

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 423**

51 Int. Cl.:

C04B 22/00 (2006.01)

C04B 24/04 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 24/00 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2007 E 07848831 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **15.07.2009 EP 2077979**

54 Título: **Aditivos y procedimientos para reducir cromo hexavalente en cemento**

30 Prioridad:

02.11.2006 EP 06022808

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

12.02.2013

73 Titular/es:

**MAPEI S.P.A. (100.0%)
VIA CAFIERO 22
20158 MILANO, IT**

72 Inventor/es:

**MAGISTRI, MATTEO;
D'ARCANGELO, POTITO y
SQUINZI, MARCO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 395 423 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

Aditivos y procedimientos para reducir cromo hexavalente en cemento

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un procedimiento para reducir cromo hexavalente liberado en solución de agua a partir de cemento. Este procedimiento consiste en el uso de compuestos de antimonio (II) seleccionados añadidos directamente a cemento antes, durante o después de molienda. La eficacia del procedimiento se encuentra en el hecho de que el antimonio (III) es un agente reductor fuerte en solución alcalina y puede reducir de forma efectiva cromo (VI) al cromo (III) menos tóxico y menos soluble. Los compuestos de antimonio (III) pueden estar bien en forma de polvo o bien en forma de una formulación aditiva en forma líquida que comprende una sal de antimonio (III),
10 opcionalmente un agente quelante y/o un antioxidante, un aceptor de oxígeno o mezcla de los mismos, y/u opcionalmente una ayuda de molienda del cemento, un mejorador de actuación del cemento, o mezcla de los mismos. Los compuestos de antimonio (III) se pueden dispersar también en forma de partículas sólidas en un vehículo líquido.

Antecedentes de la invención

15 La materia prima para elaboración de clínker de cemento puede contener cromo. Debido a las condiciones altamente oxidantes y alcalinas del horno, durante la producción de clínker este se convierte parcialmente en cromo hexavalente tóxico. Como un resultado, los clínkers y cementos de Portland obtenidos por molienda de clínker contienen cromatos solubles (usualmente en el intervalo de 1 - 100 ppm o mg/kg, mientras que el cromo total puede alcanzar las 500 ppm) que se liberan cuando el cemento entra en contacto con agua y se comunica que causan irritación de la piel (dermatitis de contacto alérgica). Esta es la razón por la que la Comunidad Europea ha introducido recientemente la obligación (Directiva 2003/53/EC) para mantener el nivel de cromatos solubles por debajo de 2 ppm (mg/kg) [véase por ejemplo http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2003/l_178/l_17820030717en00240027.pdf].

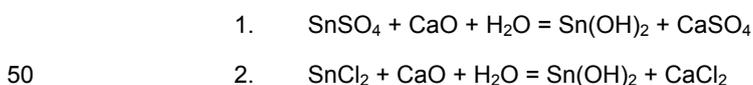
20 Se han descrito varios agentes reductores: véanse por ejemplo documentos WO 2006061127, EP 1559694, EP 1533287, WO 2005090258, US 2005072339, WO 2005076858, EP 1505045, EP 960865, EP 697380, DE 10014468, FR 2858612, AU 647118, JP 2002274907, JP 11092193, CN 1299788.

25 La eliminación de cromo hexavalente soluble se obtiene principalmente actualmente con el uso de sulfato de hierro (II) o sulfato o cloruro de estaño (II) (bien en polvo o en forma de aditivo líquido) añadido durante la molienda o el almacenaje de cemento. El Cr (VI) se reduce electroquímicamente a Cr (III) que es menos tóxico y tiende de todas formas a precipitar en las condiciones alcalinas encontradas comúnmente durante la hidratación de cemento.

30 El uso de sales de hierro (II) no es sin embargo eficiente, debido al hecho de que se oxidan fácilmente a hierro (III) después de contactar con aire y humedad, particularmente a temperatura alta (por encima de 60 °C). La cantidad requerida de hierro (II) necesaria para la reducción de cromo hexavalente es después usualmente varias veces más alta que la estequiométrica, y después de un contacto prolongado con aire (por ejemplo durante almacenaje) el efecto reductor se pierde. Por la misma razón, el uso de compuestos de hierro (II) en solución de agua no es útil. El hierro (III) producido a partir de oxidación de hierro (II) también se comunica que causa manchas en la superficie de cemento y el sulfato de hierro (II) a altas dosificaciones puede causar un tiempo de fraguado prolongado en sistemas cementicios.

35 El uso de sales estannosas permite obtener mejores actuaciones: las dosificaciones están cerca de las estequiométricas y el efecto reductor es más alto y duradero en comparación con hierro (II). Los productos de oxidación de estaño (II) no causan manchas en la superficie de hormigón. Las propiedades reductoras de estaño (II) en condiciones alcalinas están basadas en la formación de hidróxido estannoso Sn(OH)₂ que tiene un potencial redox de E = -0,96 voltios a pH = 13 [Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press, 83ª edición, 2002-2003]. Tan pronto como el cemento se mezcla con agua, el pH sube y el estaño (II) llega a ser un agente reductor fuerte que elimina inmediatamente cromatos solubles.

40 Si la formación de hidróxido estannoso tiene lugar cuando el cromo hexavalente no está aún disponible para reducción (por ejemplo durante molienda o almacenamiento de cemento o en general antes de mezclar cemento con agua), el estaño (II) se oxida por aire debido a su bajo potencial redox. Incluso en ausencia de aire, el hidróxido de estaño tiende a dismutarse a estaño (0) y estaño (IV), desactivándose [A. Araneo, Chimica analitica qualitativa, CEA, 3ª edición]. Las sales estannosas tienen propiedades ácidas y en presencia de trazas de agua pueden reaccionar también con la cal muy alcalina dando hidróxido estannoso, de acuerdo con las siguientes reacciones:



Esta es la razón por la que las sales estannosas no son rentables cuando se usan en molienda de clínker con cantidad alta de cal libre: se puede formar hidróxido estannoso y oxidarse rápidamente a estaño (IV) y la cantidad de estaño (II) debe incrementarse con el fin de obtener la eliminación de cromatos solubles [véase para detalles: "Stannous sulphate: research study" en World Cement, edición de febrero de 2.007].

La tendencia a reaccionar con CaO en presencia de agua sería más alta para sulfato estannoso, gracias a la formación del sulfato de calcio pobremente soluble que desplaza la reacción 1. Esta es probablemente la razón por la que el sulfato estannoso es menos efectivo en solución (eso significa presencia de agua), según se comunica en el documento 2005/0166801 A1 y en el ejemplo de la presente patente. En el caso de un clínker con un contenido alto en cal libre los resultados obtenidos bien con cloruro estannoso o bien con sulfato estannoso no son completamente satisfactorios (véase tabla). En particular la solución de sulfato de estaño (II) es menos eficiente que la solución de cloruro de estaño (II).

En los documentos JP2003292351, EP1439154A1 y JP2004051424 se revela una mezcla de cemento capaz de eliminar cromo hexavalente. Dicha mezcla de cemento comprende básicamente una escoria de altos hornos enfriada lentamente y la eliminación de cromo hexavalente se obtiene por reducción electroquímica (el agente reductor es un compuesto de azufre en forma no sulfúrica o no de sulfato) o suprimiendo la elución de cromatos solubles (usando agentes inmovilizadores de metales pesados peligrosos convencionalmente conocidos tales como bentonitas, zeolitas o antimoniatos). A pesar de que dichas mezclas son efectivas para usar en hormigón, el requerimiento de un contenido alto de escoria enfriada lentamente y las dosificaciones altas propuestas (más preferentemente desde 10 hasta 40 partes, en 100 partes de composición de cemento) lleva a la desventaja de que no se puede usar para reducción de cromo hexavalente en cementos comunes. De hecho, de acuerdo con estándares internacionales bien conocidos (véase por ejemplo el Estándar Europeo UNI EN 197-1: "Composition, specifications and conformity criteria for common cements") los cementos comunes no pueden contener tal tipo de escoria enfriada lentamente en la cantidad propuesta en las patentes citadas. En particular, las características de escoria de altos hornos enfriada lentamente no cumplen con los requisitos para la escoria de altos hornos usada comúnmente en cementos, como se describe en el documento EN 197-1.

En vista de las desventajas de los agentes reductores o inmovilizadores conocidos, existe una necesidad de un reductor de cromo hexavalente novedoso, que se pueda usar en molienda de cemento especialmente (pero no limitado a) en el caso de un clínker con un contenido alto de cal libre.

Sumario de la invención

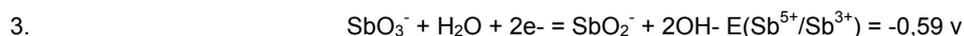
La invención proporciona un procedimiento para reducir cromo hexavalente en cemento común que comprende la adición a dicho cemento de compuestos de antimonio (III) según se definen en las reivindicaciones. En una realización adicional, la invención proporciona un aditivo de cemento común que comprende una mezcla de compuesto de antimonio (III) con vehículos y/o coadyuvantes adecuados, para usar en la reducción de cromo hexavalente en cemento común.

En aún una reivindicación adicional, la invención también se refiere a una composición de cemento común obtenible por dicho procedimiento y sustancialmente libre de cromo hexavalente.

Descripción detallada de la invención

Se ha encontrado que las desventajas de la técnica anterior pueden superarse usando compuestos de antimonio (III) seleccionados de óxido de antimonio (III), sales inorgánicas, compuestos de coordinación (por ejemplo quelato de antimonio (III) con un ligando), compuestos organometálicos de antimonio (III) o una mezcla de los mismos, siempre que el compuesto de antimonio no sea tartrato de antimonio (III) y potasio. Cada compuesto de antimonio (III) se puede añadir a cemento en forma de polvo y/o en forma de aditivo líquido, por ejemplo solubilizado, dispersado y/o suspendido en agua o en un disolvente orgánico.

Se ha encontrado de hecho que el antimonio (III) es un agente reductor en condiciones alcalinas, como se demuestra por el potencial redox para la reacción siguiente [Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press, 83ª edición, 2002-2003]:



Se ha encontrado que el antimonio (III) no está afectado por el contenido en CaO libre de clínker, como se comunica más adelante en el ejemplo. De hecho, el uso de compuestos de antimonio (III) para la reducción de cromo hexavalente en cemento es ventajoso, especialmente en comparación con las sales de hierro o estannosas usadas hasta ahora. Con referencia a los documentos JP2003292351A, EP1439154A1 y JP2004051424A, el uso de compuestos de antimonio (III) como agente reductor es tanto innovador (debido a que en los documentos citados la eliminación de cromo hexavalente se obtiene claramente haciendo uso de las propiedades reductoras de azufre, o por inmovilización física en bentonitas, zeolitas o antimoniatos, sin ninguna referencia a las propiedades redox de compuestos de antimonio (III)) como ventajoso (gracias a la ausencia de escoria enfriada lentamente, la presente invención se puede usar sin ninguna limitación en cementos comunes).

El procedimiento de la invención comprende así la introducción en un cemento antes, durante o después de la molienda de clínker y yeso y/u otros aditivos (por ejemplo en un molino de bolas o de rodillos), de un compuesto de antimonio (III), en una de las formas siguientes, o en una mezcla de las mismas:

- óxido de antimonio (III) y/o una sal inorgánica de antimonio (III);

- un quelato de antimonio (III) con un ligando inorgánico u orgánico;
- un compuesto organometálico de antimonio (III).

5 Alternativamente, el procedimiento de la invención comprende la introducción en un cemento, antes, durante o después de molienda de clínker y yeso y otros aditivos (por ejemplo en un molino de bolas o de rodillos), de un aditivo líquido que comprende un compuesto de antimonio (III), en una de las formas comunicadas anteriormente, o una mezcla de las mismas. El aditivo líquido puede contener otros componentes tales como antioxidantes y/o aceptores de oxígeno, opcionalmente con una ayuda de molienda y/o con un potenciador de actuación de cemento. El vehículo líquido del aditivo es agua o un disolvente orgánico (por ejemplo etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcoholes) o mezclas de los mismos.

10 La introducción en el cemento se puede llevar a cabo antes, durante o después de la molienda de clínker y yeso y/u otros aditivos (por ejemplo en un molino de bolas o de rodillos), de una suspensión o dispersión de partículas sólidas en un vehículo líquido. Las partículas sólidas pueden ser uno de los compuestos de antimonio comunicados anteriormente, o una mezcla de los mismos. La dispersión o suspensión comprende usualmente un agente modificador de la viscosidad y puede comprender antioxidantes, aceptores de oxígeno, ayudas de molienda y/o
15 potenciadores de actuación de cemento o mezclas de los mismos. El vehículo líquido de la suspensión es agua o un disolvente orgánico (por ejemplo etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcoholes) o mezclas de los mismos.

El compuesto de antimonio (III) se selecciona de:

- óxido de antimonio;
- 20 - una sal inorgánica de antimonio (III), preferentemente cloruro, fluoruro, carbonato, sulfato, hidróxido, bromuro, yoduro, acetato, fosfato;
- un compuesto de quelato de antimonio (III), donde la quelación se puede obtener con un ligando inorgánico u orgánico tal como, pero no limitado a, fluoruro, cloruro, carbonato, tartrato, oxalato, citrato, lactato, glicolato, acetato, sales de ácido etilendiaminotetraacético, etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcanolaminas, con la exclusión de tartrato de antimonio (III) y potasio;
- 25 - un compuesto organometálico de antimonio (III).

El compuesto de antimonio (III) se añade al cemento con el fin de tener una cantidad de antimonio del 0,0008 % al 0,08 % por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida. El porcentaje se expresa como masa de antimonio sobre masa de cemento. Por ejemplo, si el compuesto de antimonio (III) usado es tartrato potásico de antimonio $Sb_2K_2C_8H_4O_{12} \cdot 3H_2O$ (un
30 compuesto de quelato de antimonio donde el ligando es el tartrato y el antimonio es el 36,5 % de la masa total), este se puede añadir al cemento con el fin de tener una cantidad del 0,0022 % al 0,22 % por cada ppm de Cr(VI) a ser reducida.

El compuesto de antimonio (III) puede solubilizarse en un vehículo líquido. La cantidad de compuesto de antimonio (III) puede ser del 1 al 95 % (dependiendo de su solubilidad en el vehículo líquido) en peso total del aditivo líquido. El aditivo líquido se añade a cemento con el fin de tener una cantidad de antimonio del 0,0008 % al 0,08 % por cada ppm
35 de Cr (VI) a ser reducida. El porcentaje se expresa en masa de antimonio sobre masa de cemento. Por ejemplo, si el aditivo líquido es una solución acuosa al 10 % (en el peso total del aditivo líquido) de citrato de antimonio (III) y sodio $Na[Sb(C_6H_6O_7)_2]$, este puede añadirse al cemento con el fin de tener una cantidad del 0,035 % al 3,5 % por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida. El vehículo líquido es preferentemente agua o un disolvente orgánico (por ejemplo etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcoholes) o mezclas de los mismos. En comparación con la forma en polvo,
40 el uso de un vehículo líquido puede ser ventajoso en términos de salud y seguridad ambientales, eliminando los riesgos de inhalación.

La invención también proporciona una oxidación posible de antimonio (III). Esta es la razón por la que el aditivo líquido mencionado anteriormente puede contener, conjuntamente con el compuesto de antimonio (III), otros componentes
45 tales como un antioxidante o aceptores de oxígeno. El término "antioxidante" hace referencia a composiciones, materiales o compuestos que disminuyen la velocidad de oxidación o reducen de otra manera los efectos indeseables de oxidación sobre el agente reductor Cr (IV) descrito en el presente documento.

Se pueden emplear varios antioxidantes de acuerdo con la invención. Estos incluyen pero no están limitados a:

- 2,6-di(t-butil)-4-metilfenol (BHT);
- 2,2'-metilen-bis(6-t-butil-p-cresol);
- 50 - trifenilfosfito;
- tris-(nonilfenil)fosfato;

- dilauriltiodipropionato;
- dióxido de azufre;
- butirofenona;
- hidroxianisol butilado.

5 El término "aceptor de oxígeno" se refiere a composiciones, materiales o compuestos que pueden eliminar oxígeno, por ejemplo reaccionando o combinándose con oxígeno atrapado, o catalizando una reacción de oxidación que proporciona productos inocuos.

Se pueden emplear varios antioxidantes en la presente invención. Estos incluyen pero no están limitados a:

- 10 - Compuestos que contienen un hidrocarburo insaturado etilénicamente: polímero de dieno tal como poliisopreno, polibutadieno y copolímeros de los mismos (estireno-butadieno);
- Un compuesto fenólico o sal o derivado del mismo: hidroquinona, pirocatecol y derivados de los mismos;
- Hidroxilamina o hidrazina o derivado de las mismas;
- Ácido sulfuroso o derivado salino del mismo: sulfito, bisulfito y tiosulfato;
- Un complejo de metal de transición.

15 Cuando el aditivo está en forma líquida, puede contener opcionalmente otros componentes tales como ayudas de molienda o potenciadores de actuación de cemento o mezclas de los mismos.

El aditivo puede estar en forma de una suspensión de partículas sólidas en un vehículo líquido. Las partículas sólidas pueden ser uno de los compuestos de antimonio comunicados anteriormente, o mezclas de los mismos. Una dispersión sólida permite obtener un incremento de la fase acuosa en caso de compuestos de antimonio (III) 20 pobremente solubles en el vehículo líquido. En comparación con la forma en polvo, el uso de un vehículo líquido permite lograr grandes ventajas en términos de salud y seguridad ambientales, eliminando los riesgos de inhalación humana. Esta suspensión puede añadirse a cemento con el fin de tener una cantidad de antimonio del 0,0008 % al 0,08 % por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida. El porcentaje se expresa en masa de antimonio sobre masa de cemento. Por ejemplo, si la suspensión se hace suspendiendo en agua partículas sólidas de tartrato de antimonio y potasio $Sb_2K_2C_8H_4O_{12} \cdot 3H_2O$ y si la cantidad de dicho antimonio (III) es del 36 % (en el peso total de la suspensión), la suspensión puede añadirse a cemento con el fin de tener una cantidad del 0,006 % al 0,61 % por cada ppm de Cr (VI) 25 a ser reducida. El vehículo líquido puede ser agua o un disolvente orgánico (por ejemplo etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcoholes) o una mezcla de los mismos.

Las suspensiones pueden contener opcionalmente un agente modificador de la viscosidad (VMA) tal como:

- 30 - polisacáridos de biopolímeros seleccionados del grupo constituido por goma welan, goma de diutan, goma xantana, rhamosan, gelán, dextrano, pullulan, curdlan y derivados de los mismos;
- gomas marinas seleccionadas del grupo constituido por algina, agar, carragenina y derivados de las mismas;
- exudados de plantas seleccionados del grupo constituido por goma garrofin, algalia, zaragatona, mezquite y derivados de los mismos;
- 35 - cauchos basados en almidón seleccionados del grupo constituido por éteres, ésteres y derivados de los mismos;
- espesantes asociativos seleccionados del grupo constituido por copolímero acrílico hinchable de base modificada hidrofóbicamente, copolímeros de uretano modificados hidrofóbicamente, espesantes asociativos basados en poliuretanos, celulosa (por ejemplo hidroxietilcelulosa, carboximetilhidroxietilcelulosa), poliacrilatos y poliéteres.

40 Otros ejemplos de vehículos para sales de antimonio (III) incluyen alcanolaminas, glicoles, alcoholes, gliceroles o mezclas de los mismos.

Por ejemplo, se hace una suspensión suspendiendo en agua partículas sólidas de óxido de antimonio (III) (Sb_2O_3). La viscosidad de agua se modifica usando un VMA basado en goma xantana. Si la cantidad de dicho compuesto de antimonio (III) es el 20 % (sobre el peso total de la suspensión), la suspensión se puede añadir a cemento con el fin de tener una cantidad del 0,0048 % al 0,48 % por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida.

45 Las suspensiones pueden contener opcionalmente, conjuntamente con el compuesto de antimonio (III), otros componentes tales como el antioxidante y/o las ayudas de molienda de aceptores de oxígeno o potenciadores de actuación de cemento anteriormente mencionados o mezclas de los mismos.

La invención está ilustrada en más detalle en el siguiente Ejemplo.

Ejemplo

Una composición de compuesto de antimonio (III) se formuló mezclando conjuntamente tartrato de antimonio (III) y potasio y un VMA basado en goma xantana. Ambos productos se dispersan en agua. Un aceptor de oxígeno fenólico permite disminuir la oxidación de antimonio (II).

5 Esta invención se comparó con diferentes clases de agentes reductores de cromo empleados comúnmente en las cementeras: polvo de sulfato de hierro (II), suspensión de sulfato de estaño (II), solución de sulfato de estaño (II) y solución de cloruro de estaño (II).

10 En este ensayo, un clínker con un contenido de cal libre alto (aproximadamente el 1,8 %) se molió con 5 % de yeso en un molino de bolas de laboratorio. Se llevaron a cabo cuatro moliendas de cemento: la primera sin ningún aditivo con el fin de comprobar el contenido de Cr (VI) del cemento, las otras añadiendo los tres agentes reductores de cromo. La cantidad de cromo hexavalente soluble se sometió a comprobación de acuerdo con el Procedimiento de Prueba Estándar Europeo PrEN 196-10 y se confirmó por cromatografía iónica [véase para detalles "Determination of soluble chromates in cement and cement based materials by ion chromatography", Zement Kalk Gips International, n.º: 7/2005, vol. 58, página 55].

15 Las dosificaciones usadas son las siguientes:

- suspensión al 36 % de tartrato de antimonio (III): 0,0065 % en base al peso de clínker por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida;
- suspensión al 50 % de SnSO₄: 0,003 % en base al peso de clínker por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida;
- solución al 50 % de SnCl₂: 0,003 % en base al peso de clínker por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida;
- 20 - solución al 20 % de SnSO₄: 0,0075 % en base al peso de clínker por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida;
- polvo de FeSO₄ · 7 H₂O: 0,0020 % en base al peso de clínker por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida.

Los resultados obtenidos por todos los aditivos se describen en la tabla.

Tabla: eficacia de compuestos de antimonio (III) y sales de estaño (II)/hierro (II) en clínker con alto contenido en cal libre (CaO = 1,8 %)

Aditivo de reducción de cromato	Forma	Contenido de fase activa (en %)	Dosificación (en %)	cantidad de Cr (VI) (ppm)
Ninguno	-	-	-	10,0
Compuesto de Sb (III)	Dispersión	36	0,065	0,1
Sulfato de Sn (II)	Dispersión	50	0,030	6,0
Cloruro de estaño (II)	Solución	50	0,030	7,3
Sulfato de Sn (II)	Solución	20	0,075	9,0
Sulfato de Fe (II)	Polvo	100	0,200	7,0

25

En presencia de un alto contenido de cal libre, puede observarse fácilmente que:

- los aditivos basados en sales de estaño (II) y de hierro (II) tienen actuaciones insatisfactorias;
- el aditivo basado en compuesto de antimonio (III) muestra los mejores resultados, reduciendo todo el Cr (VI).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para reducir cromo hexavalente en cemento común que comprende la adición, a dicho cemento común, de compuestos de antimonio (III) seleccionados de óxido de antimonio (III), una sal inorgánica de antimonio (III), un compuesto de quelato de antimonio (III), un compuesto organometálico de antimonio (III) como agentes reductores, siempre que el compuesto de antimonio (III) no sea tartrato de antimonio (III) y potasio.
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la sal inorgánica de antimonio (III) se selecciona de sal de cloruro, fluoruro, carbonato, sulfato, hidróxido, sulfito, tiosulfato, nitrato, nitrito, tiocianato, formiato, bromuro, yoduro, acetato, fosfato.
- 10 3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el compuesto de antimonio (III) es un quelato de antimonio (III) en el que se obtiene la quelación con un ligando inorgánico u orgánico seleccionado de fluoruro, cloruro, sulfuro, carbonato, hidróxido, tartrato, oxalato, citrato, lactato, glicolato, acetato, sales de ácido etilendiaminotetraacético, etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcanolaminas, ácidos policarboxílicos, ácidos hidroxicarboxílicos, aminoácidos o mezcla de los mismos.
- 15 4. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el compuesto de antimonio (III) se añade en forma líquida.
5. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el compuesto de antimonio (III) se añade en forma de polvo.
6. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el compuesto de antimonio (III) se añade en forma de suspensión de partículas sólidas en un vehículo líquido.
- 20 7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 en el que el compuesto de antimonio (III) se añade conjuntamente con un agente modificador de la viscosidad.
8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 en el que el vehículo líquido es agua o un disolvente orgánico seleccionado de etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, alcoholes, éteres, ésteres, aldehídos, cetonas, amidas, aminas, ácidos carboxílicos, hidrocarburos alifáticos o aromáticos, hidrocarburo halogenado, o mezclas de los mismos.
- 25 9. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el compuesto de antimonio (III) se añade antes, durante o después de moler clínker y yeso y/u otros aditivos.
10. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dichos compuestos de antimonio (III) se añaden a clínker de cemento en porcentajes con el fin de tener una cantidad de antimonio del 0,0008 % al 0,08 % en peso de cemento común por cada ppm de Cr (VI) a ser reducida.
- 30 11. Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dichos compuestos de antimonio (III) se añaden conjuntamente con antioxidantes, aceptores de radicales, ayudas de molienda, potenciadores de actuación de cemento o mezclas de los mismos.
- 35 12. Un aditivo de cemento común que comprende un compuesto de antimonio (III) seleccionado de óxido de antimonio (III), una sal inorgánica de antimonio (III), un compuesto de quelato de antimonio (III), un compuesto organometálico de antimonio (III) como agentes reductores en mezcla con vehículos y/o coadyuvantes adecuados, siempre que el compuesto de antimonio (III) no sea tartrato de antimonio (III) y potasio.
- 40 13. Un aditivo de cemento común de acuerdo con la reivindicación 12 en el que dichos compuestos de antimonio (III) se seleccionan de: óxido de antimonio (III), una sal inorgánica de antimonio (III), un compuesto de quelato de antimonio (III), un compuesto organometálico de antimonio (III).
14. Un aditivo de cemento común de acuerdo con la reivindicación 12 o 13 en forma líquida.
15. Un aditivo de cemento común de acuerdo con la reivindicación 13 en forma de suspensiones de partículas sólidas en un vehículo líquido opcionalmente en presencia de un agente modificador de la viscosidad.
- 45 16. Un aditivo de cemento común de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12-15 que comprende adicionalmente antioxidantes y/o aceptores de oxígeno, ayuda de molienda y/o potenciadores de actuación de cemento.
17. Un aditivo de cemento común de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-16 en el que el vehículo líquido es agua, etilenglicoles o propilenglicoles, glicerina, éteres de alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, amidas, aminas, ácidos carboxílicos, hidrocarburos alifáticos o aromáticos, hidrocarburo halogenado, o mezclas de los mismos.
- 50 18. Una composición de cemento común obtenible por los procedimientos de las reivindicaciones 1-11.