,5 %, etc.

[0100] En algunas formas de realización, uno o más compuestos que contienen fosfato también pueden incluirse opcionalmente en la lechada, si se desea. Por ejemplo, los componentes que contienen fosfato útiles en algunas formas de realización incluyen componentes solubles en agua y pueden estar en forma de un ion, una sal o un ácido, a saber, ácidos fosfóricos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de ácido fosfórico; sales o iones de fosfatos condensados, cada uno de los cuales comprende dos o más unidades de fosfato; y sales monobásicas o iones monovalentes de ortofosfatos, así como sal de polifosfato acíclico soluble en agua. Véase, por ejemplo, las patentes estadounidenses 6.342.284; 6.632.550; 6.815.049; y 6.822.033.

[0101] Las composiciones de fosfato, si se agregan en algunas formas de realización, pueden mejorar la resistencia en verde, la resistencia a la deformación permanente (por ejemplo, hundimiento), la estabilidad dimensional, etc. Se pueden usar compuestos de trimetafosfato, que incluyen, por ejemplo, trimetafosfato de sodio, trimetafosfato de potasio, trimetafosfato de litio y trimetafosfato de amonio. Se prefiere el trimetafosfato de sodio (STMP), aunque pueden ser adecuados otros fosfatos, que incluyen, por ejemplo, tetrametafosfato de sodio, hexametafosfato de sodio que tiene de alrededor de 6 a alrededor de 27 unidades de fosfato de repetición y que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde $n=6-27$, pirofosfato tetrapotásico que tiene la fórmula molecular $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, tripolifosfato dipotásico trisódico tiene la fórmula molecular $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$, tripolifosfato de sodio que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pirofosfato tetrasódico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, el trimetafosfato de aluminio que tiene la fórmula molecular $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, el pirofosfato ácido de sodio que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, el polifosfato de amonio que tiene 1.000-3.000 unidades de fosfato de repetición y que tiene la fórmula molecular $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde $n=1.000-3.000$, o ácido polifosfórico que tiene dos o más unidades de repetición de ácido

fosfórico y que tiene la fórmula molecular $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$ en donde n es dos o más.

[0102] El fosfato se puede incluir en algunas formas de realización en forma seca o en forma en agua (por ejemplo, una solución de fosfato de alrededor de 5 % a alrededor de 20 %, tal como alrededor de una solución de 10 %). Si se incluye, el fosfato puede estar en cualquier cantidad adecuada (base de sólidos/sólidos), tal como de alrededor de 0,01 % a alrededor de 0,5 % en peso en función del peso del estuco, por ejemplo, de alrededor de 0,03 % a alrededor de 0,4 %, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 0,3 %, o de alrededor de 0,12 % a alrededor de 0,4 % en peso en función del peso de estuco.

[0103] Opcionalmente, también se pueden incluir aditivos adecuados para productos resistentes al fuego (por ejemplo, ignífugos) y/o resistentes al agua, que incluyen, por ejemplo, siloxanos para resistencia al agua. Los ejemplos de aditivos resistentes al fuego adecuados incluyen partículas de alta expansión, aditivos disipadores de calor de alta eficiencia, fibras o similares, o cualquier combinación de estos, como se describe en la patente estadounidense 8.323.785, cuya descripción de tales aditivos se incorpora en la presente por referencia. En algunas formas de realización se pueden usar vermiculita, trihidrato de aluminio, fibras de vidrio y una combinación de estos.

[0104] Por ejemplo, las partículas de alta expansión útiles de acuerdo con algunas formas de realización pueden exhibir una expansión de volumen después de calentar durante una hora a alrededor de 1560 °F (alrededor de 850 °C) de alrededor del 300 % o más de su volumen original. En algunas formas de realización, se pueden usar vermiculitas de alta expansión que tienen una expansión de volumen de alrededor de 300 % a alrededor de 380 % de su volumen original después de colocarlas durante una hora en una cámara que tiene una temperatura de alrededor de 1560 °F (alrededor de 850 °C). Si se incluye, pueden estar presentes partículas de alta expansión, como vermiculita, en cualquier cantidad adecuada. En algunas formas de realización, está presente en una cantidad de alrededor de 1 % a alrededor de 10 %, por ejemplo, de alrededor de 3 % a alrededor de 6 %, en peso de estuco.

[0105] El trihidrato de aluminio (ATH), también conocido como trihidrato de alúmina y alúmina hidratada, puede aumentar la resistencia al fuego debido a su contenido de agua cristalizada o compuesta. ATH es un ejemplo adecuado de un aditivo disipador de calor. Estos aditivos disipadores de calor de alta eficiencia (HEHS) tienen una capacidad de disipador de calor que excede la capacidad del disipador de calor de cantidades comparables de yeso dihidrato en el rango de temperatura que causa la

deshidratación y la liberación de vapor de agua del componente de yeso dihidrato del núcleo del panel. Dichos aditivos típicamente se seleccionan de composiciones, tales como trihidrato de aluminio u otros hidróxidos metálicos que se descomponen, liberando vapor de agua en el mismo rango de temperatura o similar que el yeso dihidrato. Si bien se pueden usar otros aditivos HEHS (o combinaciones de aditivos HEHS) con una mayor eficiencia del disipador de calor en relación con cantidades comparables de yeso dihidrato, los aditivos preferidos de HEHS proporcionan una eficiencia del disipador de calor suficientemente incrementada en relación con el yeso dihidrato para compensar cualquier aumento en peso u otras propiedades no deseadas de los aditivos HEHS cuando se utilizan en un panel de yeso destinado para aplicaciones con clasificación de resistencia al fuego u otras aplicaciones de alta temperatura. Si se incluye, el aditivo del disipador de calor, como el ATH, está presente en cualquier cantidad adecuada. En algunas formas de realización, se incluye en una cantidad de alrededor de 1 % a alrededor de 8 %, por ejemplo, de alrededor de 2 % a alrededor de 4 % en peso de estuco.

[0106] Las fibras pueden incluir fibras minerales, fibras de carbono y/o de vidrio y mezclas de tales fibras, así como otras fibras comparables que proporcionan beneficios comparables al panel. En algunas formas de realización, las fibras de vidrio se incorporan en la lechada del núcleo de yeso y la estructura del núcleo cristalino resultante. Las fibras de vidrio en algunas de tales formas de realización pueden tener una longitud promedio de alrededor de 0,5 a alrededor de 0,75 pulgadas y un diámetro de alrededor de 11 a alrededor de 17 micrómetros. En otras formas de realización, tales fibras de vidrio pueden tener una longitud promedio de alrededor de 0,5 a alrededor de 0,675 pulgadas y un diámetro de alrededor de 13 a alrededor de 16 micrómetros. Si se incluyen, las fibras, tales como fibras de vidrio, están presentes en cualquier cantidad adecuada, tal como, de alrededor de 0,1 % a alrededor de 3 %, por ejemplo, de alrededor de 0,5 % a alrededor de 1 % en peso de estuco.

[0107] En algunas formas de realización, el producto de placa de yeso exhibe una resistencia al fuego más allá de lo que se encuentra en los paneles de yeso convencionales. Para lograr la resistencia al fuego, la placa puede formarse opcionalmente a partir de ciertos aditivos que mejoran la resistencia al fuego en el producto de la placa final, como se describe en la presente. Algunas placas resistentes al fuego se consideran "clasificadas con resistencia al fuego" cuando la placa pasa ciertas pruebas mientras se encuentra en un ensamblaje.

[0108] De acuerdo con algunas formas de realización, la placa de yeso está

configurada para cumplir con o exceder una clasificación de resistencia al fuego de acuerdo con los requisitos de contención del incendio e integridad estructural de UL U305, U419, U423 y/o procedimientos y estándares de prueba de incendios equivalentes, por ejemplo, donde la placa contiene aditivos resistentes al fuego analizados en la presente. La presente descripción proporciona, por lo tanto, una placa de yeso (por ejemplo, peso y densidad reducidos en espesores de 1/2 pulgada o 5/8 pulgadas) y métodos para prepararla, que son capaces de satisfacer las clasificación de resistencia al fuego (por ejemplo, 17 min., 20 min., 30 min., 3/4 hora, una hora, dos horas, etc.) de conformidad con los procedimientos y estándares de contención e integridad estructural de incendios de diversas normas UL, como las que se describen en la presente, en algunas formas de realización.

[0109] La placa de yeso se puede probar, por ejemplo, en un ensamblaje de acuerdo con las especificaciones UL U305, U419 y U423 de Underwriters Laboratories y cualquier otro procedimiento de prueba de incendio que sea equivalente a cualquiera de esos procedimientos de prueba de incendio. Debe entenderse que la referencia hecha en la presente a un procedimiento de prueba de incendio particular de Underwriters Laboratories, como UL U305, U419 y U423, por ejemplo, también incluye un procedimiento de prueba de incendio, tal como el promulgado por cualquier otra entidad, es decir equivalente a la norma UL en cuestión.

[0110] Por ejemplo, la placa de yeso en algunas formas de realización es efectiva para inhibir la transmisión de calor a través de un ensamblaje construido de acuerdo con cualquiera de los números de diseño UL U305, U419 o U423, donde el ensamblaje tiene un primer lado con una sola capa de paneles de yeso y un segundo lado con una sola capa de paneles de yeso. Las superficies de las placas de yeso en el primer lado del ensamblaje se calientan de acuerdo con la curva de tiempo-temperatura de ASTM E119-09a, mientras que las superficies de los paneles de yeso en el segundo lado del ensamblaje cuentan con sensores de temperatura de acuerdo con ASTM E119-09a. En algunas formas de realización de placa resistente al fuego, cuando se calienta, el valor único máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 50 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de unos 50 minutos. En algunas formas de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 40 libras por pie cúbico o menos. Deseablemente, la placa tiene buena resistencia como se describe en la presente, como una dureza del núcleo de al menos alrededor de 11 libras (5 kg), por ejemplo, al

menos alrededor de 13 libras (5,9 kg), o al menos alrededor de 15 libras (6,8 kg).

[0111] En algunas formas de realización, cuando se calientan las superficies en el primer lado del ensamblaje de la placa de yeso resistente al fuego con aditivo resistente al fuego en la capa concentrada, el valor individual máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 55 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 55 minutos. En otras formas de realización, cuando se calientan las superficies de placa de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor individual máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 60 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 60 minutos. En otras formas de realización, cuando se calientan las superficies de paneles de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor individual máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 50 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 50 minutos. En otras formas de realización, cuando se calientan las superficies de paneles de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor individual máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 55 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 55 minutos. En otras formas de realización, cuando se calientan las superficies de paneles de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor individual máximo de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 325 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 60 minutos, y el valor promedio de los sensores de temperatura es inferior a alrededor de 250 °F más la temperatura ambiente después de alrededor de 60 minutos.

[0112] En algunas formas de realización, la placa de yeso resistente al fuego con aditivo resistente al fuego en la capa concentrada es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del ensamblaje cuando se construye de acuerdo con el número de diseño UL U305 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora según la norma ASTM E119-09a. En algunas formas de realización, la placa es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del ensamblaje cuando se construye de

acuerdo con el número de diseño UL U419 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora según la norma ASTM E119-09a. En algunas formas de realización, la placa de yeso es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del ensamblaje cuando se construye de acuerdo con el número de diseño UL U423 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora según la norma ASTM E119-09a. En algunas formas de realización, la placa tiene un índice de aislamiento térmico (TI) de alrededor de 20 minutos o más y/o un encogimiento a alta temperatura (S) de alrededor del 10 %. En algunas formas de realización, la placa tiene una relación de expansión de espesor de alta temperatura (TE) con respecto a S (TE/S) de alrededor de 0,2 o más.

[0113] Además, en algunas formas de realización, la placa de yeso puede ser en forma de peso y densidad reducidos, la placa de yeso resistente al fuego con contracción de alta temperatura de menos de alrededor del 10 % en las direcciones x-y (ancho-largo) y expansión de espesor de alta temperatura en la dirección z (espesor) es mayor que alrededor del 20 % cuando se calienta a alrededor de 1560 °F (850 °C). En otras formas de realización más, cuando se usan en paredes u otros ensamblajes, tales ensamblajes tienen un rendimiento de prueba de incendio comparable con el de los ensamblajes hechos con paneles comerciales con clasificación de resistencia al fuego más pesados y más densos. En algunas formas de realización, la contracción de alta temperatura de los paneles es típicamente menor de alrededor del 10 % en las direcciones x-y (ancho-largo). En algunas formas de realización, la relación de la expansión del espesor de alta temperatura en la dirección z con respecto a la contracción de alta temperatura x-y es de al menos alrededor de 2 a más de alrededor de 17 a 1570 °F (855 °C).

[0114] En algunas formas de realización, una placa de yeso resistente al fuego formada de acuerdo con los principios de la presente divulgación, y los métodos para fabricarla, pueden proporcionar un panel que exhibe una resistencia de contracción promedio de alrededor de 85 % o más cuando se calienta a alrededor de 1800 °F (980 °C) durante una hora. En otras formas de realización, la placa de yeso exhibe una resistencia a la contracción promedio de alrededor de 75 % o más cuando se calienta a alrededor de 1800 °F (980 °C) durante una hora.

[0115] La placa de algún producto relacionado con el fuego de acuerdo con la divulgación puede tener un índice de aislamiento térmico (TI) de alrededor de 17 minutos o más, por ejemplo, alrededor de 20 minutos o más, alrededor de 30 minutos o más, alrededor de 45 minutos o más, alrededor de 60 minutos o más, etc.; y/o un

encogimiento a alta temperatura (a temperaturas de alrededor de 1560 °F (850 °C)) de menos de alrededor de 10 % en las direcciones x-y y expansión en la dirección z de más de alrededor de 20 %. Las formas de realización resistentes al fuego pueden tener una densidad relativamente mayor, por ejemplo, la placa de yeso puede tener una densidad (D) de alrededor de 40 libras por pie cúbico o menos (por ejemplo, 37 pcf o menos, 35 pcf o menos, 33 pcf o menos, o las otras densidades enumeradas en la presente). Las capas de yeso entre las láminas pueden ser efectivas para proporcionar a la placa de yeso una relación T/D de alrededor de 0,6 minutos/libras por pie cúbico (0,038 minutos/(kg/m³)) o más.

[0116] Los aditivos de resistencia al fuego o al agua se pueden incluir en cualquier cantidad adecuada según se desee y sea efectivo. Por ejemplo, si se incluyen, los aditivos de resistencia al fuego o al agua pueden estar en una cantidad de alrededor de 0,5 % a alrededor de 10 % en peso del estuco, tal como de alrededor de 1 % a alrededor de 10 %, de alrededor de 1 % a alrededor de 8 %, de alrededor de 2 % a alrededor del 10 %, de alrededor de 2 % a alrededor del 8 % en peso del estuco, etc.

[0117] Si se incluye, en algunas formas de realización, el siloxano se añade con preferencia en forma de una emulsión. La lechada se conforma y se seca luego en condiciones que promueven la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Un catalizador que promueve la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada se puede agregar a la lechada de yeso. En algunas formas de realización, el fluido de metil hidrógeno siloxano sin solvente vendido bajo el nombre SILRES BS 94 por Wacker-Chemie GmbH (Munich, Alemania) se puede usar como siloxano. Este producto es un fluido de siloxano que no contiene agua ni solventes. Se contempla que alrededor del 0,3 % a alrededor del 1,0 % del BS 94 siloxano se puede usar en algunas formas de realización, en función al peso de los ingredientes secos. Por ejemplo, en algunas formas de realización, se prefiere usar de alrededor de 0,4 % a alrededor de 0,8 % del siloxano en función del peso de estuco seco.

[0118] La formulación de lechada se puede elaborar con cualquier relación de agua/estuco adecuada, por ejemplo, de alrededor de 0,4 a alrededor de 1,3. Sin embargo, debido a que los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación reducen la cantidad de agua requerida para ser añadida a la lechada para acomodarlos, en comparación con otros almidones (por ejemplo, almidón pregelatinizado convencional preparado de acuerdo con un método diferente), la lechada se puede formular con una

entrada de relación de agua/estuco que es menor en algunas formas de realización que lo que es convencional para otras lechadas de yeso que contienen almidón, especialmente a bajo peso/densidad. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la relación de agua/estuco puede ser de alrededor de 0,4 a alrededor de 1,1, de alrededor de 0,4 a alrededor de 0,9, de alrededor de 0,4 a alrededor de 0,85, de alrededor de 0,45 a alrededor de 0,85, de alrededor de 0,55 a alrededor de 0,85, de alrededor de 0,55 a alrededor de 0,8, de alrededor de 0,6 a alrededor de 0,9, de alrededor de 0,6 a alrededor de 0,85, de alrededor de 0,6 a alrededor de 0,8, etc.

[0119] Las láminas pueden estar formadas de cualquier material adecuado y peso base. Ventajosamente, el núcleo de placa formado a partir de una lechada que comprende almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación, proporciona una resistencia suficiente en la placa incluso con láminas de menor peso base tales como, por ejemplo, menos de 45 lb/MSF (por ejemplo, alrededor de 33 lb/MSF a 45 lb/MSF) incluso para placas de menor peso (por ejemplo, con una densidad de alrededor de 35 pcf o inferior) en algunas formas de realización. Sin embargo, si se desea, en algunas formas de realización, se pueden usar pesos base más pesados, por ejemplo, para mejorar aún más la resistencia a la tracción del clavo o para mejorar el manejo, por ejemplo, para facilitar las características de "sensación" deseables para los usuarios finales.

[0120] En algunas formas de realización, para mejorar la resistencia (por ejemplo, resistencia a la tracción del clavo), especialmente para una placa de menor densidad, una o ambas láminas se pueden formar a partir de papel y tienen un peso base de, por ejemplo, al menos alrededor de 45 lb/MSF (por ejemplo, de alrededor de 45 lb/MSF a alrededor de 65 lb/MSF, de alrededor de 45 lb/MSF a alrededor de 60 lb/MSF, de alrededor de 45 lb/MSF a alrededor de 55 lb/MSF, de alrededor de 50 lb/MSF a alrededor de 65 lb/MSF, de alrededor de 50 lb/MSF a alrededor de 60 lb/MSF, etc.). Si se desea, en algunas formas de realización, una lámina (por ejemplo, el lado del papel "frontal" cuando se instala) puede tener el peso base más alto mencionado anteriormente, por ejemplo, para mejorar la resistencia a la tracción del clavo y el manejo, mientras que la otra lámina (por ejemplo, la lámina "trasera" cuando se instala la placa) puede tener una base de peso algo menor si se desea (por ejemplo, una base de peso menor de alrededor de 45 lb/MSF, por ejemplo, de alrededor de 33 lb/MSF a alrededor de 45 lb/MSF o de alrededor de 33 lb/MSF a alrededor de 40 lb/MSF).

[0121] El peso de la placa es una función del espesor. Dado que las placas se

fabrican comúnmente con diferentes espesores, la densidad de la placa se usa en la presente como una medida del peso de la placa. Como se señala en la presente, las formas de realización preferidas de la divulgación tienen una utilidad particular en densidades más bajas donde la resistencia mejorada proporcionada por el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, permite ventajosamente el uso de placas de menor peso con buena resistencia y menor demanda de agua que la placa hecha a partir de otros almidones. Por ejemplo, las cantidades elevadas de almidón pregelatinizado de acuerdo con formas de realización preferidas se pueden usar para preparar placas de peso ultraligero (por ejemplo, a una densidad de 31 pcf o menos) con buenas propiedades de resistencia. Sin embargo, las ventajas del almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación se pueden observar a través de diversas densidades de placas, por ejemplo, alrededor de 40 pcf o menos, tal como de alrededor de 20 pcf a alrededor de 40 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 37 pcf, etc.

[0122] En otras formas de realización, la densidad de la placa puede ser de alrededor de 20 pcf a alrededor de 35 pcf, por ejemplo, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 34 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 33 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 32 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 31 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 30 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 29 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 28 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 27 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 26 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 25 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 24 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 23 pcf, de alrededor de 20 pcf a alrededor de 22 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 35 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 34 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 33 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 32 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 31 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 30 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 29 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 28 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 27 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 26 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 25 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 24 pcf, de alrededor de 21 pcf a alrededor de 23 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 35 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 34 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 33 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 32 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 31 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 30 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 29 pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 28

pcf, de alrededor de 24 pcf a alrededor de 27 pcf, o de alrededor de 24 pcf a alrededor de 26 pcf.

[0123] Los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, pueden añadirse a la lechada para proporcionar una mejora de la resistencia al producto de acuerdo con la divulgación, lo que puede ser especialmente beneficioso a menor peso/densidad. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la placa fabricada de acuerdo con las formas de realización de la divulgación tiene una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 400 psi (2.750 kPa) a una densidad de 29 pcf según lo probado según el método expuesto en el Ejemplo 4. Ventajosamente, en diversas formas de realización a diversas densidades de placa como se describe en la presente, la placa producida por el método de acuerdo con algunas formas de realización puede prepararse para tener una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi (1170 kPa), por ejemplo, de alrededor de 170 psi a alrededor de 1000 psi (6900 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 900 psi (6200 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 800 psi (5500 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 700 psi (4800 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 600 psi (4100 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 500 psi (3450 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 450 psi (3100 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 400 psi (2760 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 350 psi (2410 kPa), de alrededor de 170 psi a alrededor de 300 psi (2070 kPa), o de alrededor de 170 psi a alrededor de 250 psi (1720 kPa). En algunas formas de realización, la placa tiene una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 450 psi (3100 kPa), al menos alrededor de 500 psi (3450 kPa), al menos alrededor de 550 psi (3800 kPa), al menos alrededor de 600 psi (4100 kPa), al menos alrededor de 650 psi (4500 kPa), al menos alrededor de 700 psi (4800 kPa), al menos alrededor de 750 psi (5200 kPa), al menos alrededor de 800 psi (5500 kPa), al menos alrededor de 850 psi (5850 kPa), al menos alrededor de 900 psi (6200 kPa), al menos alrededor de 950 psi (6550 kPa), o al menos alrededor de 1000 psi (6900 kPa). Además, en algunas formas de realización, la resistencia a la compresión puede estar ligada por cualesquiera de los dos criterios antes mencionados. Por ejemplo, la resistencia a la compresión puede estar entre alrededor de 450 psi y alrededor de 1000 psi (por ejemplo, entre alrededor de 500 psi y alrededor de 900 psi, entre alrededor de 600 psi y alrededor de 800 psi, etc.).

[0124] En algunas formas de realización, la placa hecha de acuerdo con la divulgación cumple con los protocolos de prueba de acuerdo con la norma ASTM C473-10. Por

ejemplo, en algunas formas de realización, cuando la placa se moldea a un espesor de $\frac{1}{2}$ pulgada, la placa tiene una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb_f (libras de fuerza) según lo determinado de acuerdo con la norma ASTM C473-10, Método B, por ejemplo, al menos alrededor de 68 lb_f, al menos alrededor de 70 lb_f, al menos alrededor de 72 lb_f, al menos alrededor de 75 lb_f, al menos alrededor de 77 lb_f, etc. En diversas formas de realización, la resistencia a la tracción del clavo puede ser de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 100 lb_f, por ejemplo, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 95 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 90 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 85 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 80 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 77 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 75 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 72 lb_f, de alrededor de 68 lb_f a alrededor de 70 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 100 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 95 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 90 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 85 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 80 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 77 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 75 lb_f, de alrededor de 70 lb_f a alrededor de 72 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 100 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 95 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 90 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 85 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 80 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 77 lb_f, de alrededor de 72 lb_f a alrededor de 75 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 100 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 95 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 90 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 85 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 80 lb_f, de alrededor de 75 lb_f a alrededor de 77 lb_f, de alrededor de 77 lb_f a alrededor de 100 lb_f, de alrededor de 77 lb_f a alrededor de 95 lb_f, de alrededor de 77 lb_f a alrededor de 90 lb_f, de alrededor de 77 lb_f a alrededor de 85 lb_f, o de alrededor de 77 lb_f a alrededor de 80 lb_f.

[0125] Con respecto a la resistencia a la flexión, en algunas formas de realización, cuando se moldea en una placa de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, la placa tiene una resistencia a la flexión de al menos alrededor de 36 lb_f en una dirección de la máquina (por ejemplo, al menos alrededor de 38 lb_f, al menos alrededor de 40 lb_f, etc.) y/o al menos alrededor de 107 lb_f (por ejemplo, al menos alrededor de 110 lb_f, al menos alrededor de 112 lb_f, etc.) en una dirección transversal a la máquina según lo determinado de acuerdo con la norma ASTM C473, método B. En diversas formas de realización, la placa puede tener una resistencia a la flexión en una dirección de la máquina de alrededor de 36 lb_f a alrededor de 60 lb_f, por ejemplo, de alrededor de 36 lb_f a alrededor de 55 lb_f, de alrededor de 36 lb_f a alrededor de 50 lb_f de alrededor de 36

lb_f a alrededor de 45 lb_f, de alrededor de 36 lb_f a alrededor de 40 lb_f, de alrededor de 36 lb_f a alrededor de 38 lb_f, de alrededor de 38 lb_f a alrededor de 60 lb_f, de alrededor de 38 lb_f a alrededor de 55 lb_f, de alrededor de 38 lb_f a alrededor de 50 lb_f, de alrededor de 38 lb_f a alrededor de 45 lb_f, de alrededor de 38 lb_f a alrededor de 40 lb_f, de alrededor de 40 lb_f a alrededor de 60 lb_f, de alrededor de 40 lb_f a alrededor de 55 lb_f, de alrededor de 40 lb_f a alrededor de 50 lb_f, o de alrededor de 40 lb_f a alrededor de 45 lb_f. En diversas formas de realización, la placa puede tener una resistencia a la flexión en una dirección transversal a la máquina de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 130 lb_f, por ejemplo, de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 125 lb_f, de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 120 lb_f de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 115 lb_f, de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 112 lb_f, de alrededor de 107 lb_f a alrededor de 110 lb_f, de alrededor de 110 lb_f a alrededor de 130 lb_f, de alrededor de 110 lb_f a alrededor de 125 lb_f, de alrededor de 110 lb_f a alrededor de 120 lb_f, de alrededor de 110 lb_f a alrededor de 115 lb_f, de alrededor de 110 lb_f a alrededor de 112 lb_f, de alrededor de 112 lb_f a alrededor de 130 lb_f, de alrededor de 112 lb_f a alrededor de 125 lb_f, de alrededor de 112 lb_f a alrededor de 120 lb_f, o de alrededor de 112 lb_f a alrededor de 115 lb_f.

[0126] Además, en algunas formas de realización, la placa puede tener una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb_f, por ejemplo, al menos alrededor de 12 lb_f, al menos alrededor de 13 lb_f, al menos alrededor de 14 lb_f, al menos alrededor de 15 lb_f, al menos alrededor de 16 lb_f, al menos alrededor de 17 lb_f, al menos alrededor de 18 lb_f, al menos alrededor de 19 lb_f, al menos alrededor de 20 lb_f, al menos alrededor de 21 lb_f, o al menos alrededor de 22 lb_f, según lo determinado según ASTM C473-10, método B. En algunas formas de realización, la placa puede tener una dureza del núcleo de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 25 lb_f, por ejemplo, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 16 lb_f de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 15 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 14 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 13 lb_f, de alrededor de 11 lb_f a alrededor de 12 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 16 lb_f, de

alrededor de 12 lb_f a alrededor de 15 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 14 lb_f, de alrededor de 12 lb_f a alrededor de 13 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 16 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 15 lb_f, de alrededor de 13 lb_f a alrededor de 14 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 16 lb_f, de alrededor de 14 lb_f a alrededor de 15 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 15 lb_f a alrededor de 16 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 16 lb_f a alrededor de 17 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 17 lb_f a alrededor de 18 lb_f, de alrededor de 18 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 18 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 18 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 18 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 18 lb_f a alrededor de 19 lb_f, de alrededor de 19 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 19 lb_f a alrededor de 22 lb_f, de alrededor de 19 lb_f a alrededor de 21 lb_f, de alrededor de 19 lb_f a alrededor de 20 lb_f, de alrededor de 21 lb_f a alrededor de 25 lb_f, de alrededor de 21 lb_f a alrededor de 22 lb_f, o de alrededor de 22 lb_f a alrededor de 25 lb_f.

[0127] Debido al menos en parte a la característica de viscosidad de rango medio que resulta en algunas formas de realización de la divulgación, estos estándares (por ejemplo, resistencia a la tracción del clavo, resistencia a la flexión y dureza del núcleo) pueden cumplirse incluso con respecto al placa de densidad ultraligera (por ejemplo, alrededor de 31 pcf o menos) como se describe en la presente.

[0128] Los inventores también han descubierto que los almidones pregelatinizados y

parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con formas de realización de la divulgación, demuestran velocidades de hidratación del fraguado de aumento de temperatura (TRS) que son comparables o superiores a las de los almidones pregelatinizados convencionales preparados de acuerdo con un método diferente. El tiempo de fraguado deseado puede depender de la formulación, y la persona del oficio de nivel medio puede determinar el tiempo de fraguado deseado dependiendo de las condiciones de la planta y las materias primas disponibles.

[0129] El producto de acuerdo con las formas de realización de la divulgación se puede fabricar en líneas de fabricación típicas. Las técnicas de fabricación de placas se describen, por ejemplo, en la patente estadounidense 7.364.676 y en la publicación de solicitud de la patente estadounidense 2010/0247937. Brevemente, en el caso de la placa de yeso, el proceso generalmente implica descargar una lámina sobre un transportador en movimiento. Dado que la placa de yeso se forma normalmente "boca abajo", esta lámina es la lámina "frontal" en tales formas de realización.

[0130] Los componentes secos y/o húmedos de la lechada de yeso se alimentan a un mezclador (por ejemplo, mezclador con clavijas), en donde se agitan para formar la lechada de yeso. El mezclador comprende un cuerpo principal y un conducto de descarga (por ejemplo, una disposición de compuerta de receptáculo-recipiente como se conoce en la técnica, o una disposición como se describe en las patentes estadounidenses 6.494.609 y 6.874.930). En algunas formas de realización, el conducto de descarga puede incluir un distribuidor de lechada con una sola entrada de alimentación o múltiples entradas de alimentación, tales como las descritas en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2012/0168527 A1 (solicitud N.º 13/341.016) y la publicación de solicitud de patente estadounidense 2012/0170403 A1 (solicitud N.º 13/341.209), por ejemplo. En esas formas de realización, mediante el uso de un distribuidor de lechada con múltiples entradas de alimentación, el conducto de descarga puede incluir un divisor de flujo adecuado, tal como los descritos en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2012/0170403 A1. El agente espumante puede agregarse en el conducto de descarga del mezclador (por ejemplo, en la compuerta como se describe, por ejemplo, en las patentes estadounidenses N.º 5.683.635 y 6.494.609) o en el cuerpo principal si se desea. La lechada descargada del conducto de descarga después de que se hayan agregado todos los ingredientes, que incluyen el agente espumante, es la lechada de yeso primaria y formará el núcleo de la placa. Esta lechada del núcleo de la placa se descarga sobre la lámina frontal móvil.

[0131] La lámina frontal puede llevar un enlucido fino en forma de una capa relativamente densa de lechada. Además, los bordes duros, como se conoce en la técnica, pueden formarse, por ejemplo, a partir de la misma corriente de lechada que forma el enlucido frontal. En formas de realización en las que se inserta espuma en el conducto de descarga, se puede eliminar una corriente de lechada de yeso secundaria del cuerpo del mezclador para formar la lechada de enlucido denso, que luego se puede usar para formar el enlucido frontal y los bordes duros como se conoce en la técnica. Si se incluye, el enlucido frontal y los bordes duros se depositan normalmente sobre la lámina frontal móvil antes de que se deposite la lechada del núcleo, generalmente corriente arriba del mezclador. Después de descargarse del conducto de descarga, la lechada del núcleo se extiende, según sea necesario, sobre la lámina frontal (opcionalmente lleva un enlucido) y se cubre con una segunda lámina (generalmente la lámina “trasera”) para formar un ensamblaje húmedo en la forma de una estructura de sándwich que es una placa precursora del producto final. La segunda lámina puede tener opcionalmente un segundo enlucido, que puede formarse a partir de la misma lechada de yeso secundaria (densa) o de una diferente para el enlucido frontal, si está presente. Las láminas pueden estar formadas de papel, manta fibrosa u otro tipo de material (por ejemplo, papel de aluminio, plástico, manta de vidrio, material no tejido, como una mezcla de relleno celulósico e inorgánico, etc.).

[0132] El ensamblaje húmedo así proporcionado se transporta a una estación de formación donde el producto se dimensiona a un espesor deseado (por ejemplo, a través de la placa de formación), y a una o más secciones de cuchilla donde se corta a una longitud deseada. El ensamblaje húmedo se deja endurecer para formar la matriz cristalina entrelazada del yeso fraguado, y el exceso de agua se elimina mediante el uso de un proceso de secado (por ejemplo, mediante el transporte del ensamblaje a través de un horno). De manera sorprendente e inesperada, se ha encontrado que la placa preparada de acuerdo con la divulgación con almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparada de acuerdo con formas de realización de la divulgación, requiere significativamente menos tiempo en un proceso de secado debido a la baja demanda de agua característica del almidón. Esto es ventajoso porque reduce los costos de energía.

[0133] También es común en la fabricación de placas de yeso utilizar la vibración para eliminar grandes vacíos o bolsas de aire de la lechada depositada. Cada una de las etapas anteriores, así como los procesos y equipos para realizar dichas etapas, son conocidos en la técnica.

[0134] El almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con formas de realización de la divulgación, puede usarse para formular diversos productos, tales como, por ejemplo, paneles de yeso, placas acústicas (por ejemplo, para cielo rasos), compuesto para juntas, productos de yeso-fibra de celulosa, tales como panel de yeso-fibra de madera, y similares. En algunas formas de realización, dicho producto puede formarse a partir de una lechada de acuerdo con formas de realización de la divulgación.

[0135] Como tal, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado en una extrusora de acuerdo con formas de realización de la divulgación, puede tener un efecto beneficioso, como se describe en la presente, en el producto además de una placa de yeso revestida de papel en formas de realización de la divulgación. Por ejemplo, el almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado, preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, puede usarse en productos con revestimiento de manta (por ejemplo, tejidos) donde las láminas de placa están en forma de mantas fibrosas. Las mantas pueden opcionalmente tener un acabado para reducir la permeabilidad al agua. Otros ingredientes que se pueden incluir en la fabricación de dicho producto con revestimiento de manta, así como los materiales para las mantas fibrosas y los métodos de fabricación, se analizan, por ejemplo, en la patente estadounidense 8.070.895, así como en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2009/0247937.

[0136] Además, el producto de yeso celulósico puede estar en forma de partículas anfitrionas celulósicas (por ejemplo, fibras de madera), yeso, almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, y otros ingredientes (por ejemplo, aditivos resistentes al agua tales como siloxanos) según se desee. Otros ingredientes y métodos de fabricación se analizan, por ejemplo, en las patentes estadounidenses 4.328.178; 4.239.716; 4.392.896; 4.645.548; 5.320.677; 5.817.262; y 7.413.603.

Ejemplos ilustrativos de formas de realización

[0137] En una forma de realización, la placa de yeso comprende un núcleo de yeso fraguado entre dos láminas, el núcleo formado a partir de una lechada que comprende estuco, agua y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método VMA, en donde el almidón está presente en una cantidad superior al 10 % en peso del estuco. La placa tiene una densidad de alrededor de 31 pcf o menos y con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa cumple con al menos uno de los

siguientes: una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi, una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb (alrededor de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb_f (alrededor de 5 kg), una resistencia a la flexión promedio de al menos alrededor de 36 lb_f (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en una dirección transversal a la máquina, u otra propiedad de resistencia descrita en la presente. La resistencia a la tracción del clavo, la dureza del núcleo y la resistencia a la flexión se determinan de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

[0138] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 200 cP.

[0139] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado tiene una viscosidad de alrededor de 30 cP a alrededor de 150 cP.

[0140] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado está presente en una cantidad de alrededor de 10,1 % a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0141] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado está presente en una cantidad de alrededor de 12 % a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0142] En otra forma de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 15 pcf a alrededor de 31 pcf.

[0143] En otra forma de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 15 pcf a alrededor de 27 pcf.

[0144] En otra forma de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 19 pcf a alrededor de 24 pcf.

[0145] En otra forma de realización, la placa tiene una resistencia a la compresión de alrededor de 170 psi a alrededor de 250 psi.

[0146] En otra forma de realización, el almidón tiene una solubilidad en agua fría de al menos alrededor del 70 % (por ejemplo, al menos alrededor del 75 %, al menos alrededor del 80 %, al menos alrededor del 85 %, al menos alrededor del 90 %, al menos alrededor del 95 %, etc.) cuando se mide a 25 °C.

[0147] En otra forma de realización, el almidón tiene una viscosidad en agua fría de una lechada de almidón al 10 % en agua cuando se mide a 25 °C de alrededor de 60 cP a alrededor de 160 cP.

[0148] En otra forma de realización, un método para fabricar una placa de yeso comprende mezclar al menos agua, estuco y al menos un almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP, según se mide según el método VMA, en donde el almidón está presente en una cantidad superior al

10 % en peso del estuco. La lechada se dispone entre una primera lámina y una segunda lámina para formar un ensamblaje húmedo. El ensamblaje húmedo se corta en una placa y la placa se seca. La placa tiene una densidad de alrededor de 31 pcf o menos y con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa cumple con al menos uno de los siguientes: una resistencia a la compresión de al menos alrededor de 170 psi, una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb_f (alrededor de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb_f (alrededor de 5 kg), una resistencia a la flexión promedio de al menos alrededor de 36 lb_f (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en una dirección transversal a la máquina, u otra propiedad de resistencia descrita en la presente. La resistencia a la tracción del clavo, la dureza del núcleo y la resistencia a la flexión se determinan de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

[0149] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado tiene una viscosidad de alrededor de 30 cP a alrededor de 200 cP.

[0150] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado está presente en una cantidad de alrededor de 10,1 % a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0151] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado está presente en una cantidad de alrededor de 12 % a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0152] En otra forma de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 15 pcf a alrededor de 27 pcf.

[0153] En otra forma de realización, una lechada comprende agua, estuco y almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de alrededor de 20 cP a alrededor de 300 cP según se mide de acuerdo con el método VMA, en donde el almidón está presente en una cantidad superior al 10 % en peso del estuco; en donde cuando la lechada se moldea y se seca como una placa que comprende una composición de yeso fraguado, la composición de yeso fraguado comprende una matriz cristalina continua sustancialmente de sulfato de calcio dihidrato, en donde dicha placa tiene una densidad de alrededor de 31 pcf o menos, y con un espesor de media pulgada (alrededor de 1,3 cm), la placa cumple al menos con uno de los siguientes: una resistencia a la tracción del clavo de al menos alrededor de 65 lb_f (alrededor de 29 kg), una dureza promedio del núcleo de al menos alrededor de 11 lb_f (alrededor de 5 kg), y una resistencia a la flexión promedio de al menos alrededor de 36 lb_f (alrededor de 16 kg) en la dirección de la máquina y/o alrededor de 107 lb (alrededor de 48,5 kg) en la dirección transversal a la máquina, la resistencia a la tracción del clavo, la dureza del

núcleo y la resistencia a la flexión determinada de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B.

[0154] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado tiene una viscosidad de alrededor de 30 cP a alrededor de 200 cP.

[0155] En otra forma de realización, el almidón pregelatinizado está presente en una cantidad de alrededor de 10,1 % a alrededor de 25 % en peso del estuco.

[0156] En otra forma de realización, la placa tiene una densidad de alrededor de 15 pcf a alrededor de 27 pcf.

[0157] Debe observarse que los precedentes son meramente ejemplos de formas de realización. Otras formas de realización de ejemplo son evidentes a partir de la totalidad de la descripción en la presente. Una persona del oficio de nivel medio también entenderá que cada una de estas formas de realización se puede usar en diversas combinaciones con las otras formas de realización proporcionadas en la presente.

[0158] Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la invención pero, por supuesto, no se deberían interpretar como limitativos de su alcance de modo alguno.

EJEMPLO 1

[0159] Este Ejemplo ilustra la preparación de almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados.

[0160] Se prepararon nueve almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, para diversas pruebas de propiedades específicas (por ejemplo, viscosidad, fluidez, resistencia). Estos nueve almidones (en las composiciones 1D-1L) se analizaron junto con tres almidones disponibles en el comercio (en las composiciones 1A-1C).

[0161] Los precursores húmedos de almidón se prepararon mediante la mezcla de una harina de maíz degerminada disponible en el comercio como CCM 260 Yellow Corn Meal de Bunge North America (St. Louis, MO) en una cantidad de 100 kg, diversas cantidades de sulfato de aluminio (alumbre), un ácido débil que evita sustancialmente la quelación con iones de calcio y/o ácido tartárico (menos del 20 % en peso del total de ácidos débiles) y diversas cantidades de agua. Los precursores de almidón húmedo se alimentaron a una extrusora de husillo simple disponible en el comercio como Advantage 50 de American Extrusion International (South Beloit, IL). En la extrusora, los precursores de almidón húmedo se pregelatinizaron y se modificaron con ácido en una sola etapa, de manera que ocurrieron simultáneamente.

[0162] La Tabla 2 describe los parámetros de la extrusión de la harina de maíz en

presencia de ácido. El tiempo de residencia de la extrusión (es decir, el tiempo de pregelatinización y modificación con ácido) fue inferior a 30 segundos. Todos los porcentajes son en función del peso total del almidón, excepto la humedad, que es en función del peso húmedo total, expresado como la suma de agua, almidón y otros aditivos.

[0163] Los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados resultantes se evaluaron frente a un almidón de maíz pregelatinizado convencional que tiene una viscosidad de 773 centipoises designada como composición 1A (comparativa), así como dos almidones de baja demanda de agua preparados mediante la extrusión de almidones de maíz modificados con ácido, disponibles en el comercio como Clinton 277 (ADM, Chicago, IL) y Calibre 159 (Cargill, Wayzata, MN), designados como composición 1B (comparativa) y composición 1C (comparativa), respectivamente.

Tabla 2

Sustrato	Harina de maíz
Aceite de canola	0,25 % en peso
Alumbre líquido	1 % en peso - 4 % en peso
Ácido tartárico	0 % en peso - 0,3 % en peso
Humedad del almidón durante la extrusión	10 % en peso - 20 % en peso
Husillo principal (RPM)	350
Velocidad de barrena de alimentación (RPM)	14
Temperatura de la matriz (°F)	350-370
Velocidad de cuchilla (RPM)	400-1000

[0164] La Tabla 3 detalla los diversos contenidos de humedad para la extrusión y los contenidos de ácido durante la extrusión para las composiciones 1D-1L. Las composiciones 1D-1H y 1L se prepararon con un contenido de humedad del 16 % en peso, mientras que las composiciones 1I-1K se prepararon con un contenido de humedad del 13 % en peso. Las composiciones 1D-1G y las composiciones 1I-1L se prepararon con alumbre líquido en una cantidad que oscilaba entre 1 % en peso y 4 % en peso, mientras que la composición 1H incluía alumbre líquido y ácido tartárico.

Tabla 3

Composición	Humedad	Ácido
1A	16 % en peso	N/A
1B	19 % en peso	N/A
1C	19 % en peso	N/A
1D	16 % en peso	1 % en peso de alumbre
1E	16 % en peso	2 % en peso de alumbre
1F	16 % en peso	3 % en peso de alumbre

Composición	Humedad	Ácido
1G	16 % en peso	4 % en peso de alumbre
1H	16 % en peso	2 % en peso de alumbre; 0,3 % en peso de ácido tartárico
1I	13 % en peso	1 % en peso de alumbre
1J	13 % en peso	2 % en peso de alumbre
1K	13 % en peso	3 % en peso de alumbre
1L	16 % en peso	3 % en peso de alumbre

[0165] Los ejemplos 2-4 a continuación evalúan las composiciones descritas en la Tabla 3 para diversas propiedades. En el Ejemplo 2, las composiciones 1B-1L se evaluaron con respecto a la viscosidad en las pruebas amilográficas. El Ejemplo 3 evaluó las lechadas preparadas con una de las composiciones 1A, 1D-1I y 1K-1L para determinar la fluidez, que se evaluó por medio de una prueba de asentamiento. Las composiciones 1F y 1L se prepararon utilizando el mismo contenido de humedad y cantidad de ácido, pero en el Ejemplo 3 tenían diferentes cantidades de retardador porque la fluidez se evaluó a la misma velocidad de fraguado que el control 1A.

[0166] Este dato se corroboró adicionalmente al medir el tiempo hasta una hidratación del 50 % para las lechadas. Esto ilustró cuánto tiempo tardaron en fraguarse las lechadas. El Ejemplo 4 evaluó las lechadas preparadas con las composiciones 1A, 1D-1I y 1K para determinar la resistencia, que se evaluó mediante una prueba de resistencia a la compresión descrita en la presente.

EJEMPLO 2

[0167] Este ejemplo ilustra la viscosidad de almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados en una extrusora de acuerdo con las formas de realización de la divulgación. Las composiciones 1D-1K se evaluaron en comparación con los almidones modificados con ácido extruidos disponibles en el comercio (composiciones 1B-1C), específicamente con respecto a cómo cambia la viscosidad en función de la cantidad de ácido (por ejemplo, alumbre) y el contenido de humedad, definido por el nivel de humedad del almidón húmedo que se alimenta a través de la extrusora.

[0168] En preparación para el ensayo, las composiciones se mezclaron con agua en una lechada de almidón, de manera que las lechadas de almidón contenían las composiciones en una cantidad de 10 % en peso. Se observará que el término "solución" se usa cuando el almidón está completamente gelatinizado y completamente disuelto y el término "lechada" se usa cuando el almidón no está completamente disuelto. A continuación, se evaluó la viscosidad de cada composición a diferentes temperaturas mediante la técnica de amilografía descrita en la presente.

Los resultados de las pruebas se representaron en las Figuras 1 y 2, que son amilogramas que evalúan la viscosidad de almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados a diferentes temperaturas mediante la representación de la viscosidad (eje y izquierdo) y la temperatura (eje y derecho) respecto del tiempo (eje x). La curva de temperatura se superpone contra cada muestra. Se utilizó el mismo perfil de temperatura para cada muestra. Las otras curvas muestran la viscosidad de los almidones.

[0169] La viscosidad inicial a 25 °C fue un indicador de la fluidez de un sistema de lechada que contiene cualquiera de las composiciones 1B-1K. 25 °C es la temperatura a la que se mezclará el almidón con el estuco y otros ingredientes para fabricar la placa. A esta temperatura, además, la viscosidad del almidón está correlacionada negativamente con la fluidez de la lechada de estuco.

[0170] La viscosidad en el canal (93 °C) fue un indicador del peso molecular de cualquiera de las composiciones 1B-1K. A una temperatura de 93 °C, las moléculas de almidón se disuelven completamente en agua. La viscosidad de las soluciones de almidón a 93 °C se correlaciona positivamente con el peso molecular del almidón, que resulta de la hidrólisis parcial.

[0171] La Figura 1 es un amilograma que representa la viscosidad (eje y izquierdo) y la temperatura (eje y derecho) durante un período de cincuenta minutos (eje x). Las composiciones comparativas 1B y 1C y las composiciones 1D-1H, como se describe en la presente, se mezclaron en soluciones de almidón en una cantidad de 10 % en peso en función del peso de la solución. Para evitar la formación de grumos, se añadió almidón en el agua en una taza mezcladora de una mezcladora Waring mientras se mezclaba a baja velocidad durante 20 segundos. Las soluciones de almidón se evaluaron luego mediante el uso de un Viscograph-E (CW Brabender® Instruments, Inc., South Hackensack, NJ). De acuerdo con el procedimiento de medición de viscosidad de Brabender como se menciona en la presente, la viscosidad se mide mediante el uso de un CW Brabender Viscograph, por ejemplo, un Viscograph-E que usa un par de reacción para la medición dinámica. Cabe señalar que, como se define en la presente, las unidades de Brabender se miden mediante el uso de un tamaño de copa de muestra de 16 fl. oz (alrededor de 500 cc), con un cartucho de 700 cmg a una RPM de 75. Una persona del oficio de nivel medio también reconocerá fácilmente que las unidades de Brabender pueden convertirse a otras mediciones de viscosidad, como centipoises (por ejemplo, $cP = BU \times 2,1$, cuando el cartucho de medición es de 700 cmg) o unidades de Krebs, como se describe en la presente. Los perfiles de

pegado de las composiciones 1D-1H extruidas al 16 % en peso de contenido de humedad se muestran en la Figura 1 junto con las composiciones comparativas 1B y 1C.

[0172] Considerando las composiciones 1D-1H, a medida que el alumbre aumentaba de 1 % en peso a 4 % en peso, la viscosidad inicial disminuía de 70 unidades de Brabender (BU) a 10 BU, mientras que el peso molecular también disminuía. Las viscosidades y viscosidades iniciales a 93 °C de las composiciones 1D-1H se redujeron a tan bajas como las de las composiciones 1B y 1C. Las composiciones 1B y 1C representan los límites de viscosidad convencionales de los almidones de baja demanda de agua.

[0173] Los resultados de las composiciones 1D-1H mostrados en la Figura 1 demuestra que se puede lograr una modificación con ácido óptima durante la extrusión. Estos resultados sugieren además que el método de preparación de almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado redujo con éxito la viscosidad (peso molecular) del almidón. No se observó un pico de viscosidad entre 70 °C a 90 °C, lo que indica que las composiciones 1D-1H estaban completamente gelatinizadas. Si las composiciones 1D-1H no se hubieran gelatinizado completamente, hubiese habido un aumento en la viscosidad. La gelatinización completa de las composiciones de almidón se confirmó mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC).

[0174] La Figura 2 es un segundo amilograma que representa la viscosidad (eje y izquierdo) y la temperatura (eje y derecho) durante un período de cincuenta minutos (eje x). Las composiciones comparativas 1B y 1C y las composiciones 1I-1K, todas como se describen en la presente, se mezclaron en soluciones de almidón en una cantidad de 10 % en peso en función del peso de la solución. Para evitar la formación de grumos, se añadió almidón en el agua en una taza mezcladora de una mezcladora Waring mientras se mezclaba a baja velocidad durante 20 segundos. Las soluciones de almidón se evaluaron luego mediante el uso de un Viscograph-E. Los perfiles de pegado de las composiciones 1I-1K extruidas al 13 % en peso de contenido de humedad se muestran en la Figura 2 junto con las composiciones comparativas 1B y 1C.

[0175] Tendencias similares observadas con las composiciones 1D-1H se observaron con las composiciones 1I-1K. En particular, el método de preparación de almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en una extrusora como se describe en la presente redujo con éxito la viscosidad de las composiciones 1I-1K.

[0176] A medida que el alumbre aumentó del 1 % en peso al 3 % en peso, la

viscosidad inicial disminuyó de 75 BU a 14 BU, mientras que el peso molecular también disminuyó. Las viscosidades iniciales y la viscosidad a 93° °C de las composiciones 1I-1K se redujeron a tan bajas como las de las composiciones 1B y 1C. **[0177]** Además, los resultados de las composiciones 1I-1K mostrados en la Figura 2 demuestran que se puede lograr una modificación con ácido óptima durante la extrusión. No se observó un pico de viscosidad entre 70 °C y 90 °C, lo que indica que las composiciones 1I-1K estaban gelatinizadas completamente.

[0178] Además, estos resultados muestran que a un menor contenido de humedad, se puede lograr mayor hidrólisis del almidón a un nivel de ácido dado que a un mayor contenido de humedad porque a un contenido de humedad bajo hay más energía mecánica y, por lo tanto, más degradación del almidón, de manera que el almidón se hará más pequeño mediante el uso del mismo nivel de ácido.

EJEMPLO 3

[0179] Este Ejemplo ilustra la fluidez de las lechadas de yeso que contienen las composiciones 1A (comparativas), 1D-1I y 1K-1L. Las composiciones se evaluaron con respecto a la fluidez mediante el uso de una prueba de asentamiento que será apreciada por una persona del oficio de nivel medio.

[0180] En la preparación de la prueba, se prepararon lechadas con cada una de las composiciones 1A (comparativas), 1D-1I y 1K-1L en una cantidad de 2 % en peso y la formulación descrita en la Tabla 4, mediante el uso de una relación de estuco con respecto a agua (WSR) de 1,0.

Tabla 4

Ingrediente	Peso (gramos)
Estuco	400
Acelerador de resistencia al calor	4
Composición de almidón	8
Trimetafosfato de sodio Solución al 10 %	8
Dispersante	2
Retardante de solución al 1 %.	20
Agua de calibración	357
Espuma PFM-33 (solución al 0,5 %)	25

[0181] El almidón se pesó en una mezcla seca que comprendía estuco con una pureza superior al 95 % y un acelerador resistente al calor. Se pesaron agua, trimetafosfato de sodio (solución al 10 % en peso), dispersante y retardador en el recipiente de mezcla de un mezclador Hobart. La mezcla seca se vertió en el

recipiente de mezcla de un mezclador disponible como N50 5 Quart Mixer de Hobart (Troy, OH), se empapó durante 10 segundos y se mezcló a la velocidad II durante 30 segundos. Para la preparación de la espuma, se formó una solución al 0,5 % de jabón Hyonic® PFM-33 (disponible en GEO® Specialty Chemicals, Ambler, PA) y luego se mezcló con aire para hacer la espuma de aire. La espuma de aire se añadió a la lechada mediante el uso de un generador de espuma.

[0182] Cada lechada se puso en un cilindro, con un diámetro de 4,92 cm (1,95 pulg.) y una altura de 10 cm (3,94 pulg.). Luego se levantó el cilindro, permitiendo que la lechada fluya libremente. Los diámetros de los asentamientos que se formaron se midieron para ilustrar la fluidez de las lechadas y se registran en la Tabla 5. La Tabla 5 también incluye los resultados de tiempo hasta una prueba de hidratación a 50 % que se explica con más detalle a continuación. El retardador de la composición 1L se incrementó de 0,05 % en peso a 0,0625 % en peso, de modo que la composición 1L tuvo la misma velocidad de fraguado que la composición de referencia 1A.

Tabla 5

Composición	Retardador	Asentamiento (cm)	Tiempo hasta 50 % de hidratación (minutos)
1A	0,05 % en peso	13,7 cm (5 3/8 pulg.)	4
1D	0,05 % en peso	16,5 cm (6 1/2 pulg.)	3,8
1E	0,05 % en peso	15,2 cm (6 pulg.)	3,6
1F	0,05 % en peso	16,2 cm (6 3/8 pulg.)	3,7
1G	0,05 % en peso	16,2 cm (6 3/8 pulg.)	3,3
1H	0,05 % en peso	17,8 cm (7 pulg.)	3,7
1I	0,05 % en peso	15,9 cm (6 1/4 pulg.)	3,6
1K	0,05 % en peso	18,4 cm (7 1/4 pulg.)	3,4
1L	0,0625 % en peso	18,4 cm (7 1/4 pulg.)	4

[0183] Como se puede observar en la Tabla 5, las lechadas preparadas con las composiciones 1D-1I y 1K mostraron tamaños de asentamientos más grandes que la lechada preparada con la composición 1A (comparativa). También se fraguaron más rápido que la composición 1A (comparativa), lo que indica que las lechadas que contenían las composiciones 1D-1I y 1K tenían mejor fluidez que la lechada que contenía la composición 1A.

[0184] Además, se midió el tiempo hasta el 50 % de hidratación para las lechadas con el fin de comparar el tamaño del asentamiento cuando las lechadas se fraguaron a la

misma velocidad. Los perfiles de temperatura de las lechadas se midieron mediante el uso de un software que una persona del oficio de nivel medio comprenderá.

[0185] Esta prueba adicional se realizó para confirmar que las pruebas de asentamiento eran correctas, específicamente para ilustrar que los grandes asentamientos observados con lechadas que incluyen almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, resultaron de una fluidez mejorada en comparación con la composición 1A (comparativa), y no una hidratación lenta.

[0186] La composición 1H, preparada con 2 % en peso de alumbre y 0,3 % en peso de ácido tartárico, hidrolizó efectivamente el almidón a una baja viscosidad y tuvo menos impacto en la velocidad de hidratación, debido a que el ácido tartárico y el alumbre tuvieron un efecto opuesto sobre la velocidad de hidratación.

[0187] La Figura 3 es un gráfico que representa la temperatura en función del tiempo, que muestra la velocidad de hidratación del fraguado de aumento de temperatura (TRS). Las composiciones 1F y 1L con 0,05 % y 0,0625 % de retardador, respectivamente, se hidratan más rápido o a la misma velocidad que la composición 1A (comparativa).

[0188] Como se observa en la Figura 3, la composición 1L, con 0,0625 % en peso de retardador, tenía la misma velocidad de hidratación que la composición 1A (comparativa). El tamaño del asentamiento de la composición 1L con 0,065 % en peso de retardador fue de 18,415 cm (7 1/4") fue significativamente mayor que la composición 1A.

[0189] Este resultado sugiere que los mayores tamaños de asentamientos observados con las lechadas que incluyen almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con formas de realización de la divulgación, se debieron a una alta fluidez y no a un fraguado más lento. Además, los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados, preparados de acuerdo con las formas de realización de la divulgación, permitirán que los paneles de yeso utilicen menos agua sin sacrificar la fluidez.

EJEMPLO 4

[0190] Este ejemplo ilustra la resistencia de los discos de yeso preparados con lechadas que contienen las composiciones 1A (comparativa), 1D-1I y 1K. La resistencia se evaluó mediante el uso de una prueba de resistencia a la compresión descrita en la presente.

[0191] Para preparar la prueba, se prepararon lechadas con cada una de las

composiciones 1A (comparativas), 1D-1I y 1K-1L en una cantidad de 2 % en peso y los parámetros descritos en la Tabla 4 anterior.

[0192] Se usó una relación de estuco con respecto a agua (WSR) de 1,0 y espuma de aire para hacer discos de yeso con una densidad final de 29 pcf. El almidón se pesó en una mezcla seca que comprendía estuco y acelerador resistente al calor. Se pesaron agua, solución de trimetafosfato de sodio al 10 %, dispersante y retardador en el recipiente de mezcla de un mezclador Hobart. La mezcla seca se vertió en el recipiente de mezcla de un mezclador disponible como N50 5 Quart Mixer de Hobart (Troy, OH), se empapó durante 10 segundos y se mezcló a la velocidad II durante 30 segundos. Para la preparación de la espuma, se formó una solución al 0,5 % de jabón Hyonic® PFM-33 (disponible en GEO® Specialty Chemicals, Ambler, PA) y luego se mezcló con aire para hacer la espuma de aire. La espuma de aire se añadió a la lechada mediante el uso de un generador de espuma. El generador de espuma funcionó a una velocidad suficiente para obtener la densidad de placa deseada de 29 pcf. Después de la adición de espuma, la lechada se vertió inmediatamente hasta un punto ligeramente por encima de la parte superior de los moldes. El exceso se raspó tan pronto como la argamasa se fraguó. Los moldes habían sido rociados con agente desmoldante (WD-40™). Los discos tenían un diámetro de 10,16 cm (4 pulg.) y un espesor de 1,27 cm (0,5 pulg.).

[0193] Una vez que los discos se habían endurecido, los discos se retiraron del molde y luego se secaron a 110°F (43° °C) durante 48 horas. Después de sacarlos del horno, los discos se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora. La resistencia a la compresión se midió mediante el uso de un sistema de prueba de materiales disponible en el comercio como SATEC™ E/M Systems de MTS Systems Corporation (Eden Prairie, Minnesota). La carga se aplicó de forma continua y sin impacto a una velocidad de 0,04 pulgadas/min (con una velocidad constante entre 15 y 40 psi/s). Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6:

Composición	Resistencia a la compresión (PSI) a 29 pcf
1A	396
1D	439
1E	388
1F	476
1G	419
1H	417
1I	455
1K	426

[0194] Como se observa en la Tabla 6, los discos de espuma que contienen las composiciones 1D-1I y 1K tienen resistencias a la compresión comparables o mejores que las que contenían la composición 1A (comparativa), lo que indica que los almidones pregelatinizados y parcialmente hidrolizados podrían reducir la demanda de agua sin sacrificar su propiedad de aumento de la resistencia.

EJEMPLO 5

[0195] Este ejemplo demuestra el efecto sobre la resistencia al cambiar la cantidad de almidón en discos de yeso preparados a partir de lechadas de las composiciones 5A-5G. Particularmente, la composición 5A era una composición comparativa en la medida en que no incluía almidón. Las composiciones 5B-5G incluían almidón pregelatinizado y parcialmente hidrolizado en forma de almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de 88 cP, según se mide de acuerdo con el Método VMA, tal como se establece en la presente (véase también US 2014/0113124 A1). El almidón era un almidón de maíz. Ninguna de las muestras incluyó solución retardadora. Las composiciones se exponen en la Tabla 7. Los porcentajes en peso se proporcionan sobre una base de estuco.

Tabla 7:

Composición	Estuco (g)	HRA (g)	Almidón (g)	Solución de STMP al 10 % (g)	Dispersante (g)	Agua (g)
5A (control)	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	0 (0 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	744 (297,6 % en peso)
5B	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	5 (2 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	744 (297,6 % en peso)
5C	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	15 (6 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	754 (301,6 % en peso)
5D	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	25 (10 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	769 (307,6 % en peso)
5E	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	37,5 (15 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	782 (312,8 % en peso)
5F	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	50 (20 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	794 (317,6 % en peso)
5G	250 (100 % en peso)	2,5 (1 % en peso)	62,5 (25 % en peso)	5 (0,2 % en peso)	1,25 (0,5 % en peso)	806 (322,4 % en peso)

[0196] Los discos se prepararon a partir de las composiciones de lechada separadas 5A-5G. Cada composición se preparó a partir de mezclas secas y húmedas que se

combinaron. Cada mezcla húmeda se preparó al pesar el agua, el dispersante, la solución de retardador al 1 %, el dispersante y la solución de trimetafosfato de sodio al 10 % en un recipiente de mezcla de una mezcladora Waring (modelo CB15), disponible en el comercio de Conair Corp. (East Windsor, Nueva Jersey). La solución de trimetafosfato de sodio al 10 % se preparó mediante la disolución de 10 partes (peso) de trimetafosfato de sodio en 90 partes (peso) de agua. Los ingredientes restantes, particularmente el estuco, el acelerador resistente al calor y el almidón (si está presente) se pesaron y se prepararon en una mezcla seca. El acelerador resistente al calor estaba compuesto de yeso molido y dextrosa. La mezcla seca se vertió en la mezcladora con los ingredientes húmedos, y se empapó durante 10 segundos y luego se mezcló a alta velocidad durante 10 segundos.

[0197] La lechada se vertió inmediatamente en un molde de anillo (4" de diámetro y 0,5" de espesor) que fue adecuado para formar una muestra de disco. La superficie de los moldes había sido rociada previamente con agente desmoldante en forma de WD40™, disponible en el comercio a través de WD-40 Company, San Diego, CA. La lechada se vertió hasta un punto ligeramente por encima de la parte superior del anillo de los moldes. El exceso de lechada se raspó tan pronto como se fraguó la argamasa. Después de que los discos se endurecieron en el molde, los discos se retiraron del molde y luego se secaron a 110 °F (43 °C) durante 48 horas. Después de retirarlos del horno, los discos se dejaron enfriar a temperatura ambiente durante una hora. Tras finalizar el secado, los discos finales tenían dimensiones de un diámetro de 4 pulgadas (10,16 cm) y un espesor de 0,5 pulgadas (1,27 cm).

[0198] La resistencia se evaluó al medir la resistencia a la compresión de la placa (BCS). La resistencia a la compresión se midió mediante el uso del sistema de prueba de materiales disponible en el comercio como ATS Systems de Applied Test Systems, Inc. La carga se aplicó de manera continua y sin impacto a una velocidad de 1,0 pulgada/min (con una velocidad constante entre 15 y 40 psi/s). Los resultados se muestran en la Figura 4.

[0199] La Figura 4 muestra los resultados de las pruebas realizadas con las composiciones 5D-5F, es decir, con almidón pregelatinizado al 10 % en peso, 15 % en peso, 20 % en peso y 25 % en peso. La Figura 4 muestra los resultados para las composiciones de la Tabla 7. Como se observa en la Figura 4, los resultados muestran que la resistencia a la compresión de la placa aumentó a medida que el contenido de almidón pregelatinizado y modificado con ácido aumentó de 0 % a 25 % en peso de estuco. En contraste con el almidón pregelatinizado y modificado con ácido, otros

almidones pregelatinizados, que generalmente tienen una viscosidad superior a 300 cP según el método VMA, parecen tener influencias disminuidas sobre la resistencia a la compresión a concentraciones más altas de almidón.

EJEMPLO 6

[0200] Este ejemplo demuestra la capacidad de flujo de una lechada de estuco que contiene una cantidad elevada (es decir, 20 % en peso, base de estuco) de almidón pregelatinizado que tiene una viscosidad de 88 cP, medida según el Método VMA. El almidón era un almidón de maíz, es decir, el mismo almidón a la viscosidad expuesta en el Ejemplo 5. La composición de la lechada se expone en la Tabla 8. La composición se preparó y utilizó ingredientes como se describe en el Ejemplo 5.

Tabla 8

Ingrediente	Cantidad (g)	Cantidad (% en peso)	Cantidad (% en peso, base de estuco)
Estuco	400	47,4 %	---
HRA	4	0,47 %	1
Almidón	80	9,48 %	20
Dispersante	2	0,24 %	0,5
Solución de STMP al 10 %	8	0,95 %	0,2
Agua	350	41,5 %	87,5
Total:	844	100 %	211

[0201] La fluidez se evaluó mediante una prueba de asentamiento. La lechada, que tenía una relación de agua con respecto a estuco (WSR) de 0,90, se vertió en un cilindro de 2 pulgadas (5,08 cm) de diámetro que tenía una altura de 4 pulgadas (10,16 cm). El cilindro estaba abierto en cada extremo y se colocó en un extremo sobre una superficie plana y lisa, con lechada excesiva que se raspó. Luego, el cilindro se levantó de inmediato para permitir que la lechada se precipite y forme un asentamiento. Se midió el diámetro del medallón resultante. Un diámetro mayor indicaba una mayor fluidez.

[0202] La lechada de estuco, que contenía 20 % en peso (base de estuco) del almidón pregelatinizado de 88 cP, tenía un tamaño de asentamiento de 6,75 pulgadas (17 cm), lo que indica que la lechada que contenía 20 % en peso (base de estuco) del almidón era procesable. Tal tamaño de asentamiento indicaba la capacidad de flujo debido a que la lechada con un asentamiento de aproximadamente 6 pulgadas por lo general puede extenderse por completo al ancho total de una placa de producción. Esto

demostró que la lechada era adecuada para ser útil en el procesamiento de fabricación de paneles a pesar de la elevada cantidad de almidón. Esta capacidad de procesamiento es útil porque la fabricación de paneles por lo general requiere una cierta cantidad de capacidad de flujo para formar la estructura precursora del panel de sándwich.

EJEMPLO 7

[0203] Este ejemplo demuestra el efecto sobre diversas propiedades de placas muy ligeras (que tienen un peso de placa de 800 lb/MSF) para placas de media pulgada de espesor que tienen un núcleo de placa preparado a partir de la lechada de la composición 7 expuesta en la Tabla 9.

[0204] Las placas tenían láminas de papel o mantas de fibra de vidrio sin recubrir en forma de Duraglass 8924G/Duraglass8924, disponible en el comercio de Johns Manville, Denver, CO. El Duraglass 8924G se usó en el lado frontal de la placa, mientras que el Duraglass 8924 se usó en el lado trasero de la placa.

Tabla 9 - Composición 7

Ingrediente	Cantidad (g)	Cantidad (% en peso)	Cantidad (% en peso, base de estuco)
Estuco	300	37,8	--
HRA	9	1,13	3
Almidón	48	6,05	16
Dispersante	3	0,38	1
Solución de STMP al 10 %	6	0,76	0,2
Agua	427	53,85	142
Total:	793	100	--

[0205] La composición se preparó a partir de mezclas secas y húmedas que se combinaron. La mezcla húmeda se preparó al pesar el agua, el dispersante y la solución de trimetafosfato de sodio al 10 % en un recipiente de mezcla de un mezclador Hobart (modelo N50), disponible en el comercio de Hobart (Troy, Ohio). La solución de trimetafosfato de sodio al 10 % se preparó mediante la disolución de 10 partes (peso) de trimetafosfato de sodio en 90 partes (peso) de agua. El almidón tenía una viscosidad de 88 cP, medido de acuerdo con el Método VMA. El almidón era un almidón de maíz y el mismo almidón a la viscosidad que en los Ejemplos 5-6. Se agregó a la solución y se mezcló en una mezcladora Waring (modelo CB 15) durante 30 segundos. Los ingredientes restantes, particularmente el estuco y el acelerador resistente al calor, se pesaron y se prepararon en una mezcla seca. El acelerador

resistente al calor estaba compuesto de yeso molido y dextrosa. La mezcla seca se vertió en la mezcladora con los ingredientes húmedos, y se empapó durante 10 segundos y luego se mezcló a velocidad 2 durante 25 segundos.

[0206] Se agregó espuma para reducir la densidad del disco (y por lo tanto el peso). Para la preparación de la espuma, se formó una solución al 0,5 % de jabón Hyonic™ PFM-33 (disponible a través de GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA) y luego se mezcló con aire para hacer la espuma de aire. La espuma de aire se añadió a la lechada mediante el uso de un generador de espuma. El generador de espuma se hizo funcionar a una velocidad suficiente para obtener una densidad del núcleo de 18,4 pcf.

[0207] Después de la adición de espuma, la lechada se vertió inmediatamente en una envoltura de 12" x 12" x 1/2" hecha con el papel frontal en el lado frontal de la placa y papel trasero en la parte trasera de la placa, o manta de fibra de vidrio sin recubrir Duraglass 8924G/Duraglass 8924. Después de que el yeso había endurecido, la muestra de la envoltura se retiró del molde, y luego se secó a 110 °F (43° °C) durante 48 horas.

[0208] Se prepararon tres placas, identificadas como placas 1-3. Las placas 1 y 3 se prepararon con láminas en forma de 48 lb/papel frontal de MSF (Manila). La placa 2 se preparó con láminas Duraglass 8924G/Duraglass 8924 que tenían un peso base de 24 lb/MSF. La placa 3 era una placa de control liviana comercial, y se preparó a partir de una lechada que no incluía el almidón pregelatinizado de viscosidad de rango medio, sino que incluía un almidón de mayor viscosidad a 773 cP. La Tabla 10A proporciona el peso y la densidad de cada placa, con dos placas preparadas para cada una de las placas 1-3. El calibrador se determinó mediante un dispositivo de medición de espesor digital y se refiere al espesor de la placa seca.

Tabla 10A

ID de la placa	Material frontal	Calibrador (in)	Peso de la placa (N°/MSF)	Densidad (pcf)
Placa 1	Papel	0,467	820	21,1
		0,466	815	21,0
Placa 2	Manta de fibra de vidrio	0,459	828	21,6
		0,464	803	20,8
Placa 3 (control)	Papel	0,496	1351	32,7
		0,496	1319	31,9

[0209] Como se observa en la Tabla 10B, se cortó una muestra de 3 pulgadas (7,6 cm) por 10 pulgadas (25,4 cm) de una placa de laboratorio de 12 pulgadas (30,5 cm) por 12 pulgadas (30,5 cm) (placas 1 y 2) y una placa de producción vegetal (placa 3,

control), y se evaluaron las propiedades de resistencia a la flexión mediante el uso de una Máquina de prueba universal Instron modelo N.º 3345 (Instron Corp, Norwood, MA). La resistencia a la flexión está relacionada con la carga máxima que la muestra soportaba antes de la falla. Las propiedades de flexión de las placas probadas se evaluaron al colocar la muestra cerca de los extremos y aplicar una carga transversal a la mitad entre los soportes del dispositivo. El lado largo de la placa estaba en la dirección de la máquina o en la dirección transversal de la máquina del material frontal. Los soportes fueron paralelos (es decir, en la dirección de la máquina del material frontal) o perpendiculares (es decir, en la dirección transversal de la máquina del material frontal), hacia el lado largo de la muestra de prueba. Una propiedad mecánica de interés es el Módulo de Ruptura (MOR), calculado en función de la siguiente ecuación (1):

$$M = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

(Ecuación 1)

en donde:

M = Módulo de ruptura;

P = Carga de rotura;

L = Distancia entre los bordes de la cuchilla sobre los que se coloca la muestra;

b = Ancho promedio de la muestra; y

d = Profundidad promedio de la muestra.

[0210] A partir de una curva de tensión-deformación de la prueba de flexión, la máquina de prueba universal Instron determina el módulo de elasticidad (MOE). La porción lineal de la curva de tensión-deformación indica el MOE o el módulo de Young y una porción no lineal indica una deformación no lineal del material. Cada placa se evaluó dos veces en la dirección perpendicular y dos veces en la dirección paralela. Cada prueba se realizó mediante el uso del lado "boca abajo" del material frontal para probar sus efectos sobre las propiedades mecánicas aportadas por el material frontal.

Tabla 10B

ID de la placa	Tipo de placa y material frontal	Prueba		Muestra de 3" x 10"		
				Carga de flexión (lb _f)	MOR (psi)	MOE (psi)
Placa 1	Tabla de laboratorio con 48 lb/papel frontal de MSF	Perpendicular	Boca abajo	48,6	892	165905
		Paralela	Boca abajo	25,4	468	104813
Placa 2	Placa de laboratorio con 24 lb/manta de fibra de vidrio MSF	Perpendicular	Boca abajo	44,4	843	75242
		Paralela	Boca abajo	38,1	709	58848
Placa 3	Ultraligero	Perpendicular	Boca abajo	70,7	1151	253038

(control)	Placa con 48 lb/papel frontal de MSF	Paralela	Boca abajo	31,4	512	196675
-----------	--------------------------------------	----------	------------	------	-----	--------

[0211] La información de la carga de flexión en la Tabla 10B se ajustó mediante el uso de la Ecuación 1 para tener en cuenta el cambio de tamaño de laboratorio al tamaño de muestra requerido por ASTM 473-10. En particular, los datos de carga de flexión se extrapolaron a un tamaño de muestra de placa de 12 pulgadas (30,5 cm) por 16 pulgadas (40,6 cm) con un espesor de media pulgada. La carga de flexión equivalente se establece en la Tabla 10B.

[0212] Además, para cada muestra, se evaluó un factor de seguridad para un saliente de tres pies. Un factor de seguridad de tres pies o mayor es generalmente necesario para mantener la integridad cuando el producto está sujeto a cargas dinámicas en tránsito o manejo.

Tabla 10C

ID de la placa	Tipo de placa y material frontal	Prueba		Muestra de 12" x 16" x ½"	Factor de seguridad para saliente de 3'
				ASTM C473 - Carga de flexión equivalente (lb _f)	
Placa 1	Placa de laboratorio con 48 #/papel manila MSF	Perpendicular	Boca abajo	127	9,4
		Paralela	Boca abajo	67	N/A
Placa 2	Placa de laboratorio con 24 #/manta de fibra de vidrio de MSF	Perpendicular	Boca abajo	120	8,6
		Paralela	Boca abajo	101	N/A
Placa 3 (control)	Ultraligero con 48 #/papel manila MSF	Perpendicular	Boca abajo	164	7,8
		Paralela	Boca abajo	73	N/A

[0213] Como se observa en las Tablas 10A-10C, se proporcionó la carga de flexión equivalente para cada placa de laboratorio en pruebas tanto perpendiculares como paralelas. El factor de seguridad está determinado por la capacidad de cantidad de movimiento de la placa dividida por la cantidad de movimiento para un saliente de tres pies. Por lo tanto, estos datos mostraron que la placa de peso reducido gana un mayor factor de seguridad sujeto a la carga dinámica en tránsito y manejo. Para un saliente de tres pies, la placa experimentó un momento de flexión por la carga autoimpuesta de su propio peso con un extremo sin soporte de tres pies.

[0214] Como se observa en las Tablas 10A-10C, se proporcionó la carga de flexión

equivalente para cada placa de laboratorio en pruebas tanto perpendiculares como paralelas. La capacidad de momento está determinada por la prueba de flexión y se relaciona con la carga de rotura de la fuerza de flexión en la muestra multiplicada por la longitud entre dos soportes para el ancho total de la muestra. El factor de seguridad, definido por la relación de la capacidad del momento con respecto al momento del saliente de 3', es mayor que 3 para garantizar que la placa tenga suficiente resistencia a la carga sin romperse. Como se observa en la Tabla 11, los valores para las placas 1 y 2 a 9,4 y 8,6 fueron más altos que los de placa de control 3 a 7,8. Por lo tanto, estos datos mostraron que la placa de peso reducido gana un mayor factor de seguridad sujeto a la carga dinámica en tránsito y manejo. Aunque la carga de flexión para la placa de 800 lb/MSF de menor peso de la placa 1 tenía una carga de flexión menor que la de la placa de control comercial, fue sorprendente descubrir que la placa 1 de menor peso tenía un momento mucho menor desde el saliente de 3' como en comparación con la placa de control 3, que resulta en mayor seguridad del factor.

[0215] Además, se evaluaron e identificaron tres placas adicionales como placas 4-6. Las placas de laboratorio se prepararon como se analizó anteriormente. La información de densidad se muestra a continuación en la Tabla 11. Las placas se evaluaron para determinar la resistencia térmica mediante el uso del sistema de prueba Fox 314 (disponible en el comercio de TA Instruments, Wood Dale, IL) y de acuerdo con el método de prueba estándar ASTM C518-10 para las propiedades de transmisión térmica en estado estable por medio del aparato medidor de flujo de calor.

Tabla 11

ID de la placa de laboratorio	Material frontal	Densidad de la placa (pcf)	Valor R (h.ft. ² °F/Btu)
Placa 4	Placa ultraligera con 48 #/papel frontal de MSF	30,0	0,5
Placa 5	Placa de laboratorio con 24 #/manta de fibra de vidrio de MSF	19,5	1,1
Placa 6	Placa de laboratorio con 24 #/manta de fibra de vidrio de MSF	19,8	1,0

[0216] El parámetro Valor R se expresa como el espesor del material normalizado a la conductividad térmica. El valor R es una medida de la resistencia térmica de los materiales de construcción. Cuanto mayor sea el valor de R, mejor será el aislamiento

térmico. Como se observa en la Tabla 11, las placas 5 y 6 exhibieron un valor R del doble de la placa de producción normal, lo cual fue sorprendente e inesperado debido al cambio de densidad. Estas placas se formaron a partir de una lechada que contenía almidón pregelatinizado con una viscosidad de 88 cP y tienen una propiedad de aislamiento mucho mayor (por ejemplo, dos veces el valor R) de la placa formada a partir de lechadas que contienen almidones pregelatinizados con viscosidades mucho mayores (por ejemplo, por encima de alrededor de 300 cP), donde todas las viscosidades se miden de acuerdo con el método VMA. En algunas formas de realización, un placa de acuerdo con la presente divulgación tiene un valor R de al menos alrededor de 1,0 h.ft².°F/Btu (por ejemplo, de alrededor de 0,5 h.ft².°F/Btu hasta alrededor de 5 h. ft².°F/Btu), medido de acuerdo con el método de prueba estándar ASTM C518-10 para las propiedades de transmisión térmica de estado estable por medio de un aparato medidor de flujo de calor.

EJEMPLO 8

[0217] Este ejemplo ilustra la resistencia generada por la placa preparada a partir de almidones pregelatinizados de viscosidad de rango medio.

[0218] En particular, se prepararon tres discos de yeso con lechadas que contenían las composiciones 8A-8C. Se prepararon y evaluaron lechadas, discos y resistencia tal como se describe en el Ejemplo 4. Cada una de las composiciones 8A-8C contenía la formulación expuesta en la Tabla 12.

Tabla 12

Ingrediente	Cantidad (g)	Cantidad (% en peso)	Cantidad (% en peso, base de estuco)
Estuco	300	31,45	--
HRA	9	0,94	3
Almidón PG	60	6,29	20
Dispersante	3	0,31	1
Solución de STMP al 10 %	6	0,63	0,2
Agua	576	60,38	192
Total:	954	100	--

[0219] El peso del almidón pregelatinizado (PG) en cada caso sobre una base de estuco fue del 20 % en peso. La diferencia entre las composiciones 8A-8C estaba en la viscosidad del almidón pregelatinizado que se incluyó. Los almidones de las composiciones 8A, 8B y 8C eran almidones de maíz. En la composición 8A, el almidón pregelatinizado tenía una viscosidad de 59 cP de acuerdo con el método VMA. La composición 8B incluyó el almidón pregelatinizado con una viscosidad de 88 cP según

el método VMA, mientras que la composición 8C incluyó el almidón pregelatinizado con una viscosidad de 195 cP según el método VMA. Los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

Composición para la preparación del disco	Viscosidad (cP)	Resistencia a la compresión (PSI) a 20 pcf
8A	59	285
8B	95	293
8C	195	305

[0220] Este ejemplo ilustra el beneficio de la resistencia con el uso de cantidades elevadas de almidón pregelatinizado (20 % en peso, base de estuco) en un rango de viscosidades representativas de rango medio. Como se observa en la Tabla 13, los tres discos mostraron una buena resistencia a la compresión. Estos valores están por debajo de 400 PSI como en el Ejemplo 4, pero representan una buena resistencia a la compresión a la baja densidad de placa de 20 pcf.

[0221] El uso de los términos "un" y "una" y "el/la" y "al menos uno/una" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) (por ejemplo, en relación con los ácidos, los almidones de materias primas u otros componentes o ítems) deben interpretarse de modo que cubran tanto el singular como el plural, a menos que se indique lo contrario en la presente o que se contradiga claramente en el contexto. El uso de la expresión "al menos uno" seguida de una lista de uno o más ítems (por ejemplo, "al menos uno de A y B") se debe interpretar como un ítem seleccionado de los ítems enumerados (A o B) o cualquier combinación de dos o más de los ítems detallados (A y B), a menos que se indique lo contrario en la presente o que se contradiga claramente en el contexto. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye", y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significa "que incluye, entre otros,") a menos que se indique lo contrario. La descripción de rangos de valores de la presente tiene simplemente la intención de servir como método abreviado para referirse individualmente a cada valor separado que se comprende en el rango, a menos que se indique lo contrario en la presente, y cada valor separado se incorpora en la memoria descriptiva como si se describiera individualmente en la presente. Todos los métodos descritos en la presente se pueden realizar en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en la presente o que se contradiga claramente en el contexto. El uso de cualquiera y de todos los ejemplos, o

el uso del idioma para indicar ejemplos (por ejemplo, “tal como”) que se proporcionan en la presente, tiene la simple intención de clarificar aún más la invención y no supone una limitación en el alcance de la invención a menos que se reivindique lo contrario. Ningún uso del idioma en la memoria descriptiva se debe indicar como un indicador de elemento no reivindicado como esencial a la práctica de la invención.

[0222] Las formas de realización preferidas de la invención se describen en la presente, incluyendo el mejor modo conocido por los inventores para realizar la invención. Las variaciones de esas formas de realización preferidas pueden ser evidentes para los las personas del oficio de nivel medio tras leer la divulgación que antecede. Los inventores esperan que las personas del oficio de nivel medio usen dichas variaciones como adecuadas, y los inventores acuerdan que la invención se lleve a la práctica de otro modo que como se describe específicamente en la presente. En consecuencia, esta invención incluye todas las modificaciones y equivalentes del objeto expuesto en las reivindicaciones adjuntas a la presente según lo permita la ley aplicable. Además, la invención abarca cualquier combinación de los elementos descritos anteriormente en todas las variaciones posibles a menos que se indique lo contrario en la presente o que haya contradicciones según el contexto.