

PRODUCTOS A BASE DE SULFATO DE CALCIO RESISTENTES AL FUEGO

La presente invención se refiere a productos a base de sulfato de calcio mejorados resistentes al fuego y, en particular, a productos de edificación/construcción a base de sulfato de calcio que tengan una resistencia mejorada después de exponerlos a temperaturas elevadas.

ANTECEDENTES

10

Los productos a base de sulfato de calcio se utilizan ampliamente en la construcción de edificaciones, por ejemplo, para formar divisiones internas (mediante el uso de paneles de yeso, también conocidos como drywall, placas de yeso o paredes de yeso) y cielorrasos o para recubrir ductos (por ejemplo, ductos de ventilación) dentro de edificaciones.

20

Los productos a base de sulfato, tales como paneles de yeso, se forman típicamente al secar una suspensión acuosa de sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), también conocido como yeso calcinado o estuco, entre dos láminas de papel de revestimiento o tela de fibra de vidrio. A medida que se seca la suspensión y el yeso calcinado se hidrata, se forma un núcleo rígido y duro de yeso (sulfato de calcio dihidratado -

($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) entre las telas/láminas de revestimiento.

Cuando el panel de yeso se expone a temperaturas elevadas, tales como las experimentadas cuando la edificación sufre un incendio, o las experimentadas por paneles de yeso utilizados para recubrir ductos que transportan fluidos a temperatura elevada, el agua formada a partir de cristalización contenida en el yeso se elimina para producir la anhidrita de sulfato de calcio. Inicialmente, esto tiene la ventaja de que la transferencia de calor a través del panel de yeso se reduce, mediante lo cual se ayuda a retener el calor que emana desde un ducto o generado durante un incendio en la edificación. Sin embargo, a temperaturas alrededor de 400-450 °C, la anhidrita de fase AIM formada (también conocida como $\gamma\text{-CaSO}_4$ o anhidrita "soluble") se convierte en la fase AII (o anhidrita "insoluble") y este cambio de fase da como resultado la reducción del panel de yeso, es decir, una pérdida de estabilidad dimensional. Esta reducción (que es de alrededor del 2 % de la longitud o ancho del panel de yeso, o alrededor de 6 % en volumen) a menudo provoca que los paneles de yeso se desprendan de las estructuras de soporte. Esto es obviamente indeseable. En situaciones donde se utilizan paneles de yeso para divisiones internas y se produce un incendio, la reducción puede dejar huecos que exponen

habitaciones adyacentes a la fuente de fuego y a los efectos del calor/fuego. Los huecos también permiten el ingreso de oxígeno a la fuente del fuego, lo cual alimenta el fuego y anula el efecto de cualquier puerta cortafuego.

5

A temperaturas más elevadas (por encima de los 600 °C), la anhidrita insoluble se sinteriza, lo cual da como resultado reducciones mayores del volumen de los paneles de yeso. Esto da como resultado una reducción extrema, que eventualmente produce el colapso de paredes internas/cielorrasos/revestimientos de ductos, dado que no se sostienen más en las estructuras de soporte.

10

15

Además, una vez que la composición química del yeso se alteró con el calor, el panel de yeso pierde resistencia y, finalmente, integridad estructural. Típicamente, el núcleo de yeso del panel de yeso que se expuso a temperaturas elevadas, tales como las generadas durante un incendio en la edificación, se desintegra para formar un polvo fino y, por lo tanto, el panel de yeso efectivamente se desintegra.

20

Los productos a base de sulfato de calcio también se utilizan para el moldeado por fundición de objetos de metal o vidrio. Los moldes de sulfato de calcio se calientan hasta 700-900 °C

antes de rellenarlos con metal/vidrio fundido. Es importante controlar la reducción por temperatura elevada de dichos moldes a base de sulfato de calcio para asegurar que los moldes no tengan pérdidas y para asegurar que los productos
5 de metal/vidrio fundido no se deformen.

Se conoce que se incluye aceite de silicona en los productos a base de sulfato de calcio en cantidades bajas para mejorar la resistencia al agua del producto.

10

Un objetivo preferido de la presente invención es proporcionar un producto a base de sulfato de calcio resistente al fuego/calor mejorado que tenga una resistencia, rigidez e integridad estructural mejoradas después de la
15 exposición al calor, por ejemplo, durante un incendio de la edificación. Dicho producto resistente al fuego mejorado puede tener uso particularmente como un producto de construcción, por ejemplo, placas o paneles de yeso para formar divisiones internas en edificaciones, placas de
20 cielorrasos, placas o paneles de yeso para recubrir ductos de ventilación/extracción de humo, materiales para rellenar juntas para unir paneles/placas de yeso/azulejos o para moldes para su uso en el moldeado por fundición de un producto de metal/vidrio.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Por consiguiente, en un primer aspecto, la presente invención
5 proporciona un producto a base de sulfato de calcio que
comprende yeso y aceite de silicona, donde el aceite de
silicona se proporciona en una cantidad mayor que 8.5 % en
peso (basándose en el peso del yeso y el aceite de silicona).

10 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un
producto a base de sulfato de calcio, donde el producto se
forma al secar una suspensión acuosa que contiene yeso
calcinado y aceite de silicona, donde el aceite de silicona
se proporciona en una cantidad mayor que 10 % en peso
15 (basándose en el peso del yeso calcinado y el aceite de
silicona).

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona un
método para formar un producto a base de sulfato de calcio
20 mediante el secado de una suspensión acuosa que comprende
yeso calcinado y aceite de silicona, donde el aceite de
silicona se proporciona en una cantidad mayor que 10 % en
peso (basándose en el peso del yeso calcinado y el aceite de
silicona).

En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona el uso de aceite de silicona (por ejemplo, más de 8.5 % de aceite de silicona) para mejorar la resistencia durante la
5 exposición al calor de un producto a base de sulfato de calcio.

En un quinto aspecto, la presente invención proporciona una composición a base de sulfato de calcio para su uso para
10 formar un producto a base de sulfato de calcio mediante el secado de una suspensión acuosa de la composición a base de sulfato de calcio, donde la composición a base de sulfato de calcio comprende yeso calcinado y aceite de silicona, donde el aceite de silicona se proporciona en una cantidad mayor
15 que 10 % en peso (basándose en el peso del yeso calcinado y el aceite de silicona).

Los inventores de la presente han descubierto que agregar más de 10 % de aceite de silicona en una suspensión de yeso
20 calcinado produce (después de secar) un producto a base de sulfato de calcio que tiene más de 8.5 % de aceite de silicona que presenta una integridad estructural mejorada a temperaturas elevadas.

Se pretende que "aceite de silicona" se refiera a polisiloxanos líquidos. El aceite de silicona puede comprender un polidiorganosiloxano. Los grupos organo pueden ser grupos alquilo y/o arilo, por ejemplo, metilo y/o fenilo.

- 5 Un ejemplo es polidimetilsiloxano (PDMS). El aceite de silicona puede comprender un poliorganohidroxisiloxano. El grupo organo pueden ser un grupo alquilo y/o arilo, por ejemplo, un grupo metilo y/o fenilo. Un ejemplo es polimetilhidroxisiloxano (PMHS). El aceite de silicona puede
- 10 comprender un copolímero de un diorganosiloxano y un organohidroxisiloxano o una mezcla de un polidiorganosiloxano y un poliorganohidroxisiloxano.

El aceite de silicona puede ser anhidro.

15

- En la suspensión utilizada para formar el producto a base sulfato de calcio y en la composición a base de sulfato de calcio, el aceite de silicona se proporciona preferentemente en una cantidad mayor o igual que 12.5 % en peso, mayor o
- 20 igual que 15 % en peso, mayor o igual que 20 % en peso, o mayor o igual que 25 % en peso (donde el % en peso se basa en el peso del yeso calcinado y el aceite de silicona).

En el producto a base sulfato de calcio, el aceite de

silicona se proporciona preferentemente en una cantidad mayor o igual que 10.7 % en peso, mayor o igual que 13.0 % en peso, mayor o igual que 17.4 % en peso, o mayor o igual que 22 % en peso (donde el % en peso se basa en el peso del yeso calcinado y el aceite de silicona).

Se pretende que el término “yeso” se refiera predominantemente al sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Se pretende que la expresión “yeso calcinado” se refiere predominantemente a sulfato de calcio hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), pero también puede abarcar cualquier otro compuesto de sulfato de calcio que tenga un contenido de agua unida más bajo que el sulfato de calcio dihidratado (por ejemplo, anhidrita de sulfato de calcio).

En la suspensión utilizada para formar el producto a base de sulfato de calcio y en la composición a base de sulfato de calcio, el yeso calcinado se proporciona preferentemente en una cantidad inferior que 95 % en peso, por ejemplo, menor que 90 % en peso, menor que 88 % en peso o menor que 80 % en peso. En la composición/suspensión utilizada para formar el producto a base de sulfato de calcio, el yeso calcinado se proporciona preferentemente en una cantidad mayor que 60 % en

peso, por ejemplo, mayor que 65 % en peso, mayor que 70 % en peso o mayor que 75 % en peso (donde el % en peso se basa en el peso del yeso calcinado y el aceite de silicona).

- 5 En el producto a base de sulfato de calcio, el yeso se proporciona preferentemente en una cantidad inferior que 95 % en peso, por ejemplo, menor que 92 % en peso, menor que 90 % en peso o menor que 83 % en peso. En el producto a base de sulfato de calcio, el yeso calcinado se proporciona
- 10 preferentemente en una cantidad mayor que 64 % en peso, por ejemplo, mayor que 69 % en peso, mayor que 73 % en peso o mayor que 78 % en peso (donde el % en peso se basa en el peso del yeso y el aceite de silicona).
- 15 En algunas modalidades, el producto a base de sulfato de calcio puede contener fibras (por ejemplo, fibras de vidrio) y/o telas (por ejemplo, tela de fibra de vidrio) inorgánicas. Por ejemplo, puede agregarse 0.3 a 1.0 % de fibras inorgánicas a la suspensión (basándose en el peso del yeso
- 20 calcinado y las fibras inorgánicas).

El producto a base de sulfato de calcio puede contener aditivos, tales como acelerantes, retardantes, agentes espumantes/antiespumantes, fluidizantes, etc. Los acelerantes

pueden ser, por ejemplo, yeso recién molido con un aditivo de azúcar o tensioactivo. Dichos acelerantes pueden incluir NANSÁ mineral molido (GMN, por sus siglas en inglés), acelerante resistente al calor (HRA, por sus siglas en inglés) y acelerante molido en molino de esferas (BMA, por sus siglas en inglés). De manera alternativa, el acelerante puede ser un aditivo químico, tal como sulfato de aluminio, sulfato de cinc o sulfato de potasio. En determinados casos, puede utilizarse una mezcla de acelerantes, por ejemplo, GMN en combinación con un acelerante de sulfato. Como alternativa adicional, puede utilizarse ultrasonido para acelerar la velocidad de asentamiento de la suspensión, por ejemplo, tal como se describe en US2010/0136259.

La expresión "producto a base de sulfato de calcio" puede incluir materiales de construcción, tales como paneles de yeso (con o sin revestimiento) (con o sin refuerzo fibroso), placas (por ejemplo, placas de cielorraso), paneles de recubrimiento de ductos, materiales de rellenos de juntas (por ejemplo, para unir placas de yeso/azulejos/paneles, etc., adyacentes), composición o moldes de yeso para fundición de metales.

El producto a base de sulfato de calcio puede ser un producto

compuesto, por ejemplo, puede ser un panel de yeso que tenga un núcleo de matriz de yeso (que contenga aditivos de sales metálicas y arcilla) entre dos revestimientos (por ejemplo, revestimientos de papel o tela de fibra de vidrio).

5

La expresión "a base de sulfato de calcio" se entenderá fácilmente con el significado de que el producto comprende yeso como un componente principal, es decir, que el yeso es el componente unitario mayor en términos del % en peso del producto. La expresión puede significar que el producto comprende yeso al 40 % en peso, 50 % en peso, 60 % en peso, 65 % en peso, 70 % en peso, 80 % en peso, 90 % en peso o más, basándose en el peso total del producto.

15 PRÁCTICA EXPERIMENTAL

Los ejemplos que siguen a continuación muestran productos que tienen una resistencia mejorada después de exponerlos a temperatura elevadas y se proporcionan únicamente con fines ilustrativos.

20

El aceite de silicona utilizado fue SILRES® BS 94, proporcionado por Wacker. Este es un aceite de silicona anhidro a base de polimetilhidroxisiloxano.

Muestra de control 1 - aceite de silicona al 6 % en peso

Se mezclaron 600 g de agua a 40 °C con 3.75 g de fibras de
5 vidrio de John Mansville y 45 g de aceite de silicona. Se
agregaron 750 g de yeso calcinado al agua y la mezcla de
mezcló de forma mecánica durante 10 segundos para formar una
suspensión. Se vertió una pequeña cantidad de la suspensión
en un molde de silicona de 320 mm x 120 mm x 12.5 mm y se
10 presionó tejido de vidrio en la suspensión hasta la base del
molde. La suspensión restante se vertió en el molde y se
colocó una capa adicional de tejido de vidrio por encima de
la suspensión. La muestra se secó a 40 °C durante la noche
(mínimo de 12 horas).

15

Muestra de control 2- aceite de silicona al 10 % en peso

Se mezclaron 600 g de agua a 40 °C con 3.75 g de fibras de
vidrio de John Mansville y 75 g de aceite de silicona. Se
20 agregaron 750 g de yeso calcinado al agua y la mezcla de
mezcló de forma mecánica durante 10 segundos para formar una
suspensión. Se vertió una pequeña cantidad de la suspensión
en un molde de silicona de 320 mm x 120 mm x 12.5 mm y se
presionó tejido de vidrio en la suspensión hasta la base del

molde. La suspensión restante se vertió en el molde y se colocó una capa adicional de tejido de vidrio por encima de la suspensión. La muestra se secó a 40 °C durante la noche (mínimo de 12 horas).

5

Ejemplo 1 - 12.5 % en peso

Se mezclaron 600 g de agua a 40 °C con 3.75 g de fibras de vidrio de John Mansville y 93,75g de aceite de silicona. Se
10 agregaron 750 g de yeso calcinado al agua y la mezcla de mezcló de forma mecánica durante 10 segundos para formar una suspensión. Se vertió una pequeña cantidad de la suspensión en un molde de silicona de 320 mm x 120 mm x 12.5 mm y se presionó tejido de vidrio en la suspensión hasta la base del
15 molde. La suspensión restante se vertió en el molde y se colocó una capa adicional de tejido de vidrio por encima de la suspensión. La muestra se secó a 40 °C durante la noche (mínimo de 12 horas).

20 Ejemplo 2 - aceite de silicona al 25 % en peso

Se mezclaron 600 g de agua a 40 °C con 3.75 g de fibras de vidrio de John Mansville y 187,5g de aceite de silicona. Se agregaron 750 g de yeso calcinado al agua y la mezcla de

mezcló de forma mecánica durante 10 segundos para formar una suspensión. Se vertió una pequeña cantidad de la suspensión en un molde de silicona de 320 mm x 120 mm x 12.5 mm y se presionó tejido de vidrio en la suspensión hasta la base del
 5 molde. La suspensión restante se vertió en el molde y se colocó una capa adicional de tejido de vidrio por encima de la suspensión. La muestra se secó a 40 °C durante la noche (mínimo de 12 horas).

10 Se muestra un resumen de las formulaciones de muestra en la Tabla 1.

15

20

Muestra	Cantidad de estuco en la suspensión/g (% en peso)	Cantidad de aceite de silicona en la suspensión/g (% en peso)	Cantidad de aceite de silicona en el producto/% en peso
Control 1	750 (94)	45 (6)	5.1
Control 2	750 (90)	75 (10)	8.5
Ejemplo 1	750 (87.5)	93.75 (12.5)	10.7
Ejemplo 2	750 (75)	187.5 (25)	22

Tabla 1 - Resumen de formulaciones de muestra

Evaluación de colapso - prueba de fuego horizontal

Se colocaron muestras (250 mm x 50 mm) en un horno a temperatura ambiente con los extremos sostenidos de manera que cada muestra reposara de forma horizontal (210 mm de extensión entre soportes). Las muestras se calentaron hasta 1000 °C durante 1.5 horas y luego se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente. Las muestras se evaluaron para verificar el colapso después de enfriarlas. La distancia desde la parte inferior de la muestra y el soporte de base se midió en mm. Este valor se sustrajo a 50 mm para proporcionar una medición de colapso. La medición de colapso máximo posible (es decir, colapso total) es de 50 mm y la medición de colapso mínimo posible (es decir, no hay colapso) es de 0 mm. Las mediciones de colapso se muestran en la Tabla 2.

5	Muestra	Cantidad de aceite de silicona en la suspensión (en muestra seca)/% en peso	Cantidad de aceite de silicona en el producto (en muestra seca)/% en peso	Colapso/mm
	Control 1	6	5.1	Colapso total
	Control 2	10	8.5	15 mm de caída
	Ejemplo 1	12.5	10.7	10.5 mm de caída
	Ejemplo 2	25	22	9 mm de caída

10

Tabla 2 - Resultados de la prueba de colapso

Puede observarse que la adición de más de 10 % en peso de
 15 aceite de silicona a la suspensión mejora de manera
 significativa la integridad estructural de la muestra.