

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 489**

51 Int. Cl.:

C01B 25/45 (2006.01)
C04B 35/447 (2006.01)
C09D 1/06 (2006.01)
C01B 25/36 (2006.01)
C04B 35/622 (2006.01)
C04B 28/34 (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01)
C23C 22/68 (2006.01)
C23C 22/76 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2010** **PCT/US2010/059958**
87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2011** **WO11072262**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2010** **E 10836780 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 2509927**

54 Título: **Composiciones de fosfato inorgánico y métodos**

30 Prioridad:

11.12.2009 US 285948 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2021

73 Titular/es:

LATITUDE 18, INC. (100.0%)
8711 Regatta Court
Sims, North Carolina 27880, US

72 Inventor/es:

WAGH, ARUN;
GEORGE, WILLIAM;
DROZD, VADYM;
MUKHOPADHYAY, KAUSIK y
PATEL, SAMEERKUMAR VASANTLAL

74 Agente/Representante:

URÍZAR VILLATE, Ignacio

ES 2 821 489 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

Composiciones de fosfato inorgánico y métodos

5 Campo Técnico

Esta divulgación se refiere a formulaciones de fosfato inorgánico de múltiples componentes de fosfato ácido y componentes básicos de óxido/hidróxido.

10 Antecedentes

Los materiales sintéticos orgánicos hechos de epoxi, poliéster, polipropileno y otros polímeros se usan ampliamente en compuestos tales como tableros de fibra, compuestos de fibra de vidrio, selladores para superficies de encimeras de mármol y granito, aviones, armaduras corporales, etcétera. Estas resinas son relativamente caras, tienen una alta intensidad de gases de efecto invernadero y son inflamables. Los compuestos orgánicos volátiles liberados por ellos durante su uso presentan un peligro para la salud de un usuario.

Existen tecnologías para formular resinas a base de minerales inorgánicos, pero generalmente se basan en aluminosilicatos de metales alcalinos y boroaluminosilicatos de metales alcalinos. Estas tecnologías en su mayor parte se limitan a un tipo de formulación y no siempre permiten la fabricación de resinas con una amplia variedad de formulaciones, propiedades y usos.

Las cerámicas de fosfato y las cerámicas producidas por reacciones ácido-base entre el ácido fosfórico, o un fosfato ácido, y un óxido de metal se conocen generalmente. Los productos divulgados en estas patentes son duros y replican las propiedades del cemento o la cerámica, o de ambos.

Las composiciones de fraguado rápido tales como cerámicas de fosfato hasta ahora han demostrado ser difíciles de aplicar por pulverización (y atomizar) sobre superficies para proporcionar un acabado liso similar a pintura. Por ejemplo, los cementos hidráulicos convencionales pueden aplicarse por salpicado, pero el recubrimiento por salpicado no puede proporcionar un acabado liso, similar a pintura, ya que es difícil obtener una buena mezcla con una matriz no suspendida de alta viscosidad y tales recubrimientos contienen cantidades significativas de materiales precursores sin reaccionar que tienden a dar como resultado una textura de superficie granulada. Además, la mezcla de un cemento hidráulico convencional durante períodos prolongados para mejorar su homogeneidad típicamente da como resultado el fraguado de la mezcla antes o durante el recubrimiento por pulverización. El uso de agregados adicionales con los precursores de partida en estas formulaciones convencionales exacerba el problema de proporcionar un acabado liso similar a pintura, especialmente si tales agregados son de un tamaño mayor que aproximadamente 300 mesh. Por lo tanto, los cementos hidráulicos convencionales, hasta ahora no se han formulado con éxito de manera que puedan atomizarse de manera confiable.

Otro problema, específico de las cerámicas de fosfato, es que generalmente son translúcidas después de la aplicación y el fraguado. El uso de agregado de color en cerámicas de fosfato atomizables para proporcionar color a estas formulaciones plantea desafíos. El uso de un agregado mineral natural demasiado pequeño (por ejemplo, para evitar texturas no deseadas) en estas formulaciones da como resultado recubrimientos que generalmente parecen de color blanco o débilmente coloreados y, por lo tanto, no son aceptables incluso a cargas del colorante mayores que las convencionales. El uso de altas cargas de sólidos y/o agregados más grandes en estas formulaciones generalmente se evita por dificultades reológicas y por atomización difícil.

Por otra parte, los recubrimientos cerámicos de fosfato atomizables y texturizados, que usan agregados más grandes (que incluyen colorantes agregados grandes tales como los agregados de arena coloreada) hasta ahora han demostrado ser difíciles de obtener, en parte porque los agregados más grandes pueden obstruir el equipo de pulverización/atomización y la composición debe formularse de manera que pueda retener las partículas de agregado grandes, pero al mismo tiempo fraguar antes de que el agregado migre, por ejemplo, descendiendo por una superficie vertical o desde una superficie superior. Las pinturas convencionales, no cerámicas, por el contrario, proporcionan un recubrimiento demasiado delgado para retener un agregado grande para texturizar y resaltar, al menos en parte porque tienen una viscosidad demasiado baja y porque tardan demasiado en fraguar.

El documento US2002009622 describe un recubrimiento de cemento de fosfato pulverizado formado a partir de la combinación y reacción de una solución de ácido fosfórico y una solución básica de metal. La solución ácida y la solución básica pueden mezclarse antes de la pulverización, durante la pulverización o sobre un sustrato. La velocidad de la reacción de curado del recubrimiento de cemento de fosfato y sus propiedades físicas finales pueden controlarse por adición de varios retardantes, acelerantes, reductores, agentes humectantes, superplastificantes, tampones, reductores de agua, agentes adhesivos, agentes endurecedores y/o secuestrantes a las soluciones de precursores. La velocidad de curado y las propiedades del recubrimiento de cemento pueden controlarse además mediante el ajuste de la temperatura de las soluciones de precursores y/o el sustrato objetivo.

65 Resumen

En general, en la presente descripción se divulgan formulaciones de múltiples componentes que comprenden al menos un primer componente de fosfato ácido y al menos un segundo componente alcalino, el primer y segundo componentes son adecuados para proporcionar, después de su combinación, una composición de fosfato inorgánico.

En la presente descripción también se divulgan técnicas para llevar a cabo las reacciones químicas necesarias para fabricar de manera económica composiciones sintéticas inorgánicas viables comerciales que tienen alta resistencia y otras propiedades útiles que son útiles para fabricar productos y/o mejorar los productos existentes. Un aspecto divulgado en la presente descripción se refiere a un método para fabricar precursores de fosfato inorgánico de múltiples componentes químicamente estables con capacidad de almacenamiento y transporte prolongados. En un aspecto específico divulgado en la presente descripción, se divulga un método para modificar soluciones de precursores de fosfato inorgánico para producir composiciones de fosfato de fraguado rápido y alta resistencia. En otro aspecto específico divulgado en la presente descripción, se proporcionan composiciones de fosfato inorgánico de morfología de cristalinidad reducida, de baja densidad. Otras modalidades se refieren a un método para la fabricación de composiciones de fosfato inorgánico para la conversión térmica en materiales que comprenden una fase de berlinita (AlPO_4), útil como recubrimiento resistente a incendios. En general, los aspectos divulgados en la presente descripción incluyen métodos de fabricación que usan técnicas respetuosas con el medio ambiente para proporcionar eficiencias mejoradas en la producción comercial de estos precursores y composición de fosfato inorgánico.

En la presente descripción también se divulga una solución al problema mencionado anteriormente asociado con la textura y/o coloración de cerámicas de fosfato translúcidas formuladas para recubrir por pulverización y/o atomizar dichas composiciones. Por lo tanto, la composición precursora de fosfato inorgánico instantánea pulverizable comprende un agregado de hasta aproximadamente 595 micras (30 mesh) o más y puede pulverizarse a un grosor relativamente delgado y aún así retener el agregado así como fraguar lo suficientemente rápido antes de que el agregado migre o se desprenda del punto de aplicación, por ejemplo, descendiendo por una pared o desde una superficie del techo. Tales composiciones cerámicas de fosfato aplicadas por pulverización producen recubrimientos cerámicos de fosfato de fraguado rápido y alta resistencia de colores estéticamente agradables. Tales composiciones también pueden proporcionar protección contra la corrosión y/o usarse como recubrimiento inferior en combinación con un recubrimiento polimérico, tal como un recubrimiento a base de acrílico o uretano. En un aspecto, dichas composiciones de recubrimiento por pulverización de fosfato son adecuadas para recubrir por pulverización sobre superficies metálicas, por ejemplo, de elementos estructurales y bastidores de vehículos de transporte tales como automóviles, trenes, bicicletas, vehículos aeroespaciales, camiones y autobuses.

Algunos de las composiciones y componentes precursores divulgados y descritos en la presente descripción se basan en soluciones de sales de fosfato o ácido fosfórico. Ciertas modalidades emplean óxidos poco solubles y minerales de óxidos poco solubles, que son óxidos y minerales de óxidos que tienen una solubilidad limitada en agua a pH neutro. Los componentes precursores comprenden al menos un componente de fosfato ácido (primer componente) y al menos un componente básico de óxido/hidróxido (el segundo componente).

En un aspecto, el primer componente se prepara como una solución acuosa de ácido fosfórico o sales de fosfato de manera que la solución tenga un pH de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 5. En un aspecto, se excluyen las soluciones acuosas que comprenden el primer componente que tienen un pH inferior a 1,5 y/o superior a 5.

En otro aspecto, el segundo componente se prepara por adición lenta de los óxidos poco solubles, o los minerales de óxidos poco solubles a una solución acuosa de pH de 9-14.

En otro aspecto más, el óxido poco soluble o el hidróxido poco soluble se proporcionan como un componente de una solución de salmuera derivada de una fuente natural y opcionalmente modificada para proporcionar una cantidad eficaz del óxido poco soluble en forma de su hidróxido. Por ejemplo, se usa salmuera de magnesio que comprende una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio, opcionalmente con cantidades eficaces de cloruros, oxiclورو, sulfatos y oxisulfatos. El uso de tales fuentes líquidas del óxido poco soluble en forma de su hidróxido permite la eliminación o reducción de los problemas asociados con la buena humectación de los granos individuales de los polvos típicamente empleados en la preparación de materiales de fosfato inorgánico, y evita o reduce cualquier reacción excesivamente exotérmica.

Como se muestra en los ejemplos expuestos a continuación, las composiciones de fosfato inorgánico resultantes preparadas a partir del primer y segundo componentes precursores mencionados anteriormente tienen una estructura morfológica única. La formulación de mezcla instantánea o el producto fraguado puede usarse como un recubrimiento delgado/grueso, pintura, adhesivo instantáneo, o como una matriz para compuestos, o como recubrimiento anticorrosivo o resistente a incendios para su uso en materiales estructurales metálicos y no metálicos.

En una modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir una composición de fosfato. El método comprende proporcionar un primer componente que comprende una solución acuosa de un fosfato ácido de fórmula química $\text{A}^m(\text{H}_2\text{PO}_4)_n \cdot n\text{H}_2\text{O}$, donde A es ion hidrógeno, catión amonio, catión metálico o mezclas de los mismos; donde $m = 1-3$ y $n = 0-6$; la solución del primer componente se ajusta a un pH de aproximadamente 2 a aproximadamente 5. Se proporciona un segundo componente que comprende una solución acuosa de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por B^{2m}O_m , $\text{B}(\text{OH})_{2m}$, o mezclas de los mismos, donde B es un elemento de valencia $2m$ ($m = 1$,

1,5 o 2), la solución del segundo componente se ajusta a un pH de entre 9-14. El primer componente y el segundo componente se combinan entre sí para proporcionar una composición de fosfato inorgánico. Opcionalmente, se pueden añadir colorantes agregados de un tamaño y una cantidad para impartir un color visible al producto fraguado.

5 En un primer aspecto de la primera modalidad, el pH del primer componente se ajusta entre aproximadamente 2,5 a aproximadamente 5, o entre aproximadamente 3 a aproximadamente 4,5.

10 En un segundo aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende ácido fosfórico, una sal de dihidrogenofosfato de fórmula $M^m(H_2PO_4)_m$ y sus hidratos, o mezclas de los mismos; donde M es sodio, potasio, magnesio, calcio, aluminio o mezclas de los mismos, y m es 1-3.

15 En un tercer aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende al menos dos de un dihidrogenofosfato alcalino $M(H_2PO_4)$ o su hidrato, ácido fosfórico, un dihidrogenofosfato alcalinotérreo $M(H_2PO_4)_2$ o su hidrato, o un trihidrogenofosfato de metal trivalente $MH_3(PO_4)_2$ o su hidrato.

En un cuarto aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende un hidrofosfato metálico representado por la fórmula $M_3(PO_4)_2$ y sus hidratos, donde M es aluminio (III), hierro (III), manganeso (III), lantánidos seleccionados de lantano (III), cerio (III), itrio (III), escandio (III) y mezclas de los mismos.

20 En un quinto aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende fosfato monopotásico o su hidrato, en combinación con uno o más de ácido fosfórico o trihidrogenofosfato de aluminio o su hidrato de manera que el pH de la solución esté entre 2-5. A es sodio, potasio, cesio, hierro (II), hierro (III), magnesio (II), zinc (II), aluminio (III), bismuto (III), circonio (IV) o mezclas de los mismos.

25 En un sexto aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende ácido fosfórico, dihidrogenofosfato de metal alcalino MH_2PO_4 , dihidrogenofosfato alcalinotérreo $M(H_2PO_4)_2$ o su hidrato, trihidrogenofosfato de metal de transición $MH_3(PO_4)_2$ o su hidrato, o mezclas de los mismos, en combinación con un óxido de metal alcalino, hidróxido de metal alcalino, óxido de metal alcalinotérreo o un mineral básico.

30 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el pH del segundo componente se ajusta entre aproximadamente 9 a aproximadamente 13 o entre aproximadamente 10 a aproximadamente 12, o entre aproximadamente 10 a aproximadamente 11.

35 En combinación con cualquiera de los anteriores de la primera modalidad, el segundo componente comprende un óxido representado por la fórmula BO , o un hidróxido representado por la fórmula $B(OH)$, donde B es un metal alcalinotérreo o un metal de transición. B puede ser sodio, potasio, magnesio, calcio, zinc, bario, aluminio, itrio, un lantánido, circonio, hierro, bismuto o manganeso. El segundo componente puede ser un óxido o un hidróxido de: magnesio, bario calcio, zinc, hierro (II), manganeso (II) o mezclas de los mismos.

40 En combinación con cualquiera de los anteriores de la primera modalidad, el segundo componente es salmuera de magnesio que tiene un pH de aproximadamente 9 a aproximadamente 11, o aproximadamente 10 a 11, en donde la salmuera de magnesio contiene una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio. El hidróxido de magnesio puede caracterizarse por tener una morfología hexagonal de plaqueta. La salmuera de magnesio puede contener además una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, precursor de oxiclورو de magnesio, precursor de oxisulfato de magnesio o mezclas de los mismos.

45 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el segundo componente comprende material particulado que tiene un área superficial mínima promedio de más de $5 \text{ m}^2/\text{g}$. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el segundo componente comprende además wollastonita, talco, ceniza volante, arcilla de caolín, caolinita, metacaolín, mullita, minerales de aluminato de calcio, minerales de silicato de calcio, minerales de silicato de aluminio, minerales de silicato de aluminio y calcio o mezclas de los mismos, en una relación en peso de entre 1:0,05 a 1: 6 del segundo componente.

50 En un séptimo aspecto de la primera modalidad, el primer componente es fosfato monopotásico o su hidrato, y el segundo componente es salmuera de magnesio que tiene un pH de aproximadamente 9 a aproximadamente 11, en donde la salmuera de magnesio contiene una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio.

55 En un octavo aspecto de la primera modalidad, el primer componente es fosfato monopotásico o su hidrato, y el segundo componente es salmuera de magnesio que tiene un pH de aproximadamente 9 a aproximadamente 11, en donde la salmuera de magnesio contiene una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, precursor de fosfato de oxiclورو de magnesio, precursor de fosfato de oxisulfato de magnesio o mezclas de los mismos.

60 En un noveno aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende $Mg(H_2PO_4)_2$ o su hidrato, y el segundo componente comprende un óxido de metal alcalino o un hidróxido de metal alcalino.

65

En un décimo aspecto de la primera modalidad, el primer componente comprende $\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2$ o su hidrato, y el segundo componente comprende un óxido de metal alcalino o un hidróxido de metal alcalino.

5 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el producto de reacción resultante es de morfología de cristalinidad reducida o centros de nucleación reducidos. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el primer componente o el segundo componente tiene un tamaño promedio de partículas de menos de 50 micras.

10 En un undécimo aspecto de la primera modalidad, el segundo componente es precursores de fosfato de oxiclورو de metal alcalinotérreo, precursores de fosfato de oxisulfato de metal alcalinotérreo o mezclas de los mismos.

15 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, el segundo componente comprende además cargas de wollastonita (CaSiO_3), talco ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), mullita (silicato de aluminio), ceniza volante Clase C y ceniza volante Clase F, la carga reactiva presente en una relación en peso de 1:0,5 a 1:6 respecto al segundo componente. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la primera modalidad, se proporciona un producto preparado mediante el proceso como se define en la primera modalidad.

En una segunda modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un compuesto de fosfato inorgánico.

20 El compuesto es de la fórmula general: $\text{B}(\text{A}_{3-m}\text{PO}_4)_s$; en donde A tiene una valencia de $m = 1$ o 2 ; y B tiene una valencia de $s = 1$ o 2 ; $\text{B}(\text{A}_{(2/m)}\text{PO}_4)_s$; en donde A tiene una valencia de $m = 1$ o 2 ; B tiene una valencia de $s = 1$ o 2 ; $^{(2/m)}\text{A}_3\text{B}_m(\text{PO}_4)_2$; en donde A tiene una valencia de $m = 1$ o 2 ; B tiene una valencia de 3 ; o $\text{B}(\text{AOPo}_4)_s$; en donde A tiene una valencia de 4 y $s = 1$ o 2 ; y B tiene una valencia de 1 o 2 ; en donde el fosfato inorgánico i-iv tiene al menos una de las siguientes características: una cantidad sustancialmente reducida de partículas de óxido de álcali/alcalinotérreo calcinadas presentes como se mide por difracción de rayos X; o una morfología de cristalinidad reducida medida por difracción de rayos X en relación con una cerámica de fosfato inorgánico de composición similar o; una densidad reducida, en relación con una cerámica de fosfato inorgánico de composición similar.

30 En un primer aspecto de la segunda modalidad, la densidad del fosfato inorgánico es menor que $1,8 \text{ g/cm}^3$ o menor que $1,5 \text{ g/cm}^3$. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la segunda modalidad, el compuesto es Na_2KPO_4 , NaK_2PO_4 , MgKPO_4 , $\text{Mg}(\text{ZnPO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{K}_2\text{PO}_4)_2$, Mg_2KPO_4 , $\text{Mg}(\text{ZnPO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{K}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{AlK}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Al}_2\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, ZrOKPO_4 , $\text{Mg}(\text{ZrOPO}_4)_2$, $\text{Zr}(\text{OH})_2\text{KPO}_4$, o $\text{Mg}[\text{Zr}(\text{OH})_2\text{PO}_4]_2$.

35 En una tercera modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir una composición que contiene oxifosfato, el método comprende: proporcionar un primer componente que comprende una solución de un oxifosfato de fórmula química (MO) $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ y sus hidratos, donde M es un elemento de valencia 4 y $m = 1-3$, en donde la solución del primer componente se ajusta a un pH entre 2-5; proporcionar un segundo componente que comprende una solución de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por B^{2m}O_m o $\text{B}(\text{OH})_{2m}$ donde B es un elemento de valencia 2m ($m = 1, 1,5$ o 2); y combinar entre sí el primer componente y el segundo componente.

40 En un primer aspecto de la tercera modalidad, M es circonio (IV). En un segundo aspecto de la tercera modalidad, el pH se ajusta entre 2 - 5 o el pH se ajusta entre 3 - 4,5, o el pH se ajusta entre 3-3,5. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la tercera modalidad, el primer componente comprende oxiclورو de magnesio, oxisulfato de magnesio o mezclas de los mismos, en combinación con una cantidad de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico para reducir el pH entre 2 a 5. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la tercera modalidad, se proporciona un producto preparado mediante el proceso como se define en la tercera modalidad. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la tercera modalidad, el segundo componente comprende compuestos de circonio, compuestos de zinc o mezclas presentes en una cantidad de entre 0-5 % en peso del segundo componente.

50 En una cuarta modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir berlinita. El método comprende: proporcionar un primer componente que comprende trihidrogenofosfato de aluminio $\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2$ o sus hidratos; proporcionar un segundo componente que comprende hidróxido de aluminio; combinar entre sí el primer componente y el segundo componente; y calentar la combinación a una temperatura elevada suficiente para formar una fase de berlinita (AlPO_4) detectable por difracción de rayos X.

55 En una quinta modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir un recubrimiento resistente a altas temperaturas. El método comprende: proporcionar un primer componente que comprende trihidrogenofosfato de aluminio $\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2$ o sus hidratos; proporcionar un segundo componente que comprende hidróxido de aluminio; combinar entre sí el primer componente y el segundo componente; y poner en contacto una superficie de un artículo con la combinación del primer componente y el segundo componente; calentar la superficie del artículo a una temperatura elevada suficiente para formar un recubrimiento que comprende una fase de berlinita (AlPO_4) detectable por difracción de rayos X.

65 En una sexta modalidad, no de acuerdo con la invención, se proporciona un método para producir trihidrogenofosfato de aluminio ($\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2$ o sus hidratos). El método comprende calentar una solución que comprende al menos uno de óxido de aluminio o hidróxido de aluminio o hidrato de óxido de aluminio, y ácido fosfórico a una temperatura elevada durante

un tiempo suficiente para disolver hasta una cantidad máxima el al menos uno de óxido de aluminio o hidróxido de aluminio o hidrato de óxido de aluminio; y enfriar para formar una solución viscosa.

En un primer aspecto de la sexta modalidad, el método comprende además añadir aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 2 % en peso de una fuente de ion fluoruro a la solución. En combinación con el aspecto anterior de la sexta modalidad, el método comprende además añadir aproximadamente 0,2 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de un oxidante a la solución. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la sexta modalidad, el oxidante se selecciona de permanganato de potasio, cromato de potasio, cromato de sodio, un nitrato soluble de potasio, magnesio o aluminio. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la sexta modalidad, el método comprende además combinar con la solución viscosa al menos uno de salmuera de magnesio, hidróxido de magnesio u óxido de magnesio para formar una mezcla reactiva; y aplicar la mezcla reactiva sobre un sustrato.

En una séptima modalidad, de acuerdo con la invención, se proporciona una composición cerámica de fosfato atomizable. La composición de pulverización cerámica de fosfato atomizable comprende un primer componente que comprende una suspensión acuosa de un fosfato ácido de fórmula química $A^m(H_2PO_4)_m \cdot nH_2O$, donde A es ion hidrógeno, catión amonio, catión metálico o mezclas de los mismos; donde $m = 1-3$ y $n = 0-6$; la suspensión del primer componente se ajusta a un pH de 2 a 5; un segundo componente que comprende una suspensión acuosa de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por $B^{2m}O_m$, $B(OH)_{2m}$ o mezclas de los mismos, donde B es un elemento de valencia 2m ($m = 1, 1,5, \text{ o } 2$) la suspensión del segundo componente se ajusta a un pH de entre 9-14; y un modificador reológico/agente de suspensión en una cantidad que proporciona enrarecimiento de cizalladura del primer componente o del segundo componente, el modificador reológico/agente de suspensión suspende un alto contenido de sólidos del primer componente de 63 a 75 por ciento en peso o del segundo componente desde 54 hasta 75 por ciento en peso para la atomización, en donde el primer componente y el segundo componente con alto contenido de sólidos comprenden partículas finas con un área superficial mínima promedio mayor que $5 \text{ m}^2/\text{g}$; y opcionalmente un material agregado presente en una cantidad en al menos uno del primer y el segundo componente capaz de impartir un color y/o textura observables.

El primer componente puede comprender fosfato monopotásico o su hidrato, en combinación con uno o más de ácido fosfórico o trihidrogenofosfato de aluminio o su hidrato, de manera que el pH de la solución esté entre 2-5. El primer componente puede comprender fosfato monocalcico o su hidrato. El primer componente, A puede ser sodio, potasio, cesio, hierro (II), hierro (III), magnesio (II), zinc (II), aluminio (III), bismuto (III), circonio (IV) o mezclas de los mismos. El primer componente comprende preferentemente ácido fosfórico, dihidrogenofosfato de metal alcalino MH_2PO_4 , dihidrogenofosfato alcalinotérreo $M(H_2PO_4)_2$ o su hidrato, trihidrogenofosfato de metal de transición $MH_3(PO_4)_2$ o su hidrato, o mezclas de los mismos. El segundo componente puede ser un óxido representado por la fórmula BO, o un hidróxido representado por la fórmula $B(OH)_2$, donde B es un metal alcalinotérreo o un metal de transición, en donde B es sodio, potasio, magnesio, calcio, zinc, bario, aluminio, itrio, un lantánido, circonio, hierro, bismuto o manganeso. El segundo componente puede ser un óxido o un hidróxido de magnesio, bario, calcio, zinc, hierro (II), manganeso (II) o mezclas de los mismos. El segundo componente puede ser salmuera de magnesio que tiene un pH de aproximadamente 9 a aproximadamente 11. La composición de pulverización cerámica de fosfato puede comprender además óxido de aluminio presente en una cantidad suficiente para aumentar la dureza de la cerámica de fosfato. Se puede usar un contenido de sólidos de hasta aproximadamente 75 % en peso para el primer o el segundo componente.

En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la séptima modalidad, el modificador reológico/agente de suspensión es al menos uno de goma guar, goma diutan, goma welan y goma xantana. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la séptima modalidad, el agregado está presente en una cantidad de al menos aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 60 % en peso. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la séptima modalidad, el agregado es al menos uno de una sílice recubierta con resina y un agregado mineral coloreado naturalmente. El agregado puede tener un tamaño promedio de partículas de aproximadamente 841 micras (20 mesh) a aproximadamente 37 micras (400 mesh). En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la séptima modalidad, el agregado tiene un tamaño promedio de partículas de al menos aproximadamente 841 micras (20 mesh) o menos y, después de la aplicación de un recubrimiento de menos de aproximadamente 20 mil, el recubrimiento cerámico de fosfato pulverizado retiene sustancialmente el agregado en el recubrimiento sobre una superficie vertical o una superficie superior.

En una octava modalidad, de acuerdo con la invención, se proporciona un método para atomizar una cerámica de fosfato. El método comprende proporcionar (i) un primer componente que comprende una suspensión acuosa de un fosfato ácido de fórmula química $A^m(H_2PO_4)_m \cdot nH_2O$, donde A es ion hidrógeno, catión amonio, catión metálico o mezclas de los mismos; donde $m = 1-3$ y $n = 0-6$; la suspensión del primer componente se ajusta a un pH de 2 a 5; (ii) un segundo componente que comprende una suspensión acuosa de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por $B^{2m}O_m$, $B(OH)_{2m}$ o mezclas de los mismos, donde B es un elemento de valencia 2m ($m = 1, 1,5, \text{ o } 2$) la suspensión del segundo componente se ajusta a un pH de entre 9-14; en donde el segundo componente se encuentra separado del primer componente antes de la atomización, y en donde el primer componente y el segundo componente con alto contenido de sólidos comprenden partículas finas con un área superficial mínima promedio mayor que $5 \text{ m}^2/\text{g}$; (iii) un modificador reológico/agente de suspensión en una cantidad que proporciona enrarecimiento de cizalladura del primer componente o del segundo componente antes de salir del dispositivo dispensador y que suspende además un alto contenido de sólidos del primer componente desde 63 hasta 75 por ciento en peso o del segundo componente desde 54 hasta 75 por ciento en peso lo que da como resultado una disminución en la viscosidad del mismo para la atomización; (iv) opcionalmente, un material

agregado presente en una cantidad en al menos uno del primer y el segundo componente capaz de impartir un color y/o textura observables; provocar enrarecimiento de cizalladura del primer y/o el segundo componente antes de salir del dispositivo dispensador; y atomizar el primer componente y el segundo componente.

5 En un aspecto, la etapa de atomización comprende impulsar el primer componente y el segundo componente a través de un orificio de atomización con el uso de al menos una de una bomba multicanal, una bomba de pistón plural, una bomba peristáltica, una extrusora de descarga de pistón y una bomba de cavidad progresiva.

10 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, la etapa de atomización comprende además un mezclador configurado para mezclar el primer componente, el segundo componente y el agregado. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, la etapa de atomización comprende dispensar el primer y segundo componentes esencialmente de manera simultánea. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, el modificador reológico/agente de suspensión es al menos uno de goma guar, goma diutan, goma welan y goma xantana.

15 En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, el agregado está presente en una cantidad de al menos 1 % en peso a 60 % en peso. El agregado puede tener un tamaño promedio de partículas de 841 micras (20 mesh) a aproximadamente 37 micras (400 mesh). El agregado puede ser al menos uno de un colorante agregado que comprende un agregado mineral coloreado naturalmente y un colorante agregado que comprende sílice recubierta con resina. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, el agregado tiene un tamaño promedio de partículas que proporciona textura superficial a la composición de pulverización después de la aplicación. En combinación con cualquiera de los aspectos anteriores de la octava modalidad, el método comprende además la etapa de formar un recubrimiento de menos de aproximadamente 0,508 mm (20 mil) de grosor y retener el agregado en el recubrimiento cuando se aplica a una superficie vertical o una superficie superior, en donde el agregado es de al menos 37 micras (400 mesh).

Breve descripción de las figuras

30 Se puede tener una comprensión de los aspectos divulgados y descritos en la presente descripción, resumidos anteriormente, por referencia a los dibujos adjuntos, algunos de los cuales ilustran los resultados obtenidos de los ejemplos expuestos a continuación. Por consiguiente,

35 La figura 1. Representa un patrón de difracción de rayos X de un recubrimiento delgado (azul) y un recubrimiento grueso de composición de fosfato de potasio y magnesio como se divulga y describe en la presente descripción.

La figura 2. Representa un patrón de difracción de rayos X de un Ceramicrete (un cemento de fosfato) convencional.

40 La figura 3. Representa un patrón de difracción de rayos X de aluminofosfato ($\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$) A y $\text{Al}(\text{OH})_3$ como se divulga y describe en la presente descripción, que evidencia una fase cristalina reducida o amorfa.

La figura 4. Es una fotografía de un gel de hidrofosfato de aluminio como se divulga y describe en la presente descripción.

45 La figura 5. Representa un patrón de difracción de rayos X de un recubrimiento producido a partir de hidrofosfato de aluminio, wollastonita y óxido de magnesio como se divulga y describe en la presente descripción.

La figura 6. Representa un patrón de difracción de rayos X de una muestra de aluminofosfato, MgO y mullita divulgada y descrita en la presente descripción en comparación con mullita y aluminofosfato puros que se muestran para la comparación.

50 La figura 7. Representa recubrimientos producidos mediante el uso de los materiales precursores hidrofosfato de aluminio y óxido de magnesio como se divulga y describe en la presente descripción.

Descripción detallada

55 En varios aspectos, se proporciona una formulación de múltiples componentes, que comprende al menos un componente ácido y al menos un componente alcalino. Ambos componentes de la formulación de múltiples componentes se proporcionan como soluciones, emulsiones, dispersiones, pastas o combinaciones de los mismos. Cada uno de los componentes se produce por separado y se almacena por separado, y puede dispensarse por separado o en combinación. En última instancia los componentes se combinan antes o durante la aplicación y se les permite reaccionar para formar una composición de fosfato inorgánico.

65 Los productos de reacción resultantes de la formulación de múltiples componentes tienen un pH casi neutro y pueden proporcionar composiciones de tipo refractarias que son estables a temperaturas muy altas, por ejemplo, superiores a 3632 °C (2000 °F), por ejemplo, temperaturas donde la mayoría de los productos comerciales de base orgánica y algunos productos inorgánicos no pueden sobrevivir.

En otra modalidad, las formulaciones anteriores se proporcionan como recubrimientos y/o pinturas adecuados y se formulan para el recubrimiento por pulverización con alto contenido de sólidos. Hasta ahora, ha sido difícil pulverizar una suspensión de soluciones de precursores de cerámicas con alto contenido de sólidos y obtener un recubrimiento que sea liso o que no de como resultado la migración de los agregados (o la retención sustancial de los agregados en el recubrimiento) después de su aplicación a una superficie. De hecho, lo mismo puede decirse del recubrimiento por pulverización convencional de los cementos hidráulicos. El uso de equipos de pulverización con formulaciones que contienen agregados como formulaciones de pinturas/recubrimientos convencionales ha sido problemático por varias razones, algunas de las cuales incluyen la dificultad de hacer pasar agregados de mayor tamaño a través de los pequeños orificios de los equipos de pulverización e incluso más, la dificultad de evitar que tales agregados migren una vez que se pulverizan sobre una superficie. Asimismo, la capacidad de atomizar tales formulaciones que contienen agregados y obtener superficies recubiertas aceptables ha sido difícil de lograr. La disminución del tiempo de fraguado de la formulación solo proporciona una solución parcial a este problema y generalmente no es aplicable a las pinturas convencionales.

Por lo tanto, los solicitantes han proporcionado formulaciones cerámicas que son capaces de aplicarse por pulverización, así como capaces de atomizarse para proporcionar una apariencia "similar a pintura". De hecho, es difícil distinguir los recubrimientos de fraguado instantáneo de los recubrimientos de pintura convencionales en una superficie. Al igual que las pinturas convencionales, las formulaciones instantáneas pueden pulverizarse directamente sobre superficies, por ejemplo, superficies metálicas, superficies de hormigón, y otras superficies estructurales, pero por el contrario, las formulaciones instantáneas proporcionan propiedades funcionales de valor añadido a un nivel que no es posible con las pinturas convencionales, tales como la protección contra la corrosión del metal y la resistencia a incendios.

Mediante una combinación de control reológico y dispersión de los sólidos en los componentes de la formulación (partes A y B), se proporcionan recubrimientos finales de cerámicas similares a pintura con el uso de un equipo de pulverización convencional. Además, se ha demostrado que los colorantes agregados pueden incorporarse de manera eficaz en los componentes de la formulación de alto contenido de sólidos para proporcionar recubrimientos coloreados. También se ha demostrado que se proporcionan superficies texturizadas de las formulaciones instantáneas con el uso de agregados de mayor tamaño, por ejemplo, arena. Con el uso de un modificador reológico/agente de suspensión en una cantidad capaz de proporcionar enrarecimiento de cizalladura del primer componente o del segundo componente y capaz además de suspender un alto contenido de sólidos del primer componente o del segundo componente para la atomización, se obtienen recubrimientos similares a pintura excelentes.

Se cree que la adición de agregados a los componentes con alto contenido de sólidos de la presente divulgación es posible debido a la viscosidad ajustada de los componentes, su densidad y su capacidad de fraguar rápidamente (para proporcionar al menos una retención mecánica del agregado). Las pinturas convencionales y la mayoría de los cementos hidráulicos simplemente no pueden retener los agregados de gran tamaño (ya sea para colorear o texturizar) debido al menos a su incapacidad de fraguar rápidamente. Como resultado, las formulaciones instantáneas difieren de estos recubrimientos convencionales en que pueden proporcionar una variedad de recubrimientos, por ejemplo, desde un acabado de yeso de arena veneciano, hasta un recubrimiento de acabado satinado de colores brillantes que de otro modo no pueden obtenerse a partir de cementos hidráulicos convencionales o pinturas convencionales.

En un aspecto, un recubrimiento cerámico pulverizable comprende un primer componente y un segundo componente, un agente de suspensión, agregados de un tamaño de partícula de menos de aproximadamente 30 mesh y un modificador reológico.

45 *Primer componente- Material precursor de fosfato ácido*

Componente de fosfato ácido: El componente de fosfato ácido consiste en ácido fosfórico y/o un fosfato ácido de fórmula, $A^m(H_2PO_4)_m \cdot nH_2O$, donde A es un elemento de valencia m tal como sodio (Na, m=1), potasio (K, m=1), magnesio (Mg, m=2), calcio (Ca, m=2), aluminio (Al, m=3) etcétera. A también puede ser una fase de óxido reducido cuando se usan óxidos de mayor valencia. Por ejemplo, para el hierro, que existe en un estado de valencia de +2 y +3 (FeO y Fe₂O₃ como óxidos), A puede ser el metal de menor estado de oxidación. También puede ser un catión de óxidos de un óxido de metal tetravalente tal como ZrO²⁺, en cuyo caso m=2 nH₂O en la fórmula anterior es simplemente el agua ligada, donde n puede ser cualquier número, que varía normalmente de 0 a 25.

Es posible usar hidrofosfatos de metales trivalentes tales como aluminio, hierro y manganeso representados por la fórmula $AH_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$, donde A es un metal de transición que incluye aluminio, hierro, manganeso, itrio, escandio y todos los lantánidos tales como lantano, cerio, etcétera.

En caso de que el pH del precursor ácido sea más alto de lo necesario para la reacción instantánea, puede añadirse ácido fosfórico y puede ajustarse el pH para reducir el pH. Un pH preferido seleccionado está entre 3 y 4, y el pH más preferido está entre 3 y 3,5 ya sea por elevación del pH del ácido fosfórico o el de un fosfato ácido tal como dihidrogenofosfato de magnesio ($Mg(H_2PO_4)_2$) o trihidrogenofosfato de aluminio ($AlH_3(PO_4)_2$) mediante neutralización parcial con el uso de un óxido alcalino, un hidróxido o un mineral, o por acidificación de un dihidrogenofosfato tal como fosfato monopotásico (KH_2PO_4) que tiene un pH mayor que 3,5 por adición de una cantidad pequeña pero apropiada de ácido fosfórico o un fosfato ácido de pH bajo tal como $Mg(H_2PO_4)_2$ o trihidrogenofosfato de aluminio $AlH_3(PO_4)_2$. Los ejemplos descritos más adelante en este documento proporcionan la técnica para ajustar este pH.

A menudo el fosfato ácido usado en el precursor es solo parcialmente soluble. En tal caso, el precursor se muele de modo que el tamaño promedio de partículas pase a través de 63 micras (tamiz de 230 mesh).

- 5 Para las composiciones de oxiclورو y oxisulfato, el componente ácido consiste en oxiclورو de magnesio y oxisulfatos de magnesio acidificados de manera apropiada con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico para reducir el pH.

Se puede añadir agua al componente precursor para reducir la viscosidad del mismo, o pueden usarse otros tipos de agentes reductores de la viscosidad. Los aditivos comerciales que evitan el crecimiento de algas también pueden añadirse a este precursor de modo que no se produzca crecimiento de algas durante el almacenamiento de este precursor.

Segundo componente - Material precursor básico de óxido/hidróxido

15 Precursor básico: El precursor básico generalmente consiste en un óxido poco soluble, o preferentemente un hidróxido con un tamaño promedio de partículas menor que 70 micras. El óxido puede representarse mediante la fórmula $B^{2m}O_m$ o $B(OH)_{2m}$ donde B es un metal de valencia 2m. Todos los óxidos de metales divalentes ($m=1$), y algunos óxidos de metales trivalentes en estado reducido entran en esta categoría de óxidos poco solubles. Los ejemplos de óxidos divalentes son, pero sin limitarse a, magnesio, bario, zinc, calcio. Los ejemplos de óxidos trivalentes en estado reducido son óxido de hierro (FeO) y óxido de manganeso (MnO).

20 Para pinturas, recubrimientos, adhesivos y sellos, es conveniente obtener al menos una fase algo amorfa o vítrea en el recubrimiento, de modo que esta fase llene las irregularidades de la superficie del sustrato y forme un recubrimiento impermeable, denso y liso. Se ha descubierto que es posible desarrollar tal estructura mediante el uso de hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$) en lugar de MgO calcinado. El $Mg(OH)_2$ reacciona instantáneamente con un fosfato ácido para dar como resultado dos consecuencias favorables. En primer lugar, el crecimiento cristalino no puede producirse debido a un tiempo de reacción muy corto. En segundo lugar, dado que la solubilidad del $Mg(OH)_2$ es mucho más alta que la del MgO calcinado, la mayor parte de este se disuelve y, por lo tanto, no habrá muchos centros de nucleación para ningún crecimiento cristalino del producto de reacción. El resultado neto es una estructura más amorfa.

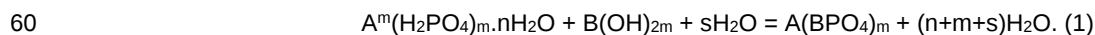
30 Mediante el uso de polvos de óxido no calcinado, anteriormente era difícil llevar a cabo los métodos de producción de cerámicas ácido-base adecuadas para el recubrimiento por pulverización en equipos de pulverización convencionales y para proporcionar acabados coloreados o lisos. Típicamente, las cerámicas necesitan una estructura cristalina para su estabilidad tridimensional y rigidez. Por el contrario, los recubrimientos no cerámicos típicamente se adhieren a un sustrato y obtienen su rigidez bidimensional del sustrato. Por al menos esta razón, en la presente descripción se divulga y describe el uso de óxidos no calcinados o hidróxidos como precursores básicos para producir composiciones de fosfato inorgánico de cristalinidad sustancialmente reducida útiles como recubrimientos y útiles además para recubrimientos pulverizables. En un aspecto, el uso de óxidos no calcinados o hidróxidos como precursores básicos para producir composiciones de fosfato inorgánico de cristalinidad sustancialmente reducida como se divulga y describe en la presente descripción proporciona una distinción importante y una mejora sustancial respecto a las cerámicas de fosfato convencionales. Por otra parte, el uso de óxidos calcinados puede proporcionar una mejor coloración del recubrimiento fraguado respecto a los óxidos no calcinados o los hidróxidos.

45 Los óxidos calcinados son una fuente importante de consumo de energía en cementos y recubrimientos ácido-base. Esto puede eliminarse mediante el uso de óxidos no calcinados e hidróxidos. Por ejemplo, en un aspecto, una salmuera de $Mg(OH)_2$ obtenido directamente de minas de magnesita proporciona una fuente adecuada del primer componente solo o en combinación con otros minerales básicos o carga. La salmuera contiene al menos aproximadamente 60 % de $Mg(OH)_2$ disuelto, suspendido o disperso y puede usarse directamente para proporcionar el segundo componente alcalino de la composición de fosfato inorgánico.

La composición de fosfato inorgánico

50 En al menos un aspecto, se proporciona un sistema de componentes de dos partes, una parte es un componente precursor de fosfato ácido cuyo pH se encuentra entre 2-5, 2,5 - 4,5 en un intervalo preferido y 3 - 4,5 en el intervalo más preferido. Un componente precursor básico que tiene un intervalo de pH de 9 - 14, un intervalo preferido de 10,5 - 12 y 11 - 12 en el intervalo más preferido.

Cuando se usa un óxido de metal divalente, la reacción ácido-base que forma la composición de fosfato inorgánico se proporciona mediante la ecuación (1):



El primer compuesto en el lado derecho de la ecuación (1) es el material precursor de fosfato ácido, que puede ser un hidrato. El segundo compuesto es el material precursor básico, que también puede ser un hidrato. Por ejemplo, fosfato monopotásico (KH_2PO_4) como el fosfato ácido e hidróxido de magnesio como el material alcalino, proporcionan $A = K$, $m=1$ y $B=Mg$, y $n=0$, lo que da como resultado la siguiente ecuación para la ecuación ácido base (2).



Si bien se han usado reacciones similares en la producción de cerámicas de $\text{MgKPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, (ver por ejemplo, *Chemically Bonded Phosphate Ceramics*, de Aran Wagh, Elsevier pub., 2004), tales cementos se produjeron con el uso de óxido de magnesio calcinado, en lugar de una fuente líquida, de pasta, de dispersión o de emulsión de hidróxido de magnesio. Por lo tanto, si bien teóricamente se prepara la misma fórmula química, el fosfato inorgánico divulgado y descrito en la presente descripción es sustancialmente más amorfo (cristalinidad reducida) que el $\text{MgKPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ preparado anteriormente.

Además, en al menos un aspecto, se ha descubierto que cuando el componente precursor de fosfato ácido tiene un elemento con una valencia de m , donde m es mayor que 1, por ejemplo, $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ($m=2$), los óxidos o hidróxidos de un metal alcalino, tal como el de Na o K en el material precursor básico, pueden usarse como una pasta, dispersión o emulsión. La reacción ácido-base que produce la composición de fosfato inorgánico para el ejemplo analizado anteriormente se proporciona mediante la ecuación (3):



La fracción de agua resultante se evapora para proporcionar la composición de fosfato inorgánico. El $\text{Mg}(\text{OH})_2$ puede usarse como un polvo muy fino que pasa - menos de 70 micras (230-235 mesh). Se puede hacer reaccionar con un fosfato ácido que exhibe un pH mayor que 3. Por ejemplo, puede usarse una solución de fosfato monopotásico, cuyo pH es 4,2, y reducir su pH por adición de una pequeña cantidad de ácido fosfórico o un dihidrogenofosfato de pH muy bajo, tal como dihidrogenofosfato de aluminio ($\text{AH}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), cuyo pH es de aproximadamente 1,2. El uso de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ reduce el consumo de energía en el costo del ciclo de vida del producto y, por lo tanto, también reduce la liberación de gases de efecto invernadero en todo el proceso. Como se analizó anteriormente, es posible elevar el pH del componente alcalino para disolver más hidróxido a un pH muy alto, y si es necesario, puede llegarse al pH máximo de 14. Sin embargo, la manipulación de tales productos muy alcalinos es difícil y, por lo tanto, se recomienda un pH máximo de 11. Como se analiza a continuación, la salmuera de magnesio, que tiene un pH de aproximadamente 10,2, funciona muy bien.

Una vez que las soluciones ácidas y alcalinas se optimizan en cuanto a su solubilidad, pH y opcionalmente viscosidad, la composición de fosfato inorgánico se forma mediante la combinación del primer y segundo componentes precursores. La idoneidad y la proporción de estos componentes y su compatibilidad se rigen por la estequiometría de la reacción ácido-base. La Tabla 1 resume estas combinaciones y las fórmulas químicas de las composiciones de fosfato inorgánico resultantes.

En la Tabla 1, el agua, que se añade para iniciar la reacción, o es el agua formada durante la reacción, puede estar presente como agua libre o ligada. La Tabla 1 no distingue entre las dos, pero esa distinción es de poca importancia porque el agua libre se evaporará cuando el producto se seque, pero el agua ligada permanecerá en la estructura. La cantidad del agua ligada puede calcularse mediante el uso de herramientas y técnicas analíticas convencionales, tales como la calorimetría diferencial de barrido, por ejemplo.

Componentes	Ecuaciones generales	Ejemplos
Óxidos de metales monovalentes y divalentes, y fosfatos de metales monovalentes y divalentes	$sA^m_{(3-m)}O + B^s(H_2PO_4)_s = B(A_{3-m}PO_4)_s + sH_2O$ A tiene una valencia de $m = 1$ o 2 . B tiene una valencia de $s = 1$ o 2 .	$m = 1, s = 1$ $Na_2O + KH_2PO_4 \rightarrow Na_2KPO_4 + H_2O$
		$m = 2, s = 1$ $MgO + KH_2PO_4 \rightarrow MgKPO_4 + H_2O$
		$m = 2, s = 2$ $2ZnO + Mg(H_2PO_4)_2 = Mg(ZnPO_4)_2 + 2H_2O$
		$m = 1, s = 2$ $2K_2O + Mg(H_2PO_4)_2 \rightarrow Mg(K_2PO_4)_2 + 2H_2O$
Hidróxidos de metales monovalentes y divalentes, y fosfatos de metales monovalentes y divalentes	$(2s/m)A^m(OH)_m + B^s(H_2PO_4)_s = B(A_{(2/m)}PO_4)_s + 2sH_2O$ A tiene una valencia de $m = 1$ o 2 . B tiene una valencia de $s = 1$ o 2 .	$m = 1, s = 1$ $2NaOH + KH_2PO_4 \rightarrow Na_2KPO_4 + 2H_2O$
		$m = 2, s = 1$ $Mg(OH)_2 + KH_2PO_4 \rightarrow MgKPO_4 + 2H_2O$
		$m = 2, s = 2$ $2Zn(OH)_2 + Mg(H_2PO_4)_2 \rightarrow Mg(ZnPO_4)_2 + 4H_2O$
		$m = 1, s = 2$ $2KOH + Mg(H_2PO_4)_2 \rightarrow Mg(K_2PO_4)_2 + 4H_2O$
Óxidos de metales	$3A^m_{(2/m)}O + 2B^3H_3(PO_4)_2 = (2/m) A_3 B_m(PO_4)_2 +$	$m = 1$ $3K_2O + 2AlH_3(PO_4)_2 \rightarrow 2AlK_3(PO_4)_2 +$

5 10	monovalentes y divalentes, y fosfato de metales trivalentes	3H ₂ O A tiene una valencia de m = 1 o 2; B tiene una valencia de 3;	3H ₂ O m = 2 3MgO + AlH ₃ (PO ₄) ₃ → Al ₂ Mg ₃ (PO ₄) ₂ + 3H ₂ O
15 20 25	Óxidos o hidróxidos de metales cuadivalentes, y fosfato de metales divalentes	Óxidos cuadivalentes sAO ₂ + B ^s (H ₂ PO ₄) _s = B(AOPO ₄) _s + sH ₂ O A has a valency of 4; B has a valency of 1 or 2; and s = 1 or 2.	S = 1 ZrO ₂ + KH ₂ PO ₄ → ZrOKPO ₄ + H ₂ O S = 2 2ZrO ₂ + Mg(H ₂ PO ₄) ₂ → Mg(ZrOPO ₄) ₂ + 2H ₂ O
30 35 40		Quadrivalent oxides sA(OH) ₄ + B(H ₂ PO ₄) _s = B[AOH] ₂ PO ₄) _s + 2sH ₂ O A tiene una valencia de 4; B tiene una valencia de 1 o 2; y s = 1 o 2.	S = 1 Zr(OH) ₄ + KH ₂ PO ₄ → Zr(OH) ₂ KPO ₄ + 2H ₂ O S = 2 2Zr(OH) ₄ + Mg(H ₂ PO ₄) ₂ → Mg[Zr(OH) ₂ PO ₄] ₂ + 4H ₂ O

Tabla 1. Resumen de las reacciones ácido-base que pueden producirse al formar los productos de composición de fosfato inorgánico.

En la Tabla 1, los ejemplos de elementos monovalentes son sodio (Na), potasio (K) o amonio (NH₄). De manera similar, los principales elementos divalentes que pueden usarse son magnesio, calcio, zinc, bario, etcétera, mientras que los elementos trivalentes son aluminio, hierro, etcétera y un ejemplo de elemento tetravalente es el circonio (Zr). Se pueden usar otros elementos que se ajusten a las combinaciones proporcionadas anteriormente y la divulgación y las reivindicaciones no deben estar limitadas por los ejemplos proporcionados anteriormente.

Aunque la estequiometría dicta la composición del adhesivo, no es posible adaptar exactamente esa composición en un proceso de producción. Típicamente, el contenido de precursor básico de óxido e hidróxido se mantiene a una cantidad estequiométrica más alta en comparación con el contenido de precursor fosfato ácido. Esto proporciona un producto que está sustancialmente libre de cualquier ácido residual.

Recubrimientos y Pinturas

Los cementos y cerámicas generalmente pueden producirse mediante el uso de fosfato ácido y óxidos y minerales de óxidos. Estos cementos y cerámicas se forman típicamente mediante la mezcla de un fosfato ácido y el óxido sólido en agua. Esta mezcla se usa inmediatamente y en última instancia fragua para formar un producto sólido en horas. Sin embargo, estas formulaciones de precursores y el proceso global no son útiles para producir formulaciones adecuadas para dispensarlas, por ejemplo, como recubrimientos de película delgada y similares. Al menos algunas de las razones para esto incluyen, por ejemplo: tales composiciones son cementos de fraguado rápido que contienen material particulado; y el tiempo de trabajo máximo después de la combinación y antes del fraguado es de solo un par de horas. Por lo tanto, no tienen una vida útil necesaria para pinturas y recubrimientos. Para producir un recubrimiento liso y delgado, típicamente

es necesario usar partículas muy finas como componentes. Generalmente, esto no es un requisito en los campos de formación de cementos 3-D y de cerámicas. De hecho, las partículas más finas aumentan el área superficial de exposición a las reacciones ácido-base. Por ejemplo, se ha divulgado que los límites en el área superficial pueden ser 0,3 - 0,55 m²/g, que es un intervalo muy pequeño y generalmente no es adecuado para ciertas aplicaciones, que incluyen, por ejemplo, recubrimientos. Se ha divulgado además que el área superficial máxima permitida de 0,55 m²/g también es demasiado pequeña para ciertas aplicaciones, que incluyen, por ejemplo, recubrimientos. Las pinturas y recubrimientos, por ejemplo, típicamente requieren partículas mucho más finas con una área superficial grande, por ejemplo, mayor que aproximadamente 5 m²/g, con mayor preferencia mayor que aproximadamente 10 m²/g para una reacción instantánea y lisura de la superficie de recubrimiento aplicada.

Durante el fraguado de los cementos convencionales de fosfato ácido-base, una reacción ácido-base exotérmica libera calor y calienta la mezcla de reacción, lo que puede ayudar a fraguar. Para recubrimientos delgados, una cantidad significativa de este calor exotérmico se disipa debido a la gran área superficial de un recubrimiento relativamente delgado. En particular, en el recubrimiento por pulverización, que es la forma más eficiente de recubrir áreas grandes, el medio precursor ácido-base se atomiza; la atomización enfría el medio en varios grados lo que inhibe la reacción ácido-base en la superficie del sustrato. Esto conduce al goteo (o rebote) del medio sin reaccionar desde la superficie vertical/superior tal como paredes/techos, y también proporciona eflorescencia en la superficie seca. Por esta razón, es necesario adaptar las composiciones de pinturas y recubrimientos a una reacción instantánea que produzca una mayor cantidad de calor exotérmico que endurezca el producto pulverizado. Esta es otra razón por la cual se necesita un área superficial grande de partículas para los cementos convencionales.

Generalmente, las pinturas y recubrimientos convencionales son polímeros orgánicos y, típicamente, son materiales amorfos no cristalinos después del uso. Por otra parte, los cementos o cerámicas de fosfato ácido-base, analizados anteriormente, consisten en materiales cristalinos o vidriocristalinos con una fase cristalina significativa después del fraguado. Como resultado, las cerámicas de fosfato ácido-base convencionales generalmente no son adecuadas para recubrimientos, pinturas y adhesivos, por ejemplo, en vista de su estructura cristalina significativa que de otro modo proporciona una estructura granulada no conveniente. Lo que se ha descubierto y divulgado en la presente descripción es una composición de fosfato inorgánico de cristalinidad sustancialmente reducida adecuada para recubrimientos de película delgada, pinturas y adhesivos. Se ha descubierto que al cambiar los materiales precursores para proporcionar soluciones, dispersiones, emulsiones y/o pastas, pueden producirse composiciones de fosfato inorgánico de cristalinidad sustancialmente reducida.

Además, incluso con materiales de partida precursores convencionales y una alta carga de sólidos de hasta 75 % en peso de sólidos de cualquier componente precursor, mediante una combinación de control de la reología y dispersión de los sólidos en los componentes de la formulación (partes A y B), se proporcionan recubrimientos finales de cerámica similares a pintura con el uso de equipos de pulverización convencionales. Además, se ha demostrado que los colorantes agregados pueden incorporarse de manera eficaz en los componentes de la formulación que ya tienen un alto contenido de sólidos para proporcionar recubrimientos coloreados. También se ha demostrado que se proporcionan superficies texturizadas de las formulaciones instantáneas con el uso de agregados de mayor tamaño, por ejemplo, arena.

La dispensación de los componentes puede realizarse con el uso de un equipo dispensador convencional, tal como por ejemplo, una extrusora de doble fuente, pistones, bombas, etcétera, equipados con una pistola de pulverización adecuada, opcionalmente con un mezclador estático en línea. En un aspecto, el equipo de pulverización excluye las pistolas texturizadoras, ya que típicamente se usan para la dispensación/salpicado de cementos hidráulicos.

En al menos un aspecto, se divulga y describe una formulación de múltiples componentes que proporciona al menos una o más de las siguientes propiedades antes de combinar los componentes respectivos, o después de combinarlos: proporciona viscosidades de los componentes individuales de menos de aproximadamente 35 Pascal segundo (35 000 centipoise) en general, preferentemente menos de aproximadamente 15 Pascal segundo (-15 000 centipoise); unión/adhesión a un sustrato, de los componentes individuales cuando se dispensan, o dentro de poco tiempo después de modo que no se afecten negativamente por la exposición a diferentes condiciones atmosféricas tales como lluvia, sol y viento; unión al sustrato de un recubrimiento fraguado y denso que cumple con los estándares diseñados para una aplicación particular tal como protección contra incendios, resistencia a la corrosión, resistencia química, atractivo arquitectónico, etcétera; exhibe durabilidad a largo plazo contra todo el espectro solar y ciclos de calor y frío para el recubrimiento fraguado; proporciona un pH mayor que aproximadamente 2 para el componente precursor de fosfato ácido y un pH de menos de aproximadamente 12 para el componente precursor básico para evitar riesgos laborales y proteger el medio ambiente durante cualquier uso, eliminación o derrame; proporciona componentes esencialmente homogéneos durante el almacenamiento y no se produce segregación de agua durante el bombeo y el almacenamiento. Si se produce segregación durante el almacenamiento y el transporte, los componentes se pueden volver a mezclar fácilmente a un estado homogéneo antes de aplicarlos; lo que minimiza la tendencia del precursor básico a endurecerse por reacción puzolánica durante el almacenamiento durante al menos seis meses; y/o evita la bioactividad del precursor ácido.

Los recubrimientos preparados como se divulga en la presente descripción son duraderos, no se deterioran por la radiación ultravioleta y ciertas formulaciones reflejan la radiación infrarroja y, por lo tanto, apoyan la conservación de energía en un edificio. Las composiciones divulgadas son adecuadas para imprimaciones y capas de acabado final ya que proporcionan una unión excelente a una variedad de sustratos.

Dispensación de la composición de fosfato inorgánico

Debido a que las reacciones ácido-base que producen pinturas, recubrimientos o adhesivos son instantáneas, se necesita un sistema aplicador adecuado. Un sistema plural, en el que los materiales precursores ácidos y básicos pueden almacenarse por separado en la proporción deseada y después pueden dispensarse. Por ejemplo, los precursores de la composición de fosfato inorgánico pueden introducirse en una cámara de mezcla durante la aplicación o mezclarse al salir de un dispositivo de pulverización. Tales sistemas son comunes en el mercado y pueden adaptarse para dispensar componentes ácidos y/o alcalinos sin deteriorar la superficie interna o los componentes del dispositivo.

Viscosidad de los componentes precursores.

La viscosidad de los dos componentes debe ser lo suficientemente baja como para facilitar la dispensación. Generalmente, cualquier viscosidad del precursor de menos de 35 Pascal segundo (35 000 centipoise (cp) o menos es aceptable para muchas bombas, pero se prefiere una viscosidad de menos de 15 Pascal segundo (15 000 cp).

Para el componente ácido, esto no es un problema ya que la mayoría de los fosfatos ácidos exhiben baja viscosidad. El fosfato monosódico es altamente soluble y cumple fácilmente con este requisito. El fosfato monopotásico tiene una baja solubilidad (20 g/100 ml) y gran parte del fosfato permanece en suspensión. Por lo tanto, es necesario reducir su viscosidad. Esto puede hacerse mediante la molienda de la solución de fosfato monopotásico. Otros ejemplos de fosfatos ácidos, tales como dihidrogenofosfato de magnesio ($\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) o trihidrogenofosfato de aluminio ($\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2$) también tienen baja solubilidad y, por lo tanto, también puede ser necesario molerlos para producir componentes precursores de baja viscosidad. Generalmente, la adición de exceso de agua no es conveniente, debido a que da como resultado demasiada agua en la mezcla de reacción final y puede producirse el fraguado de uno o más de los componentes.

Para el componente alcalino, la viscosidad depende de la cantidad de material en polvo en la solución. Los polvos de óxido o los polvos minerales usados en la solución tienen que ser de naturaleza muy fina y se trituran para pasar un tamaño de tamiz de 325 micras. La salmuera de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es ideal para este propósito porque exhibe una baja viscosidad y por lo tanto no es necesario procesar la salmuera.

La viscosidad del segundo componente (precursor básico) puede ajustarse por adición de minerales parcialmente reactivos tales como la wollastonita (silicato de calcio, CaSiO_3) o materiales que contienen minerales tales como la ceniza volante. Se prefiere la ceniza volante Clase F porque la pequeña cantidad de carbono actúa como lubricante en las partículas y ayuda a reducir la viscosidad de los componentes precursores. El contenido del aditivo puede variar desde una cantidad igual a la del segundo componente precursor hasta el doble de ella. Si se usan otros óxidos, la cantidad puede ajustarse en consecuencia para obtener una viscosidad menor que 15 000 cp.

Además de los métodos descritos anteriormente, la viscosidad también puede ajustarse por adición de acondicionadores de pintura a base de agua comerciales en una pequeña cantidad, que puede ajustar (por ejemplo, reducir) la viscosidad según sea necesario.

Vida útil

Como se mencionó anteriormente, es conveniente que los componentes precursores ácidos y alcalinos tengan una buena vida útil, preferentemente mayor que 6 meses, mayor que un año o mayor que 18 meses. Durante este tiempo, debe haber una segregación insignificante de las partículas y la fracción líquida, o debe ser fácil volver a mezclar los componentes en una masa homogénea o semihomogénea adecuada para dispensar en el momento de la aplicación. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante la molienda del componente ácido para producir un precursor homogéneo y después opcionalmente añadir uno o más agentes de suspensión comerciales, si es necesario.

La obtención de una vida útil larga para el componente alcalino es más difícil. Esto se debe a que los componentes de óxido alcalino tienden a experimentar reacciones puzolánicas (reacción que se produce en el cemento Portland o en la ceniza volante húmeda), en presencia de humedad, de manera que el polvo alcalino fragua por sí mismo en una masa dura lo que da como resultado la dificultad para la reconstitución y/o trituración de la masa endurecida para su uso.

En general, la reacción puzolánica se asocia con el contenido de calcio en la industria del cemento. Por lo tanto, la limitación del contenido de calcio en el componente alcalino puede resolver este problema. Por ejemplo, usar ceniza volante Clase F, que tiene la menor cantidad de calcio libre, o limitar la cantidad de wollastonita, de modo que no se libere calcio en exceso. La ceniza volante Clase C generalmente debe evitarse en la composición alcalina porque esta ceniza contiene una proporción muy alta de calcio libre. Por la misma razón, generalmente debe evitarse el hidróxido de calcio como componente de óxido en el segundo componente precursor. En un aspecto, un componente precursor alcalino puede comprender wollastonita y ceniza volante Clase F en una cantidad que no supere más de tres veces la del $\text{Mg}(\text{OH})_2$ o cualquier óxido en el intervalo más amplio y dos veces en el intervalo específico para proporcionar una vida útil razonablemente buena.

Aditivos

Las composiciones divulgadas pueden incluir opcionalmente uno o más aditivos, tales como cargas, tensioactivos (aniónicos o catiónicos, anfóteros o no iónicos), plastificantes, agentes contra la sedimentación, modificadores reológicos y/o agentes de suspensión, y/o antiespumantes.

5 Las cargas adecuadas incluyen, por ejemplo, wollastonita, talco, ceniza volante Clase C o F, arcilla de caolín, caolinita, metacaolín, mullita, minerales de aluminato de calcio, minerales de silicato de calcio, minerales de silicato de aluminio, minerales de silicato de aluminio y calcio, o mezclas de los mismos. Se pueden usar otras cargas solas o en combinación con las anteriores. En ciertos aspectos, la relación en peso de la carga está entre 1:0,05 a 1: 6 respecto a la del segundo componente. En ciertos aspectos, las composiciones instantáneas pueden estar esencialmente libres de silicatos de calcio.

10 Los tensioactivos aniónicos adecuados incluyen, por ejemplo, perfluorooctanoato (PFOA o PFO), perfluorooctanosulfonato (PFOS), dodecilsulfato de sodio (SDS), laurilsulfato de amonio, sales de sulfato de alquilo, lauril éter sulfato de sodio (SLES), alquilbencenosulfonato y jabones o sales de ácidos grasos. Los tensioactivos catiónicos adecuados incluyen, por ejemplo, bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB), sal de alquiltrimetilamonio, cloruro de cetilpiridinio (CPC), seboamina polietoxilada (POEA), cloruro de benzalconio (BAC) y cloruro de bencetonio (BZT). Los tensioactivos anfóteros adecuados incluyen, por ejemplo, dodecilbetaína, cocamidopropilbetaína y cocoanfoglucinato. Los tensioactivos no iónicos adecuados incluyen, por ejemplo, alquil poli(óxido de etileno), alquilfenol poli(óxido de etileno), poloxámeros o poloxaminas (copolímero de óxido de polietileno u óxido de polipropileno), octilglucósido, decilmaltósido, alcohol cetílico, alcohol oleílico y óxido de dodecildimetilamina. Se pueden usar otros tensioactivos solos o en combinación con los anteriores.

25 Los plastificantes adecuados incluyen, por ejemplo, ftalatos, trimelitatos, ésteres dibásicos alifáticos, fosfatos, epóxidos o poliésteres. Los ejemplos específicos de plastificantes incluyen, por ejemplo, DOP (di(2-etilhexil)ftalato, DINP (di(isononil)ftalato, TOTM (tris(2-etilhexil)trimelitato, TINTM (tris(isononil)trimelitato, DOA (di(2-etilhexil)adipato, DINA (di(isononil)adipato, DOZ (di(2-etilhexil)azelato y DOS (di(2-etilhexil)sebacato. Se pueden usar otros plastificantes solos o en combinación con los anteriores.

30 Los agentes antisedimentación incluyen, por ejemplo, soja-lactina, estearato de aluminio, carbonato de calcio recubierto con estearato, aceite de alimentación o ácidos grasos modificados, dipenteno, aceite de pino, metiletilcetoxima, dispersión de diisobutileno-maleico, poliácido de amonio, lecitina de soja modificada, copolímero de bloque de policaprolactonapoliol-polietilenimina, copolímero de policaprolactonapoliol-diisocianato de tolueno, ácido polihidroxisteárico y agentes antisedimentación basados en alquidos. Se pueden usar otros agentes contra la sedimentación solos o en combinación con los anteriores.

35 Los modificadores reológicos/agentes de suspensión adecuados incluyen silicato de aluminio y magnesio hidratado, lignosulfonatos (lignosulfonatos de calcio, lignosulfonatos de sodio y similares), sales de condensados de naftalenosulfonato sulfonado, sales de condensados de sulfonato de melamina sulfonado, sulfonatos de betanaftaleno, condensados de formaldehído y melamina sulfonada, resinas de condensados de formaldehído y naftalenosulfonato, por ejemplo, dispersante LOMAR D® (Cognis Inc., Cincinnati, Ohio), poliaspartatos, dispersantes oligoméricos, sales de polimetacrilato, goma guar, goma diutan, goma welan, goma xantana y/u otros agentes que funcionan como modificadores reológicos/agente de suspensión. Se ha observado que ciertos modificadores reológicos/agentes de suspensión, por ejemplo, DARVAN (polimetacrilato de sodio) solo pueden proporcionar un rendimiento limitado, por ejemplo, proporcionan recubrimientos lisos solo a aproximadamente 15 % de A1203 u otras partículas de alta densidad similares. Por lo tanto, la elección particular de modificadores reológicos/agente de suspensión no es predecible para ninguna formulación cerámica de fosfato particular.

50 Los antiespumantes incluyen, por ejemplo, aceite antiespumante a base de silicio (siloxano con grupos terminales de poliéter), tensioactivos de acetilenglicol y acrilatos de polioctilo. Se pueden usar otros antiespumantes solos o en combinación con los anteriores.

Eliminación del crecimiento de algas en el precursor fosfato ácido

55 Los fosfatos son nutrientes para las algas y, por lo tanto, se debería esperar el crecimiento de algas en el componente ácido. Para evitar las algas, se pueden añadir varios aditivos comerciales que inhiben cualquier actividad biológica. Un buen ejemplo es el óxido cúprico. La adición de menos de 1 % en peso de óxido cúprico en el precursor fosfato ácido es suficiente para inhibir el crecimiento biológico. También se pueden usar otros productos químicos comerciales usados para evitar el crecimiento de algas u hongos.

60 En la presente descripción se divulgan y describen nuevas formulaciones inorgánicas de dos componentes precursores que comprenden soluciones y pastas de fosfatos ácidos, oxiclорuros y oxisulfatos, y un componente básico que comprende óxidos e hidróxidos, que pueden unirse para reaccionar instantáneamente de modo que el producto resultante es una composición de (oxiclорo-) u (oxisulfo-) fosfato inorgánico. Los métodos para producir los dos componentes ácidos y básicos y sus combinaciones, formulaciones pulverizables atomizables, y opcionalmente una cerámica de cristalinidad reducida sustancialmente amorfa se divulgan y caracterizan como se expone en los siguientes ejemplos seleccionados, pero los métodos y las reivindicaciones también son aplicables a otras formulaciones ácido-base con modificación

adecuada de los componentes tales como sistemas de oxocloruros y oxisulfatos. Se proporciona un breve análisis de estas modificaciones, pero ese análisis no pretende limitar las reivindicaciones o la propia divulgación.

Ejemplos

Se realizaron varios ejemplos, enumerados a continuación, para formular y demostrar los atributos de las composiciones divulgadas en la presente descripción.

Ejemplo 1. Composición de fosfato de potasio y magnesio

En este experimento, el primer componente (ácido) consistió en fosfato monopotásico (MKP) que tenía un pH de aproximadamente 4,2 cuando se midió en solución acuosa. El MKP se molió durante una hora antes de usarlo como un polvo a aproximadamente 74 micras de tamaño (tamiz US 200). Después el MPK se molió aún más durante una hora y su pH se ajustó entre 3,2 y 3,5 por adición de 2,5 % en peso de ácido fosfórico (añadido como solución diluida al 50 %), se añadió 5 % en peso de óxido cúprico para evitar el crecimiento de algas. La solución se ajustó con agua para producir una viscosidad de aproximadamente 10 Pascal segundo (10 000 centipoise). La densidad de este componente era de 1,9 g/cm.

El segundo componente (alcalino) se preparó de la siguiente manera: Una cantidad requerida de solución de salmuera de magnesio (Martin Marietta), como fuente de hidróxido de magnesio, se pesó en un mezclador. Se añadió polvo de $Zr(OH)_4$ a la salmuera y se agitó durante 5 - 10 min hasta homogeneizar. A esta solución se añadió lentamente wollastonita que pasa por 44 micras (325 mesh) y se mezcló durante 10 - 15 min. Se añadió una cantidad adicional de agua para ajustar la viscosidad a aproximadamente 20 a 25 Pascal segundo (20 000 a 25 000 centipoise). La densidad de este componente líquido era de 1,25 g/cm y se determinó que el tamaño promedio de partículas de las partículas en esta solución era de aproximadamente 5,6 micrómetros o menos. Por lo tanto, el segundo componente consistió en aproximadamente 69 % en peso de salmuera de magnesio (que proporciona aproximadamente 61 % en peso de $Mg(OH)_2$), aproximadamente 8,7 % en peso de wollastonita, aproximadamente 2,2 % en peso de hidróxido de circonio ($Zr(OH)_4$), el resto agua.

Los dos componentes se combinaron en la relación en volumen de 1:1 para la pulverización con el uso de un sistema de pulverización plural. Los dos cartuchos del sistema de pulverización se llenaron por separado con los dos componentes. La pistola de pulverización consistió en un tubo de mezcla, en el que los dos componentes podían mezclarse antes de la pulverización. La composición se pulverizó sobre diferentes sustratos, por ejemplo, paneles de acero, madera, cartón madera, aluminio, hormigón, acero dulce Taber. El grosor del recubrimiento era de aproximadamente 0,381- -0,508 mm (15-20 mil). Las mediciones de la resistencia a la abrasión se realizaron de acuerdo con ASTM D 4060. Se permitió el curado de los recubrimientos en condiciones ambientales durante 7 días antes de realizar todas las pruebas y análisis de muestras.

Las películas resultantes de la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción se compararon con un recubrimiento de epoxi comercial y un hormigón con fosfato inorgánico convencional (Ceramicrete) aplicado sobre paneles de acero dulce. Los resultados de densidad, adhesión (prueba de extracción, ASTM D4541) y resistencia a la abrasión se resumen en la Tabla 2 a continuación.

Sistemas de recubrimiento	Densidad (g/cm ³)	Resistencia de adhesión (6895,74 Pascal (1 psi))	Ciclos de desgaste/0,0254 mm (1 mil)	Índice de desgaste (pérdida de peso por ciclo en microgramos)
Recubrimiento de MKP sin sílice coloidal	1.4	2303177.16 (334)	423	118
MKP con sílice coloidal	1.4	1558437.24 (226)	528	105
Recubrimiento de epoxi	1.2	827488.80 (120)	120	300
CONTROL (Ceramicrete)	1.8-2.0			

Tabla 2. Resultados de la prueba en la composición de fosfato de potasio y magnesio

Los resultados en la Tabla 2 muestran que la densidad de los recubrimientos es cercana a la de los recubrimientos orgánicos comerciales. El hidróxido de magnesio tiene una densidad menor (2,38 g/cm³) en comparación con la densidad

del óxido de magnesio calcinado (periclase), que es de 3,6 g/cm³. Para el Ceramicrete (cemento de fosfato) regular, producido a partir de óxido de magnesio calcinado, la densidad es de entre 1,8 y 2 (g/cm³) en dependencia de las cargas usadas. Por lo tanto, el Ceramicrete regular es más pesado que la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción. En el Ceramicrete, la mayor parte del óxido de magnesio calcinado permanece sin reaccionar como material particulado en suspensión o incrustado, lo que contribuye a la densidad. Por el contrario, la densidad de la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción es menor que la de Ceramicrete, se cree que esto se debe a una reacción más completa de la fuente de hidróxido de magnesio y a la cantidad reducida de óxidos de magnesio particulados. Como resultado, las composiciones de fosfato inorgánico divulgadas y descritas en la presente descripción dan como resultado materiales de densidad más baja, por ejemplo, densidades de aproximadamente 1,4 g/cm³, que son comparables con los recubrimientos inorgánicos. Por el contrario, las densidades de los cementos de fosfato orgánico típicos de composición similar preparados a partir de periclase están entre 1,8 a 2,0 g/cm³.

El hidróxido de magnesio tiene una estructura hexagonal de plaqueta o lámina que es estructural y morfológicamente diferente del óxido de magnesio calcinado (periclase) que tiene una estructura cúbica. Además de las composiciones de fosfato inorgánico de densidad más baja, se cree que la estructura laminar de las composiciones de fosfato inorgánico resultantes de hidróxido de magnesio derivada del mismo proporciona recubrimientos más lisos y una resistencia a la abrasión superior en comparación con los recubrimientos preparados a partir de fosfatos inorgánicos derivados de óxido de magnesio calcinado. La diferencia del tamaño promedio de partículas de las composiciones de fosfato inorgánico resultantes derivadas de hidróxido de magnesio (mayor que 5 m²/g) como se divulga y describe en la presente descripción también contribuye a la superior resistencia a la abrasión y la lisura de los recubrimientos frente a las del óxido de magnesio calcinado (menor que 0,55 m²/g).

Los datos en la Tabla 2 también demuestran que la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción es muy superior a los recubrimientos de epoxi. Por ejemplo, la composición de fosfato inorgánico tiene una resistencia de adhesión de dos a tres veces la de un recubrimiento de epoxi comercial, los resultados de la prueba de desgaste son aproximadamente un cuarto de los del epoxi, y el índice de desgaste, que representa la pérdida por desgaste, es aproximadamente un tercio que el del recubrimiento de epoxi. Por lo tanto, las composiciones de fosfato inorgánico divulgadas en la presente descripción son muy superiores a algunos recubrimientos comerciales disponibles en el mercado.

Comparación de difracción de rayos X de polvo de la composición de fosfato orgánico divulgada en la presente descripción con hormigón de fosfato convencional

La figura 1 a continuación muestra los patrones de difracción de rayos X de dos muestras idénticas preparadas como se describió en el Ejemplo 1, una pulverizada como una capa delgada y la otra pulverizada como una capa gruesa (marcada como "A"). Ambos recubrimientos exhiben exactamente el mismo patrón, lo que indica que la formulación de recubrimiento como en el Ejemplo 1 puede usarse como recubrimiento delgado o grueso. Los picos principales de la Figura 1 representan CaSiO₃, Mg(OH)₂ y MgKPO₄·6H₂O. Cada pico, sin embargo, se ensancha. La anchura de un pico de difracción de rayos X es indicativa de fases amorfas o microcristalinas. A modo de comparación, el patrón de difracción de rayos X de Ceramicrete, un cemento de fosfato químicamente similar producido por óxido de magnesio calcinado, se reproduce en la Figura 2 superpuesto con el de una muestra del Ejemplo 1. Los datos muestran que los picos correspondientes de la muestra del Ejemplo 1 son más anchos que en Ceramicrete, lo que indica que el contenido amorfo (cristalinidad reducida) de la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción es sustancialmente mayor que en Ceramicrete. Los datos en la Figura 2 también muestra que en el Ceramicrete, el pico de óxido de magnesio calcinado es sustancialmente mayor que el de la composición de fosfato inorgánico divulgada en la presente descripción, lo que indica que una cantidad significativa de óxido de magnesio permanece sin reaccionar o en forma macrocristalina en el Ceramicrete. Por lo tanto, la reacción del óxido en la composición de fosfato inorgánico como se divulga en la presente descripción es probablemente más completa y/o la cantidad de óxido cristalino se reduce sustancialmente, lo que da como resultado un producto de cristalinidad sustancialmente reducida adecuado para recubrimientos.

Ejemplo 2. Composiciones de fosfato de aluminio

Se añadió 30 g de hidróxido de aluminio (gibbsita, Al(OH)₃) a temperatura ambiente a 173,4 g de solución de ácido fosfórico (H₃PO₄, 50 % en peso, relación molar Al(OH)₃:H₃PO₄ = 1:2,3). Se añadió 1,5 g (5 % en peso) de fluoruro de potasio y 1,5 g de permanganato de potasio al ácido junto con Al(OH)₃. La mezcla se agitó durante 60 min a aproximadamente 3 horas a 100-110 °C. El producto resultante después de enfriar a temperatura ambiente era una pasta viscosa. Este se etiquetó como componente ácido A.

El permanganato de potasio, como un oxidante ilustrativo, se añadió como un reactivo opcional para reducir la formación de hidrógeno en el Ejemplo 2. El uso de un oxidante proporciona una adhesión mejorada a las superficies, tales como las superficies de acero/hierro. Los resultados de los recubrimientos de la composición del Ejemplo 2 sobre acero/sustratos proporcionaron una adhesión mejorada entre la composición de fosfato inorgánico y el metal en comparación con su adhesión en ausencia del oxidante. Se pueden usar otros oxidantes adecuados, por ejemplo, oxidantes solubles en agua, tales como cromato de potasio, cromato de sodio o nitratos de potasio, magnesio y aluminio.

- El patrón de difracción de rayos X en la Figura 3 muestra que el hidróxido de aluminio, que es bastante cristalino, cuando se mezcla con una solución de ácido fosfórico en el proceso descrito anteriormente, proporciona una forma menos cristalina del hidróxido de aluminio como se evidencia por el ancho patrón de halo. En los cementos de fosfato convencionales, una fase amorfa no cristalina de este tipo es insignificante o inexistente (no se muestra). El componente amorfo A da como resultado una pasta transparente similar a la miel. Esto puede observarse en las fotografías proporcionadas en la Figura 4. Estos se produjeron con diferentes concentraciones de hidrofosfatos de aluminio, pero todos producen geles transparentes y espesos.
- El componente básico se produjo mediante la mezcla de wollastonita y MgO en una proporción en peso de 3:1 en agua suficiente para producir el precursor con una viscosidad aproximada de 10 000 centipoise. De manera similar, en otro experimento, se añadió mullita en lugar de wollastonita. El componente básico se etiquetó como B. El componente básico puede ser salmuera de magnesio que tiene una cantidad eficaz de hidróxido de magnesio.
- Los dos componentes (A+B) se mezclaron en una relación en peso de 8:3 y la composición precursora resultante se aplicó sobre varios sustratos que incluían acero dulce, aluminio, madera y tablero de cemento. Se permitió el curado de las muestras durante una semana. La figura 5 muestra el patrón de difracción de rayos X del recubrimiento junto con el de wollastonita y el primer componente de fosfato ácido para la comparación.
- De manera similar, la Figura 6 muestra el patrón de difracción de rayos X del recubrimiento producido con mullita y Parte A, y también una mezcla de mullita y óxido de magnesio como Parte B e hidrofosfato de aluminio. Todas las muestras eran muy duras y se unieron bien a varios sustratos. Los recubrimientos resultantes no se podían rayar fácilmente y no se podían desprender, incluso cuando el sustrato se golpeó contra un objeto duro.
- La comparación de los componentes y el recubrimiento fraguado en las Figuras 5 y 6 demuestra que, aunque se usó mullita, wollastonita y óxido de magnesio altamente cristalinos como materiales de partida, los picos de difracción de rayos X asociados con estos materiales cristalinos en la composición de fosfato inorgánico fraguada se redujeron sustancialmente en altura y fueron más anchos que los constituyentes individuales. Por lo tanto, la cristalinidad de la composición de fosfato inorgánico fraguada se reduce sustancialmente. Aunque no está sujeto a ninguna teoría particular, se cree que el componente ácido es al menos parcialmente responsable de desarrollar y/o proporcionar esta morfología de cristalinidad reducida de la composición de fosfato inorgánico divulgada y descrita en la presente descripción.
- La figura 7 muestra estos recubrimientos finales como pulverizados en vasos de plástico. Todos son homogéneos en apariencia, lisos en la superficie y densos. El Ceramcrete regular no exhibe estas propiedades únicas, al menos porque carece de la morfología de cristalinidad reducida que tiene esta presente modalidad de las composiciones de fosfato inorgánico divulgadas en la presente descripción.

Ejemplo 3: Métodos para formar recubrimientos de berlinita

- El análisis teórico basado en principios termodinámicos indica que el trihidrogenofosfato de aluminio, si reacciona con óxido de aluminio (corindón, Al_2O_3), produciría fosfato de aluminio (AlPO_4) (berlinita) a aproximadamente 150 °C. La fase de mineral de berlinita, que es estable hasta 1500 °C, proporcionaría un recubrimiento a alta temperatura. Por lo tanto, 100 gramos de pasta viscosa de trihidrogenofosfato de aluminio ($\text{AlH}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) como se divulga en el Ejemplo 2, se mezcló con 50 gramos de polvo fino de óxido de aluminio y se mezcló bien para formar una pasta espesa. Esta se aplicó con brocha sobre un sustrato de acero dulce precalentado a 175 °C. Inicialmente, parte de la fracción de agua de la pasta se evaporó, pero el recubrimiento posterior se unió bien al acero. Todo el conjunto se mantuvo a 175 °C durante aproximadamente tres horas. Una vez que se produjo toda la desgasificación y evaporación, se aplicó una segunda capa y se curó durante aproximadamente tres horas a 175 °C. El recubrimiento grueso resultante formado sobre la superficie de acero era duro, denso y extremadamente bien unido al acero. Los estudios de difracción de rayos X del recubrimiento formado preparado a partir del Ejemplo 3 indicaron que el recubrimiento era esencialmente berlinita. Por lo tanto, los métodos divulgados y descritos en la presente descripción proporcionan un medio relativamente simple para preparar formulaciones de precursores de berlinita y después formar recubrimientos de berlinita útiles para proporcionar protección a las altas temperaturas o mejorar el servicio de artículos a altas temperaturas, tales como metales y otros materiales de construcción.

Ejemplo 4. Composiciones de fosfato inorgánico que contienen carga de ceniza volante

- En este ejemplo, el componente alcalino comprende 55 % en peso de salmuera, 22 % en peso de ceniza volante Clase F, 6 % en peso de hidróxido de circonio, 14 % en peso de agua y 3 % en peso de acondicionador de pintura comercial. Todos los componentes se mezclaron bien para formar una pasta de viscosidad aproximada de 10 Pascal segundo (10 000 centipoise). El componente ácido se preparó como una pasta mediante la mezcla de 68 % de fosfato monopotásico y 31 % en peso de agua, una pequeña cantidad de un agente de suspensión y óxido cúprico para evitar la formación de algas.
- Las soluciones de los dos componentes se usaron en una pistola de pulverización plural a una relación en volumen de componentes ácidos respecto a alcalinos de 1:1,5. Se pulverizaron sobre placas de acero dulce y placas estándar usadas para pruebas de abrasión. Después del curado, las placas con recubrimientos se evaluaron para determinar la resistencia

a la abrasión y su adhesión de acuerdo con el protocolo de ASTM. Los valores promedio de los resultados en tres muestras diferentes, así como un recubrimiento de epoxi comercial de control se proporcionan a continuación en la Tabla 3.

Sistemas de recubrimiento	Adhesión Resistencia (6895,74 Pascal (psi))	Ciclos de desgaste/0,0254 mm (1 mil)	Índice de desgaste (pérdida de peso por ciclo en microgramos)
Recubrimiento que contiene ceniza volante	1 241 055 (180)	360	154
Recubrimiento de epoxi de control	827 370 (120)	120	300

Tabla 3: Resultados de la prueba en el Ejemplo 4 en comparación con el epoxi de control.

Los resultados mostrados en la Tabla 3 demuestran que, en todos los sentidos, el recubrimiento de composición de fosfato inorgánico que comprende ceniza volante mostró un mejor rendimiento de abrasión y desgaste en comparación con el recubrimiento de epoxi de control. La resistencia de adhesión es aproximadamente 50 % más alta, y el rendimiento de abrasión es al menos el doble que el del recubrimiento de epoxi. Esto demuestra que el recubrimiento de composición de fosfato inorgánico que comprende recubrimientos de ceniza volante son superiores a los recubrimientos de epoxi comerciales.

Ejemplo 5. Composiciones de fosfato inorgánico que contienen carga de mullita

En este ejemplo, se preparó la misma composición que en el Ejemplo 4, con la excepción de que en lugar de ceniza volante, se usó mullita ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) en forma de polvo fino. La proporción de los dos componentes (fosfato ácido/hidróxido básico) fue la misma que en el Ejemplo 4 y las muestras se prepararon por pulverización sobre acero dulce y placas de abrasión. Los resultados de estas pruebas se proporcionan en la Tabla 4.

Sistemas de recubrimiento	Resistencia de adhesión (6895,74 Pascal (1 psi))	Ciclos de desgaste/0,0254 mm (1 mil)	Índice de desgaste (pérdida de peso por ciclo en microgramos)
Recubrimiento que contiene mullita	985 949,25 (143)	337	157
Recubrimiento de epoxi de control	827 370 (120)	120	300

Tabla 4: Resultados de la prueba en el recubrimiento del Ejemplo 5 en comparación con el epoxi de control

Como en el caso del Ejemplo 4, los resultados del Ejemplo 5 muestran que, en todos los sentidos, el recubrimiento de composición de fosfato inorgánico que comprende mullita también muestra características de rendimiento mejoradas en comparación con el recubrimiento de epoxi de control. La resistencia de adhesión del Ejemplo 5 es aproximadamente 20 % más alta y el rendimiento de abrasión es al menos el doble que el del recubrimiento de epoxi. Esto demuestra que los recubrimientos de ceniza volante no solo son viables, sino que son muy superiores a los recubrimientos comerciales.

Ejemplo 6. Composición de agregado/fosfato de potasio y magnesio para recubrimiento por pulverización sin desplazamiento de agregado

El primer componente (ácido) consistió en fosfato monopotásico (MKP) que tenía un pH de aproximadamente 4,2 cuando se midió en solución acuosa. También puede usarse el precursor fosfato de calcio. Se añadió polvo de MKP (tamiz US 200 de aproximadamente 74 micras de tamaño) y el pH de la solución se ajustó entre 3,2 y 3,5 por adición de 2,5 % en peso de ácido fosfórico (añadido como solución diluida al 50 %). Se añadió opcionalmente 0,5 % en peso de óxido cúprico para evitar el crecimiento de algas. La solución se ajustó con agua para producir una viscosidad de aproximadamente 10 Pascal segundo (10 000 centipoise). La densidad de este componente (componente A) era de aproximadamente 1,9 g/cm³.

El segundo componente (alcalino) se preparó de la siguiente manera: Una cantidad requerida de solución de salmuera de magnesio (Martin Marietta), como fuente de hidróxido de magnesio, se pesó en un mezclador. Se añadió polvo de $\text{Zr}(\text{OH})_4$ a la salmuera y se agitó durante 5 - 10 min hasta homogeneizar. A esta solución se añadió lentamente wollastonita que pasa por 44 micras (325 mesh) y se mezcló durante 10 - 15 min. Se añadió una cantidad adicional de agua para ajustar

la viscosidad a aproximadamente 20 000 a 25 000 centipoise. La densidad de este componente líquido era de 1,25 g/cm y se determinó que el tamaño promedio de partículas de las partículas en esta solución era de aproximadamente 5,6 micrómetros o menos. Por lo tanto, el segundo componente consistió en aproximadamente 69 % en peso de salmuera de magnesio (que proporciona aproximadamente 61 % en peso de $Mg(OH)_2$), el resto agua. La salmuera de $MgOH$ puede sustituirse con MgO , preferentemente MgO calcinado. Los siguientes son ejemplos de componentes precursores de fosfato con alta carga de sólidos, adecuados para el recubrimiento por pulverización, que pueden atomizarse para proporcionar recubrimientos de película delgada similares a pintura. Estos ejemplos usan sólidos de la Parte A (por ejemplo, MKP) y la Parte B (por ejemplo, MgO). Se prevén sustituciones de cualquiera de las partes como se describió anteriormente. La Tabla 5 resume las composiciones atomizables ilustrativas (Muestra 1 & 2).

		% de sólidos	Viscosidad Pascal segundo (cp)	Densidad (g/cc)	pH	Agente de suspensión % en peso
Muestra 1	Parte A	~73 %	~30+ (30 000+)	~2.2	3.3	0.15-1.5
	Parte B	~60 %	~25+ (25 000+)	~2.0	10.4	
Muestra 2	Parte A	~63-64 %	~14 (14 000)	~1.55	3.3	0.15-1.5
	Parte B	~54 %	~13 (13 000)	~1.5	10.4	

Tabla 5. Composiciones atomizables

Muestra 3: A una cantidad de agua, a la que se añade una cantidad requerida de ácido fosfórico al 85 %, se añade el precursor fosfato ácido (por ejemplo, fosfato monopotásico (MKP)) y se mezcla durante menos de un minuto, seguido de la adición del agente de suspensión (por ejemplo, goma xantana) con mezcla durante 10 minutos con una cuchilla de dispersión de alta cizalladura. La mezcla de agua y fosfato se volverá espesa y cambiará de color a opaco, después se añade la cantidad requerida de MKP a la suspensión. En las muestras anteriores (1 y 2) aproximadamente 1 a 60 % en peso de sílice recubierta con resina (agregados coloreados Estes obtenidos de la compañía Clifford Estes, Fairfield, NJ; tamaño de partícula entre aproximadamente 595- 210, micras (30-70 mesh) pueden distribuirse todas en una parte componente o distribuirse (de manera equitativa o no) en cualquiera de las partes componentes. El colorante agregado con un tamaño de 595 - 44 micras (30-325 mesh) a un % en peso de carga de sólidos de aproximadamente 1 a 60 también es útil en las formulaciones instantáneas. Preferentemente, los agregados coloreados Estes pueden añadirse a la Parte A a un nivel de aproximadamente 0-30 % en peso de sólidos o más. En al menos un ejemplo, se usó 6 % en peso de agregados coloreados Estes en la Muestra 2 anterior y proporcionó un color y apariencia excelentes en el recubrimiento final. También se ha observado que puede emplearse arena de arte coloreada o arena y agregado coloreados naturalmente con resultados similares. En las muestras anteriores, se usó aproximadamente 0,2 % en peso de goma xantana como agente de suspensión, (se usó aproximadamente 0,05 % en peso en la Parte B). Los dos componentes se combinaron en la relación en volumen de 1:1 para la pulverización con el uso de un sistema de pulverización plural que tiene una bomba peristáltica. Se pueden obtener resultados similares con el uso de bombas de pistón de alta presión (pulverización sin aire) que proporcionan alta presión para atomizar. Alternativamente, puede usarse una bomba multicanal, una bomba de pistón plural, una extrusora de descarga de pistón, una pistola de calafateo de dos componentes o una bomba de cavidad progresiva con mezcla estática y asistencia de aire para atomización. Los dos cartuchos del sistema de pulverización se llenaron por separado con los dos componentes. La pistola de pulverización consistió en un tubo de mezcla, en el que los dos componentes podían mezclarse antes de la pulverización. La composición se pulverizó sobre diferentes sustratos, por ejemplo, paneles de acero, madera, cartón madera, aluminio, hormigón, acero dulce Taber. El grosor del recubrimiento era de aproximadamente 0,127 mm (5 mil) y tenía un color perceptible del colorante agregado. Se pueden obtener recubrimientos de hasta aproximadamente 0,508 mm (20 mil) con el uso del método divulgado en la presente descripción. Se permitió el curado de los recubrimientos en condiciones ambientales y dio como resultado recubrimientos excelentes con características de cemento de fosfato. Por el contrario, la pintura pulverizada común requirió una capa delgada (<0,0508 mm (<2 mils)) para evitar corrimientos o hundimientos que no retengan cantidades similares de agregado de cualquier tamaño. Por lo tanto, en un aspecto, otros recubrimientos no cerámicos de

fraguado/curado rápido pueden emplear tales agregados siempre que el grosor del recubrimiento sea de al menos 0,508 mm (20 mil) para proporcionar cierta seguridad mecánica del agregado.

- 5 Por otra parte, a diferencia de la pintura común que tarda mucho en secarse lo que permite que el agregado migre desde su sitio de aplicación inicial y/o se desprenda antes de que pueda retenerse "mecánicamente" en su lugar, la composición de pulverización cerámica de fosfato instantánea fragua rápidamente y retiene el agregado en su lugar mecánicamente al menos lo suficiente como para pulverizarlo sobre superficies verticales y superficies superiores sin que el agregado migre o se desprenda.
- 10 En un aspecto, la composición de pulverización cerámica de fosfato instantánea con agregado de sílice recubierto con resina no se une sustancialmente al recubrimiento de resina del agregado, lo que mejora así la estética del recubrimiento, por ejemplo, al no recubrir o cubrir partes del recubrimiento de resina, para permitir así que el color del agregado se visualice en mayor medida. Esto se ve reforzado por la apariencia naturalmente semitranslúcida de una cerámica de fosfato sin pigmentos que da como resultado una apariencia de color más vibrante.
- 15 En otro aspecto, el recubrimiento de pulverización cerámica de fosfato instantáneo puede comprender otro agregado para añadir textura. En otro aspecto, el recubrimiento de pulverización cerámica de fosfato instantáneo puede comprender agregado natural no coloreado (por ejemplo, arena, talco, etcétera) para proporcionar un acabado natural, por ejemplo, un acabado tipo yeso de arena en un solo color.
- 20 En otro aspecto, la composición de pulverización cerámica de fosfato instantánea se usa como una capa de imprimación para un sustrato, por ejemplo, una superficie metálica, y posteriormente se recubre con un recubrimiento polimérico tal como un recubrimiento acrílico o de uretano. La superficie metálica puede ser un vehículo de transporte, por ejemplo, un bastidor. Si se desea, se puede añadir óxido de aluminio a uno o ambos del primer y segundo componentes en una
- 25 cantidad suficiente para aumentar la dureza de la cerámica de fosfato resultante.
- Si bien la composición cerámica de fosfato y agregado anterior se divulga como útil para un sistema de pulverización, la misma composición texturizada y/o colorante es adecuada para la aplicación mediante métodos de recubrimiento sin pulverización, tales como con llana, etcétera.
- 30 Todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de reacción, etcétera, usados en la descripción se entenderán como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, y a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la presente descripción pueden ser aproximaciones que pueden variar en dependencia de las propiedades deseadas que se busca obtener.
- 35

REIVINDICACIONES

1. Una composición de pulverización cerámica de fosfato atomizable que comprende
 - un primer componente que comprende una suspensión acuosa de un fosfato ácido de fórmula química $A^m(H_2PO_4)_m \cdot nH_2O$, donde A es ion hidrógeno, catión amonio, catión metálico o mezclas de los mismos; donde $m = 1-3$ y $n = 0-6$; la suspensión del primer componente ajustada a un pH de 2 a 5;
 - un segundo componente que comprende una suspensión acuosa de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por $B^{2m}O_m$, $B(OH)_{2m}$, o mezclas de los mismos, donde B es un elemento de valencia de 2m ($m = 1, 1,5$ o 2) la suspensión del segundo componente ajustada a un pH de entre 9-14; y
 - un modificador reológico/agente de suspensión en una cantidad que proporciona enrarecimiento de cizalladura del primer componente o del segundo componente, el modificador reológico/agente de suspensión suspende un alto contenido de sólidos del primer componente de 63 a 75 por ciento en peso o del segundo componente desde 54 hasta 75 por ciento en peso para la atomización, en donde el primer componente y el segundo componente con alto contenido de sólidos comprenden partículas finas con un área superficial mínima promedio mayor que $5 \text{ m}^2/\text{g}$; y
 - opcionalmente, un material agregado presente en una cantidad en al menos uno del primer y el segundo componente capaz de impartir un color y/o textura observables.
2. La composición de pulverización cerámica de fosfato de la reivindicación 1, en donde el segundo componente es al menos uno de hidróxido de magnesio e hidróxido de calcio, y agua y/o en donde el primer componente comprende 2 a 10 % en peso de ácido fosfórico, agua y al menos uno de fosfato monopotásico y fosfato monocálcico.
3. La composición de pulverización cerámica de fosfato de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde el modificador reológico/agente de suspensión es al menos uno de goma guar, goma diutan, goma welan y goma xantana.
4. La composición de pulverización cerámica de fosfato de la reivindicación 3, en donde el agregado está presente en una cantidad de al menos 1 % en peso a 60 % en peso, en donde el agregado es al menos uno de una sílice recubierta con resina y un agregado mineral coloreado naturalmente, en donde el agregado tiene un tamaño promedio de partículas de al menos 841 micras (20 mesh) y, después de la aplicación de un recubrimiento de menos de 0,508 mm (20 mil), retiene sustancialmente el agregado en el recubrimiento sobre una superficie vertical o una superficie superior.
5. Un método para atomizar una cerámica de fosfato, el método comprende
 - proporcionar (i) un primer componente que comprende una suspensión acuosa de un fosfato ácido de fórmula química $A^m(H_2PO_4)_m \cdot nH_2O$, donde A es ion hidrógeno, catión amonio, catión metálico o mezclas de los mismos; donde $m = 1-3$ y $n = 0-6$; la suspensión del primer componente se ajusta a un pH de 2 a 5; (ii) un segundo componente que comprende una suspensión acuosa de un óxido alcalino o un hidróxido alcalino representado por $B^{2m}O_m$, $B(OH)_{2m}$, o mezclas de los mismos, donde B es un elemento de valencia 2m ($m = 1, 1,5$ o 2) la suspensión del segundo componente ajustada a un pH de entre 9-14; en donde el segundo componente se encuentra separado del primer componente antes de la atomización, y en donde el primer componente y el segundo componente con alto contenido de sólidos comprenden partículas finas con un área superficial mínima promedio mayor que $5 \text{ m}^2/\text{g}$; (iii) un modificador reológico/agente de suspensión en una cantidad que proporciona enrarecimiento de cizalladura del primer componente o del segundo componente antes de salir del dispositivo dispensador y que suspende además un alto contenido de sólidos del primer componente desde 63 hasta 75 por ciento en peso o del segundo componente desde 54 hasta 75 por ciento en peso lo que da como resultado una disminución en la viscosidad del mismo para la atomización; (iv) opcionalmente, un material agregado presente en una cantidad en al menos uno del primer y el segundo componente capaz de impartir un color y/o textura observables;
 - provocar enrarecimiento de cizalladura del primer y/o el segundo componente antes de salir del dispositivo dispensador; y atomizar el primer componente y el segundo componente.
6. El método de la reivindicación 5, en donde la etapa de atomización comprende impulsar el primer componente y el segundo componente a través de un orificio de atomización con el uso de al menos una de una bomba multicanal, una bomba de pistón plural, una bomba peristáltica, una extrusora de descarga de pistón y una bomba de cavidad progresiva y/o en donde la etapa de atomización comprende además un mezclador configurado para mezclar el primer componente, el segundo componente y el agregado.

7. El método de la reivindicación 5, en donde la etapa de atomización comprende dispensar simultáneamente el primer y segundo componentes.
- 5 8. El método de la reivindicación 5, en donde el modificador reológico/agente de suspensión es al menos uno de goma guar, goma diutan, goma welan y goma xantana.
- 10 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en donde el agregado está presente en una cantidad de al menos 1 % en peso a 60 % en peso, en donde el agregado tiene un tamaño promedio de partículas de 841 micras (20 mesh) a 37 micras (400 mesh) y en donde el agregado es al menos uno de un colorante agregado que comprende un agregado mineral coloreado naturalmente y un colorante agregado que comprende sílice recubierta con resina.
10. Un producto recubierto por el método de cualquiera de las reivindicaciones 5-9.

15

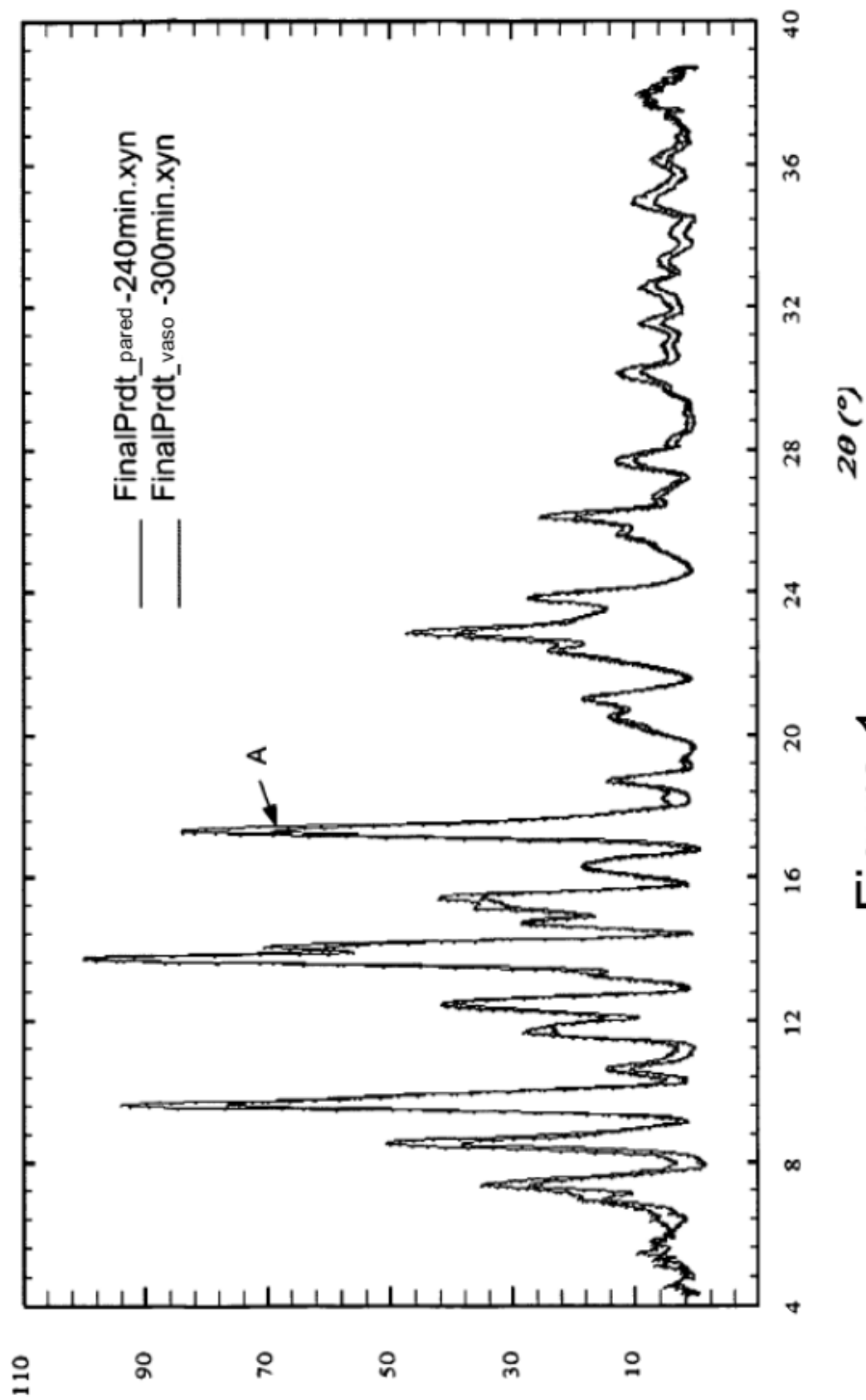


Figura 1

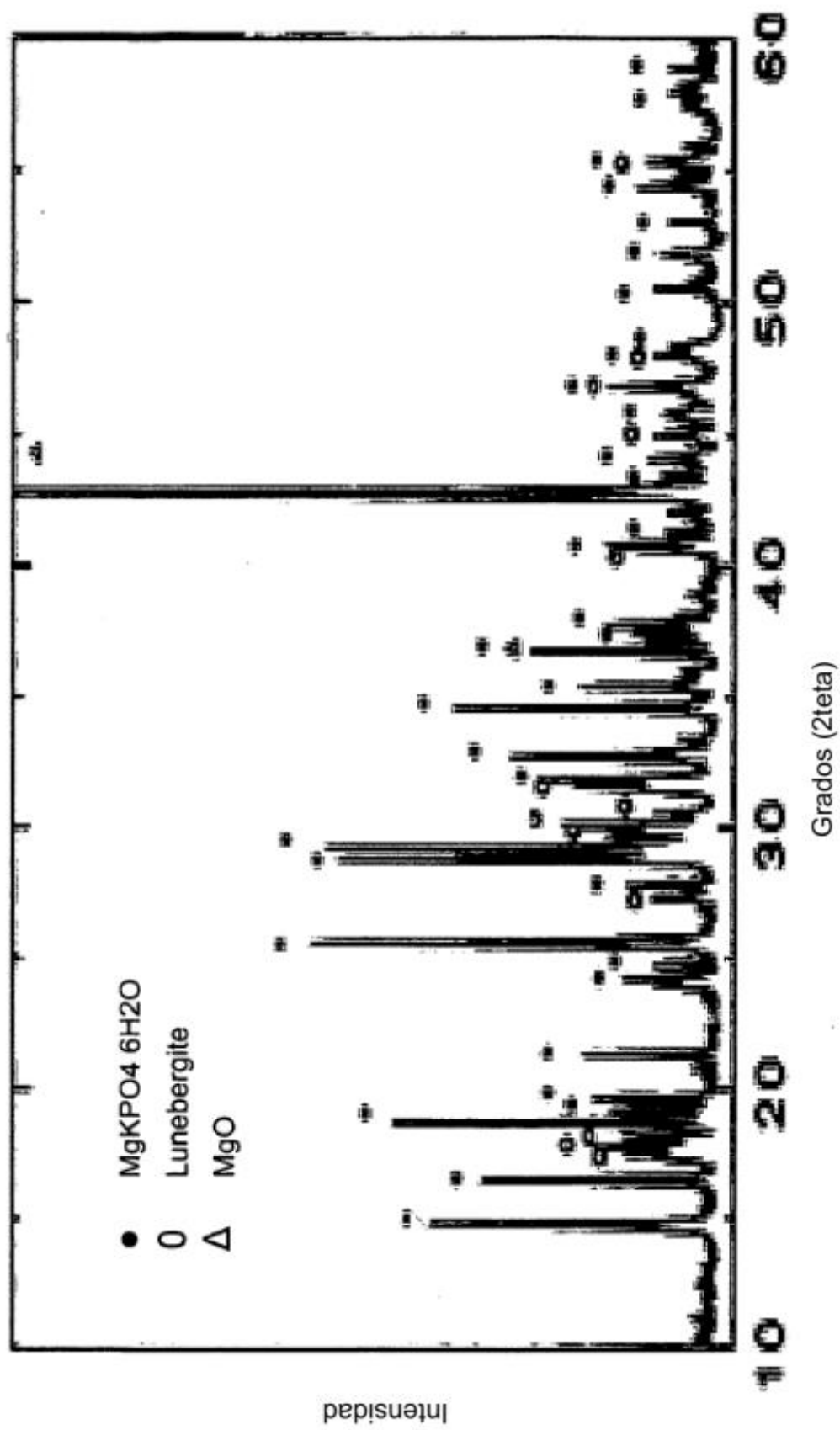


Figura 2

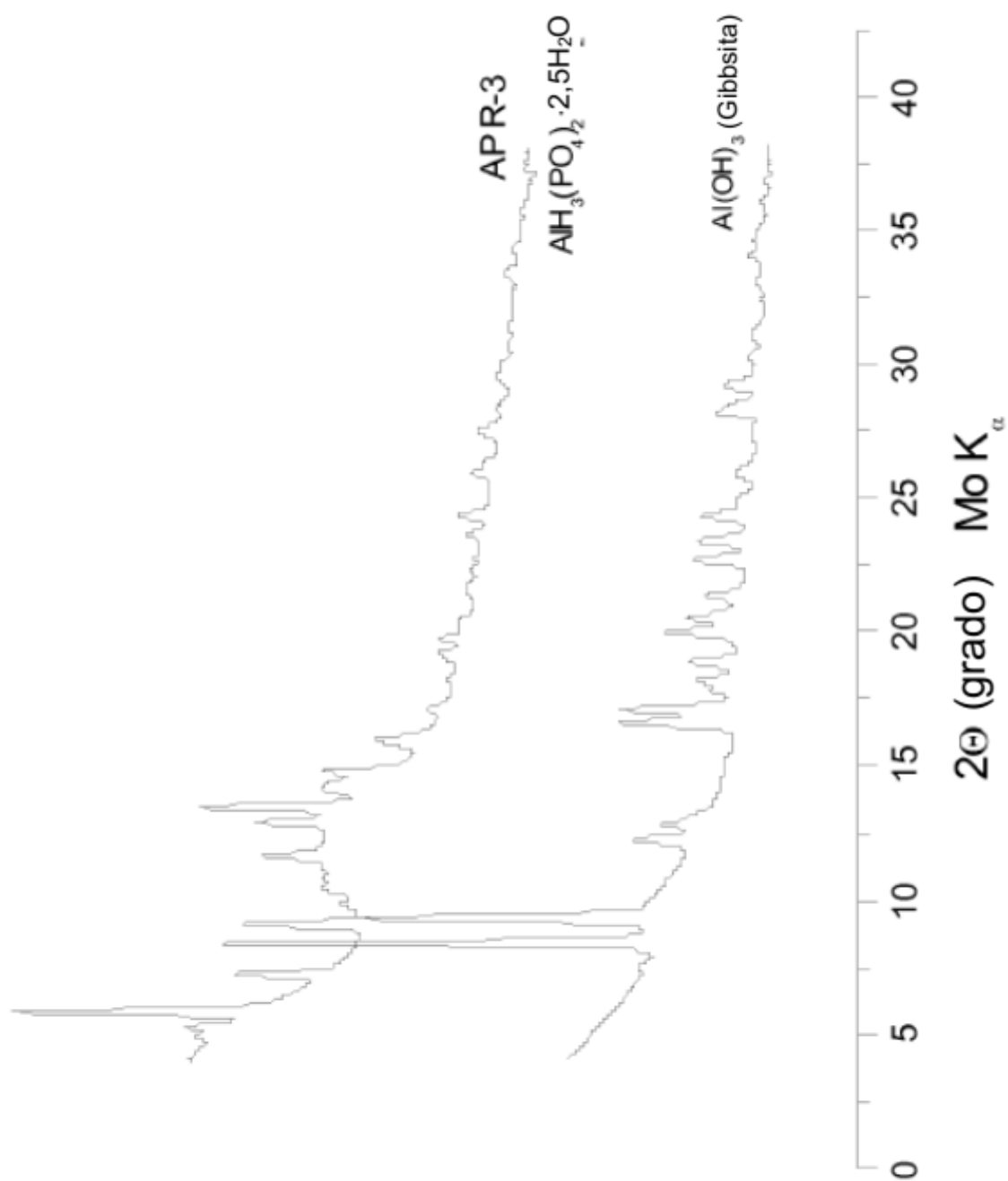


Figura 3



Figura 4



Figura 7

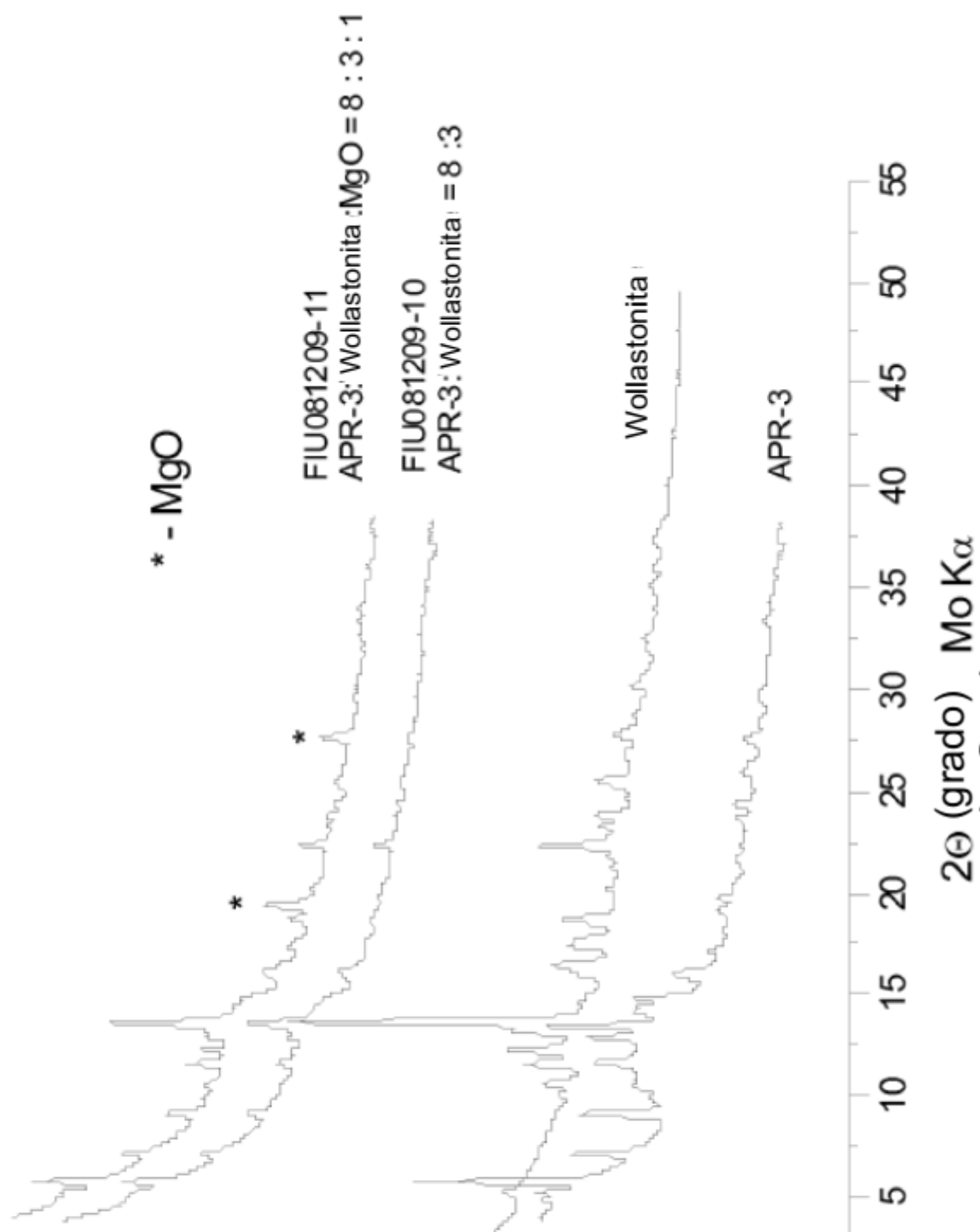


Figura 5

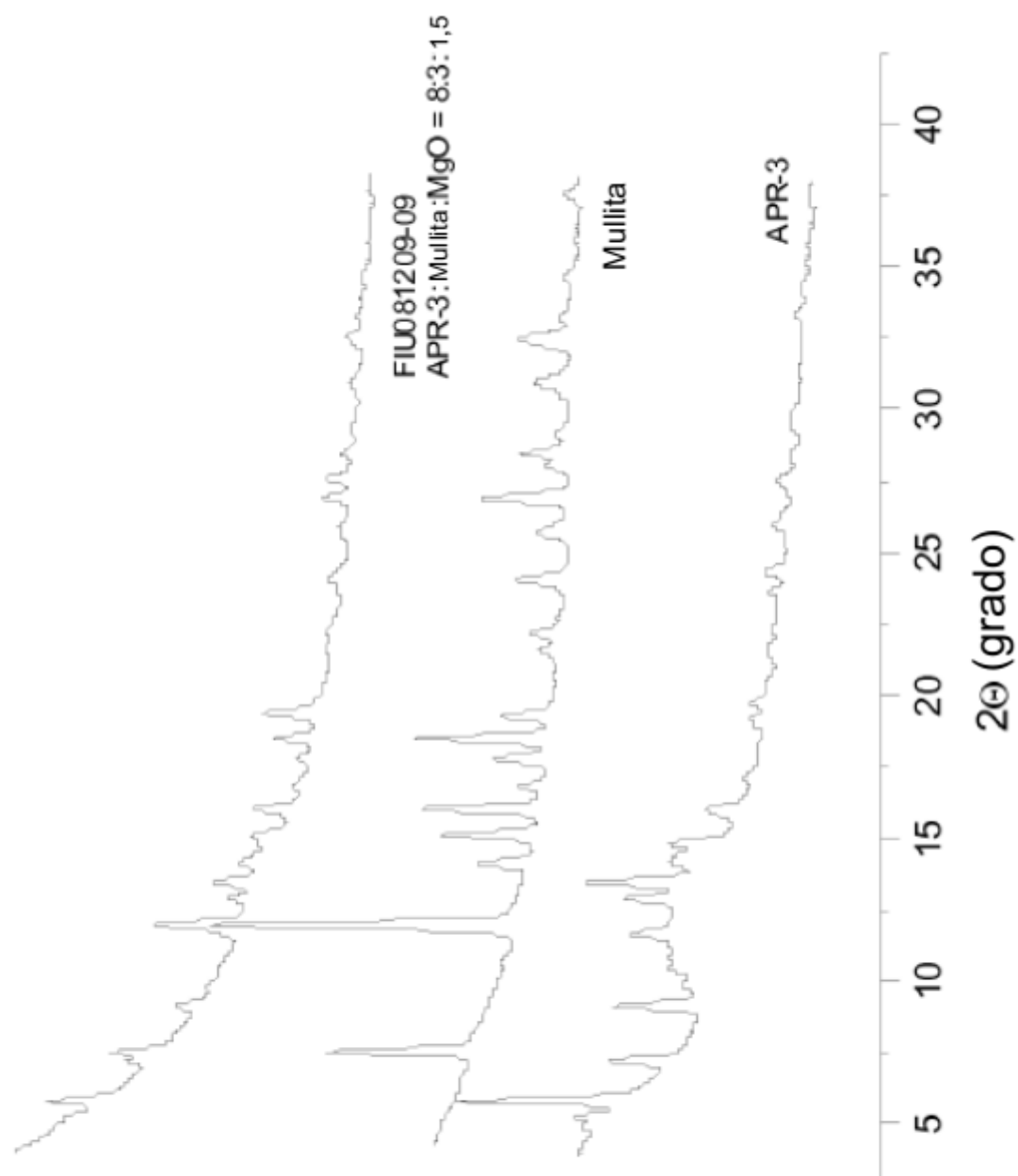


Figura 6