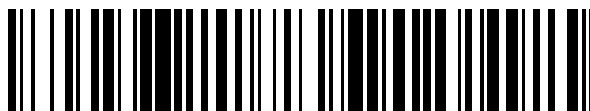


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 731**

51 Int. Cl.:

C04B 28/14	(2006.01)
C04B 28/02	(2006.01)
C04B 38/10	(2006.01)
C04B 24/02	(2006.01)
B01F 17/00	(2006.01)
B01F 15/04	(2006.01)
B01F 3/04	(2006.01)
B28C 7/04	(2006.01)
B28C 5/12	(2006.01)
C04B 103/48	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2017 PCT/US2017/024677**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.12.2017 WO17218061**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2017 E 17716723 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021 EP 3472120**

54 Título: **Método para la combinación en línea de agente espumante con modificador de espuma para la adición a suspensiones cementosas**

30 Prioridad:

17.06.2016 US 201615186320
17.06.2016 US 201615186336
23.06.2016 WO PCT/US2016/038885
13.02.2017 US 201715431444

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.04.2022

73 Titular/es:

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.0%)
550 West Adams Street
Chicago, IL 60661-3676, US

72 Inventor/es:

VILINSKA, ANNAMARIA;
LI, ALFRED C. y
SONG, WEIXIN D.

74 Agente/Representante:

BALLESTER INTELLECTUAL PROPERTY S.L.P.U

ES 2 905 731 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para la combinación en línea de agente espumante con modificador de espuma para la adición a suspensiones cementosas

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud de patente reivindica el beneficio de prioridad para la solicitud de patente de EE. UU. n.º 15/431,444, la cual se presentó el 22 de febrero de 2017, la cual es una continuación en parte de las solicitudes de patente de EE. UU. 15/186,320 y 15/186,336, las cuales se presentaron el 17 de junio de 2016 y reivindican el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/235,979, presentada el 1 de octubre de 2015.

Antecedentes de la invención

15 El yeso fraguado (es decir, dihidrato de sulfato de calcio) es un material bien conocido que se usa en muchos productos, que incluye paneles y otros productos para la construcción y remodelación de edificios. Uno de dichos paneles (a menudo denominado placa de yeso) tiene la forma de un núcleo de yeso fraguado intercalado entre dos hojas de cubierta (por ejemplo, placa con cara de papel) y se usa comúnmente en la construcción de paneles de yeso de paredes interiores y techos de edificios. Pueden incluirse una o más capas densas, a menudo denominadas "cubiertas desnatadas" a cada lado del núcleo, usualmente en la interfaz papel-núcleo.

25 Durante la fabricación de la placa, se mezclan estuco (es decir, yeso calcinado en forma de hemihidrato de sulfato de calcio y/o anhídrido de sulfato de calcio), agua y otros ingredientes, como sea apropiado, típicamente en un mezclador de pines como se usa el término en la técnica. Se forma una suspensión y se descarga desde el mezclador sobre un transportador en movimiento que lleva una hoja de cubierta con una de las cubiertas desnatadas (si está presente) ya aplicada (a menudo aguas arriba del mezclador). La suspensión se esparce sobre el papel (con una cubierta desnatada opcionalmente incluida en el papel). Se aplica otra hoja de cubierta, con o sin cubierta desnatada, sobre la suspensión para formar la estructura intercalada del espesor deseado con la ayuda de, por ejemplo, una placa de formación o similar. La mezcla se cuele y se deja endurecer para formar yeso fraguado (es decir, rehidratado) por reacción del yeso calcinado con agua para formar una matriz de yeso hidratado cristalino (es decir, dihidrato de sulfato de calcio). Es la hidratación deseada del yeso calcinado lo que permite la formación de la matriz entrelazada de los cristales de yeso fraguado, que imparte así resistencia a la estructura del yeso en el producto. Se requiere calor (por ejemplo, en un horno) para expulsar el agua libre restante (es decir, sin reaccionar) para producir un producto seco.

35 Se desea una reducción en el peso de la placa debido a una eficiencia más alta en la instalación. Por ejemplo, las demandas de levantamiento son mucho menos, lo que se traduce en jornadas laborales más largas y menos lesiones. Las placas de menor peso también son más "ecológicas", ya que pueden reducir los gastos de transporte y el consumo de energía. Para reducir el peso de la placa, puede introducirse un agente espumante en la suspensión para formar cavidades de aire en el producto final. Sin embargo, por su naturaleza, los agentes espumantes son generalmente inestables, de manera que las burbujas de espuma tienden a romperse fácilmente, particularmente en presencia de material cementoso, lo que conduce a desperdicios e ineficiencias. El documento DE 3,807,250 divulga un proceso para la fabricación de concentrado de espuma para la preparación de hormigón celular y un dispositivo para la producción de hormigón celular. El documento JP 2006/069815 divulga un agente espumante para hormigón celular que exhibe una alta estabilidad celular. El documento FR 2,963,002 divulga una placa de cemento obtenida a partir de una suspensión de cemento espumado que comprende cemento, agua, mezcla de agente reductor de agua, plastificante o superplastificante, agente espumante, sal de calcio soluble en agua y partículas minerales útiles para diversas aplicaciones, por ejemplo, como elementos en baldosas.

50 Además, reemplazar la masa con aire en la envoltura de la placa de yeso reduce el peso, pero esa pérdida de masa también da como resultado menos resistencia. La compensación por esa pérdida de resistencia es un obstáculo significativo en los esfuerzos de reducción de peso en la técnica.

55 Se apreciará que esta descripción de antecedentes ha sido creada por los inventores para ayudar al lector, y no debe tomarse como una referencia a la técnica anterior ni como una indicación de que alguno de los problemas indicados se apreció en la técnica. Si bien los principios descritos pueden, en algunos aspectos y modalidades, aliviar los problemas inherentes a otros sistemas, se apreciará que el alcance de la innovación protegida se define por las reivindicaciones adjuntas, y no por la capacidad de cualquiera de las realizaciones de la divulgación para resolver cualquier problema específico que se indica en el presente documento.

60 Breve resumen

La presente invención se refiere a un método para hacer una placa cementosa espumada como se define en la reivindicación 1. Todas las modalidades descritas en esta solicitud, que no caen dentro del alcance de la reivindicación 1, se indican a continuación como modalidades ilustrativas que no están de acuerdo con la presente invención.

En un aspecto, la divulgación proporciona una combinación "en línea" de agente espumante (jabón) y modificador de espuma (modificador de jabón) para formar una corriente de espuma de mezcla previa combinada de una manera que permita las cantidades en peso relativas del agente espumante y modificador de espuma a ajustar. Por ejemplo, la espuma tiene una utilidad particular en la fabricación de placas de yeso o cemento espumado. La espuma, que dará lugar a cavidades en el producto seco, se usa para que la placa se vuelva más ligera. La combinación en línea permite ajustar las cantidades de agente(s) espumante(s) y modificador de espuma directamente en la planta de fabricación de placas para la construcción de tabiques o placas de cemento. Esta flexibilidad es ventajosa porque permite adaptar las propiedades del producto final de la placa, por ejemplo, con respecto a la estructura de la placa, que incluye el tamaño y la disposición de las cavidades en una capa de la placa que contiene cavidades formadas a partir de la espuma.

Por lo tanto, un método para hacer una placa cementosa espumada comprende la combinación de una primera cantidad de un primer agente espumante, una segunda cantidad de un segundo agente espumante y una tercera cantidad de un alcohol graso para formar una corriente combinada, en donde el primer, segundo, y las terceras cantidades están en una primera relación de peso. En esta etapa, el primer o segundo agente espumante puede combinarse con el alcohol graso primero en una corriente previa y luego añadirse a la corriente combinada, por ejemplo, en un conducto de corriente combinada. El método también comprende cambiar de forma controlable la primera, segunda y/o tercera cantidad para formar una segunda relación de peso, que es diferente de la primera relación de peso. El método comprende además insertar aire en la corriente combinada para formar espuma; mezclar al menos agua, material cementoso y la espuma para formar una suspensión; disponer la suspensión entre una primera hoja de cubierta y una segunda hoja de cubierta para formar un precursor de la placa; cortar el precursor de la placa en una placa; y secar la placa.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, se proporciona un sistema para formar espuma. El sistema comprende, consiste o consiste esencialmente en un sistema de medición de flujo configurado para introducir un primer agente espumante, un segundo agente espumante y alcohol graso, independientemente del orden, directa o indirectamente en un generador de espuma. En algunas modalidades, el primer agente espumante, el segundo agente espumante y el alcohol graso se combinan, independientemente del orden, antes de la adición al generador de espuma, por ejemplo, en un conducto de corriente combinada. En algunas modalidades, el primer agente espumante o el segundo agente espumante se mezcla primero con el alcohol graso, por ejemplo, en un conducto previo antes de su suministro al conducto de corriente combinada. Un controlador se comunica con el sistema de medición de flujo para cambiar selectivamente las cantidades relativas de primer agente espumante, segundo agente espumante y alcohol graso que se introducen directa o indirectamente en el generador de espuma (por ejemplo, mediante el conducto de corriente combinada). Se proporciona un conducto de suministro de aire para introducir aire en el generador de espuma adaptado para formar espuma.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, se proporciona un sistema para formar espuma. El sistema comprende, consiste o consiste esencialmente en un sistema de medición de flujo que comprende al menos una bomba asociada operativamente con una o más válvulas para controlar el flujo de un primer agente espumante, un segundo agente espumante y alcohol graso en un conducto de corriente combinada, independientemente del orden. Un controlador se comunica con el sistema de medición de flujo para cambiar selectivamente las cantidades relativas de primer agente espumante, segundo agente espumante y alcohol graso que se introducen en el conducto de corriente combinada. Un generador de espuma está en comunicación fluida con el conducto de corriente combinada, y un conducto de suministro de aire introduce aire en el generador de espuma para poder preparar la espuma.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, se proporciona un sistema para formar espuma. El sistema comprende, consta o consta esencialmente de una primera bomba que se usa para introducir un primer agente espumante desde un primer conducto de suministro mediante una primera válvula en un conducto de corriente combinada. Se usa una segunda bomba para introducir un segundo agente espumante desde un segundo conducto de suministro mediante una segunda válvula en el conducto de corriente combinada. Se usa una tercera bomba para introducir alcohol graso desde un tercer conducto de suministro mediante una tercera válvula en el conducto de corriente combinada. Un controlador se comunica con una o más (por ejemplo, todas) de la primera, segunda y tercera válvula y/o primera, segunda y tercera bomba para cambiar selectivamente las cantidades relativas de primer agente espumante, segundo agente espumante y alcohol graso que son introducido en el conducto de corriente combinada. Un generador de espuma, que contiene medios de agitación, se comunica con el conducto de corriente combinada. Un conducto de suministro de aire introduce aire en el generador de espuma. Por lo tanto, a medida que el contenido de la corriente combinada se agita y se combina con aire en el generador de espuma, se forma espuma. Luego, la espuma puede suministrarse a una suspensión cementosa, por ejemplo, a un mezclador donde la suspensión cementosa se forma continuamente, para la preparación de placas tales como placas para la construcción de tabiques de yeso o placas de cemento.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, la divulgación proporciona una placa de yeso que comprende, consiste o consiste esencialmente en un núcleo de yeso fraguado dispuesto entre dos hojas de cubierta. El núcleo de yeso fraguado comprende, consiste o consiste esencialmente en una matriz de cristales de yeso formada a partir de al menos agua, estuco y una espuma. La espuma se forma a partir de un agente

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

espumante y un estabilizador de espuma que comprende un alcohol graso. El agente espumante consta de al menos un sulfato de alquilo y al menos un sulfato de éter de alquilo. En algunas modalidades, el agente espumante excluye sustancialmente un agente espumante de olefina y/o alquino. Sin desear ceñirse a ninguna teoría en particular, se cree que el alcohol graso interactúa con el agente espumante para estabilizar la espuma y permitir un mejor control de las cavidades de aire formados en el producto final. En algunas modalidades, el estabilizador de espuma comprende el alcohol graso, pero excluye sustancialmente las alquiloamidas de ácidos grasos y/o las tauridas de ácidos carboxílicos. En algunas modalidades, la placa presenta una resistencia mejorada en comparación con la misma placa preparada sin el alcohol graso.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un método para hacer placas cementosas (por ejemplo, yeso o cemento). La espuma típicamente se genera previamente. Por lo tanto, el método comprende generar previamente una espuma al insertar aire en una mezcla acuosa de agente espumante y un estabilizador de espuma que comprende alcohol graso. El agente espumante consta de al menos un sulfato de alquilo y al menos un sulfato de éter de alquilo. Pueden combinarse agentes espumantes estables e inestables. En algunas modalidades, el agente espumante excluye sustancialmente un agente espumante de olefina y/o alquino. La espuma se introduce (por ejemplo, se inyecta) en la suspensión.

El método incluye mezclar al menos agua, estuco y la espuma para formar una suspensión cementosa; disponer la suspensión entre una primera hoja de cubierta y una segunda hoja de cubierta para formar un precursor de la placa; cortar el precursor de la placa en una placa; y secar la placa. El alcohol graso se combina con el agente espumante en una mezcla previa y la mezcla previa se añade al estuco, agua y otros aditivos, según se desee, por ejemplo, en un mezclador. Si bien no se desea que se ciña a la teoría, se cree que el alcohol graso generalmente se solubiliza en el agente espumante acuoso. En algunas modalidades, el estabilizador de espuma comprende el alcohol graso, pero excluye sustancialmente un compuesto de glicol y/o amida.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un método para formar una suspensión de yeso espumado. El método comprende combinar un agente espumante con un alcohol graso para formar una mezcla de jabón acuoso; generar una espuma a partir de la mezcla de jabón acuoso; y añadir la espuma a una suspensión de yeso que comprende estuco y agua para formar la suspensión de yeso espumado. Sin desear ceñirse a ninguna teoría en particular, a medida que la espuma se arrastra en la suspensión de yeso, se forman burbujas de espuma con una cubierta que rodea a las burbujas que interactúan con la suspensión. Se cree además que la presencia de alcohol graso estabiliza deseablemente la cubierta en la interfaz.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, la divulgación proporciona una suspensión que comprende, consiste o consiste esencialmente en agua, estuco, agente espumante y un alcohol graso, en donde, cuando la suspensión se cuele y se seca como placa, la placa tiene una mayor resistencia en comparación con la misma placa formada sin el alcohol graso.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un método para estabilizar una estructura espumada en una suspensión cementosa, usada en la preparación de placas cementosas (por ejemplo, yeso o cemento). En el método, el alcohol graso se combina con un agente espumante. El agente espumante se mezcla con el alcohol graso para formar una mezcla de jabón acuoso. Se genera una espuma a partir de la mezcla de jabón acuoso. La espuma se añade a una suspensión de yeso o cemento que comprende material cementoso (por ejemplo, estuco o cemento) y agua para formar una suspensión cementosa espumada. Sin desear ceñirse a ninguna teoría en particular, se cree que, a medida que la espuma se arrastra en la suspensión cementosa, se forman burbujas de espuma con una envoltura que rodea las burbujas que interactúan con la suspensión. Se cree además que la presencia de alcohol graso estabiliza deseablemente la cubierta en la interfaz.

Para hacer la placa, la suspensión cementosa espumada se aplica en una relación de unión a una hoja de cubierta superior (o frontal) para formar una suspensión del núcleo cementosa espumada que tiene superficies principales primera y segunda. La primera superficie principal de la suspensión del núcleo cementosa espumada se enfrenta a la hoja de cubierta superior. Se aplica una hoja de cubierta inferior (o posterior) en relación de unión a la segunda superficie principal de la suspensión del núcleo cementosa espumada para formar un conjunto húmedo de precursor de la placa. Si se desea, puede aplicarse una cubierta desnatada entre el núcleo y una o ambas hojas de cubierta. El precursor de la placa se corta y se seca para formar el producto de la placa.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, la divulgación proporciona una placa de cemento formada a partir de una mezcla central de agua y un material de cemento (por ejemplo, cemento Portland, cemento de alúmina, cemento de magnesita, etc., y combinaciones de dichos materiales). También se incluyen en la mezcla un agente espumante y alcohol graso. Opcionalmente, el agregado de peso ligero (por ejemplo, arcilla expandida, escoria expandida, lutita expandida, perlita, perlas de vidrio expandido, perlas de poliestireno y similares) puede incluirse en la mezcla en algunas modalidades. La placa de cemento comprende un núcleo de cemento dispuesto entre dos hojas de cubierta. El núcleo de cemento puede formarse a partir de al menos agua, cemento, agente espumante y un alcohol graso.

En otro aspecto, la divulgación proporciona un método para formar una suspensión de cemento espumado. El método comprende combinar un agente espumante con un alcohol graso para formar una mezcla de jabón acuoso; generar una espuma a partir de la mezcla de jabón acuoso; y añadir la espuma a una suspensión de cemento que comprende cemento (por ejemplo, cemento Portland, cemento de alúmina, cemento de magnesia, etc., o combinaciones de los mismos) y agua para formar la suspensión de cemento espumado. A medida que la espuma se arrastra en la suspensión de cemento, se forman burbujas de espuma con una cubierta que rodea a las burbujas que interactúan con la suspensión. Sin desear ceñirse a ninguna teoría en particular, la presencia de alcohol graso estabiliza deseablemente la cubierta en la interfaz.

En otro aspecto ilustrativo que no está de acuerdo con la invención, la divulgación proporciona una suspensión que comprende, consiste o consiste esencialmente en agua, cemento, agente espumante y un alcohol graso, en donde, cuando la suspensión se forma y se seca como placa, la placa tiene una mayor resistencia en comparación con la misma placa formada sin el alcohol graso.

15 Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un gráfico de barras de la altura de la espuma (mm) (eje Y) frente a soluciones de agente espumante sin alcohol graso (eje X) tanto con y sin éter policarboxilato, como se describe en el ejemplo 1 en el presente documento.

La figura 2 es un gráfico de barras de la altura de la espuma (mm) (eje Y) frente a las soluciones de agente espumante que contienen el Agente espumante 1B (eje X), como se describe en el ejemplo 1 en el presente documento.

La figura 3 es un gráfico de barras de la altura de la espuma (mm) (eje Y) frente a las soluciones de agente espumante que contienen el Agente espumante 1C (eje X), como se describe en el ejemplo 1 en el presente documento.

La figura 4 es un gráfico de la altura de la espuma (mm) (eje Y) frente al tiempo (eje X) de las soluciones de agente espumante que contienen el Agente espumante 1B, como se describe en el ejemplo 1 en el presente documento.

La figura 5 es un gráfico de la altura de la espuma (mm) (eje Y) frente al tiempo (eje X) de las soluciones de agente espumante que contienen el Agente espumante 1C, como se describe en el ejemplo 1 en el presente documento.

Las figuras 6A-6C son imágenes de micrografías ópticas con un aumento de 20 veces de la sección transversal de una placa para la construcción de tabiques de control 2A preparada sin ningún alcohol graso, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

Las figuras 7A-7C son imágenes de micrografías ópticas con un aumento de 20 veces de la sección transversal de la placa para la construcción de tabiques 2B preparada con una combinación de agente espumante con 1 % de dodecanol, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

Las figuras 8A-8C son imágenes de micrografías ópticas con un aumento de 20 veces de la sección transversal de la placa para la construcción de tabiques 2C preparada con una combinación de agente espumante con 1 % de decanol, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

Las figuras 9A-9C son imágenes de micrografías ópticas con un aumento de 20 veces de la sección transversal de la placa para la construcción de tabiques 2D preparada con una combinación de agente espumante con 1 % de octanol, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

La figura 10 es un gráfico de barras de la distribución volumétrica (%) (eje Y) frente al tamaño de las cavidades en la placa para la construcción de tabiques 2A, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

La figura 11 es un gráfico de barras de distribución volumétrica (%) de cavidades (eje Y) frente al tamaño de cavidades (micrones) (eje X) en la placa para la construcción de tabiques 2B preparada con agente espumante modificado con dodecanol al 1 %, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

La figura 12 es un gráfico de barras de la distribución volumétrica (%) (eje Y) frente al tamaño de las cavidades (micrones) (eje X) en la placa para la construcción de tabiques 2C preparada con agente espumante modificado con decanol al 1 %, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

La figura 13 es un gráfico de barras de distribución volumétrica (%) (eje Y) frente al tamaño de las cavidades (micrones) (eje X) en la placa para la construcción de tabiques 2D preparada con agente espumante modificado con octanol al 1 %, como se describe en el ejemplo 2 en el presente documento.

La figura 14 es un diagrama esquemático de una modalidad de un sistema para preparar una espuma que incluye jabones estables e inestables (agentes espumantes) y un modificador de jabón (espuma) de manera que la espuma sea útil, por ejemplo, para la inserción en una suspensión de yeso o cemento durante la fabricación de placas.

60 Descripción detallada de la invención

Las modalidades de la divulgación proporcionan un modificador de espuma útil para suspensiones cementosas (por ejemplo, suspensiones de yeso o cemento) y para productos y métodos relacionados. El modificador de espuma es un alcohol graso que, si bien no se desea que se ciña a ninguna teoría en particular, se cree que actúa para ayudar a estabilizar la espuma. Las suspensiones de yeso y cemento pueden ser sistemas complejos con tipos y cantidades variables de materiales. Los ingredientes dentro de la suspensión contribuyen a la formación de espuma, lo que

puede hacer que se rompan las burbujas de espuma, lo que reduce el control de la distribución del tamaño de las cavidades de aire. De manera sorprendente e inesperada, los inventores han descubierto que la inclusión del alcohol graso con el agente espumante, en una mezcla previa para preparar la espuma, puede resultar en una mejora en la estabilidad de la espuma, para permitir así un mejor control de la espuma (aire) distribución y tamaño de la cavidad.

Al formar un sistema espumante tan robusto, en algunas modalidades, la estructura del núcleo controlado puede dar como resultado una resistencia mejorada de la placa, como se ve, por ejemplo, en una resistencia mejorada a la extracción de los clavos (a veces denominada simplemente "extracción de los clavos"), dureza del núcleo, etc. En algunas modalidades, la placa tiene una resistencia incrementada en comparación con la misma placa formada sin el alcohol graso. La distribución del tamaño de las cavidades de aire de la estructura del núcleo puede adaptarse como se desee, por ejemplo, para tener un diámetro promedio de las cavidades que puede ser más alto o más bajo, por ejemplo, que comprenda cavidades de aire más grandes o cavidades de aire más pequeñas, como puede predeterminarse.

Los agentes espumantes se seleccionan para dar como resultado cavidades de aire en el producto final, de manera que se pueda reducir el peso del núcleo de la placa. El agente espumante comprende una combinación de jabones estables e inestables.

Muchos agentes espumantes conocidos comercialmente están disponibles y pueden usarse de acuerdo con las modalidades de la divulgación, tales como la línea HYONIC (por ejemplo, 25AS) de productos de jabón de GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA. Otros jabones disponibles comercialmente incluyen Polystep B25, de Stepan Company, Northfield, Illinois.

Los jabones inestables, de acuerdo con las modalidades de la divulgación, son tensioactivos de sulfato de alquilo con longitud de cadena variable y cationes variables. Longitudes de cadena adecuados, pueden ser, por ejemplo, C₈-C₁₂, por ejemplo, C₈-C₁₀, o C₁₀-C₁₂. Los cationes adecuados incluyen, por ejemplo, sodio, amonio, magnesio o potasio. Los ejemplos de jabones inestables incluyen, por ejemplo, dodecilsulfato de sodio, dodecilsulfato de magnesio, decilsulfato de sodio, dodecilsulfato de amonio, dodecilsulfato de potasio, decilsulfato de potasio, octilsulfato de sodio, decilsulfato de magnesio, decilsulfato de amonio, combinaciones de los mismos y cualquier combinación de los mismos.

Los jabones estables, de acuerdo con las modalidades de la divulgación, son tensioactivos de sulfato de alquilo alcoxilados (por ejemplo, etoxilados) con longitud de cadena variable (generalmente más larga) y cationes variables. Las longitudes de cadena adecuadas pueden ser, por ejemplo, C₁₀-C₁₄, por ejemplo, C₁₂-C₁₄, o C₁₀-C₁₂. Los cationes adecuados incluyen, por ejemplo, sodio, amonio, magnesio o potasio. Los ejemplos de jabones estables incluyen, por ejemplo, laureth sulfato de sodio, laureth sulfato de potasio, laureth sulfato de magnesio, laureth sulfato de amonio, combinaciones de los mismos y cualquier combinación de los mismos. En algunas modalidades, puede usarse cualquier combinación de jabones estables e inestables de estas listas.

Los ejemplos de combinaciones de agentes espumantes y su adición en la preparación de productos de yeso espumado se divulgan en la patente de EE. UU. 5,643,510. Por ejemplo, puede combinarse un primer agente espumante que forma una espuma estable y un segundo agente espumante que forma una espuma inestable. En algunas modalidades, el primer agente espumante es un jabón con una longitud de cadena de alquilo de 8-12 átomos de carbono y una longitud de cadena de grupo alcoxi (por ejemplo, etoxi) de 1-4 unidades. El segundo agente espumante es un jabón no alcoxilado (por ejemplo, no etoxilado) con una longitud de cadena de alquilo de 6-20 átomos de carbono, por ejemplo, 6-18 átomos de carbono o 6-16 átomos de carbono. La regulación de las cantidades respectivas de estos dos jabones permite el control de la estructura de la espuma de la placa hasta que se alcanza aproximadamente un 100 % de jabón estable o aproximadamente un 100 % de jabón inestable.

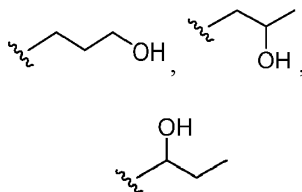
El agente espumante está en forma de sulfato de alquilo y sulfato de éter de alquilo. Dichos agentes espumantes se prefieren a las olefinas tales como los sulfatos de olefina porque las olefinas contienen dobles enlaces, generalmente en la parte delantera de la molécula, que las hace indeseablemente más reactivas, incluso cuando se hacen para ser un jabón. Por lo tanto, preferentemente, el agente espumante comprende sulfato de alquilo y sulfato de éter de alquilo pero está esencialmente libre de una olefina (por ejemplo, sulfato de olefina) y/o alquino. Esencialmente libre de olefina o alquino significa que el agente espumante contiene (i) 0 % en peso basado en el peso del estuco, o no contiene olefina y/o alquino, o (ii) una cantidad ineficaz o (iii) una cantidad inmaterial de olefina y/o alquino. Un ejemplo de una cantidad ineficaz es una cantidad más abajo de la cantidad umbral para lograr el propósito pretendido de usar un agente espumante de olefina y/o alquino, como apreciará un experto en la técnica. Una cantidad inmaterial puede ser, por ejemplo, más abajo de aproximadamente 0,001 % en peso, tal como más abajo de aproximadamente 0,005 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,001 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,0001 % en peso, etc., basado en el peso del estuco, como apreciará un experto en la técnica.

El agente espumante se incluye en la suspensión de yeso en cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, en algunas modalidades, se incluye en una cantidad de aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,25 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,1 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 0,03 % en peso de estuco, o de aproximadamente 0,07 % a aproximadamente 0,1 % en peso de estuco.

El alcohol graso puede ser cualquier alcohol graso alifático adecuado. Se entenderá que, como se define a lo largo del presente documento, "alifático" se refiere a alquilo, alqueno o alquínico, y puede estar sustituido o no sustituido, ramificado o no ramificado y saturado o insaturado, y en relación con algunas modalidades, se indica con las cadenas de carbono que se exponen en el presente documento, por ejemplo, C_x-C_y, donde x y y son números enteros. Por lo tanto, el término alifático también se refiere a cadenas con sustitución de heteroátomos que conserva la hidrofobicidad del grupo. El alcohol graso puede ser un único compuesto o puede ser una combinación de dos o más compuestos.

En algunas modalidades, el alcohol graso es un alcohol graso C₆-C₂₀, tal como un alcohol graso C₁₀-C₂₀ o un alcohol graso C₆-C₁₆ (por ejemplo, alcohol graso alifático C₆-C₁₄, C₆-C₁₂, C₆-C₁₀, C₆-C₈, C₈-C₁₆, C₈-C₁₄, C₈-C₁₂, C₈-C₁₀, C₁₀-C₁₆, C₁₀-C₁₄, C₁₀-C₁₂, C₁₂-C₁₆, C₁₂-C₁₄, o C₁₄-C₁₆, etc.). Los ejemplos incluyen octanol, decanol, dodecanol, etc. o cualquier combinación de los mismos.

El alcohol graso C₁₀-C₂₀ comprende una cadena de carbono C₆-C₂₀ lineal o ramificada y al menos un grupo hidroxilo. El grupo hidroxilo puede adjuntarse en cualquier posición adecuada en la cadena de carbono, pero preferentemente se encuentra en o cerca de cualquiera de los carbonos terminales. En determinadas modalidades, el grupo hidroxilo puede estar adjunto en la posición α-, β-, o γ- de la cadena de carbono, por ejemplo, el alcohol graso C₆-C₂₀ puede comprender las siguientes subunidades estructurales:



Por lo tanto, ejemplos de un alcohol graso deseado de acuerdo con algunas modalidades son 1-dodecanol, 1-undecanol, 1-decanol, 1-nonanol, 1-octanol o cualquier combinación de los mismos.

En algunas modalidades, un agente estabilizador de espuma comprende el alcohol graso y está esencialmente libre de alquiloamidas de ácidos grasos o tauridas de ácidos carboxílicos. En algunas modalidades, el agente estabilizador de espuma está esencialmente libre de glicol, aunque pueden incluirse glicoles en algunas modalidades, por ejemplo, para permitir un más alto contenido de tensioactivo. Esencialmente libre de cualquiera de los ingredientes antes mencionados significa que el estabilizador de espuma contiene (i) 0 % en peso basado en el peso de cualquiera de estos ingredientes, o (ii) una cantidad ineficaz o (iii) inmaterial de cualquiera de estos ingredientes. Un ejemplo de una cantidad ineficaz es una cantidad más abajo de la cantidad umbral para lograr el propósito pretendido de usar cualquiera de estos ingredientes, como apreciará un experto en la técnica. Una cantidad inmaterial puede ser, por ejemplo, más abajo de aproximadamente 0,0001 % en peso, tal como más abajo de aproximadamente 0,00005 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,00001 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,000001 % en peso, etc., basado en el peso del estuco, como apreciará un experto en la técnica.

El alcohol graso puede estar presente en la suspensión de yeso en cualquier cantidad adecuada. En algunas modalidades, el alcohol graso está presente en una cantidad de aproximadamente 0,0001 % a aproximadamente 0,03 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente 0,0001 % a aproximadamente 0,001 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,0002 % a aproximadamente 0,0075 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,0001 % a aproximadamente 0,003 % en peso de estuco, o de aproximadamente 0,0005 % a aproximadamente 0,001 % en peso de estuco.

Para mejorar la eficiencia, el agente espumante, el agua espumosa y el alcohol graso se combinan antes de añadirlos a la suspensión de yeso. La preparación de esta manera permite que el alcohol graso actúe directamente con la espuma para proporcionar el efecto estabilizador deseado, en lugar de diluirse en la suspensión de yeso y competir con otros componentes de la suspensión para acceder a las burbujas de espuma.

El alcohol graso se añade al agente espumante y típicamente se disuelve. Dado que los alcoholes grasos son generalmente insolubles en agua, se añaden al jabón y se solubilizan primero antes de la generación de espuma en algunas modalidades. El alcohol graso puede disolverse en agentes espumantes estables o inestables de acuerdo con las modalidades de la divulgación. En algunas modalidades, un primer agente espumante, con alcohol graso disuelto, se combina luego con otro agente espumante (por ejemplo, un agente espumante estable con un alcohol graso disuelto combinado con un agente espumante inestable, o un agente espumante inestable con un alcohol graso disuelto combinado con un agente espumante estable).

Cualquier relación de peso eficaz entre los tensioactivos (agentes espumantes) y los alcoholes grasos puede usarse en la combinación final de agente espumante y alcohol graso, antes de la adición a la suspensión de yeso. Por ejemplo, el agente espumante puede estar presente en relación con el alcohol graso en una relación de peso de aproximadamente 5000:1 a aproximadamente 5:1, por ejemplo, de aproximadamente 5000:1 a aproximadamente

1000:1, de aproximadamente 500:1 a aproximadamente 100:1, o de aproximadamente 500:1 a aproximadamente 10:1. Para ilustrar, en una modalidad, una combinación de agente espumante final típico-alcohol graso tiene 30 % de tensioactivos y 1 % de alcoholes grasos en peso, con el resto de la mezcla compuesto de agua.

5 El agente espumante y el alcohol graso pueden combinarse en un recipiente al mezclar (remover, agitar). El agente espumante adicional puede añadirse mediante inyección. La espuma se genera previamente y estabiliza previamente antes de que se encuentre con la suspensión cementosa. Si bien no se desea que se ciña a la teoría, se cree que se forma una película delgada de tensioactivo que se modifica con alcohol graso antes de mezclarlo con la suspensión cementosa. La generación previa de la espuma implica una mezcla de alto cizallamiento de aire presurizado con una solución de jabón. Se prefiere esta generación previa de agente espumante ya que conduce a una espuma, lo que contrasta con los sistemas que meramente arrastran algo de aire durante la mezcla sin hacer espumas. Estos sistemas de arrastre de aire meramente añaden burbujas simplemente al combinar la suspensión que contiene un poco de jabón. Una espuma puede distinguirse de dichos sistemas de burbujas mixtas porque el tamaño de la burbuja de espuma generada previamente es más uniforme y puede controlarse.

15 Una vez combinada la mezcla de la composición del agente espumante con el alcohol graso, se genera la espuma y luego se añade (por ejemplo, se inyecta) a la suspensión. Los métodos y aparatos para generar espuma son bien conocidos. Véase, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos 4,518,652; 2,080,009; y 2,017,022. La espuma puede generarse previamente a partir de la mezcla acuosa de agente espumante y alcohol graso. Por ejemplo, la composición final de la combinación de agente espumante y alcohol graso puede dirigirse mediante ajustes de dosis al equipo generador de espuma. Un método para hacer la espuma es usar un generador de espuma que mezcla la solución de jabón con aire. Puede usarse cualquier método de mezcla para combinar el jabón con aire que haga que se formen burbujas, que incluye la agitación, el flujo turbulento o la mezcla. Por ejemplo, el equipo generador de espuma puede incluir la mezcla de aire comprimido y una solución de tensioactivo para generar la espuma. La cantidad de agua y aire se controlan para generar espuma de una densidad particular. El ajuste del volumen de espuma se usa para controlar el peso total del producto seco.

30 El primer y segundo agentes espumantes se combinan de forma simultánea y continua, como una parte integral "en línea" del proceso de mezclado. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante el bombeo de corrientes separadas de los diferentes agentes espumantes y al juntar las corrientes en, o justo antes, un generador de espuma que se emplea para generar la corriente de espuma acuosa que luego se inserta y se mezcla con la suspensión de yeso calcinado. Al combinar de esta manera, la relación del primer y segundo agente espumante en la combinación puede ajustarse de manera simple y eficiente (por ejemplo, mediante el cambio de la velocidad de flujo de una o ambas corrientes separadas) para lograr las características deseadas de la cavidad en el producto de yeso fraguado espumado. Dicho ajuste se realizará en respuesta a un examen del producto final para determinar si es necesario. Puede encontrarse una descripción más detallada de dicha combinación y ajuste "en línea" en las patentes de EE. UU. 5,643,510 y 5,683,635.

40 La adición en línea de la espuma es ventajosa porque permite que los jabones se combinen con el modificador de espuma como se describe en el presente documento en una mezcla previa, que luego se inserta en la suspensión de yeso, por ejemplo, en el mezclador principal para la suspensión de yeso. La adición de jabón y modificador de jabón (espuma) de esta manera permite flexibilidad en el sistema ya que los pesos relativos de cada componente pueden ajustarse, por ejemplo, con la ayuda de un controlador de proceso como se conoce en la técnica. Por lo tanto, las cantidades individuales de los jabones y el modificador de jabón pueden controlarse con mejor precisión y permite una flexibilidad durante la fabricación que no está disponible de una fuente combinada de jabón (agente espumante) y modificador de jabón (modificador de espuma) preparado fuera del sitio con cantidades relativas predeterminadas de los componentes respectivos (es decir, jabón y modificador de jabón).

50 La figura 14 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra una modalidad de un sistema de generación de espuma 10 donde el agente espumante (jabón) y el modificador de espuma (modificador de jabón) se combinan en una mezcla previa que puede ajustarse con respecto a las cantidades de cada componente. En particular, un jabón inestable 12, un modificador de jabón 14 y un jabón estable 16, como se describe en el presente documento, se introducen a través de conductos individuales en cualquier orden en un conducto de corriente combinada 18. También puede añadirse agua espumosa 20 al conducto de corriente combinada 18 para diluir la solución de tensioactivo. Se introduce aire de espuma 24 para lograr la densidad de espuma deseada (por ejemplo, de aproximadamente 32 kg/m³ (aproximadamente 2 lb/ft³) a aproximadamente 128 kg/m³ (aproximadamente 8 lb/ft³), de aproximadamente 48 kg/m³ (aproximadamente 3 lb/ft³) a aproximadamente 112 kg/m³ (aproximadamente 7 lb/ft³), o de aproximadamente 64 kg/m³ (aproximadamente 4 lb/ft³) a aproximadamente 96 kg/m³ (6 lb/ft³), etc.) según sea adecuado para la generación de espuma.

60 El contenido del conducto de corriente combinada 18 se inserta en un generador de espuma 22. El aire limpio y seco 24 también se inserta en el generador de espuma 22 y se usa para formar la espuma 26. El generador de espuma 22 contiene generalmente un rotor y un estator, como se conoce en la técnica. El generador de espuma mezcla el aire, el agua y los agentes espumantes bajo presión mediante una acción de cizallamiento entre el rotor y el estator para producir la espuma. El aire puede suministrarse a través de un conducto con un control preciso de la presión del aire (por ejemplo, de aproximadamente 275,8 kPa (aproximadamente 40 psi) a aproximadamente 689,5 kPa

(aproximadamente 100 psi), o de aproximadamente 275,8 kPa (aproximadamente 40 psi) a aproximadamente 551,6 kPa (aproximadamente 80 psi)) y la velocidad de flujo (por ejemplo, de aproximadamente, 57 m³/min (aproximadamente de 20 ft³/min a aproximadamente 1,70 m³/min (aproximadamente de 60 ft³/min, o de aproximadamente 84 m³/min (aproximadamente 30 ft³/min) a aproximadamente 1,42 m³/min (50 ft³/min)). La espuma 26 puede suministrarse luego a un mezclador para formar una suspensión cementosa que se usa para formar una placa tal como una placa de yeso o una placa de cemento, como se conoce en la técnica.

Ventajosamente, el sistema 10 permite el ajuste en línea de los componentes usados para hacer de la espuma, en particular, el jabón inestable 12, el modificador de jabón 14 y el jabón estable 16. El jabón inestable 12, el modificador de jabón 14 y el jabón estable 16 pueden preformarse y suministrarse cada uno a través de conductos individuales al conducto de corriente combinada 18. Si se desea, el jabón inestable 12 y el modificador de jabón 14 pueden combinarse primero en un conducto previo y/o, de manera similar, el jabón estable 16 y el modificador de jabón 14 pueden combinarse primero en un conducto previo. La inserción de los componentes 12, 14 y 16 puede ser asistida por un sistema de medición de flujo como se describe más abajo.

El sistema 10 permite el ajuste sobre la marcha de las cantidades relativas de cada componente 12, 14 y 16, incluso cuando el sistema de generación de espuma forma espuma continuamente y el mezclador de suspensión cementosa forma placa continuamente. Para ilustrar, los componentes 12, 14 y 16 pueden estar presentes en una primera relación de peso, pero un operador (por ejemplo, un operador de línea de placas) puede ajustar las cantidades de uno o más de los componentes 12, 14 y 16 para formar una segunda relación de peso, todo sobre la marcha mientras la espuma y, a su vez, la placa, se preparan continuamente. Por ejemplo, el operador puede desear cambiar las cantidades relativas de los componentes 12, 14 y 16 con el fin de lograr una estructura de cavidades de aire objetivo en la capa de la placa y controlar la distribución del tamaño de la cavidad como se conoce en la técnica. Esto puede ser en respuesta a una inspección visual de una muestra de suspensión húmeda y/o una sección transversal de la placa muestreada aguas abajo (por ejemplo, en forma húmeda, por ejemplo, en el cuchillo, o después del secado), y particularmente mediante la inspección de una capa de yeso que contiene cavidades resultantes de la espuma.

El sistema de medición de flujo puede incluir una o más bombas y una o más válvulas en algunas modalidades. Por ejemplo, pueden usarse una o más bombas (por ejemplo, bombas de cavidad progresiva o de desplazamiento positivo) para facilitar la inyección del agente espumante particular o del componente modificador de espuma en el conducto de corriente combinada 18. En algunas modalidades, las bombas tienen forma de bombas de alta precisión y contienen un caudalímetro para cuantificar el flujo de material. Se usan válvulas u otro regulador de flujo para regular la cantidad de cada componente 12, 14 y 16 inyectado en el conducto de corriente combinada 18. Puede utilizarse cualquier válvula adecuada como se conoce en la técnica, tales como válvulas de impulsos o solenoides (por ejemplo, válvulas que emiten impulsos con modulación).

En diversas modalidades, el sistema de medición de flujo puede configurarse de modo que una, dos o tres bombas estén asociadas operativamente con válvulas para el primer agente espumante, el segundo agente espumante y el modificador de espuma. Por ejemplo, en algunas modalidades, se emplean tres bombas, una para cada uno del primer agente espumante, el segundo agente espumante y el modificador de espuma. En algunas modalidades, tal como cuando uno de los dos agentes espumantes se combina con el modificador de espuma primero antes de añadir el otro agente espumante, pueden usarse dos bombas, por ejemplo, cuando se usa una bomba para dos ingredientes que se combinan primero, y la otra bomba se usa para el tercer ingrediente. En otras modalidades, se usa una única bomba y está adaptada para la inyección del primer agente espumante, el segundo agente espumante y el modificador de espuma.

Puede utilizarse un controlador de proceso para operar el sistema de medición de flujo para ajustes en línea en algunas modalidades. El controlador de proceso puede comunicarse con las bombas y/o válvulas del sistema de medición de flujo para ajustar las cantidades de primer agente espumante, segundo agente espumante y modificador de espuma. El hardware y los sistemas operativos para operar el sistema de medición de flujo mediante el uso de bombas y válvulas son bien conocidos. Brevemente, el controlador puede tener la forma de un chip o unidad de control electrónico y puede estar asociado con un módulo informático provisto de memoria en algunas modalidades. Las válvulas y bombas pueden tener configuraciones automáticas para una o más características deseadas, por ejemplo, encendido/apagado, velocidad de pulsación, velocidad de actuación, velocidad de flujo, presión de flujo, etc., que pueden instalarse, por ejemplo, en la memoria del módulo. El controlador puede recibir instrucciones, por ejemplo, de un operador humano, y enviar en respuesta una señal de salida de control a las válvulas y/o bombas, por ejemplo, a través de los ajustes de las mismas. Esto permite ajustes en línea de las cantidades de uno o más de los componentes 12, 14 y 16 a medida que las bombas y/o válvulas pueden ajustar uno o más de la velocidad de flujo, presión de flujo, velocidad de pulsación, velocidad de actuación, etc., como apreciará un experto en la técnica.

La suspensión y la espuma generada previamente pueden combinarse para hacer una composición de yeso espumado. Un método para combinar la suspensión de yeso y la espuma generada previamente es mediante la presurización de la espuma y al forzarla a entrar en la suspensión. Al menos una modalidad usa un anillo de espuma para distribuir la espuma. El anillo de espuma es un aparato con forma que permite que la suspensión fluya a través

de él. Incluye uno o más chorros o ranuras para la descarga de la espuma presurizada en la suspensión a medida que la suspensión pasa por el anillo. El uso de un anillo de espuma se divulga en la patente de Estados Unidos 6,494,609. Otro método de combinar la espuma y la suspensión es mediante la adición de la espuma directamente al mezclador. En una modalidad, un anillo de espuma u otro aparato de inyección de espuma está orientado para inyectar espuma en el conducto de descarga del mezclador. Este proceso se describe en la patente de Estados Unidos n.º 5,683,635 de cesión común. Independientemente de la forma en que se genere o se introduzca la espuma en la suspensión, una característica importante del presente método es que el alcohol graso se combina o se añade en algún punto de la producción o generación de la espuma antes de su introducción en la suspensión. La composición de yeso se moldea para formar un núcleo de yeso.

La matriz de cristales de yeso del núcleo de yeso fraguado formado con el régimen de alcohol graso y agente espumante de la divulgación puede adaptarse para que tenga cualquier distribución de tamaño de poro deseada. El uso de jabón difiere de un producto a otro en dependencia de la distribución y el tamaño de la cavidad deseada, como apreciará un experto en la técnica. Las técnicas para ajustar los tamaños de las cavidades según se desee son bien conocidas y las entenderá un experto en la técnica. Véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. 5,643,510 y el documento US 2007/0048490. Por ejemplo, la distribución del tamaño de las cavidades del núcleo de yeso espumado puede controlarse con precisión mediante el ajuste de la concentración de los jabones en la mezcla de jabón acuoso. Después de que se ha preparado un núcleo de yeso espumado, la inspección del interior del núcleo de yeso revela la estructura vacía. Los cambios en la distribución del tamaño de las cavidades se producen al variar la concentración de jabón de la concentración inicial o previa. Si el interior tiene una fracción demasiado grande de pequeñas cavidades, puede reducirse la concentración de jabón en la mezcla de jabón acuoso. Si se encuentran demasiadas cavidades muy grandes, oblongos o de forma irregular, puede aumentarse la concentración de jabón. Aunque la distribución óptima del tamaño de las cavidades puede variar según el producto, la ubicación o las materias primas usadas, esta técnica de proceso es útil para avanzar hacia la distribución deseada del tamaño de las cavidades, independientemente de cómo se defina. La distribución deseable del tamaño de las cavidades en muchas modalidades es aquella que produce un núcleo de alta resistencia para la formulación de yeso que se usa.

Por ejemplo, en algunas modalidades, el núcleo de yeso fraguado comprende cavidades de aire que tienen un diámetro promedio de las cavidades de aire de cavidades de aire relativamente grandes, tal como un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos aproximadamente 100 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos aproximadamente 150 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos aproximadamente 200 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos aproximadamente 250 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos aproximadamente 300 micrones de diámetro, o un diámetro promedio de las cavidades de aire de al menos 350 micrones de diámetro, etc.

En algunas modalidades, el núcleo de yeso fraguado comprende cavidades de aire que tienen un diámetro promedio de las cavidades de aire de cavidades de aire relativamente pequeños, tal como un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 100 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 90 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 80 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 70 micrones de diámetro, un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 60 micrones de diámetro, o un diámetro promedio de las cavidades de aire de menos de aproximadamente 50 micrones de diámetro, etc.

En algunas modalidades, la matriz de cristal de yeso tiene una distribución de tamaño de poro que comprende cavidades, en donde el tamaño de la cavidad de aire que tiene la máxima frecuencia es un diámetro de aproximadamente 100 micrones o menos, aproximadamente 80 micrones o menos, aproximadamente 70 micrones o menos, o aproximadamente 50 micrones o menos. En otras modalidades, la matriz de cristal de yeso tiene una distribución de tamaño de poro que comprende cavidades de aire, en donde el tamaño de cavidades de aire que tiene la máxima frecuencia es un diámetro de al menos aproximadamente 100 micrones, tal como un diámetro de al menos aproximadamente 150 micrones, al menos aproximadamente 200 micrones, etc.

En algunas modalidades, para mejorar la resistencia, el núcleo de yeso fraguado incluye un volumen significativo de las cavidades contribuido por cavidades grandes, es decir, que tiene un diámetro de al menos aproximadamente 100 micrones. Por ejemplo, en algunas modalidades, al menos aproximadamente el 20 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado es aportado por cavidades que tienen un diámetro de al menos aproximadamente 100 micrones, tal como al menos aproximadamente el 30 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, al menos aproximadamente el 40 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, al menos aproximadamente el 50 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, al menos aproximadamente el 60 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, al menos aproximadamente el 70 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, al menos aproximadamente el 80 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado, o al menos aproximadamente el 90 % del volumen total de la cavidad del núcleo de yeso fraguado. Para mejorar la reducción de peso mientras se mantiene la resistencia, en algunas modalidades, pueden colocarse cavidades de aire generalmente discretos más pequeños a alta frecuencia, es decir, que tengan un diámetro de menos de aproximadamente 100 micrones y/o un diámetro de menos de aproximadamente 50

micrones, grandes cavidades. En algunas modalidades, el tamaño de las cavidades de aire que tiene la máxima frecuencia es un diámetro de aproximadamente 100 micrones o menos, aproximadamente 80 micrones o menos, aproximadamente 70 micrones o menos, o aproximadamente 50 micrones o menos, mientras que al mismo tiempo la contribución del volumen de la cavidad por las cavidades de aire que tienen un diámetro de al menos

5 aproximadamente 100 micrones pueden ser cualquiera de acuerdo con cualquiera de los porcentajes de volumen indicados más arriba. En algunas modalidades, la distribución de las cavidades de aire es relativamente estrecha, lo que puede caracterizarse por el análisis de imágenes de micrografías u otras imágenes de la estructura del núcleo.

Como se usa en el presente documento, el término tamaño promedio de las cavidades de aire (también denominado diámetro promedio de las cavidades de aire) se calcula a partir del diámetro más grande de las cavidades de aire individuales en el núcleo. El diámetro más grande es el mismo que el diámetro de Feret. El diámetro más grande de cada cavidad de aire puede obtenerse a partir de una imagen de una muestra. Las imágenes pueden tomarse mediante el uso de cualquier técnica adecuada, tal como la microscopía electrónica de barrido (SEM), que proporciona imágenes bidimensionales. Puede medirse un gran número de tamaños de poros de cavidades de aire en una imagen SEM, de manera que la aleatoriedad de las secciones transversales (poros) de las cavidades puede proporcionar el diámetro promedio. Tomar medidas de las cavidades en varias imágenes situadas aleatoriamente a lo largo del núcleo de una muestra puede mejorar este cálculo. Además, la construcción de un modelo estereológico tridimensional del núcleo basado en varias imágenes SEM bidimensionales también puede mejorar el cálculo del tamaño de la cavidad promedio. Otra técnica es el análisis de exploración por TC de rayos X (XMT), que proporciona una imagen tridimensional. Otra técnica es la microscopía óptica, donde puede usarse un contraste de luz para ayudar a determinar, por ejemplo, la profundidad de las cavidades. Las cavidades pueden medirse manualmente o mediante el uso de un software de análisis de imágenes, por ejemplo, Image J, desarrollado por el NIH. Un experto en la materia apreciará que la determinación manual de los tamaños de las cavidades y la distribución de las imágenes puede determinarse mediante la observación visual de las dimensiones de cada cavidad. La muestra puede obtenerse mediante la sección de una placa de yeso.

10
15
20
25

Las cavidades de agua por evaporación, que generalmente tienen cavidades de aproximadamente 5 µm o menos de diámetro, también contribuyen a cavidades junto con las cavidades de aire (espuma) antes mencionadas. En algunas modalidades, la relación de volumen de las cavidades con un tamaño de poro mayor de aproximadamente 5 micrones a las cavidades con un tamaño de poro de aproximadamente 5 micrones o menos, es de aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 9:1, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 0,8:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 2,3:1 a aproximadamente 9:1, de aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 6:1, de aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 6:1, de aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 6:1, de aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 4:1, de aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 4:1, de aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 4:1, de aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 2,3:1, de aproximadamente 0,7:1 a aproximadamente 2,3:1, de aproximadamente 0,8:1 a aproximadamente 2,3:1, de aproximadamente 1,4:1 a aproximadamente 2,3:1, de aproximadamente 1,8:1 a aproximadamente 2,3:1, etc.

30
35
40

Si bien no se desea que se ciña a ninguna teoría en particular, se cree que el alcohol graso mejora la estabilidad de las burbujas de espuma formadas a partir del agente espumante cuando la espuma se introduce en la suspensión de yeso (a veces denominada "suspensión de estuco"). Se cree además que las burbujas de espuma forman una capa exterior en una interfaz con la suspensión de yeso circundante. Se cree que el alcohol graso fortalece y estabiliza la cubierta en la interfaz para proporcionar así un mejor control sobre la distribución y tamaño de las cavidades. Además, debido a la estabilidad mejorada, se rompen menos burbujas de espuma y, por lo tanto, se necesita menos agente espumante en algunas modalidades para lograr la misma reducción de peso deseada de la placa en comparación con la misma placa preparada sin el alcohol graso. Se cree además que el agente espumante forma micelas. A este respecto, los agentes espumantes son generalmente tensioactivos con colas hidrófobas y cabezas hidrófilas. Los alcoholes grasos pueden incorporarse en las micelas de tensioactivos de manera que las regiones hidrófobas de los tensioactivos y de los alcoholes grasos sean adyacentes entre sí para proteger las burbujas de espuma mediante interacciones hidrófobas entre las regiones hidrófobas.

45
50

La suspensión de yeso incluye agua y estuco. Puede usarse cualquier tipo de estuco adecuado en la suspensión de yeso, que incluye hemihidrato de sulfato de calcio alfa, hemihidrato de sulfato de calcio beta, sulfato de calcio anhidro. El estuco puede ser fibroso o no fibroso. Las modalidades de la divulgación pueden adaptarse a cualquier relación de agua a estuco (WSR) adecuada. En algunas modalidades, la WSR es de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 1,5, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 1,3, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 1,2, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 1, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,8, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,5, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,3, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,2, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,8, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,5, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,3, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,2, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,5, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,3, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,2, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1, de

55
60
65

aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,5, de aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,3, de aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,2, de aproximadamente 1 a aproximadamente 1,5, de aproximadamente 1 a aproximadamente 1,4, de aproximadamente 1 a aproximadamente 1,2, etc.

- 5 Sorprendente e inesperadamente, la estabilidad mejorada de las cavidades de espuma y los beneficios resultantes relacionados descritos en el presente documento pueden lograrse incluso en presencia de diversos aditivos y cantidades de suspensión de yeso usados para formar el núcleo de la placa. Como tal, la mezcla de espuma previa modificada mejorada que comprende agente espumante y alcohol graso de acuerdo y/o retardador, el acelerantes de la divulgación puede usarse en la preparación de diversos tipos de productos de yeso, que incluye placas ultraligeras, placas resistentes al agua y al moho y productos con clasificación de resistencia al fuego.

La suspensión de yeso puede incluir aceleradores o retardadores como se conoce en la técnica para ajustar la velocidad de fraguado. El acelerador puede presentarse en diversas formas (por ejemplo, acelerador de yeso húmedo, acelerador resistente al calor y acelerador estabilizado para el clima). Véase, por ejemplo, las patentes de EE. UU. 3,573,947 y 6,409,825. En algunas modalidades donde se incluyen acelerador y/o retardador, el acelerador y/o retardador pueden estar en la suspensión de estuco para formar el núcleo de la placa en una cantidad sobre una base sólida de, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 10 % en peso del estuco (por ejemplo, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 10 %), tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 5 % en peso de estuco (por ejemplo, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 %).

Pueden incluirse otros aditivos en la suspensión de yeso para proporcionar las propiedades deseadas, que incluyen resistencia en bruto, resistencia al pandeo, resistencia al agua, resistencia al moho, clasificación de resistencia al fuego, propiedades térmicas, resistencia de la placa, etc. Los ejemplos de aditivos adecuados incluyen, por ejemplo, aditivos de resistencia tales como almidón, dispersante, polifosfato, partículas de alta expansión, aditivo disipador de calor, fibras, siloxano, óxido de magnesio, etc., o cualquier combinación de los mismos. El uso del término aditivo en singular en el presente documento se usa por conveniencia, pero se entenderá que abarca el plural, es decir, más de un aditivo en combinación, como apreciará fácilmente un experto en la técnica.

En algunas modalidades, la suspensión de yeso incluye un almidón que es eficaz para aumentar la resistencia de la placa de yeso en relación con la resistencia de la placa sin almidón (por ejemplo, mediante una mayor resistencia a la extracción de los clavos). Puede usarse cualquier almidón que mejore la resistencia, que incluye los almidones hidroxialquilados, tal como el almidón hidroxietilado o hidroxipropilado, o una combinación de los mismos, o los almidones pregelatinizados, que generalmente se prefieren a los almidones migratorios modificadores de ácido que generalmente proporcionan una mejora de la unión papel-núcleo, pero no mejora la resistencia del núcleo. Puede incluirse cualquier almidón pregelatinizado adecuado en el aditivo potenciador, como se describe en los documentos US 2014/0113124 A1 y US 2015/0010767-A1, que incluyen los métodos de preparación de los mismos y los intervalos de viscosidad deseados descritos en ellos.

Si se incluye, el almidón pregelatinizado puede presentar cualquier viscosidad adecuada. En algunas modalidades, el almidón pregelatinizado es un almidón de viscosidad de intervalo medio medido de acuerdo con el método VMA como se conoce en la técnica y como se expone en el documento US 2014/0113124 A1. Los almidones pregelatinizados deseables de acuerdo con algunas modalidades pueden tener una viscosidad de intervalo medio, por ejemplo, de acuerdo con el método VMA cuando se miden en una solución al 15 % en peso de almidón en agua, de 0,02 Pa·s a 0,7 Pa·s (20 centipoise a aproximadamente 700 centipoise, en donde 1 centipoise = 0,0001 Pa·s) por ejemplo, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 600 centipoise, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 400 centipoise, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 300 centipoise, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 200 centipoise, de aproximadamente 20 centipoise a aproximadamente 100 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 700 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 600 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 400 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 300 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 200 centipoise, de aproximadamente 30 centipoise a aproximadamente 100 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 700 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 600 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 400 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 300 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 200 centipoise, de aproximadamente 50 centipoise a aproximadamente 100 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 700 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 600 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 400 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 300 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 200 centipoise, de aproximadamente 70 centipoise a aproximadamente 100 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 700 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 600 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 500 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 400 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 300 centipoise, de aproximadamente 100 centipoise a aproximadamente 200 centipoise, etc. De

acuerdo con algunas modalidades, el almidón pregelatinizado puede prepararse como un almidón extruido, por ejemplo, cuando el almidón se prepara mediante pregelatinización y modificación con ácido en una etapa en una extrusora como se describe en el documento US 2015/0010767-A1.

5 Si se incluye, el almidón puede estar presente en cualquier cantidad adecuada. En algunas modalidades, el almidón está presente en la suspensión de yeso en una cantidad de aproximadamente 0 % a aproximadamente 20 % en peso del estuco, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 15 % en peso de estuco, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 10 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 20 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 15 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 10 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,1 % de aproximadamente un 6 % en peso de estuco, de aproximadamente un 0,3 % a aproximadamente un 4 % en peso de estuco, de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 4 % en peso de estuco, de aproximadamente un 0,5 % a aproximadamente un 3 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 2 % en peso de estuco, de aproximadamente 1 % a aproximadamente 4 % en peso de estuco, de aproximadamente 1 % a aproximadamente 3 % en peso de estuco, de aproximadamente 1 % a aproximadamente 2 % en peso de estuco etc.

La suspensión de yeso puede incluir opcionalmente al menos un dispersante para mejorar la fluidez en algunas modalidades. Los dispersantes pueden incluirse en forma seca con otros ingredientes secos y/o en forma líquida con otros ingredientes líquidos en la suspensión de estuco. Los ejemplos de dispersantes incluyen naftalenosulfonatos, tales como ácido polinaftalenosulfónico y sus sales (polinaftalenosulfonatos) y derivados, que son productos de condensación de ácidos naftalenosulfónicos y formaldehído; así como dispersantes de policarboxilato, tales como éteres policarboxílicos, por ejemplo, dispersantes de tipo PCE211, PCE111, 1641, 1641F, o PCE 2641, por ejemplo, dispersantes MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F, MELFLUX 1641F, MELFLUX 2500L (BASF), y COATEX Ethacryl M, disponible de Coatex, Inc.; y/o lignosulfonatos o lignina sulfonada. Pueden usarse dispersantes de naftalenosulfonato para facilitar la formación de burbujas más grandes y por lo tanto cavidades más grandes en el producto final, y pueden usarse policarboxilatos tales como éteres de policarboxilato para formar burbujas más pequeñas y por lo tanto cavidades más pequeñas en el producto. Como se desean cambios de la estructura de cavidades en el producto durante la fabricación, dichos ajustes de dispersante y otros cambios en el proceso pueden realizarse como apreciará un experto en la materia. Los lignosulfonatos son polímeros polielectrolitos aniónicos solubles en agua, subproductos de la producción de pulpa de madera mediante el uso de pulpa de sulfito. Un ejemplo de una lignina útil en la práctica de los principios de las modalidades de la presente divulgación es Marasperse C-21 disponible de Reed Lignin Inc.

Generalmente se prefieren los dispersantes de más bajo peso molecular. Se favorecen los dispersantes de naftalenosulfonato de más bajo peso molecular porque tienden a una demanda de agua más baja que los dispersantes de más alta viscosidad y más alto peso molecular. Por lo tanto, se prefieren pesos moleculares de aproximadamente 3000 a aproximadamente 10 000 (por ejemplo, de aproximadamente 8000 a aproximadamente 10 000). Como otra ilustración, para los dispersantes de tipo PCE211, en algunas modalidades, el peso molecular puede ser de aproximadamente 20 000 a aproximadamente 60 000, que exhiben menos retardo que los dispersantes que tienen un peso molecular más arriba de 60 000.

Un ejemplo de naftalenosulfonato es DILOFLO, disponible de GEO Specialty Chemicals. DILOFLO es una solución de naftalenosulfonato al 45 % en agua, aunque también están fácilmente disponibles otras soluciones acuosas, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 35 % a aproximadamente 55 % en peso de contenido de sólidos. Los naftalenosulfonatos pueden usarse en forma sólida seca o en polvo, tal como LOMAR D, disponible de GEO Specialty Chemicals, por ejemplo. Otro ejemplo de naftalenosulfonato es DAXAD, disponible de GEO Specialty Chemicals.

Si se incluye, el dispersante puede proporcionarse en cualquier cantidad adecuada. En algunas modalidades, por ejemplo, el dispersante está presente en una cantidad, por ejemplo, de aproximadamente 0 % a aproximadamente 0,7 % en peso de estuco, de 0 % a aproximadamente 0,4 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,05 % a aproximadamente 5 % en peso de estuco, de aproximadamente 0,05 % a aproximadamente 0,3 % en peso de estuco, o de aproximadamente 1 % a aproximadamente 5 % en peso de estuco.

55 En algunas modalidades, la suspensión de yeso puede incluir opcionalmente uno o más compuestos que contienen fosfato, si se desea. Por ejemplo, los componentes útiles que contienen fosfato en algunas modalidades 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 polifosfato acíclico soluble en agua. Véase, por ejemplo, las patentes de EE. UU. 6,342,284; 6,632,550; 6,815,049; y 6,822,033.

Las composiciones de fosfato, si se añaden en algunas modalidades, pueden mejorar la resistencia en verde, la resistencia a la deformación permanente (por ejemplo, pandeo), la estabilidad dimensional, etc. Pueden usarse 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 aproximadamente 6 a aproximadamente 27 unidades de fosfato repetidas 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 trisódico dipotásico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$, tripolifosfato sódico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pirofosfato tetrasódico que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, trimetafosfato de aluminio que tiene la fórmula molecular $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, pirofosfato ácido de sodio que tiene la fórmula molecular $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, polifosfato de amonio que tiene 1000-3000 unidades de fosfato repetidas y que tiene la fórmula molecular $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde $n=1000-3000$, o ácido polifosfórico que tiene dos o más unidades repetidas de ácido fosfórico y que tiene la fórmula molecular $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ en donde n es dos o más.

Si se incluye, el compuesto que contiene fosfato puede estar presente en cualquier cantidad adecuada. Para ilustrar, en algunas modalidades, el compuesto que contiene fosfato puede estar presente en una cantidad, por ejemplo, de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 1 %, por ejemplo, de aproximadamente 0,2 % a aproximadamente 0,4 % en peso del estuco.

Opcionalmente, puede incluirse un aditivo resistente al agua o al moho tal como siloxano. Si se incluye, en algunas modalidades, el siloxano se añade preferentemente en forma de emulsión. Luego, se moldea y se seca la suspensión bajo condiciones que promueven la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Puede añadirse a la suspensión de yeso un catalizador que promueva la polimerización del siloxano para formar una resina de silicona altamente reticulada. Como se describe en la patente de EE. UU. 7,811,685, puede incluirse óxido de magnesio para contribuir a la catálisis y/o a la resistencia al moho y/o al agua en algunas modalidades. Si se incluye, el óxido de magnesio está presente en cualquier cantidad adecuada, tal como de aproximadamente 0,02 % a aproximadamente 0,1 %, por ejemplo, de aproximadamente 0,02 % a aproximadamente 0,04 % en peso de estuco.

En algunas modalidades, como siloxano puede usarse fluido de metil hidrógeno siloxano sin solvente vendido bajo el nombre SILRES BS 94 por Wacker-Chemie GmbH (Munich, Alemania). Este producto es un fluido de siloxano que no contiene agua ni solventes. Se contempla que de aproximadamente 0,05 % a aproximadamente 0,5 %, por ejemplo, de aproximadamente 0,07 % a aproximadamente 0,14 % del siloxano BS 94 puede usarse en algunas modalidades, basado en el peso del estuco. Por ejemplo, en algunas modalidades, se prefiere usar de aproximadamente 0,05 % a aproximadamente 0,2 %, por ejemplo, de aproximadamente 0,09 % a aproximadamente 0,12 % del siloxano basado en el peso seco del estuco.

La suspensión de yeso puede incluir cualquier aditivo resistente al fuego adecuado en algunas modalidades. Los ejemplos de aditivos resistentes al fuego adecuados incluyen partículas de alta expansión, aditivos de disipador de calor de alta eficiencia, fibras o similares, o cualquier combinación de los mismos, como se describe en la patente de EE. UU. 8,323,785. En algunas modalidades pueden usarse vermiculita, trihidrato de aluminio, fibras de vidrio y una combinación de los mismos.

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

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 aditivo disipador de calor de alta eficiencia. Dichos aditivos de disipador de calor de alta eficiencia (HEHS) tienen una capacidad de disipador de calor que excede la capacidad de disipador de calor de cantidades comparables de yeso dihidrato en el intervalo de temperatura que causa la deshidratación y liberación de vapor de agua del componente de yeso dihidrato del núcleo del panel. Dichos aditivos se seleccionan típicamente de composiciones, tales como trihidrato de aluminio u otros hidróxidos metálicos que se descomponen y liberan vapor de agua en los mismos intervalos de temperatura o similares a los del yeso dihidrato. Si bien pueden usarse 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 HEHS preferidos proporcionan una eficiencia de disipación de calor suficientemente aumentada en relación con el yeso dihidrato para compensar cualquier aumento de peso u otras propiedades no deseadas de los aditivos HEHS cuando se usan en un panel de yeso diseñado para aplicaciones con clasificación de resistencia al fuego u otras de alta temperatura. Si se incluye, el aditivo disipador de calor, tal como ATH, está presente en cualquier cantidad adecuada. En algunas modalidades, se incluye en una cantidad de aproximadamente 1 % a aproximadamente 8 %, por ejemplo, de aproximadamente 2 % a aproximadamente 4 % en peso de estuco.

resistencia del papel. En algunas modalidades, el papel puede ponerse en contacto con una solución de uno o más de alcohol polivinílico, ácido bórico y/o polifosfato de modo que el papel se humedezca al menos parcialmente. El papel puede estar al menos parcialmente saturado en algunas modalidades. El alcohol polivinílico, el ácido bórico y/o el ácido bórico pueden penetrar en las fibras del papel en algunas modalidades. La solución de poli (alcohol vinílico), ácido bórico y/o polifosfato puede estar en cualquier cantidad adecuada y puede aplicarse de cualquier manera adecuada, como se apreciará en la técnica. Por ejemplo, la solución puede estar en forma de aproximadamente 1 % a aproximadamente 5 % de sólidos en peso en agua de cada ingrediente presente entre el alcohol polivinílico, el ácido bórico y/o polifosfato, que puede añadirse en una solución o si deseado en múltiples soluciones.

En algunas modalidades, una o ambas hojas pueden comprender fibras de vidrio, fibras cerámicas, lana mineral o una combinación de los materiales mencionados anteriormente. Una o ambas hojas de acuerdo con la presente divulgación pueden ser generalmente hidrófilas, lo que significa que la hoja es al menos parcialmente capaz de adsorber moléculas de agua sobre la superficie de la hoja y/o absorber moléculas de agua en la hoja.

En otras modalidades, las hojas de cubierta pueden estar "sustancialmente libres" de fibras de vidrio, fibras cerámicas, lana mineral o una mezcla de las mismas, lo que significa que las hojas de cubierta contienen (i) 0 % en peso basado en el peso de la hoja, o ninguna de dichas fibras de vidrio, fibras de cerámica, lana mineral o una mezcla de las mismas, o (ii) una cantidad ineficaz o (iii) una cantidad inmaterial de fibras de vidrio, fibras de cerámica, lana mineral o una mezcla de las mismas. Un ejemplo de una cantidad ineficaz es una cantidad más abajo de la cantidad umbral para lograr el propósito pretendido de usar fibras de vidrio, fibras cerámicas, lana mineral o una mezcla de las mismas, como apreciará un experto en la técnica. Una cantidad inmaterial puede estar, por ejemplo, más abajo de aproximadamente 5 % en peso, tal como más abajo de aproximadamente 2 % en peso, más abajo de aproximadamente 1 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,5 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,2 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,1 % en peso, o más abajo de aproximadamente 0,01 % en peso basado en el peso del estuco, como apreciará un experto en la técnica. Sin embargo, si se desea en modalidades alternativas, dichos ingredientes pueden incluirse en las hojas de cubierta.

En algunas modalidades, la conductividad térmica de la hoja superior y/o inferior es menos de aproximadamente 0,1 p/(m.k.). Por ejemplo, la conductividad térmica de la hoja superior y/o inferior es menos de aproximadamente 0,05 p/(m.k.).

Si se desea, en algunas modalidades, una o ambas hojas de cubierta pueden incluir opcionalmente cualquier cantidad adecuada de compuesto inorgánico o mezcla de compuestos inorgánicos que imparta de manera adecuada una mayor resistencia al fuego cuando se buscan dichas propiedades. Los ejemplos de compuestos inorgánicos adecuados incluyen trihidrato de aluminio e hidróxido de magnesio. Por ejemplo, las hojas de cubierta pueden comprender cualquier compuesto inorgánico o mezcla de compuestos inorgánicos con alto contenido de agua cristalizada, o cualquier compuesto que libere agua al calentarse. En algunas modalidades, los intervalos de la cantidad de compuesto inorgánico o la mezcla total de compuestos inorgánicos en la hoja son de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 30 % en peso de la hoja. El compuesto inorgánico o los compuestos inorgánicos usados en la hoja pueden tener cualquier tamaño de partícula adecuado o distribución de tamaño de partícula adecuada.

En algunas modalidades, puede añadirse ATH en una cantidad de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 30 % del peso total de la hoja. Típicamente, el ATH es muy estable a temperatura ambiente. Más arriba de temperaturas entre aproximadamente 180 °C y 205 °C, el ATH experimenta típicamente una descomposición endotérmica que libera vapor de agua. El calor de descomposición para dichos aditivos ATH es mayor de aproximadamente 1000 julios/gramo y, en una modalidad, es aproximadamente 1170 julios/gramo. Sin que se ciña a la teoría, se cree que el aditivo ATH se descompone para liberar aproximadamente el 35 % del agua de cristalización en forma de vapor de agua cuando se calienta más arriba de 205 °C de acuerdo con la siguiente ecuación: $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Una hoja de cubierta que comprende partículas inorgánicas de alto contenido de agua, tal como ATH, puede aumentar la resistencia al fuego de la placa. El compuesto inorgánico o la mezcla de compuestos se incorpora a la hoja en algunas modalidades. Puede prepararse una hoja de cubierta tal como papel que comprende ATH mediante la dilución primero de fibra celulósica en agua a una consistencia de aproximadamente 1 %, luego al mezclarla con partículas de ATH en una relación predeterminada. La mezcla puede verterse en un molde, cuyo fondo puede tener una malla de alambre para escurrir el agua. Después de drenar, las partículas de fibra y ATH quedan retenidas en el alambre. La hoja húmeda puede transferirse a un papel secante y secar a aproximadamente 93,3-182,2 °C (aproximadamente 200-360 °F).

En algunas modalidades, como se describe para su inclusión en la hoja de cubierta o en una suspensión de estuco, por ejemplo, se prefieren partículas de ATH de menos de aproximadamente 20 µm, pero puede usarse cualquier fuente o grado adecuado de ATH. Por ejemplo, ATH puede obtenerse de proveedores comerciales tales como Huber bajo los nombres de marca SB 432 (10 µm) o Hydral® 710 (1 µm).

En algunas modalidades, la hoja de cubierta puede comprender hidróxido de magnesio. En estas modalidades, el aditivo de hidróxido de magnesio tiene preferentemente un calor de descomposición mayor de aproximadamente 1000 julios/gramo, tal como aproximadamente 1350 julios/gramo, a o más arriba de 180 °C a 205 °C. En dichas modalidades, cualquier hidróxido de magnesio adecuado puede usarse, tal como el disponible comercialmente de proveedores, que incluye a Akrochem Corp. de Akron, Ohio.

En otras modalidades, las hojas de cubierta estarán "sustancialmente libres" de compuestos inorgánicos tal como ATH, hidróxido de magnesio o una mezcla de los mismos, lo que significa que las hojas de cubierta contienen (i) 0 % en peso basado en el peso de la hoja, o ninguno de dichos compuestos inorgánicos tales como ATH, hidróxido de magnesio o una mezcla de los mismos, o (ii) una cantidad ineficaz o (iii) una cantidad inmaterial de compuestos inorgánicos tales como ATH, hidróxido de magnesio o una mezcla de los mismos. Un ejemplo de una cantidad ineficaz es una cantidad más abajo de la cantidad umbral para lograr el propósito pretendido de usar compuestos inorgánicos tales como ATH, hidróxido de magnesio o una mezcla de los mismos, como apreciará un experto en la técnica. Una cantidad inmaterial puede estar, por ejemplo, más abajo de aproximadamente 5 % en peso, tal como más abajo de aproximadamente 2 % en peso, más abajo de aproximadamente 1 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,5 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,1 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,05 % en peso, más abajo de aproximadamente 0,01 % en peso, etc.

Las hojas de cubierta también pueden tener cualquier espesor total adecuado. En algunas modalidades, al menos una de las hojas de cubierta tiene un espesor relativamente alto, por ejemplo, un espesor de al menos 0,35 mm (aproximadamente 0,014 pulgadas). En algunas modalidades, se prefiere que haya un espesor incluso más alto, por ejemplo, al menos 0,38 mm (aproximadamente 0,015 pulgadas), al menos 0,41 mm aproximadamente (0,016 pulgadas), al menos 0,43 mm (aproximadamente 0,017 pulgadas) pulgadas, al menos 0,46 mm (aproximadamente 0,018 pulgadas), al menos 0,48 mm (aproximadamente 0,019 pulgadas), al menos 0,51 mm aproximadamente (0,020 pulgadas), al menos 0,53 mm (aproximadamente 0,021 pulgadas), al menos 0,56 mm (aproximadamente 0,022 pulgadas), o al menos 0,58 mm (aproximadamente 0,023 pulgadas). Puede adoptarse cualquier límite superior adecuado para estos intervalos, por ejemplo, un límite superior del intervalo de 0,76 mm (aproximadamente 0,030 pulgadas), 0,69 mm (aproximadamente 0,027 pulgadas), 0,64 mm (aproximadamente 0,025 pulgadas), 0,61 mm (aproximadamente 0,024 pulgadas), 0,58 mm (aproximadamente 0,023 pulgadas), 0,56 mm (aproximadamente 0,022 pulgadas), 0,53 mm (aproximadamente 0,021 pulgadas), 0,51 mm (aproximadamente 0,020 pulgadas), 0,48 mm (aproximadamente 0,019 pulgadas), 0,46 mm (aproximadamente 0,018 pulgadas), etc. El espesor total de la hoja se refiere a la suma del espesor de cada hoja adjunta a la placa de yeso.

Las hojas de cubierta pueden tener cualquier densidad adecuada. Por ejemplo, en algunas modalidades, al menos una o ambas hojas de cubierta tiene una densidad de al menos 576,66 kg/m³ (aproximadamente 36 pcf, en donde 1 pcf = 16,01846 kg/m³), por ejemplo, de aproximadamente 36 pcf a aproximadamente 46 pcf, tal como de aproximadamente 36 pcf a aproximadamente 44 pcf, de aproximadamente 36 pcf a aproximadamente 42 pcf, de aproximadamente 36 pcf a aproximadamente 40 pcf, de aproximadamente 38 pcf a aproximadamente 46 pcf, de aproximadamente 38 pcf a aproximadamente 44 pcf, de aproximadamente 38 pcf a aproximadamente 42 pcf, etc.

La hoja de cubierta puede tener cualquier peso adecuado. Por ejemplo, en algunas modalidades, las hojas de cubierta de peso base más bajo (por ejemplo, formadas a partir de papel) tal como, por ejemplo, al menos 0,16 kg/m² (aproximadamente 33 lbs/MSF, en donde 1 lbs/MSF = 0,0049 kg/m²) (por ejemplo, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 65 lbs/MSF, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 60 lbs/MSF, 33 lbs/MSF a aproximadamente 58 lbs/MSF de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 55 lbs/MSF, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 50 lbs/MSF, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 45 lbs/MSF, etc., o menos de aproximadamente 45 lbs/MSF) pueden usarse en algunas modalidades. En otras modalidades, una o ambas hojas de cubierta tienen un peso base de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 65 lbs/MSF, de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 60 lbs/MSF, de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 58 lbs/MSF, de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 55 lbs/MSF, de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 50 lbs/MSF, de aproximadamente 38 lbs/MSF a aproximadamente 45 lbs/MSF.

Sin embargo, si se desea, en algunas modalidades, pueden usarse pesos base incluso más pesados, por ejemplo, para mejorar aún más la resistencia a la extracción de los clavos o para mejorar la manipulación, por ejemplo, para facilitar las características deseables de "tacto" para los usuarios finales. Por lo tanto, una o ambas hojas de cubierta pueden tener un peso base de, por ejemplo, al menos 0,22 kg/m² (aproximadamente 45 lbs/MSF, en donde 1 lbs/MSF = 0,0049 kg/m²) (por ejemplo, de aproximadamente 45 lbs/MSF a aproximadamente 65 lbs/MSF, de aproximadamente 45 lbs/MSF a aproximadamente 60 lbs/MSF, de aproximadamente 45 lbs/MSF a aproximadamente 55 lbs/MSF, de aproximadamente 45 lbs/MSF a aproximadamente 50 lbs/MSF, de aproximadamente 50 lbs/MSF a aproximadamente 60 lbs/MSF, etc.). Si se desea, en algunas modalidades, una hoja de cubierta (por ejemplo, el lado del papel "frontal" cuando está instalado) puede tener el peso base más alto mencionado anteriormente, por ejemplo, para mejorar la resistencia a la extracción de los clavos y la manipulación, mientras que la otra hoja de cubierta (por ejemplo, la "posterior" cuando la placa está instalada) puede tener una base de peso algo más baja si se desea (por ejemplo, una base de peso de menos de aproximadamente 60 lbs/MSF, por ejemplo, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 55 lbs/MSF, de aproximadamente 33

ES 2 905 731 T3

lbs/MSF a aproximadamente 50 lbs/MSF, de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 45 lbs/MSF, o de aproximadamente 33 lbs/MSF a aproximadamente 40 lbs/MSF).

5 En algunas modalidades, el producto de la placa de yeso presenta una resistencia al fuego superior a la que se encuentra en las placas para la construcción de tabiques convencionales. Para lograr la resistencia al fuego, la placa puede formarse opcionalmente a partir de determinados aditivos que mejoran la resistencia al fuego en el producto de la placa final, como se describe en el presente documento. Algunas placas resistentes al fuego se consideran "con clasificación de resistencia al fuego" cuando la placa pasa determinadas pruebas mientras está en un ensamblaje.

10 En algunas modalidades, la placa de yeso que contiene aditivo resistente al fuego puede pasar determinadas pruebas mediante el uso de una prueba de banco a pequeña escala, de acuerdo con la ASTM C1795-15, que incluye la contracción a alta temperatura en las direcciones x-y (ancho-largo), contracción a alta temperatura (o expansión uniforme) en la dirección z (espesor) y un índice de aislamiento térmico (*T_I*). Dichas pruebas de banco son adecuadas para predecir el desempeño de resistencia al fuego de la placa de yeso, por ejemplo, en pruebas a 15 escala completa bajo la ASTM E119-09a para ensamblajes construidos bajo cualquiera de las UL U305, U419 y/o U423 (ediciones 2015), y/o procedimientos y normas equivalentes de prueba de fuego. Pasar la prueba de la ASTM E119-09a con el ensamblaje de cualquiera de estas pruebas UL permite una clasificación de resistencia al fuego. Brevemente, la UL U305 requiere postes de madera en el ensamblaje. La UL U419 es un conjunto de montantes de 20 metal que no soportan carga, mediante el uso de montantes de calibre 25. La UL U423 es un conjunto de montantes de metal que soportan carga mediante el uso de montantes de calibre 20. La UL U419 generalmente se considera una prueba más difícil de pasar que la UL U305 o la UL U423 porque usa pernos de acero de calibre ligero que se deforman más fácilmente que los pernos usados bajo la UL U305 y la UL U423.

25 De acuerdo con algunas modalidades, la placa de yeso está configurada para cumplir o exceder una clasificación de resistencia al fuego de conformidad con los requisitos de contención de incendios e integridad estructural de ensamblajes construidos bajo uno o más de las UL U305, U419 y/o U423, mediante el uso de la ASTM E119, y/o procedimientos y normas de prueba de fuego equivalentes, por ejemplo, cuando la placa contiene aditivos resistentes al fuego que se discuten en el presente documento. Por lo tanto, la presente divulgación proporciona 30 placas de yeso (por ejemplo, peso y densidad reducidos con un espesor de 1,27 cm (1/2 pulgada) o 1,59 cm (5/8 pulgada), y métodos para hacer la misma, que son capaces de satisfacer las clasificaciones de resistencia al fuego (por ejemplo, 17 min, 20 min, 30 min, 3/4 horas, una hora, dos horas, etc.) de conformidad con los procedimientos y normas de contención de incendios y de integridad estructural de diversas normas UL, tales como las que se discuten en el presente documento, en algunas modalidades.

35 La placa de yeso puede probarse, por ejemplo, en un conjunto de acuerdo con las especificaciones UL U305, U419 y U423 de Underwriters Laboratories y cualquier otro procedimiento de prueba de fuego que sea equivalente a cualquiera de esos procedimientos de prueba de fuego. Debe entenderse que la referencia que se hace en el presente documento a un procedimiento de prueba de fuego particular de la ASTM E-119 y al uso de ensamblajes 40 preparados de acuerdo con Underwriters Laboratories, tales como las UL U305, U419 y U423, por ejemplo, también incluye un procedimiento de prueba de fuego, tal como una promulgada por cualquier otra entidad, que sea equivalente a la ASTM E119-09a y la norma UL particular en cuestión.

45 Por ejemplo, la placa de yeso en algunas modalidades es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través de un conjunto construido de acuerdo con cualquiera de los Números de diseño UL U305, U419 o U423, que tiene el conjunto un primer lado con una única capa de placas de yeso y un segundo lado con una única capa de placas de yeso. La ASTM E119-09a implica colocar termopares en numerosos lugares a lo largo de un conjunto en particular. Luego, los termopares monitorean la temperatura a medida que el ensamblaje se expone al calor con el tiempo. A este respecto, las superficies de las placas de yeso en el primer lado del ensamblaje se calientan de acuerdo con la 50 curva de tiempo-temperatura de la ASTM E119-09a, mientras que las superficies de los paneles de yeso en el segundo lado del ensamblaje están provistas de sensores de temperatura de conformidad con la ASTM E119-09a. La ASTM E119 especifica que el conjunto no pasa la prueba si alguno de los termopares excede determinada temperatura preestablecida (ambiente más 162,78 °C (aproximadamente 325 °F)), o si el promedio de las temperaturas de los termopares excede una temperatura preestablecida diferente (temperatura ambiente más 55 121,11 °C (250 °F)).

60 En algunas modalidades de placa resistente al fuego, cuando se calienta, el valor máximo único de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 50 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 50 minutos. En algunas modalidades, la placa tiene una densidad de 640,74 x kg/m³ (aproximadamente 40 libras por pie cúbico) o menos. Deseablemente, la placa tiene buena resistencia como se describe en el presente documento, tal como una dureza del núcleo de al menos aproximadamente 11 libras (5 kg), por ejemplo, al menos aproximadamente 13 libras (5,9 kg), o al menos aproximadamente 15 libras (6,8 kg).

65

ES 2 905 731 T3

5 En algunas modalidades, cuando se calientan las superficies del primer lado del conjunto de placas de yeso resistente al fuego con aditivo resistente al fuego, el valor único máximo de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más temperatura ambiente. temperatura después de aproximadamente 55 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 55 minutos. En otras modalidades, cuando las superficies de la placa de yeso en el primer lado del conjunto se calientan, el valor único máximo de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 60 minutos y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 60 minutos. En otras modalidades, cuando se calientan las superficies de los paneles de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor único máximo de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 50 minutos, y/o el valor medio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 50 minutos. En otras modalidades, cuando se calientan las superficies de las placas de yeso en el primer lado del ensamblaje, el valor único máximo de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 55 minutos, y/o el valor promedio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 55 minutos. En otras modalidades, cuando se calientan las superficies de las placas de yeso en el primer lado del conjunto, el valor único máximo de los sensores de temperatura es menos de 162,78 °C (aproximadamente 325 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 60 minutos, y el valor promedio de los sensores de temperatura es menos de 121,11 °C (aproximadamente 250 °F) más la temperatura ambiente después de aproximadamente 60 minutos.

25 En algunas modalidades, la placa de yeso resistente al fuego con aditivo resistente al fuego es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del conjunto cuando se construye de acuerdo con el Número de diseño UL U305 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora bajo la ASTM E119-09a. En algunas modalidades, la placa es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del conjunto cuando se construye de acuerdo con el Número de diseño UL U419 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora bajo la ASTM E119-09a. En algunas modalidades, la placa de yeso es eficaz para inhibir la transmisión de calor a través del conjunto cuando se construye de acuerdo con el Número de diseño UL U423 para lograr una clasificación de resistencia al fuego de una hora bajo la ASTM E119-09a. En algunas modalidades, la placa tiene un Índice de aislamiento térmico (*T*) de aproximadamente 20 minutos o mayor y/o una Contracción a alta temperatura (*S*) de aproximadamente el 10 % o menos, de acuerdo con la ASTM C1795-15. En algunas modalidades, la placa tiene una relación de Expansión de espesor a alta temperatura (*TE*) a $S(TE/S)$ de aproximadamente 0,06 o más, por ejemplo, aproximadamente 0,2 o más.

40 Además, en algunas modalidades, la placa de yeso puede estar en forma de placa de yeso resistente al fuego de peso y densidad reducidos con Contracción a alta temperatura de menos de aproximadamente 10 % en las direcciones x-y (ancho-largo) y Expansión de espesor a alta temperatura en la dirección z (espesor) mayor de aproximadamente el 20 % cuando se calienta a aproximadamente 1560 °F (850 °C). En otras modalidades más, cuando se utilizan en paredes u otros conjuntos, dichos conjuntos tienen un rendimiento de prueba de fuego comparable a los conjuntos fabricados con paneles comerciales con clasificación de resistencia al fuego más densos y pesados. En algunas modalidades, la Contracción a alta temperatura de los paneles es típicamente menos de aproximadamente el 10 % en las direcciones x-y (ancho-largo). En algunas modalidades, la relación entre la Expansión del espesor a alta temperatura en la dirección z y la Contracción a alta temperatura x-y es de al menos aproximadamente 2 a más de aproximadamente 17 a 1570 °F (855 °C).

50 En algunas modalidades, una placa de yeso resistente al fuego formada de acuerdo con los principios de la presente divulgación, y los métodos para hacerla, pueden proporcionar un panel que exhibe una resistencia al encogimiento promedio de aproximadamente 85 % o mayor cuando se calienta a aproximadamente 1800 °F (980 °C) durante una hora. En otras modalidades, la placa de yeso exhibe una resistencia al encogimiento promedio de aproximadamente 75 % o mayor cuando se calienta a aproximadamente 1800 °F (980 °C) durante una hora.

55 Las capas de yeso entre las hojas de cubierta pueden ser eficaces para proporcionar un Índice de aislamiento térmico (*T*) de aproximadamente 20 minutos o mayor. La placa puede tener una densidad deseada (*D*) como se describe en el presente documento. Las capas de yeso entre las hojas de cubierta pueden ser eficaces para proporcionar a la placa de yeso una relación de T/D de aproximadamente 0,6 minutos/libras por pie cúbico (0,038 minutos/(kg/m³)) o más.

60 En algunas modalidades, la placa de yeso fabricada de acuerdo con la divulgación cumple con los protocolos de prueba de acuerdo con la norma ASTM C473-10. Por ejemplo, en algunas modalidades, cuando la placa se moldea con un espesor de 1,27 cm (1/2 pulgada), la placa tiene una resistencia a la tracción de los clavos de al menos 289,13 N (aproximadamente 65 lbf (libras de fuerza) a veces se denomina simplemente "lb" o "lbs" por conveniencia por parte de los expertos en la técnica, que entienden que se trata de una medida de fuerza, en donde 1 lbf = 4,45 N) según se determina de acuerdo con la ASTM C473- 10 (método B), por ejemplo, al menos aproximadamente 68 lbf, al menos aproximadamente 70 lbf, al menos aproximadamente 72 lbf, al menos aproximadamente 74 lbf, al

menos aproximadamente 75 lbf, al menos aproximadamente 76 lbf, al menos aproximadamente 77 lbf, etc. En diversas modalidades, la resistencia a la extracción de los clavos puede ser de aproximadamente 65 a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 65 a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 65 a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 65 a aproximadamente 85 lbf, de aproximadamente 65 lbf a aproximadamente 80 lbf, de aproximadamente 65 lbf a aproximadamente 75 lbf, de aproximadamente 68 lbf a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 68 lbf a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 68 lbf a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 68 lbf a aproximadamente 85 lbf, de aproximadamente 68 lbf a aproximadamente 80 lbf, de aproximadamente 70 lbf a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 70 lbf a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 70 lbf a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 70 lbf a aproximadamente 85 lbf, de aproximadamente 70 lbf a aproximadamente 80 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 85 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 80 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 77 lbf, de aproximadamente 72 lbf a aproximadamente 75 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 85 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 80 lbf, de aproximadamente 75 lbf a aproximadamente 77 lbf, de aproximadamente 77 lbf a aproximadamente 100 lbf, de aproximadamente 77 lbf a aproximadamente 95 lbf, de aproximadamente 77 lbf a aproximadamente 90 lbf, de aproximadamente 77 lbf a aproximadamente 85 lbf, o de aproximadamente 77 lbf a aproximadamente 80 lbf.

Con respecto a la resistencia a la flexión, en algunas modalidades, cuando se moldea en una placa de 1,27 cm (media pulgada) de espesor, la placa tiene una resistencia a la flexión de al menos 160,2 N (aproximadamente 36 lbf, en donde 1 lbf = 4,45 N) en la dirección de la máquina (por ejemplo, al menos aproximadamente 38 lbf, al menos aproximadamente 40 lbf, etc.) y/o al menos aproximadamente 107 lbf (por ejemplo, al menos aproximadamente 110 lbf, al menos aproximadamente 112 lbf, etc.) en una dirección transversal a la máquina según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B. En diversas modalidades, la placa puede tener una resistencia a la flexión en una dirección de la máquina de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 60 lbf, por ejemplo, de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 55 lbf, de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 50 lbf, de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 45 lbf, de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 40 lbf, de aproximadamente 36 lbf a aproximadamente 38 lbf, de aproximadamente 38 lbf a aproximadamente 60 lbf, de aproximadamente 38 lbf a aproximadamente 55 lbf, de aproximadamente 38 lbf a aproximadamente 50 lbf, de aproximadamente 38 lbf a aproximadamente 45 lbf, de aproximadamente 38 lbf a aproximadamente 40 lbf, de aproximadamente 40 lbf a aproximadamente 60 lbf, de unos 40 lbf a aproximadamente 55 lbf, de aproximadamente 40 lbf a aproximadamente 50 lbf, o de aproximadamente 40 lbf a aproximadamente 45 lbf. En diversas modalidades, la junta puede tener una resistencia a la flexión en una dirección transversal a la máquina de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 130 lbf, por ejemplo, de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 125 lbf, de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 120 lbf, de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 115 lbf, de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 112 lbf, de aproximadamente 107 lbf a aproximadamente 110 lbf, de aproximadamente 110 lbf a aproximadamente 130 lbf, de aproximadamente 110 lbf a aproximadamente 125 lbf, de aproximadamente 110 lbf a aproximadamente 120 lbf, de aproximadamente 110 lbf a aproximadamente 115 lbf, de aproximadamente 110 lbf a aproximadamente 112 lbf, de aproximadamente 112 lbf a aproximadamente 130 lbf, de aproximadamente 112 lbf a aproximadamente 125 lbf, de aproximadamente 112 lbf a aproximadamente 120 lbf, o de aproximadamente 112 lbf a aproximadamente 115 lbf.

Además, en algunas modalidades, la placa puede tener una dureza de núcleo promedio de al menos 48,93 N (aproximadamente 11 lbf, en donde 1 lbf = 4,45 N), por ejemplo, al menos aproximadamente 12 lbf, al menos aproximadamente 13 lbf, al menos aproximadamente 14 lbf, al menos aproximadamente 15 lbf, al menos aproximadamente 16 lbf, al menos aproximadamente 17 lbf, al menos aproximadamente 18 lbf, al menos aproximadamente 19 lbf, al menos aproximadamente 20 lbf, al menos aproximadamente 21 lbf, o al menos aproximadamente 22 lbf, según se determina de acuerdo con la norma ASTM C473-10, método B. En algunas modalidades, la placa puede tener una dureza del núcleo de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 25 lbf, por ejemplo, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 16 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 15 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 14 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 13 lbf, de aproximadamente 11 lbf a aproximadamente 12 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 16 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 15 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 14 lbf, de aproximadamente 12 lbf a aproximadamente 13 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 16 lbf, de

aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 15 lbf, de aproximadamente 13 lbf a aproximadamente 14 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 14 lbf aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 14 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 14 lbf a aproximadamente 16 lbf, de aproximadamente 14 lbf a aproximadamente 15 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 15 lbf a aproximadamente 16 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 16 lbf aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 16 lbf a aproximadamente 17 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 17 lbf a aproximadamente 18 lbf, de aproximadamente 18 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 18 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 18 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 18 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 18 lbf a aproximadamente 19 lbf, de aproximadamente 19 lbf a aproximadamente 25 lbf, de aproximadamente 19 lbf a aproximadamente 22 lbf, de aproximadamente 19 lbf a aproximadamente 21 lbf, de aproximadamente 19 lbf a aproximadamente 20 lbf, de aproximadamente 21 lbf a aproximadamente 22 lbf, o de aproximadamente 22 lbf a aproximadamente 25 lbf.

El producto de acuerdo con las modalidades de la divulgación puede fabricarse en líneas de fabricación típicas. Por ejemplo, las técnicas de fabricación de las placas se describen en, por ejemplo, la patente de Estados Unidos 7,364,676 y Publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2010/0247937. Brevemente, en el caso de la placa de yeso, el proceso típicamente implica descargar una hoja de cubierta sobre un transportador en movimiento. Dado que la placa de yeso normalmente se forma "boca abajo", esta hoja de cubierta es la hoja de cubierta "frontal" en dichas modalidades.

Los componentes secos y/o húmedos de la suspensión de yeso se alimentan a un mezclador (por ejemplo, un mezclador de clavijas o sin clavijas), donde se agitan para formar la suspensión de yeso. El mezclador comprende un cuerpo principal y un conducto de descarga (por ejemplo, una disposición de compuerta-bote-bota como se conoce en la técnica, o una disposición como se describe en las patentes de EE. UU. 6,494,609 y 6,874,930). El conducto de descarga puede incluir un distribuidor de suspensión con una única entrada de alimentación o múltiples entradas de alimentación, tales como las descritas en la Publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2012/0168527 A1 y la Publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2012/0170403 A1, por ejemplo. Mediante el uso de un distribuidor de suspensión con múltiples entradas de alimentación, el conducto de descarga puede incluir un divisor de flujo adecuado, tal como los descritos en Publicación de solicitud de patente de EE. UU. 2012/0170403 A1. El agente espumante puede añadirse en el conducto de descarga del mezclador (por ejemplo, en la puerta como se describe, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. 5,683,635 y 6,494,609) o en el cuerpo principal si lo desea. La suspensión descargada del conducto de descarga después de que se añaden todos los ingredientes, que incluye el agente espumante, es la suspensión de yeso primaria y formará el núcleo de la placa. Esta suspensión del núcleo de la placa se descarga sobre la hoja de cubierta frontal móvil.

La hoja de cubierta frontal puede tener una cubierta desnatada en forma de una capa relativamente densa de suspensión. Además, los bordes duros, como se conoce en la técnica, pueden formarse, por ejemplo, a partir de la misma corriente de suspensión que forma la cubierta desnatada frontal. En las modalidades donde se inserta espuma en el conducto de descarga, puede eliminarse una corriente de suspensión de yeso secundaria del cuerpo del mezclador para formar la suspensión de cubierta desnatada densa, que luego puede usarse para formar la cubierta desnatada frontal y los bordes duros como se conoce en la técnica. Si se incluye, normalmente la cubierta desnatada frontal y los bordes duros se depositan sobre la hoja de cubierta frontal móvil antes de que se deposite la suspensión del núcleo, usualmente aguas arriba del mezclador. Después de descargarse del conducto de descarga, la suspensión del núcleo se extiende, según sea necesario, sobre la hoja de cubierta frontal (opcionalmente con una cubierta desnatada) y se cubre con una segunda hoja de cubierta (típicamente la hoja de cubierta "posterior") para formar un conjunto húmedo en la forma de una estructura intercalada que es una placa precursora del producto final. La segunda hoja de cubierta puede llevar opcionalmente una segunda capa de desnatado, que puede formarse a partir de la misma o diferente suspensión de yeso secundaria (densa) que, para la cubierta desnatada frontal, si está presente. Las hojas de cubierta pueden estar formadas a partir de papel, esterilla fibrosa u otro tipo de material (por ejemplo, hoja, plástico, esterilla de vidrio, material no tejido tal como una combinación de carga celulósica e inorgánica, etc.).

El conjunto húmedo proporcionado de este modo se transporta a una estación de formación donde el producto se dimensiona a un espesor deseado (por ejemplo, mediante una placa de formación), ya una o más secciones de cuchilla donde se corta a la longitud deseada. Se deja que el conjunto húmedo se endurezca para formar la matriz cristalina entrelazada del yeso fraguado, y el exceso de agua se elimina mediante un proceso de secado (por

ejemplo, mediante el transporte del conjunto a través de un horno). Sorprendente e inesperadamente, se ha encontrado que la placa preparada de acuerdo con las modalidades de la divulgación con almidón pregelatinizado parcialmente hidrolizado preparado de acuerdo con las modalidades de la divulgación requiere significativamente menos tiempo en un proceso de secado debido a la característica de baja demanda de agua del almidón. Esto es ventajoso porque reduce los costos de energía.

En algunas modalidades, el alcohol graso de la invención puede usarse para estabilizar el agente espumante del núcleo de la placa en una placa compuesta que tiene una capa concentrada como se describe en las Solicitudes de EE. UU. 62/184,060, 62/290,361, y 15/186,176. Por ejemplo, el alcohol graso y el agente espumante pueden usarse para preparar el núcleo de la placa de baja densidad, con aditivos más concentrados en la capa concentrada, mediante el uso de los ingredientes, cantidades, dimensiones de la placa y métodos de producción descritos en las Solicitud de EE. UU. 62/184,060, 62/290,361, y 15/186,176.

El alcohol graso se usa en productos de placas de cemento. El cemento puede formarse a partir de una mezcla central de agua y un material de cemento (por ejemplo, cemento Portland, cemento de alúmina, cemento de magnesia, etc., y combinaciones de dichos materiales). También se incluyen en la mezcla un agente espumante y el alcohol graso. Opcionalmente, el agregado de peso ligero (por ejemplo, arcilla expandida, escoria expandida, lutita expandida, perlita, perlas de vidrio expandido, perlas de poliestireno y similares) puede incluirse en la mezcla en algunas modalidades. Otros aditivos que pueden usarse para formar la placa de cemento incluyen, por ejemplo, dispersante, fibra (por ejemplo, vidrio, celulosa, PVC, etc.), acelerador, retardador, material puzolánico, hemihidrato de sulfato de calcio (por ejemplo, hemihidrato de sulfato de calcio alfa), relleno, etc., o combinaciones de los mismos.

El alcohol graso se usa en un método de formación de suspensión de cemento espumado. El método comprende combinar un agente espumante con alcohol graso para formar una mezcla de jabón acuoso; generar una espuma a partir de la mezcla de jabón acuoso; y añadir la espuma a una suspensión de cemento que comprende cemento (por ejemplo, cemento Portland, cemento de alúmina, cemento de magnesia, etc., o combinaciones de los mismos) y agua para formar la suspensión de cemento espumado. A medida que la espuma se arrastra en la suspensión de cemento, se forman burbujas de espuma con una cubierta que rodea a las burbujas que interactúan con la suspensión. Sin desear ceñirse a ninguna teoría en particular, se cree que la presencia de alcohol graso estabiliza deseablemente la cubierta en la interfaz. También pueden añadirse otros aditivos a la suspensión de cemento, tales como, por ejemplo, dispersante, fibra (por ejemplo, vidrio, celulosa, PVC, etc.), acelerador, retardador, material puzolánico, hemihidrato de sulfato de calcio (por ejemplo, hemihidrato de sulfato de calcio alfa), relleno, etc., o combinaciones de los mismos. Los métodos para preparar las placas de cemento (y los aditivos incluidos en ellos) se describen, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. n.º 4,203,788; 4,488,909; 4,504,335; 4,916,004; 6,869,474; y 8,070,878.

La suspensión de cemento que comprende, que consiste o que consiste esencialmente en agua, cemento, agente espumante y un alcohol graso puede tener mayor resistencia en comparación con la misma placa formada sin el alcohol graso, cuando la suspensión se forma y se seca como placa.

El (los) siguiente(s) ejemplo(s) ilustran adicionalmente la invención, pero, por supuesto, no deben interpretarse como limitantes de ningún modo de su alcance.

Ejemplo 1 - No de acuerdo con la invención

Este ejemplo demuestra el efecto de los alcoholes grasos sobre las propiedades espumantes de los agentes espumantes, con y sin la presencia de dispersante de policarboxilato.

En particular, se llevaron a cabo experimentos de formación de espumante, tensión superficial y estabilidad en soluciones de agentes espumantes. Se probaron tres tipos de agentes espumantes (jabones). El Agente espumante 1A era un jabón estable, en forma de CS230, que es una combinación de lauril éter sulfato, disponible comercialmente de Stepan (Northfield, IL). Además, se probaron dos jabones inestables, identificados como Agente espumante 1B y Agente espumante 1C. El Agente espumante 1B fue Polystep B25, que es una combinación de sulfato de alquilo, disponible comercialmente de Stepan, y el Agente espumante 1C fue Hyonic 25AS, que es una combinación de sulfato de alquilo, disponible comercialmente de Geo Specialty Chemicals (Ambler, PA). Cada agente espumante actúa como tensioactivo y, por tanto, forma una solución de tensioactivo, ya que requieren agua.

Las modificaciones de la solución de tensioactivo se llevaron a cabo al añadir un alcohol graso en algunas muestras, como se indica en las figuras 2-5 y la tabla 1. Los alcoholes grasos que se probaron fueron 1-octanol, 1-decanol y 1-dodecanol. Cada solución contenía 30 % en peso de tensioactivo y 1 % en peso de alcohol graso (cuando estaba presente). Algunas soluciones se modificaron adicionalmente mediante la adición de 0,1 % en peso (1000 ppm) de dispersante de éter de policarboxilato (PCE) en forma de Ethacryl M™, disponible comercialmente de Coatex Group, Genay, Francia. El PCE se incluyó para evaluar el impacto de los modificadores de jabón en sistemas con un dispersante polimérico de superficie activa usado en productos de yeso. El resto de cada solución fue agua. Los estudios de formación de espumante se llevaron a cabo mediante la agitación de (a mano) 10 mL de solución de tensioactivo en un vial durante 60 segundos y la información de la altura de la espuma en mm.

Las figuras 1-3 son gráficos de barras que ilustran los resultados de la formación de espumante. La figura 1 muestra los resultados de la espuma generada con jabón estable y jabones inestables tanto solos como en presencia de 1000 ppm de dispersante de éter de policarboxilato en forma de Ethacryl M™ (Coatex). La figura 1 muestra que los policarboxilatos tienen una fuerte influencia en la formación de espumante de ambos jabones inestables.

Las figuras 2 y 3 ilustran la espuma generada con soluciones tensioactivas inestables modificadas con alcohol graso al 1 % en peso (Agentes espumantes 1B y 1C, respectivamente), solas o con 1000 ppm de dispersante de éter policarboxilato en forma de Ethacryl M™ (Coatex). Las figuras 2-3 demuestran que la modificación del jabón con 1 % en peso de alcohol graso cambió las propiedades de formación de espumante de los jabones inestables. En particular, se produjo una estructura de espuma más robusta en presencia de los alcoholes grasos, como lo demuestran los alcoholes grasos que reducen el impacto relativo del policarboxilato sobre la formación de espumante. Se deseaba una altura de espuma más baja porque indica una actividad superficial relativa reducida de los policarboxilatos. En el caso del decanol, la formación de espumante se redujo incluso con PCE en la solución. El decanol dio una altura de espuma más baja porque el complejo tensioactivo-alcohol graso tenía una afinidad más alta hacia la interfaz aire/agua que el policarboxilato.

Además, la prueba de tensión superficial se llevó a cabo mediante el uso del método de placa. En el método de la placa, la prueba se llevó a cabo al sumergir una placa de platino en soluciones para determinar las tensiones interfaciales aire/líquido de los líquidos. Se usó un tensiómetro Kruss K12 (Kruss GmbH, Hamburgo, Alemania) para determinar los cambios de tensión superficial de los líquidos probados. Esto permitió una mejor comprensión de los cambios que ocurren en la interfaz aire/líquido y la disposición del tensioactivo.

Como se ve en la tabla 1, la prueba de tensión superficial se llevó a cabo para soluciones de Agente espumante 1B, es decir, Stepan Polystep B25. Las pruebas se llevaron a cabo con y sin modificación adicional de la solución con dodecanol al 1 % en peso. Las soluciones contenían diferentes concentraciones (1000 ppm y 5000 ppm, respectivamente) de Agente espumante 1B, es decir, Stepan Polystep B25. Además, las pruebas se llevaron a cabo con y sin modificación de la solución con dispersante de éter de policarboxilato en forma de Ethacryl M™ (Coatex) en una cantidad de 0,1 % en peso (1000 ppm). Los valores de tensión superficial están en milinewtons por metro (mN/m).

Tabla 1

Ingrediente	Tensión superficial mN/m	
	Agente espumante 1B modificado con dodecanol al 1 %	Agente espumante 1B sin alcohol graso
1000 ppm de agente espumante 1B	23,11	57,00
1000 ppm de Agente espumante 1B con PCE (1000 ppm)	23,39	48,34
5000 ppm de Agente espumante 1B	22,58	32,22
5000 ppm de Agente espumante 1B con PCE (1000 ppm)	22,54	31,47

Los resultados de la tabla 1 muestran que la presencia de alcohol graso en forma de dodecanol fue beneficiosa para producir una espuma más robusta (por ejemplo, fuerte) que sin dodecanol. Además, puede verse que no hubo ningún efecto deletéreo sobre la tensión superficial causado por el uso de dispersante de policarboxilato cuando se usó un alcohol graso con el agente espumante, lo que indica la estabilidad (por ejemplo, la resistencia) de la espuma. Las tensiones superficiales de las soluciones de tensioactivo modificado con dodecanol disminuyeron, en comparación con el tensioactivo no modificado. Una tensión superficial más baja generalmente indica una actividad superficial más alta y puede permitir una reducción en el uso de tensioactivo para lograr las mismas propiedades de formación de espumante.

Además, se evaluó la degradación de la espuma generada a partir de los Agentes espumantes inestables 1A y 1B. Los agentes espumantes se consideraron solos y cuando la solución de tensioactivo se modificó con alcohol graso como se expone en las figuras 4 y 5. La degradación se determinó al medir la altura de la espuma en mm con el tiempo de envejecimiento.

Como se ve en las figuras 4 y 5, la modificación de las soluciones de tensioactivo con alcoholes grasos también influyó en la degradación. En la figura 5, "1k" se refiere a 1000 ppm de agente espumante en la solución. Las alturas de la espuma fueron más altas para todos los jabones modificados y los resultados muestran que los jabones modificados se degradan a un ritmo más lento que los agentes espumantes convencionales. Una rápida disminución de la altura de la espuma indica burbujas inestables y un drenaje de líquido significativo de la espuma. En todos los casos, las soluciones de jabón modificadas con alcohol graso duraron más y no se degradaron tan rápidamente como los jabones convencionales sin modificar.

Ejemplo 2

Este ejemplo demuestra el efecto de los alcoholes grasos sobre las propiedades espumantes de los agentes espumantes en la fabricación de placas para la construcción de tabiques.

La placa para la construcción de tabiques se preparó en una línea de fabricación comercial. Cada placa se preparó a partir de la formulación que se expone en la tabla 2. Cada una de las placas se preparó con un agente espumante en forma de sulfato de éter de alquilo y sulfato de alquilo en una relación de 40:60, mediante la combinación de jabón con agua y ulterior generación de espuma y mezcla de espuma con la suspensión de yeso. El sulfato de éter de alquilo estaba en forma de Geo Hyonic PFM 33, mientras que el sulfato de alquilo estaba en forma de Geo Hyonic 25 AS (ambos disponibles de Geo Specialty Chemicals).

El BMA era un acelerador molido a bolas, que contenía yeso y se preparaba al moler en seco con dextrosa. El dispersante era un dispersante de policarboxilato en forma de BASF Melflux 541, disponible comercialmente de BASF, Alemania. El retardador era una solución al 1 % de una solución acuosa de la sal pentasódica del ácido dietilentiainopentaacético (Versenex™ 80, disponible comercialmente de DOW Chemical Company, Midland, MI), y preparada al mezclar 1 parte (peso) de Versenex™ 80 con 99 partes (peso) de agua.

Los ingredientes secos y húmedos se introdujeron por separado en un mezclador para formar una suspensión de estuco (a veces denominada suspensión de yeso). La suspensión se descargó sobre una hoja de cubierta de papel en movimiento que viajaba sobre un transportador para que la suspensión se extendiera para formar un núcleo sobre el papel. Se aplicó una cubierta desnatada densa sobre la hoja de cubierta de papel con el uso de un rodillo. Una suspensión densa viajó alrededor de los bordes del rodillo para formar los bordes de la placa. Se aplicó una segunda hoja de cubierta al núcleo para formar una estructura intercalada de un precursor de la placa en forma de una cinta larga y continua. Se dejó fraguar la cinta, se cortó, se secó en el horno y se procesó para formar el producto de la placa final.

Tabla 2

	Peso (lbs/MSF)	% en peso (basado en el peso del estuco)
Estuco	1880	----
Agua	1223	65,05 %
Dispersante (BASF 541)	3,2	0,17 %
Jabón total	0,6	0,03 %
BMA	6	0,32 %
Almidón (ácido modificado)	6,5	0,35 %
Retardador (Versenex)	0,2	0,01 %
Fibra de vidrio	6	0,32 %
Peso de la placa	2240	---

Se prepararon cuatro tipos de placas a partir de la formulación de la tabla 2, con la diferencia relacionada con la presencia de un alcohol de cadena larga con el agente espumante. La Placa 2A fue un control y no incluyó ninguna modificación del agente espumante con alcohol graso. La Placa 2B se preparó con un agente espumante que incluía 1 % de 1-dodecanol, añadido al agente espumante. La Placa 2C se preparó con un agente espumante que incluía 1 % de 1-decanol. La Placa 2D se preparó con un agente espumante que incluía 1 % de 1-octanol. Los agentes espumantes se prepararon con la ayuda de un aparato generador de espuma mediante la mezcla a alto cizallamiento de una solución de jabón con aire presurizado y se introdujeron en la suspensión fuera del mezclador principal, antes de la salida de la suspensión.

Las imágenes tomadas con microscopio óptico con un aumento de 20 X se tomaron del núcleo de cada tipo de placa. Se tomaron un total de nueve imágenes de microscopía óptica de cada una de las Placas 2A-2D. Las nueve imágenes de cada placa se tomaron de nueve puntos diferentes en el mismo núcleo de la placa y se seleccionaron aleatoriamente tres para cada placa, que se presentan como ejemplos de núcleos en las figuras 6A a 9C. Las figuras 6A-6C son las imágenes de la Placa de control 2A. Las figuras 7A-7C son imágenes de la Placa 2B. Las figuras 8A-8C son imágenes de la Placa 2C. Las figuras 9A-9C son imágenes de la Placa 2D. Como se ve en estas figuras, la estructura del núcleo se vio influenciada después de la introducción de modificadores de jabón. Como se muestra en las figuras 6A-6C, la estructura del núcleo de la Placa de control 2A tiene un número significativo de cavidades más grandes, mientras que la Placa 2B (figuras 7A-7C) y la Placa 2D (figuras 9A-9C) mostraron una reducción del tamaño de las cavidades más grandes y se redujo el tamaño de la cavidad total, mientras que la Placa 2C (figuras 8A-8C) mostró un aumento del tamaño de la cavidad.

Se analizaron seis imágenes por condición. Las imágenes seleccionadas aleatoriamente de cada condición experimental para el análisis de las cavidades (es decir, figuras 6A-6C, 7A-7C, 8A-8C, 9A-9C) se analizaron con la ayuda de Clemex Vision PE, disponible de Clemex Technologies, Inc., Longueuil, Quebec. Para cada imagen, se midió manualmente el diámetro del tamaño de la cavidad (burbuja) para cada cavidad. El software proporcionó una distribución. En la tabla 3 se presenta un resumen de los resultados.

Tabla 3

	Tamaño de la cavidad (μm)	
	Promedio aritmético	Promedio volumétrico
5 Placa 2A (Control) (Combinación de jabón regular)	234	819
Placa 2B (Combinación de jabón modificada con 1 % de 1-Dodecanol)	168	627
10 Placa 2C (Combinación de jabón modificada con 1 % de 1-Decanol)	245	1092
10 Placa 2D (Combinación de jabón modificada con 1 % de 1-Octanol)	188	739

El software determinó el promedio aritmético e indica el promedio aritmético del diámetro de las cavidades (en micrómetros) de todas las cavidades dentro de la placa. El promedio volumétrico se determinó a partir de los diagramas de distribución desarrollados por el software e indica los tamaños de las cavidades promedio ponderados por volumen.

Además, las figuras 10-13 son gráficos de barras que ilustran distribuciones volumétricas de cada una de las Placas 2A (figura 10), 2B (figura 11), 2C (figura 12) y 2D (figura 13). Los gráficos de barras muestran la frecuencia volumétrica de las cavidades en función del tamaño de la cavidad en micrómetros.

Como se ve en la tabla 3 y las figuras 10-13, las cavidades en la Placa de control 2A eran generalmente más grandes y más dispersas, mientras que las cavidades de las Placas 2B y 2D eran más pequeños y más estrechos en distribución. Las cavidades de la placa de control eran más grandes y estaban distribuidos de manera más uniforme. La distribución de las cavidades en la Placa de control 2A fue bimodal, mientras que la distribución en las Placas 2B y 2D fue monomodal y gaussiana.

Estos resultados demuestran que la modificación del tensioactivo (jabón) en el agente espumante es suficiente para inducir cambios en la distribución del tamaño de las cavidades en la placa para la construcción de tabiques, sin cambiar de otro modo la formulación o la dosis de tensioactivo. Estos resultados muestran además que puede lograrse fácilmente una distribución más favorecida (más estrecha o más amplia) sin la necesidad de una nueva combinación de tensioactivos.

Ejemplo 3 - No de acuerdo con la invención

Este ejemplo ilustra que las modificaciones de jabón pueden reducir la tensión superficial de las combinaciones de agentes espumantes. En particular, la prueba de tensión superficial se llevó a cabo mediante el uso del método de placa, como se describe en el ejemplo 1, con un tensiómetro Kruss K12.

La prueba de tensión superficial se llevó a cabo para soluciones de Agente espumante 3A, es decir, Stepan B25, y Agente espumante 3B, es decir, Hyonic 25AS. Las pruebas para cada agente espumante se llevaron a cabo sin modificación adicional de la solución (control), y también con modificación adicional de la solución con 1 % en peso de dodecanol, 1 % en peso de decanol y 1 % en peso de octanol. Las soluciones contenían diferentes concentraciones (2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm, respectivamente) de los agentes espumantes. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

	Tensión superficial mN/m		
	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm
50 Agente espumante 3A (Polystep B25)	64	54	45
Agente espumante 3A con 1-Dodecanol	28	25	23
Agente espumante 3A con 1-Decanol	41	36	27
55 Agente espumante 3A con 1-octanol	53	46	38
Agente espumante 3B (Hionic 25AS)	60	51	41
Agente espumante 3B con 1-Dodecanol	23,1	23,8	22,5
Agente espumante 3B con 1-Decanol	50,4	41,5	31,0
60 Agente espumante 3B con 1-octanol	57,9	50,1	39,6

Los resultados de la tabla 4 muestran que la presencia de alcohol graso fue beneficiosa para producir una combinación de jabón de superficie más activa. Por ejemplo, puede verse que se redujo la tensión superficial del jabón modificado, lo que indica que se mejoró la estabilidad (por ejemplo, la resistencia) de la espuma. La tensión superficial de las soluciones de tensioactivo modificado con alcohol disminuyó, en comparación con el tensioactivo no modificado. Una tensión superficial más baja generalmente indica una actividad superficial más alta y puede permitir una reducción en el uso de tensioactivo para lograr las mismas propiedades de formación de espumante.

El uso de los términos "un" y "una" y "el" y "al menos uno" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular y el plural, a menos que se indique lo contrario en el presente documento o que el contexto lo contradiga claramente. Como se usa en el presente documento, se entenderá que el término "relación de unión" no significa necesariamente que dos capas están en contacto inmediato. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significa "que incluye, pero no se limita a") a menos que se indique lo contrario. La enumeración de intervalos de valores en el presente documento está destinada meramente a servir como un método abreviado de hacer referencia individualmente a cada valor separado que se encuentre dentro del intervalo, a menos que se indique lo contrario en el presente documento.

5

10 Todos los métodos descritos en el presente documento pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en el presente documento o que el contexto lo contradiga claramente de otro modo. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje ejemplar (por ejemplo, "tal como") proporcionado en el presente documento, está destinado meramente a iluminar mejor la invención y no plantea una limitación en el alcance de la invención a menos que se reivindique lo contrario. Ningún lenguaje en la especificación debe interpretarse en el

15

sentido de que indica algún elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer una placa cementosa espumada que comprende:
- 5 (a) combinar una primera cantidad de un primer agente espumante, una segunda cantidad de un segundo agente espumante y una tercera cantidad de un alcohol graso para formar una corriente combinada acuosa, en donde la primera, segunda y tercera cantidad están en una primera relación de peso, y en donde la corriente combinada acuosa consiste en al menos un sulfato de alquilo, al menos un sulfato de éter de alquilo, un alcohol graso y agua;
- 10 (b) cambiar de forma controlable la primera, segunda y/o tercera cantidad para formar una segunda relación de peso, que es diferente de la primera relación de peso;
- (c) insertar aire en la corriente combinada para formar espuma;
- (d) mezclar al menos agua, material cementoso y la espuma para formar una suspensión;
- 15 (e) disponer la suspensión entre una primera hoja de cubierta y una segunda hoja de cubierta para formar un precursor de la placa;
- (f) cortar el precursor de la placa en una placa; y
- (g) secar la placa.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la primera, segunda y tercera cantidad están controladas por un sistema de medición de flujo, y en donde un controlador de proceso se comunica con el sistema de medición de flujo para ajustar una o más de la primera, segunda y tercera cantidad.
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en donde el sistema de medición de flujo comprende al menos una bomba asociada operativamente con válvulas para controlar el flujo de cada uno del primer agente espumante, segundo agente espumante y alcohol graso en la corriente combinada acuosa.
- 25 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el alcohol graso es un alcohol graso C₆-C₂₀.
- 30 5. El método de la reivindicación 3, en donde el sulfato de éter de alquilo se combina con el alcohol graso antes de la adición del sulfato de alquilo.
- 35 6. El método de la reivindicación 3, en donde el sulfato de alquilo se combina con el alcohol graso antes de la adición del sulfato de éter de alquilo.

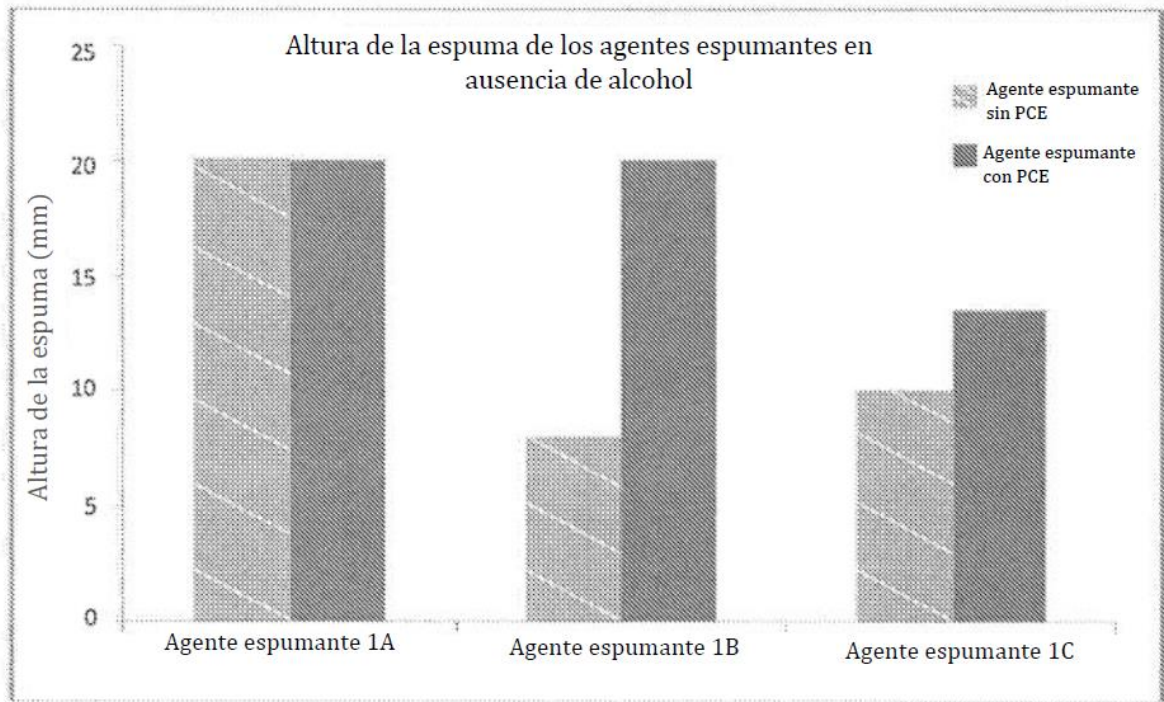


Figura 1

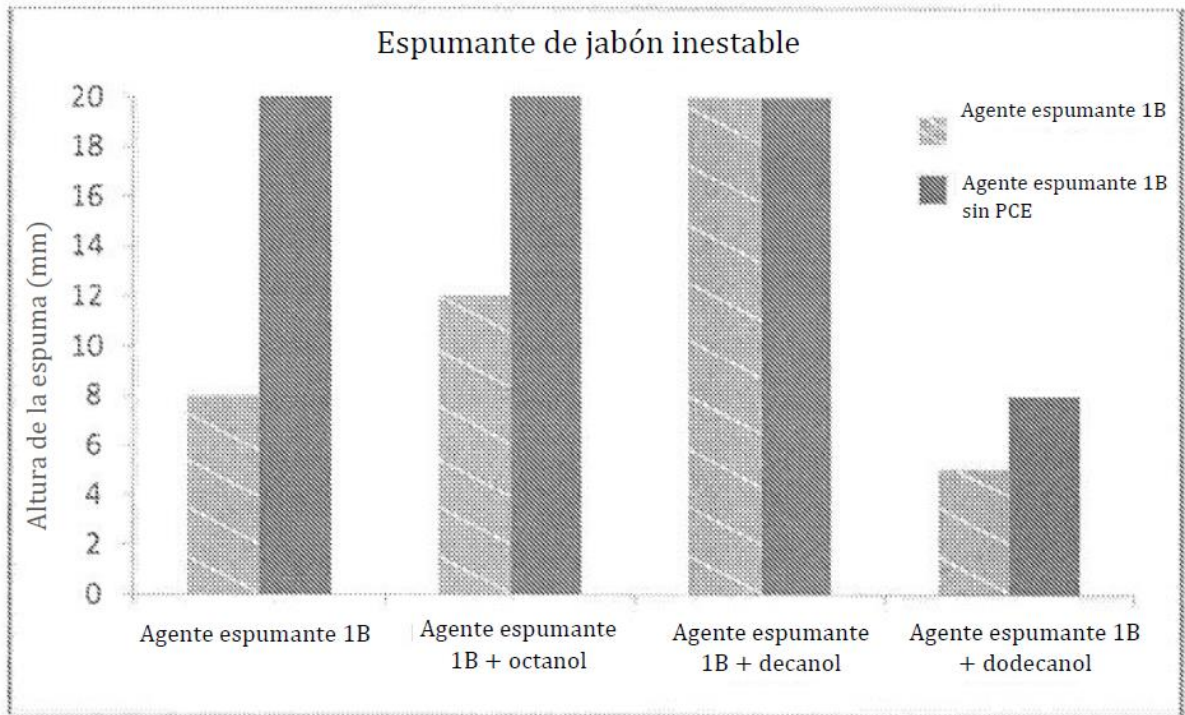


Figura 2

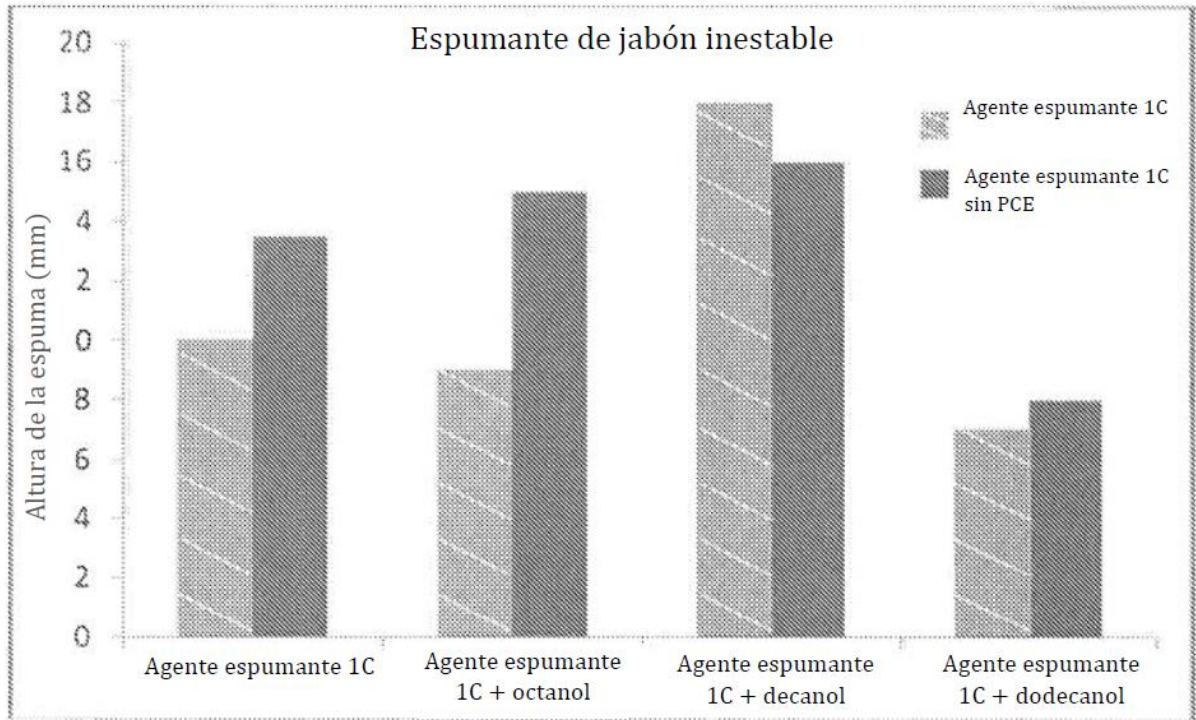


Figura 3

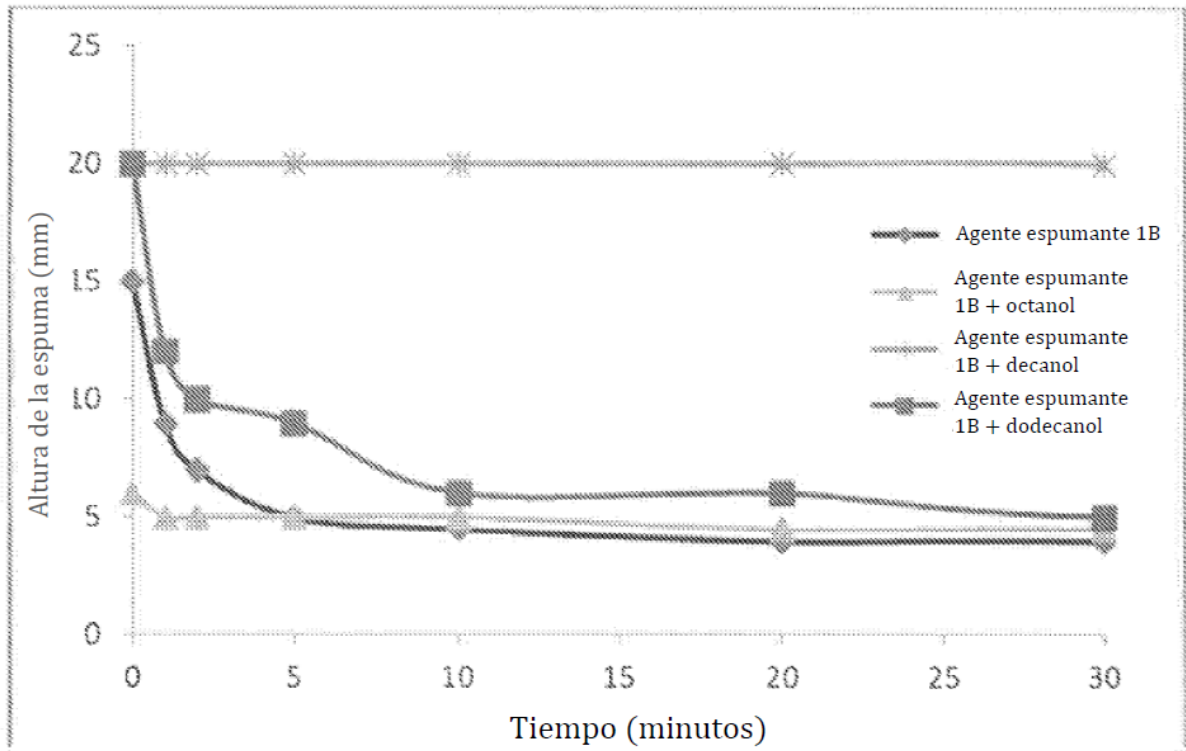


Figura 4

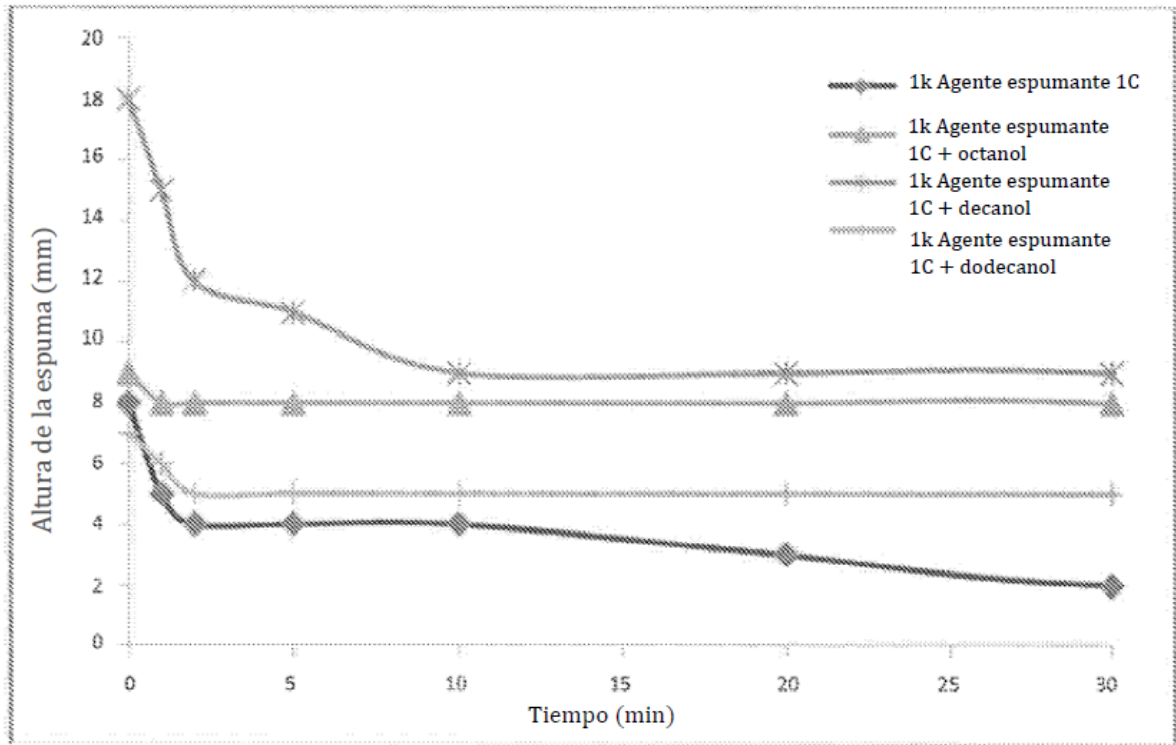


Figura 5

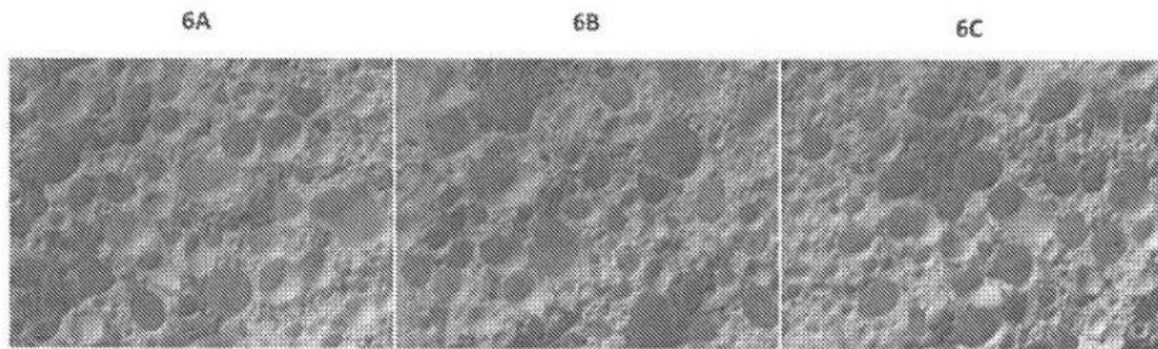


Figura 6A-C

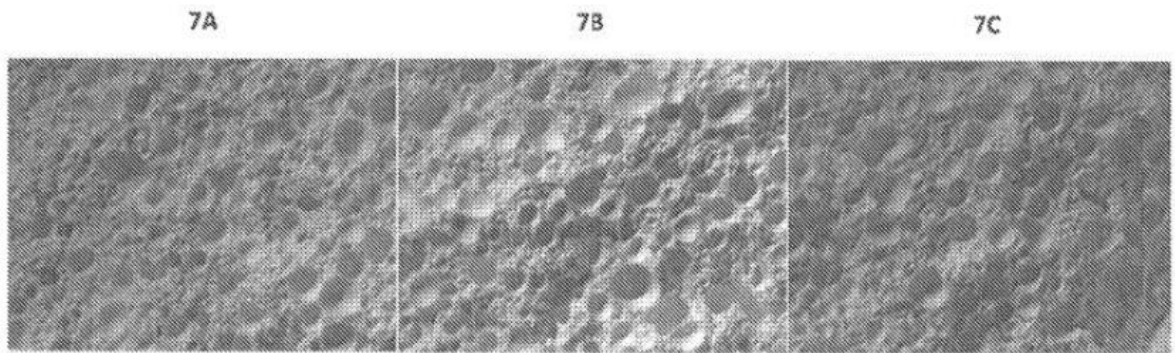


Figura 7A-C

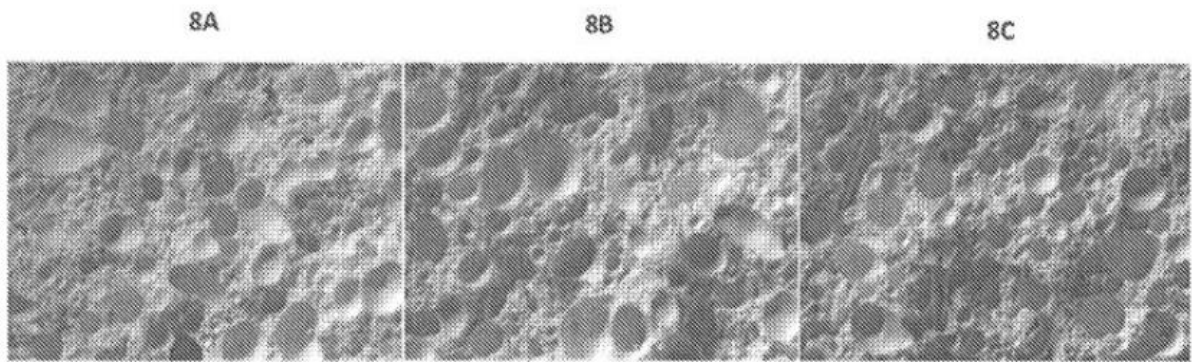


Figura 8A-C

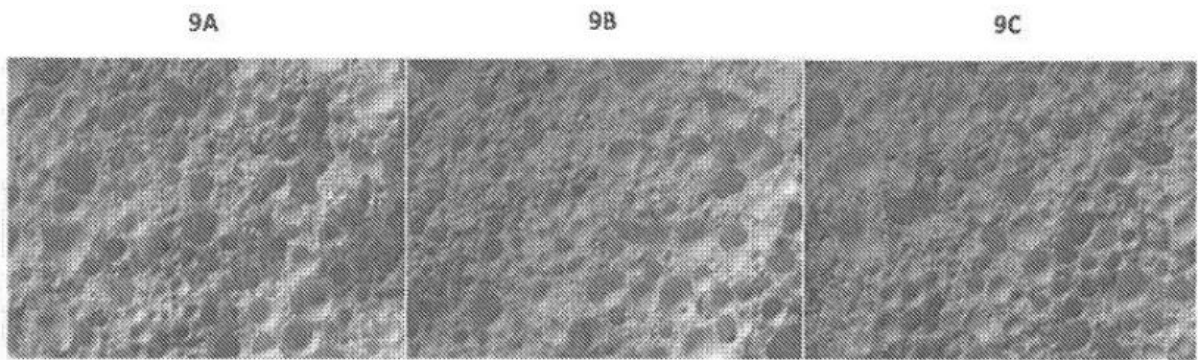


Figura 9A-C

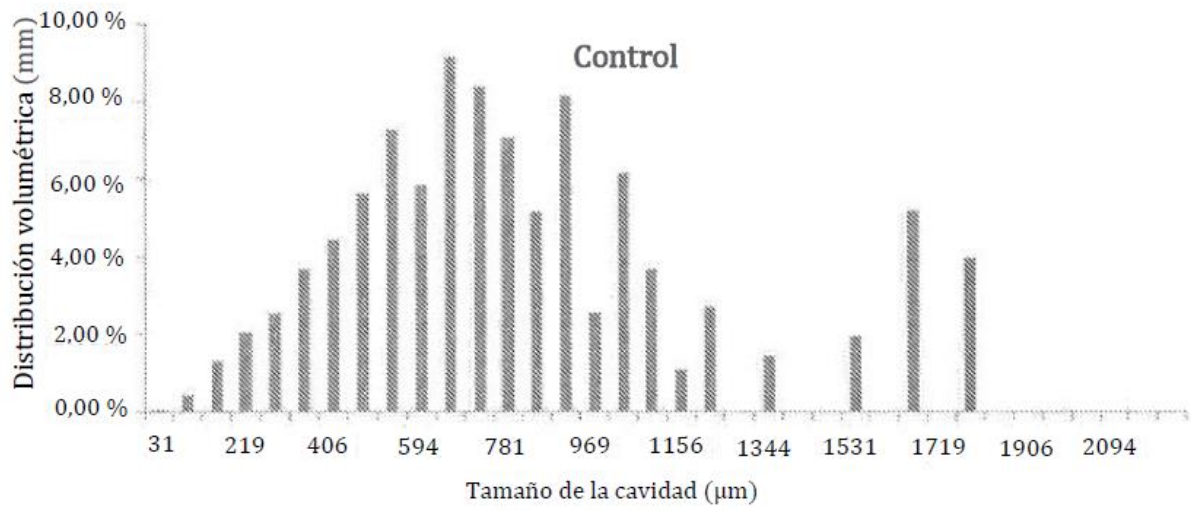
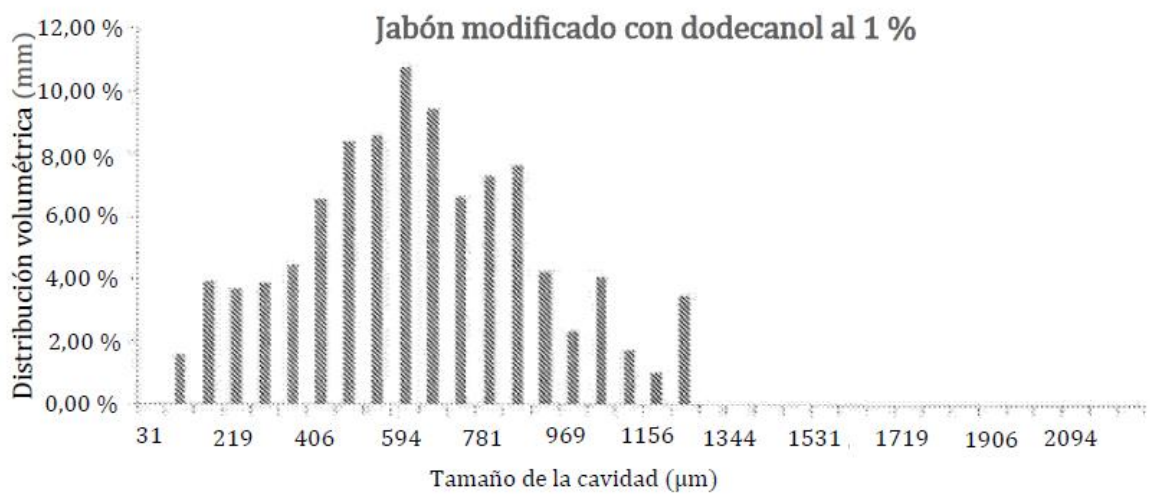


Figura 10



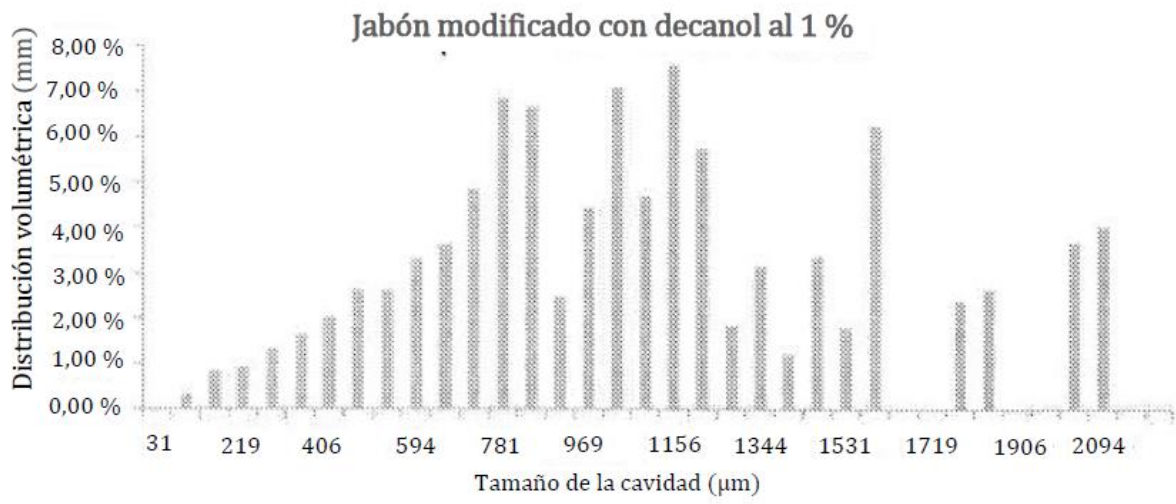


Figura 12

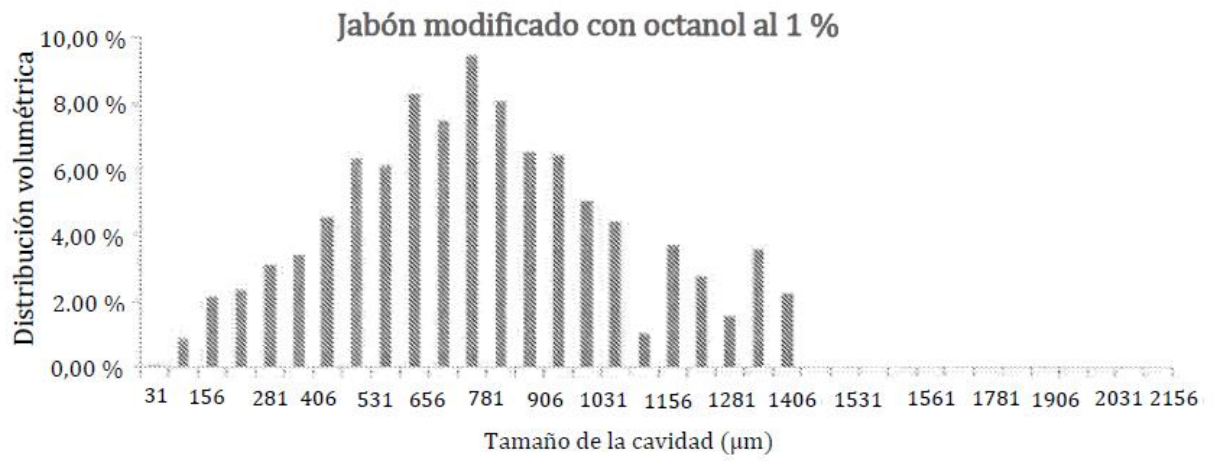


Figura 13

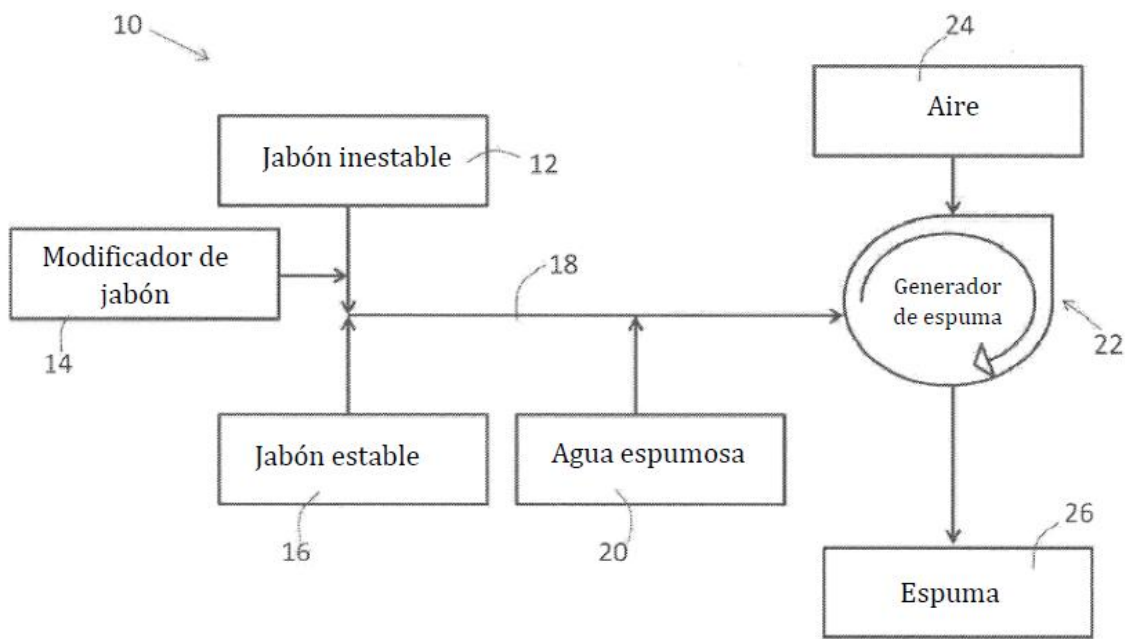


Figura 14