

COMPUESTOS PARA JUNTAS Y YESOS CON UN COLORANTE
COMPLEXOMÉTRICO Y MÉTODOS

CAMPO TÉCNICO

Esta descripción se refiere a productos de construcción de edificios que incluyen compuestos para juntas, revestimientos, pinturas, lodos de yeso y yesos que comprenden un indicador y métodos para fabricar, almacenar y aplicar estos productos.

ANTECEDENTES

Los compuestos para juntas se usan comúnmente en varios proyectos de construcción, incluido para la construcción de tabiques, techos y otros ensamblajes. Una de las aplicaciones para un compuesto para juntas es rellenar una unión entre dos paneles de yeso a partir de los cuales se construye una pared. Una gran variedad de otras aplicaciones incluye parchear defectos en la pared y grietas.

Se conocen dos tipos de compuestos para juntas: un compuesto para juntas del tipo endurecedor y un compuesto para juntas del tipo secador. A menudo, un compuesto para juntas del tipo endurecedor comprende hemihidrato de sulfato de calcio (también conocido como yeso de París o yeso calcinado). Los compuestos para juntas del tipo endurecedor se establecen mediante una reacción de endurecimiento en la que el hemihidrato de sulfato de calcio se hidrata en dihidrato de sulfato de calcio (yeso). Esto da como resultado el endurecimiento del compuesto para juntas del tipo endurecedor. Los compuestos para juntas del tipo endurecedor incluyen los descritos en las patentes de EE. UU. 4,661,161, 5,746,822, 6,805,741 and 9,174,881, que se incorporan en la presente como referencia.

Un compuesto para juntas del tipo endurecedor puede formularse como un polvo seco que se mezcla con agua antes de su aplicación. Agregar agua al polvo seco inicia la conversión de yeso calcinado en yeso, lo que desencadena el fraguado y endurecimiento del compuesto para juntas.

Un compuesto para juntas del tipo endurecedor también se puede formular como un compuesto para juntas del tipo endurecedor húmedo en estado premezclado. Se proporcionan ejemplos de tales compuestos en la patente de EE. UU. 9,174,881. Dichos compuestos ya están premezclados con agua, pero pueden almacenarse en un estante por un período de tiempo sin fraguar ni endurecerse. Con el fin de inhibir la

reacción de endurecimiento durante el almacenamiento y el transporte, los compuestos para juntas húmedos del tipo endurecedor premezclados contienen un retardador que es un quelante que une los iones de calcio y evita una reacción de rehidratación del yeso calcinado. Luego se agrega un activador a un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado para iniciar una reacción de endurecimiento.

Se conocen diversos activadores, incluidos el sulfato de zinc, el sulfato de hierro y el sulfato de aluminio, según se proporciona en la Patente de EE. UU. 5,746,822, también incorporada en la presente como referencia.

A diferencia de los compuestos para juntas del tipo endurecedor, los compuestos para juntas del tipo secador no están formulados con yeso calcinado. Los compuestos para juntas del tipo secador se solidifican cuando el agua se evapora y los compuestos pasan de un estado acuoso a un compuesto sólido. Muchos compuestos para juntas del tipo secador comprenden carbonato de calcio. Los compuestos para juntas del tipo secador incluyen los proporcionados en las Patentes de EE. UU. 6,476,099, 6,545,066 y 9,328,023, cuyas descripciones se incorporan en la presente como referencia.

El yeso, que se puede formular con yeso calcinado y agua, es un material de construcción que se puede usar como recubrimiento protector y/o decorativo en paredes, techos u otras estructuras para formar una superficie lisa y dura cuando la pasta de yeso se endurece. Las formulaciones de yeso incluyen las proporcionadas por la Patente de EE. UU. 2,082,887, que se incorpora en la presente como referencia.

Varios revestimientos, incluidos los revestimientos de imprimación, formulados con yeso y/o carbonato de calcio también están disponibles en el mercado. Los ejemplos de recubrimientos incluyen los proporcionados en la Patente de EE. UU. 6,663,979, que se incorpora en la presente como referencia. Un lodo de yeso a base de agua se utiliza para hacer cartón yeso y otros tipos de paneles y losetas de yeso. Los ejemplos de paneles de yeso incluyen los proporcionados en la Patente de EE. UU. 8,323,785, incorporada en la presente como referencia.

Después de la aplicación de un compuesto para juntas del tipo endurecedor, un operador puede beneficiarse de un indicador y/o prueba que le permite determinar con precisión si el producto aplicado se ha endurecido por completo. Esto puede evitar un error de aplicación posterior antes de que el producto aplicado previamente se haya endurecido completamente. El establecimiento de indicadores también puede ser útil en yesos, revestimientos y lodos de yeso. Con productos como los compuestos para

juntas del tipo secador, un operador necesita un indicador/prueba que determine con precisión si el compuesto para juntas de secado se ha secado completamente.

La Patente de EE. UU. 6,531,528 proporciona un producto de reparación y parche listo para usar que incluye un indicador de cambio de color tal como fenolftaleína (rojo) y timolftaleína (azul). Los compuestos son indicadores de pH que cambian su color dependiendo de los cambios en el pH.

Sin embargo, aún se necesitan indicadores precisos que no dependan necesariamente del pH de un producto de endurecimiento o secado porque no todos los productos se pueden monitorear con precisión, en función de los cambios en el pH.

COMPENDIO

Estas y algunas otras necesidades se abordan, al menos en parte, en esta descripción que proporciona un producto de construcción de edificios que comprende un indicador. El producto de construcción de edificios tiene un primer color cuando el producto comprende agua, el primer color depende de la presencia de iones metálicos en solución en el producto. El producto tiene un segundo color cuando el producto se ha solidificado. El producto de construcción de edificios puede comprender al menos un compuesto de calcio. En estos productos, el indicador puede comprender al menos un quelante reversible de iones de calcio. El producto de construcción de edificios puede ser un lodo de yeso, yeso, compuesto puntual del tipo secador, compuesto para juntas del tipo endurecedor, compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado, revestimiento, revestimiento de imprimación o una pintura. El indicador puede comprender ácido calconcarboxílico, su sal y/o derivado. El indicador puede comprender ácido calconcarboxílico recubierto sobre un vehículo.

El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado que comprende un retardador y el indicador puede comprender ácido calconcarboxílico. El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo secador. El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo secador que comprende un compuesto de calcio y el indicador que comprende ácido calconcarboxílico. El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo secador premezclado que comprende un compuesto de calcio y el indicador puede comprender ácido calconcarboxílico. El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo secador que comprende un carbonato de calcio y el indicador que comprende ácido calconcarboxílico. El producto de construcción de

edificios puede comprender iones metálicos que incluyen, entre otros, calcio iónico, magnesio iónico, aluminio iónico, ferroso iónico, férrico iónico, cuproso iónico, cúprico iónico, bismuto iónico y/o zinc iónico. En los productos de construcción de edificios, el indicador puede estar presente en una cantidad de 0.001 % a 0.5 % en peso del producto de construcción de edificios, agua incluida.

Otros aspectos de esta descripción proporcionan un método para aplicar un producto de construcción de edificios que comprende un compuesto de calcio y agua a un sustrato. El método comprende mezclar el producto de construcción de edificios con un indicador que comprende un quelante reversible de iones de calcio, y de ese modo obtener una mezcla del producto de construcción de edificios que comprende el indicador, en donde la mezcla desarrolla un primer color, y en donde el desarrollo del primer color depende de la presencia de iones metálicos, que pueden ser iones de calcio; y luego aplicar la mezcla al sustrato, y en donde un cambio del primer color a un segundo color es indicativo de la sequedad de la mezcla.

Este método puede realizarse con un compuesto para juntas del tipo endurecedor, un compuesto para juntas del tipo secador, yeso, revestimiento, revestimiento de imprimación, lodo de yeso o pintura. En algunas aplicaciones del método, el producto de construcción de edificios es un compuesto para juntas del tipo endurecedor, yeso o lodo de yeso y el indicador comprende un quelante reversible de iones de calcio. El producto de construcción de edificios puede ser un compuesto para juntas del tipo endurecedor, yeso o lodo de yeso y el indicador puede comprender ácido calconcarboxílico. El método se puede realizar con un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado que comprende un retardador, y el indicador se puede mezclar con el compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado durante al menos uno de los siguientes períodos de tiempo: (a) antes de la aplicación y (b) en el momento de la aplicación. El método puede comprender además mezclar el compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado con al menos un activador en el momento de la aplicación. El método se puede realizar con un compuesto para juntas del tipo secador que comprende un compuesto de calcio y el indicador que comprende un quelante reversible de iones de calcio. El método se puede realizar con un compuesto para juntas del tipo secador preparado que comprende un compuesto de calcio y el indicador que comprende ácido calconcarboxílico, su derivado y/o sal.

Otros aspectos de esta descripción incluyen un método para monitorear un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado, el método comprende

formular el compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado con al menos un indicador que comprende un quelante reversible de iones de calcio, y monitorear el compuesto para observar un cambio de color, en donde el cambio de color es indicativo de la activación prematura de una reacción de endurecimiento.

Esta descripción también proporciona un producto accesorio que comprende un indicador que comprende un quelante reversible de iones de calcio y que opcionalmente comprende además un disolvente, en donde el producto accesorio se proporciona en un paquete que puede ser un recipiente o una bolsa, y en donde una cantidad del indicador se dosifica por paquete. En modalidades preferidas, el producto accesorio comprende ácido calconcarboxílico recubierto sobre un vehículo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 son gráficos del valor L^* en función del tiempo para un compuesto para juntas del tipo endurecedor en un estado premezclado con cantidades variables de un indicador y activador.

La Figura 2 son gráficos del valor A^* en función del tiempo para un compuesto para juntas del tipo endurecedor en un estado premezclado con cantidades variables de un indicador y activador.

La Figura 3 son gráficos del valor B^* en función del tiempo para un compuesto para juntas del tipo endurecedor en un estado premezclado con cantidades variables de un indicador y activador.

La Figura 4 son ΔE calculadas después de la adición de un activador en función del tiempo para un compuesto para juntas del tipo endurecedor en un estado premezclado con cantidades variables de un indicador y activador.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Esta descripción proporciona productos para la construcción de edificios que incluyen compuestos para juntas, revestimientos, pinturas, lodos de yeso y yesos, que comprenden un indicador. El producto tiene un primer color en presencia de agua. El producto cambia de color una vez que se ha endurecido. Por lo tanto, el indicador monitorea una reacción de endurecimiento en un producto que se endurece por rehidratación de yeso calcinado. El indicador también monitorea una reacción de secado de un producto de secado que comprende iones metálicos.

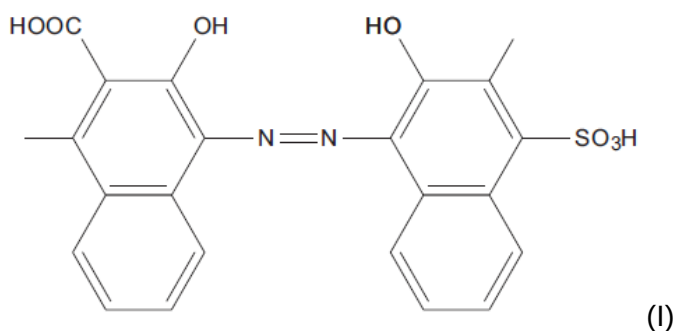
El indicador es un colorante complexométrico (es decir, ionocromático) que cambia su color en función de la presencia o ausencia de iones metálicos libres como los iones de calcio en un producto de endurecimiento o secado.

El término "indicador" se usa ampliamente en esta descripción e incluye un colorante complexométrico (es decir, ionocromático) que cambia su color dependiendo de la cantidad de iones metálicos en una solución.

Los colorantes ionocromáticos son reactivos de química analítica empleados en valoraciones complexométricas para determinar una concentración de metal iónico en muestras de interés. Un colorante ionocromático es una molécula sensible a los iones que manifiesta transiciones crónicas abruptas por cambios de color. El indicador puede ser un colorante ionocromático que cambia su color dependiendo de la presencia y concentración de al menos uno de calcio iónico, magnesio iónico, aluminio iónico, hierro iónico (ferroso y/o férrico), cobre iónico (cuproso y/o cúprico), bismuto iónico o zinc iónico. Una indicación preferida es un colorante ionocromático que cambia su color dependiendo de la presencia y concentración de calcio iónico.

Un indicador particularmente preferido es un reactivo que comprende ácido calconcarboxílico y/o su sal y/o su derivado. Las sales adecuadas de ácido calconcarboxílico incluyen la sal de sodio del ácido calconcarboxílico.

El ácido calconcarboxílico también se conoce como el indicador Patton-Reeder (ID de CAS 3737-95-6). Tiene la siguiente fórmula estructural (I):



El ácido calconcarboxílico es un polvo de color púrpura oscuro a casi negro que es poco soluble en agua. Se puede mezclar con sulfato de sodio y se usa junto con EDTA en experimentos de titulación de calcio en condiciones alcalinas. El ácido calconcarboxílico aparece rojo en soluciones acuosas de calcio y azul en caso contrario. El ácido calconcarboxílico es un quelante débil y reversible del calcio iónico. El ácido calconcarboxílico puede usarse para medir la concentración de calcio iónico

de soluciones acuosas y muestras sólidas. En algunas modalidades, las muestras sólidas deben primero solubilizarse en una solución alcalina para producir un cambio de color con un quelante.

Otros indicadores adecuados incluyen compuestos complexométricos que forman complejos con al menos un ion metálico en una reacción colorimétrica que produce un cambio detectable en el color. En los productos de esta descripción, la presencia de iones de calcio y/u otros iones metálicos se detecta con el indicador.

Los indicadores adecuados que se usan junto con o en lugar de ácido calconcarboxílico, sus sales y derivados incluyen los reactivos enumerados en la Tabla 1, sus sales y derivados. Cualquier indicador en la Tabla 1 puede usarse en combinación con cualquier otro indicador además o en lugar del compuesto con la fórmula(I).

Tabla 1.

Indicador	Número de ID de CAS	Otros nombres	Fabricante
Alizarina	72-48-0	Mordant Red 11 y Turkey Red	Sigma Aldrich
Arsenazo III	1668-00-4		Sigma Aldrich
ERIOCROMO ^R Blue Black R	2538-85-4	Mordant Black 17	LabChem
ERIOCROMO ^R Black T	1787-61-7	Mordant Black 11 y Solochrome Black	Sigma Aldrich
ERIOCROMO ^R Red B	3618-63-1		Fisher Chemical
Murexida	3051-09-0	purpura de amonio	Sigma Aldrich
CALMAGITA ^R	3147-14-6		Sigma Aldrich
Azul de hidroxinaftol	63451-35-4		Fisher Chemical
SPADNS	23647-14-5		ACROS Organics
Calcichrome	3810-39-7		Pfaltz y Bauer
MAGON	523-67-1		TCI America
Magneson	74-39-5	azo violeta	Alfa Aesar
Fenazo	3687-26-1		Angene International
Violeta catecol	115-41-3		Sigma Aldrich
Azul de timol	76-61-9		Fisher Chemical
Curcumina	458-37-7		Sigma Aldrich
Fast Sulphon Black F	3682-47-1		ACROS Organics
Naranja de xilenol	1611-35-4		TCI America
Sal tetrasódica de naranja de xilenol	3618-43-7		Sigma Aldrich
Calceína	1461-15-0	Fluorexon	MP Biomedicals
Azul de calceína	54375-47-2		Sigma Aldrich
Zincon	135-52-4		Angene International
Sal de sodio Zincon	62625-22-3		Sigma Aldrich
Ftaleína púrpura	2411-89-4		Sigma Aldrich

Al menos uno de los indicadores puede incluirse en la formulación de un compuesto para juntas del tipo secador o cualquier otro producto de construcción de edificios que contenga iones metálicos cuando esté húmedo y que se endurezca por secado. El compuesto para juntas del tipo secador puede comprender un compuesto de calcio que puede ser carbonato de calcio, óxido de calcio, sulfato de calcio y/o minerales tales como yeso y/o piedra caliza.

Como alternativa, al menos uno de los indicadores puede agregarse como un producto accesorio (agregado antes de la aplicación) a un compuesto para juntas del tipo secador en el momento de la aplicación y una vez que el compuesto para juntas se premezcla con agua. Una formulación particularmente preferida para estos compuestos para juntas del tipo secador comprende ácido calconcarboxílico como indicador y al menos un compuesto de calcio. Un producto accesorio particularmente preferido para estos compuestos para juntas del tipo secador también comprende ácido calconcarboxílico como indicador.

A medida que el compuesto para juntas aplicado que comprende un compuesto de calcio se seca y disminuye la concentración de iones de calcio libres, el compuesto para juntas cambia su color. El indicador proporciona una notificación visual a un usuario final de que el compuesto para juntas aplicado está suficientemente seco, y es prudente continuar con los pasos de acabado adicionales. La formulación descrita sirve como un indicador visual y manifiesto de la sequedad del compuesto para juntas, tanto para un contratista como para un usuario final novato, para facilitar el acabado y la pintura adecuados de espacios interiores en construcciones comerciales y residenciales.

Un aspecto de esta descripción proporciona un compuesto para juntas del tipo secador que comprende un compuesto de calcio que puede ser carbonato de calcio y un indicador de sequedad que es un colorante ionocromático que detecta iones de calcio. Además de o en lugar de un compuesto de calcio, el compuesto para juntas del tipo secador puede comprender un compuesto de magnesio que puede ser hidróxido de magnesio y/o sales de magnesio y un indicador de sequedad que es un colorante ionocromático que detecta magnesio. En estas modalidades que comprenden un compuesto de magnesio, se usa el colorante ionocromático que es sensible al magnesio acuoso.

El compuesto para juntas del tipo secador que comprende al menos un indicador de colorante ionocromático que detecta los iones de calcio y/o magnesio

tiene un primer color cuando se mezcla con agua y está húmedo. El compuesto para juntas del tipo secador cambia a un segundo color después de que el compuesto para juntas de secado se secó. El segundo color puede ser simplemente una disminución o aumento en la intensidad del primer color. Por ejemplo, un primer color puede ser púrpura o rojo, mientras que el segundo color puede ser azul en algunas modalidades o púrpura claro en otras modalidades. El primer color y su intensidad y el segundo color y su intensidad dependen de la cantidad y la estructura química del indicador, así como de la concentración de un ion metálico a detectar.

Cualquiera de los colorantes ionocromáticos que forman complejos con iones de calcio puede usarse como un indicador de sequedad en estos compuestos para juntas del tipo secador o cualquier otro producto de construcción de edificios de secado. Esto incluye indicadores que se enumeran en la Tabla 1 y que forman complejos con iones de calcio. En algunas modalidades, se puede usar al menos uno de los siguientes indicadores o sus sales y/o derivados: ácido calconcarboxílico, alizarina, Arsenazo III; ftaleína púrpura y similares, y cualquier combinación de estos. Un indicador de sequedad particularmente preferido es un reactivo que comprende ácido calconcarboxílico y/o su derivado y/o su sal. Los indicadores se pueden usar en cualquier cantidad suficiente para detectar la presencia de iones de calcio en la solución y producir un cambio de color visible una vez que el compuesto para juntas se haya secado. Típicamente, el indicador se usa en una cantidad de aproximadamente 0.001 % a aproximadamente 0.5 % en peso del compuesto para juntas, agua incluida. En algunas modalidades, el indicador se usa en un intervalo de 1 ppm a 0.5 % en peso del compuesto para juntas, agua incluida.

Los compuestos para juntas del tipo secador se pueden formular como una mezcla de polvo seco. El indicador de sequedad se puede agregar al polvo antes de que el polvo se empaquete para su almacenamiento y transporte. En estas mezclas secas, el indicador de sequedad también sirve como un indicador de que el compuesto permanece seco durante el almacenamiento y el transporte. Una vez que se va a usar el compuesto para juntas, se mezcla con agua y esto produce un cambio de color visible de la pasta del compuesto para juntas. Una vez que el compuesto para juntas se ha secado, el color se desvanece y/o cambia a un segundo color. Esto proporciona una indicación visual al usuario de que el compuesto para juntas aplicado se ha secado.

Los compuestos para juntas del tipo secador también se pueden formular como una formulación de pasta premezclada con agua. El indicador de sequedad se puede agregar a la formulación premezclada en una cantidad suficiente para lograr un primer color aceptable en la pasta premezclada. Una vez que el compuesto del tipo secador se aplica y se seca, el primer color se desvanece y/o cambia a un segundo color. En esta aplicación, el indicador de sequedad también sirve como un indicador de que un compuesto para juntas premezclado no se ha secado prematuramente durante el almacenamiento y/o transporte.

En otros aspectos, el indicador de sequedad puede formularse como un producto accesorio que se agrega a un compuesto para juntas del tipo secador en el momento de la aplicación. Un cambio de color alerta al usuario final de que el compuesto para juntas del tipo secador se ha secado. Esto es beneficioso para determinar si el compuesto para juntas del tipo secador aplicado se ha secado por completo. Esto también alerta al usuario final si el compuesto para juntas del tipo secador se ha secado parcialmente en una cubeta antes de que se haya aplicado el compuesto para juntas del tipo secador.

Un compuesto para juntas del tipo secador particularmente preferido que comprende un indicador de sequedad es un compuesto para juntas del tipo secador que comprende ácido calconcarboxílico y/o su derivado y/o su sal. Se puede agregar sulfato de sodio a esta formulación.

Un producto indicador de sequedad accesorio particularmente preferido (agregado antes de la aplicación) para un compuesto para juntas del tipo secador es un reactivo que comprende ácido calconcarboxílico y/o su derivado y/o su sal. El reactivo también puede comprender sulfato de sodio.

Los indicadores de sequedad pueden usarse con cualquiera de los compuestos para juntas del tipo secador, polvo seco o premezclado.

Un compuesto para juntas del tipo secador adecuado puede comprender carbonato de calcio y/o cualquier otro compuesto de calcio que incluye, de modo no taxativo, óxido de calcio, hidróxido de calcio, bicarbonato de calcio, hipocloruro de calcio, silicato de calcio, nitrato de calcio y cloruro de calcio. El carbonato de calcio puede tener la fracción de peso más alta de cualquier ingrediente en el compuesto para juntas. El carbonato de calcio puede estar presente en forma de piedra caliza y/o como cualquier otro mineral.

Mientras que el carbonato de calcio tiene una baja solubilidad en agua, un compuesto para juntas mezclado con agua todavía contiene algo de calcio iónico, mientras que un compuesto para juntas seco no lo tiene. Otros componentes en el compuesto para juntas del tipo secador pueden incluir modificadores reológicos, típicamente derivados celulósicos, adhesivos tales como látex naturales o sintéticos, minerales arcillosos que se hinchan en agua tales como atapulgita, caolín, talco o mica; y aglutinantes tales como derivados de almidón y/o aglutinantes poliméricos para propiedades cohesivas. Se proporcionan formulaciones de compuestos para juntas del tipo secador adecuadas en las Patentes de EE. UU. 6,476,099, 6,545,066 y 9,328,023, incorporadas en la presente como referencia.

Una pasta de compuesto para juntas húmedo que comprende un indicador de sequedad que comprende ácido calconcarboxílico se ve de color púrpura o rojo, dependiendo de la concentración y grado del indicador, y la concentración de iones de calcio, en presencia de calcio acuoso. Después de que el compuesto para juntas se haya secado, su color cambia a azul. Las concentraciones de ácido calconcarboxílico suficientes para lograr un cambio de color aceptable para un usuario final pueden estar en un rango de 1 ppm a 0.1 % en peso del compuesto para juntas total, agua incluida.

En algunas modalidades, el color del compuesto para juntas que comprende ácido calconcarboxílico pasa de lavanda a celeste pálido a medida que se seca el compuesto para juntas. En otras modalidades, el color del compuesto para juntas pasa de púrpura a azul a medida que se seca el compuesto para juntas. En otras modalidades más, el color del compuesto para juntas pasa de azul a celeste pálido a medida que se seca el compuesto para juntas.

Los compuestos para juntas del tipo endurecedor poseen múltiples ventajas sobre los compuestos para juntas del tipo secador en ciertas aplicaciones que requieren de endurecimiento rápido, reparación y parche de relleno profundo, y aplicación a temperaturas más bajas.

Los yesos y compuestos para juntas del tipo endurecedor contienen hemihidrato de sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), que rápidamente se rehidrata a yeso en presencia de agua. Esta reacción de hidratación es el impulsor de la acción de endurecimiento en compuestos para juntas del tipo endurecedor, yesos y otros productos formulados con hemihidrato de sulfato de calcio y agua, incluido un lodo de yeso. Un compuesto para juntas del tipo endurecedor típico también puede comprender cualquiera de los siguientes: una carga, un modificador reológico, un

aglutinante, un estabilizador y un biocida. Las formulaciones de compuestos para juntas del tipo endurecedor adecuadas se proporcionan en las Patentes de EE. UU. 4,661,161, 5,746,822, 6,805,741 y 9,174,881, que se incorporan en la presente como referencia.

Esta descripción proporciona un producto de endurecimiento que se endurece a través de la rehidratación de hemihidrato de sulfato de calcio a yeso en presencia de agua. El producto de endurecimiento comprende un indicador de endurecimiento que comprende un colorante ionocromático que es un quelante reversible de iones de calcio. El indicador de endurecimiento puede mezclarse previamente con el producto de endurecimiento durante la formulación o el indicador de endurecimiento puede usarse como un producto accesorio que se agrega al producto de endurecimiento en el momento en que el producto de endurecimiento se mezcla con agua y/o activador para la aplicación. El producto de endurecimiento puede ser un compuesto para juntas del tipo endurecedor que comprende hemihidrato de sulfato de calcio. Se contemplan todos los tipos de compuestos para juntas del tipo endurecedor, incluido un compuesto para juntas del tipo endurecedor en polvo y un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado.

El producto de endurecimiento puede ser un lodo de yeso, incluidos lodos de yeso preparados mezclando hemihidrato de sulfato de calcio, agua y otros compuestos para hacer un producto de yeso como cartón yeso, paneles y/o azulejos de yeso. El producto de endurecimiento puede ser yeso, revestimiento de imprimación o revestimiento.

Un indicador de endurecimiento puede comprender ácido calconcarboxílico, su derivado o sal. Un indicador de endurecimiento puede ser cualquiera de los colorantes ionocromáticos que forman complejos con el calcio y se enumeran en la Tabla 1. Un indicador de endurecimiento puede ser uno de los siguientes colorantes ionocromáticos o sus sales y/o derivados: ácido calconcarboxílico, alizarina, arsenazo III; ERIOCHROM^R Blue Black R, naranja de xilenol, calceína, verde de calceína, azul de calceína, zincon, púrpura de ftaleína y similares, y cualquier combinación de estos. El indicador de endurecimiento puede usarse en cualquier concentración suficiente para impartir un primer color a un producto de endurecimiento en presencia de iones de calcio. El primer color se desvanece o se cambia a un segundo color una vez que se ha endurecido el producto de endurecimiento.

Típicamente, el indicador de endurecimiento se usa en una cantidad de aproximadamente 0.001 % a aproximadamente 0.5 % en peso total, agua incluida. Por ejemplo, si el peso total de un producto incluido agua es de 100 g, se puede usar de 0.001 g a 0.5 g del indicador de endurecimiento. En algunas modalidades, el indicador se usa en un rango de 1 ppm a 0.5 % en peso total, agua incluida.

Un indicador de endurecimiento preferido comprende, consiste esencialmente en, consiste en ácido calconcarboxílico, sus sales y derivados. Un indicador de endurecimiento particularmente preferido es el ácido calconcarboxílico.

Los compuestos para juntas del tipo endurecedor contemplados incluyen compuestos para juntas del tipo endurecedor premezclados. Estos compuestos se mezclan previamente con agua y comprenden al menos un retardador que bloquea una reacción de endurecimiento al unir reversiblemente el calcio hasta que se agrega un activador de endurecimiento durante la aplicación. Un retardador puede ser un retardador proteico, un poliacrilato de bajo peso molecular y/o fosfato que no contiene calcio. Típicamente, un retardador es un agente quelante fuerte como el pirofosfato de tetrapotasio (TKPP), el pirofosfato tetrasódico (TSPP), el citrato de sodio, entre otros. Otros retardadores adecuados en este grupo incluyen hexametáfosfato de zinc, tripolifosfato de potasio, tripolifosfato de sodio, fosfato monoamónico, fosfato potásico monobásico y cualquier mezcla de estos.

Un activador de endurecimiento que también se denomina indistintamente como un acelerador se agrega a un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado en el momento del uso para desencadenar una reacción de endurecimiento de hemihidrato de sulfato de calcio. Esto permite que el hemihidrato de sulfato de calcio se rehidrate y el compuesto se endurezca.

Los activadores adecuados incluyen compuestos de zinc, en particular sulfato de zinc y/o cualquiera de los hidratos de sulfato de zinc; compuestos de aluminio, que incluyen sales de aluminio tales como sulfato de aluminio, sulfato de aluminio y amonio y sulfato de aluminio y potasio; y cualquier combinación de estos. Se puede modular un tiempo de endurecimiento variando la cantidad de acelerador agregado. Los activadores e inhibidores adecuados se proporcionan en la Patente de EE. UU. 5,746,822, incorporada en la presente como referencia.

Se incorpora un indicador de endurecimiento en un compuesto o formulación de yeso para juntas del tipo endurecedor, con una transición de color que indica el inicio de la acción de endurecimiento. En presencia de cantidades suficientes de

retardador, el catión de calcio se quela y el colorante ionocromático exhibe el primer color. Al agregar una cantidad suficiente de activador, el primer color cambia abruptamente a un segundo color. A medida que el compuesto, lodo de yeso o yeso del tipo endurecedor se rehidrata y endurece, la intensidad del segundo color disminuye gradualmente.

Los cambios de color en un compuesto para juntas del tipo endurecedor, yeso o cualquier otro producto de endurecimiento de yeso que comprenda un indicador de endurecimiento sirve como una señal visual para el usuario final, por ejemplo, el contratista o el propietario, del inicio de la acción de endurecimiento. Además, indica que se han incorporado cantidades suficientes de un retardador o activador en el producto. Además, la intensidad del color después de la adición de un activador puede funcionar como una estimación del tiempo de endurecimiento o trabajabilidad, también conocido como tiempo abierto, que es el tiempo hasta que el producto se ha endurecido y ya no se puede aplicar.

Se puede incorporar un indicador de endurecimiento en un compuesto para juntas o formulación de yeso del tipo endurecedor en presencia de un retardador. La fracción en peso del indicador de endurecimiento varía de 0.001 % -1 % en base seca del total del compuesto.

Antes de la adición de cualquier acelerador, un compuesto o yeso del tipo endurecedor premezclado es de un primer color, por ejemplo, azul si se usa un reactivo que comprende ácido calconcarboxílico como indicador de endurecimiento. Si se agrega un activador en una cantidad suficiente para inducir una acción de endurecimiento, el primer color del compuesto para juntas o el yeso cambia abruptamente a un segundo color, por ejemplo, rojo o púrpura con ácido calconcarboxílico como indicador. A medida que el compuesto o el yeso del tipo endurecedor se fragua o se seca por completo, el segundo color se vuelve gradualmente más claro o cambia a un tercer color, por ejemplo, rosa claro con ácido calconcarboxílico. Por lo tanto, se puede usar un indicador de endurecimiento para monitorear un tiempo abierto durante el endurecimiento, la finalización y el curado de una reacción de endurecimiento, así como para monitorear un compuesto para juntas premezclado durante el almacenamiento y transporte para detectar el inicio prematuro del endurecimiento.

Si no se agrega un activador en una cantidad óptima para desencadenar de forma suficiente una reacción de endurecimiento, el primer color no pasará

completamente al segundo color. Esto puede usarse como un método rápido y preciso para la optimización de una reacción de endurecimiento durante la aplicación de un compuesto para juntas.

La intensidad del color puede ser más robusta con más acelerador, sirviendo como un método para calificar un tiempo de endurecimiento, es decir, un segundo color en un compuesto para juntas del tipo endurecedor que se endurece en 10 minutos parece más intenso, es decir, un rojo más oscuro si se usa ácido calconcarboxílico como una indicación, que un compuesto para juntas del tipo endurecedor que se endurece en 20 minutos.

Mientras que algunos compuestos para juntas del tipo endurecedor premezclados se formulan con un indicador de endurecimiento durante la fabricación, otras aplicaciones incluyen un compuesto para juntas del tipo endurecedor premezclado al que se agrega un indicador de endurecimiento al mismo tiempo cuando se activa una reacción de endurecimiento con un activador.

Se prepara un compuesto para juntas del tipo endurecedor, yeso o un lodo de yeso mezclando yeso calcinado y agua. Cualquiera de estas formulaciones también puede comprender uno o más de los siguientes componentes: un dispensador, tensioactivo, antiespumante, aglutinante, relleno, biocida, retardador, activador, estabilizador. Algunos de estos componentes pueden mezclarse primero con agua y luego con ingredientes secos, incluido yeso calcinado. En algunas modalidades, el indicador de endurecimiento se incorpora al agua junto con un dispersante y antiespumante. En otras modalidades, el indicador de endurecimiento se incorpora inmediatamente después del agua, un aglutinante, retardador y biocida, pero antes de la adición del resto de ingredientes secos. En modalidades adicionales, el indicador de endurecimiento se puede agregar después de que todos los demás ingredientes se hayan mezclado. El indicador de endurecimiento puede usarse en formulación con o sin antiespumante, dispersante y con o sin un activador.

Un indicador de una reacción de secado o endurecimiento puede formularse como un producto accesorio que se agrega a un producto tal como un compuesto para juntas del tipo secador, un compuesto para juntas del tipo endurecedor, un yeso, un revestimiento, un revestimiento de imprimación o un lodo de yeso en el momento de la aplicación.

Se puede proporcionar un producto accesorio que comprende un indicador en un paquete separado. La cantidad del indicador puede dosificarse de manera que no

se necesiten mediciones adicionales durante la mezcla con un compuesto para juntas. El paquete puede ser de cualquier forma. Puede ser un recipiente, una jeringa precargada y/o una botella. Se prefiere particularmente una bolsa o bolsa flexible. Un paquete puede proporcionar el indicador en dosis predeterminadas. El paquete puede comprender varios compartimentos, donde cada compartimento contiene una dosificación predeterminada del indicador. Se puede calcular una dosificación predeterminada como la dosificación necesaria para producir un cambio de color en un volumen particular de un compuesto para juntas (es decir, un galón, agua incluida) o cualquier otro producto para monitorear un ajuste o reacción de secado cuyo indicador se utilizará.

Durante la aplicación de un producto accesorio que comprende el indicador, un usuario puede usar fácilmente una o varias dosis del indicador, dependiendo de la cantidad de un producto a monitorear.

El indicador en el paquete puede formularse como un polvo o como una pasta premezclada con un disolvente que puede ser agua o un disolvente orgánico. Otros componentes en el producto accesorio pueden incluir un estabilizador y/o un vehículo.

El indicador tal como el ácido calconcarboxílico puede mezclarse previamente con un vehículo en una solución. Luego se deja que la mezcla se evapore, produciendo un vehículo recubierto con el indicador. Los vehículos adecuados incluyen cualquier compuesto de calcio, talco, sal de sodio, por ejemplo, cloruro de sodio o sulfato de sodio, y/o sal de magnesio. El carbonato de calcio y el yeso son compuestos particularmente preferidos. Un vehículo puede ser un relleno (es decir, talco o mica) comúnmente utilizado en un producto de yeso. Estas formulaciones de indicadores que comprenden una mezcla de un indicador con un vehículo pueden usarse como un producto accesorio o también pueden usarse en cualquier otra aplicación para mejorar la mezcla de un indicador con un compuesto para juntas o cualquier otro producto cuya reacción de endurecimiento o secado se debe monitorear con un indicador.

Se pueden usar varios métodos para detectar cambios en el color de un producto. Algunos indicadores, como el ácido calconcarboxílico, su derivado o sal, producen un cambio de color que el ojo humano puede detectar fácilmente. Otras formulaciones pueden comprender un indicador que es un colorante fluorescente que debe detectarse con una lámpara UV o algún otro equipo.

Las diferencias de color en las formulaciones de la presente descripción también se pueden medir con mayor precisión por el método $L^*a^*b^*$. Este método emplea un colorímetro como, por ejemplo, ColorQUEST® de HunterLab. El método $L^*a^*b^*$ permite detectar incluso pequeñas diferencias entre dos colores. En el método $L^*a^*b^*$, la diferencia de color se define como una comparación numérica del color de una muestra con un estándar. Se utilizan tres coordenadas diferentes:

L^* indica claridad (negro/blanco), con $L^*=100$ como blanco puro y $L^*=0$ como negro puro;

a^* es la coordenada roja/verde, con $a^*=-100$ como perfectamente verde, y $a^*=100$ como perfectamente rojo, y

b^* es la coordenada amarilla/azul, con $b^*=100$ como perfectamente amarillo y $b^*=-100$ como perfectamente azul.

Todas las mediciones se realizan según los estándares provistos de un colorímetro para cada coordenada.

Cada una de las dos muestras se mide para L^* , a^* y b^* . Delta E se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

Delta E representa una diferencia de color entre la primera muestra y una segunda muestra. La mayoría de los humanos puede detectar fácilmente un cambio de color entre dos colores si el delta E entre estos dos colores es 3 o superior. Un usuario experimentado puede detectar un cambio de color tan bajo como 0.5-1.

Ejemplo 1.

Se formuló un compuesto para juntas del tipo secador ligero y premezclado que comprendía carbonato de calcio con ácido calconcarboxílico en una cantidad de 0.01 % en peso del compuesto para juntas, agua incluida. El color del compuesto era azul/lavanda. El color cambió a celeste una vez que el compuesto se secó.

El color del compuesto cuando estaba húmedo y seco también se examinó mediante el método $L^*a^*b^*$. El color del estado húmedo se midió en el momento de la aplicación. El color del estado seco se midió más de 24 horas después de la aplicación. Los resultados se presentan en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2.

	L^*	A^*	B^*
Húmedo	69.0	-5.2	-4.2
Seco	72.9	-2.7	-1.7
<i>Delta E</i>	5.3		

Ejemplo 2.

Se estudió una reacción de endurecimiento en un compuesto para juntas del tipo endurecedor preparado con varias cantidades de un indicador (ácido calconcarboxílico) y activador. El compuesto comprendía yeso calcinado con inhibidor. El indicador se añadió al compuesto en una cantidad en el intervalo de 0.005 % a 0.010 % en peso del total de la composición, agua incluida. El color del compuesto era azul. Luego se agregó un activador (una mezcla de sulfato de zinc y alumbre) en una cantidad en el rango de 1.0 % a 1.5 % en peso del total de la composición, agua incluida. Una vez que se agregó el activador, el color del compuesto cambió a rojo/rosa. Una vez que el compuesto se endureció por completo, el color se atenuó a rosa claro.

El color de los compuestos humedecidos y endurecidos también se examinó mediante el método $L^*a^*b^*$. Los resultados se presentan en las Figuras 1 – 4.

La Figura 1 es un diagrama de dispersión de los valores de L^* en función del tiempo (en minutos) después de que se haya agregado el activador.

La Figura 2 es un diagrama de dispersión de los valores de a^* en función del tiempo (en minutos) después de que se haya agregado el activador.

La Figura 3 es un diagrama de dispersión de los valores de b^* en función del tiempo (en minutos) después de que se haya agregado el activador.

La Figura 4 presenta los valores delta E calculados después de la adición de un activador en función del tiempo para un compuesto para juntas del tipo endurecedor con cantidades variables de indicador y activador.

Ejemplo 3.

Para producir un indicador recubierto sobre un vehículo, se mezcló 1 g de ácido calconcarboxílico con 99 g de talco o cloruro de sodio y agua. La mezcla se hirvió y el agua se dejó evaporar. El producto sólido resultante era ácido calconcarboxílico recubierto con un vehículo. Se usó un mortero o una maja para moler el producto sólido resultante en polvo fino.