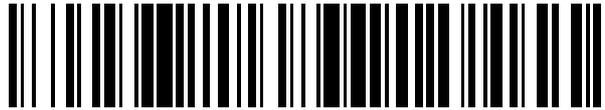


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 941**

51 Int. Cl.:

C04B 28/06 (2006.01)

C04B 28/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2011 PCT/GB2011/052417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2012 WO12076880**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2011 E 11811557 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2649023**

54 Título: **Método para aplicar una composición cementosa a una superficie**

30 Prioridad:

08.12.2010 US 963179
26.01.2011 GB 201101327

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

26.06.2018

73 Titular/es:

MINOVA INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)
Unit 19 Redbrook Business Park, Wilthorpe Road,
Barnsley
South Yorkshire S75 1JN, GB

72 Inventor/es:

MILLS, PETER SHELLEY;
ROBL, THOMAS L;
RATHBONE, ROBERT F y
JEWELL, ROBERT BENJAMIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 673 941 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para aplicar una composición cementosa a una superficie

5 La presente invención proporciona un método para aplicar una composición cementosa a una superficie.

Debido a las preocupaciones actuales sobre los ataques terroristas en las estructuras municipales, ha habido un deseo de resolver el problema de que los sistemas cementosos conocidos no tienen una resistencia de curado temprana suficientemente alta que sean adecuados para ser desplegados con un equipo de respuesta temprana para estabilizar rápidamente una explosión estructura dañada. Se necesita un sistema que proporcione la capacidad de estabilizar rápidamente una estructura como una pista de aterrizaje, un túnel, un puente y/o una presa que haya sufrido el impacto y/o haya sido dañada por explosivos antes de que falle catastróficamente.

15 En las aplicaciones de minería, existe el deseo de resolver el problema de cómo reducir el tiempo dedicado a la preparación de excavaciones, pozos o túneles para aumentar la productividad de un trabajador en dicha estructura sin poner en peligro su seguridad.

Se ha buscado una forma de mejorar estos problemas.

20 El documento WO/45379A1 desvela un método para la proyección de hormigón de una composición cementosa en la minería e industrias similares, en el que el tiempo de fraguado puede ajustarse modificando las proporciones de clínker de cemento tostado, yeso y cal. El documento US 2002/157576A1 desvela el recubrimiento de superficies de roca en una mina. El documento US 2002/161071A1 desvela la pulverización para formar un recubrimiento en una superficie, como las paredes de una mina. El documento US 2006/118006A1 desvela un aglutinante de etringita para morteros densos. Según la invención, se proporciona un método para aplicar una composición cementosa a una superficie, método que comprende insuflar una composición cementosa de gunita por una manguera o tubería a una boquilla donde se introduce agua para formar una mezcla y proyectar la mezcla usando un gas comprimido a la superficie, en la que la composición cementosa de gunita comprende un componente de cemento que comprende (i) un acelerante que es capaz de ayudar a la nucleación de la etringita y que es una sal de litio, (ii) una fuente de sulfato de calcio y (iii) un cemento formador de etringita y arena como agregado, en el que la relación en peso del componente de arena:cemento es de 2:1 a 6:1, en el que el cemento formador de etringita comprende $C_4A_3S^*$ o una mezcla de componentes de cemento que forman $C_4A_3S^*$ en uso; en la que C representa CaO, A representa Al_2O_3 y S^* representa SO_3 , en el que el cemento formador de etringita está presente en una cantidad del 20 % en peso al 80 % en peso basado en el contenido total de sólidos del componente de cemento, en la que cuando se mezcla con el agua, la composición alcanza una resistencia a la compresión no confinada mínima de 10,3 MPa (1500 psi) cuando se prueba de acuerdo con la norma ASTM C1140 y/o C1604 a los 15 minutos después de proyectarse en la superficie, y en la que se introduce agua para proporcionar un relación en peso de agua a cemento en peso de 0,25:1 a 0,8:1.

40 El término "hormigón proyectado" se refiere a una composición de cemento que contiene agua que se aplica pulverizándose en un lugar. En general, la composición de cemento que contiene agua se prepara y luego se bombea a una boquilla donde se introduce aire comprimido de una manera diseñada para proyectar la composición sobre un sustrato en el lugar. El término "gunita" se refiere a una composición de cemento seco que se aplica pulverizándose en un lugar. En general, la composición de cemento seco se vierte por una manguera o tubería a una boquilla donde se introduce agua y la mezcla empapada (o húmeda) se proyecta mediante aire comprimido sobre un sustrato en el lugar.

50 La gunita u hormigón proyectado es conocido en general por su uso para proporcionar soporte temporal en excavaciones abiertas, hundimiento de pozos y túneles. Por lo general, se rocían para sujetar la tierra expuesta hasta que se pueda instalar un soporte permanente. El soporte permanente puede estar en forma de recubrimientos segmentados de hormigón, soportes de acero, pernos de roca, espesor adicional de hormigón proyectado o gunita y combinaciones de uno o más de estos tipos de soporte u otras técnicas conocidas por los expertos en la materia.

55 En excavaciones abiertas, cuando se retira una plataforma elevadora y la tierra recién expuesta tiene un tiempo de parada limitado, primero se pulveriza hormigón proyectado o gunita sobre la estabilización y luego se instalan clavos u otros medios de soporte para su soporte permanente. En el hundimiento del pozo, como una ronda, se saca y antes de que se pueda instalar un anillo, a menudo se aplica un hormigón proyectado o un recubrimiento de gunita como soporte. En los túneles, la cara expuesta a menudo se rocía con hormigón proyectado o gunita hasta que se prepara la siguiente ronda para la voladura. Además, la superficie del túnel a menudo se rocía con hormigón proyectado o gunita hasta que se puedan instalar pernos de techo o anillos de acero o recubrimientos de hormigón. El hormigón proyectado y la gunita son materiales bien probados que se han utilizado con éxito durante muchos años para la estabilización temporal de las superficies rocosas.

65 El hormigón proyectado convencional o gunita se basa en cemento Portland con o sin aditivos. Las mezclas usadas en hormigón proyectado convencional o gunita pueden ser acelerantes, retardantes, agentes antirretorno y otros materiales conocidos por los expertos en la materia. El hormigón proyectado convencional o gunita puede fraguar en

solo unos minutos, pero son relativamente lentos para endurecerse y tardan 28 días en alcanzar la mayor parte de su resistencia. Incluso en un día solo poseerán una resistencia a la compresión no confinada de aproximadamente 10,3 MPa (1500 psi). Esto significa que hay una demora significativa después de que la gunita o el hormigón proyectado hayan sido rociados mientras se endurece hasta que sea seguro reanudar las actividades mineras en las cercanías del hormigón proyectado o gunita. Este retraso depende de lo que se considera una fuerza aceptable que necesita alcanzar el hormigón. Esto dependerá de las condiciones del sitio, pero es probable que sea un día o más. Este retraso retarda las operaciones mineras y limita las aplicaciones en las que se puede usar hormigón proyectado o gunita.

Se ha encontrado sorprendentemente que la composición utilizada en el método de la invención logra una resistencia a la compresión no confinada mínima de 10,3 MPa (1500 psi) cuando se analiza de acuerdo con la norma ASTM C1604, C39 y/o C1140 a los 15 minutos después de la colocación. En aplicaciones de minería o túneles, este breve tiempo de endurecimiento se consideraría instantáneo porque hay un período de tiempo corto pero limitado necesario para retirar el equipo de aspersión del sitio de aplicación y reintroducir las actividades de minería o túneles. Como la composición es de facto un recubrimiento estructural de curado instantáneo, tendrá aplicaciones fuera de la minería y la construcción de túneles. Una aplicación es la estabilización temporal de estructuras dañadas por terremotos, dispositivos explosivos no autorizados, etc. La composición se puede aplicar como recubrimiento a la estructura dañada de tal manera que la haga estable hasta que pueda efectuarse una reparación permanente o la estructura sea demolida de una manera controlada. La composición también se puede usar para formar un miembro de soporte estructural *in situ* pulverizando la gunita para formar un miembro de soporte tal como una viga o una pilastra.

El término "cemento formador de etringita" se refiere a un cemento que es capaz de formar etringita. El término "etringita" se refiere a un trisulfoaluminato de calcio que tiene 32 moléculas de agua de cristalización y que tiene la fórmula $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$. La etringita es producida por la hidratación de composiciones cementosas que contienen aluminato de calcio y sulfato de calcio. La Patente británica n.º 1506417 describe el uso de una composición que contiene cemento Portland, cemento aluminoso y sulfato de calcio. En la composición de la patente británica n.º 1506417, el cemento aluminoso es principalmente $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ y $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ junto con al menos el 15 % en peso de $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ y el sulfato de calcio puede ser cualquiera de las formas disponibles de sulfato de calcio, como un dihidrato, un hemihidrato o una anhidrita.

La etringita se puede formar mediante una composición cementosa que comprende el compuesto de Klein que es $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}^*$ en la que C representa CaO , A representa Al_2O_3 y S^* representa SO_3 . El cemento formador de etringita comprende $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}^*$ o una mezcla de componentes de cemento que forman $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}^*$ en uso.

En algunas realizaciones, el cemento formador de etringita puede ser un cemento comercializado como Qwix® (por Buzzi Unicem USA Inc.) como aditivo mineral para su uso con hormigón de cemento Portland. En el Ejemplo 1 se da un análisis de los ingredientes de Qwix®. Qwix® se considera un material cementoso hidráulico según la norma ASTM C219. Sorprendentemente, se ha encontrado que Qwix® es útil sin la presencia de cemento Portland.

El cemento formador de etringita está presente en una cantidad del 20 % en peso, por ejemplo del 30 % en peso, preferiblemente de 80 % en peso, por ejemplo, del 60 % en peso, por ejemplo, del 50 % en peso.

El término "fuente de sulfato de calcio" se refiere a cualquier fuente de sulfato de calcio que sea adecuada para formar una composición cementosa. Una persona experta en la materia podrá determinar una fuente adecuada de sulfato de calcio. Por ejemplo, una fuente de sulfato de calcio adecuada incluye beta anhidrita, yeso o hemihidrato; habitualmente, la beta anhidrita se usa opcionalmente en combinación con yeso y/o hemihidrato. En algunas realizaciones, la fuente de sulfato de calcio puede estar presente en una cantidad del 1 % en peso, preferiblemente del 2 % en peso, preferiblemente del 70 % en peso, preferiblemente del 60 % en peso, más preferiblemente del 50 % en peso.

El término "sulfoaluminato de calcio" se refiere a sulfoaluminato de calcio puro que tiene la fórmula $\text{C}_4\text{A}_3\text{S}^*$ en la que C y A son como se han definido anteriormente y S^* representa SO_3 . Esto a veces se conoce como compuesto de Klein y también se puede escribir como $3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$.

El término "acelerante" se refiere a un agente que acelera el curado de la composición de cemento, por ejemplo, que es capaz de ayudar a la nucleación de etringita. En algunas realizaciones, el acelerante puede ser un agente de nucleación cristalino. El acelerante es una sal de litio, por ejemplo carbonato de litio (Li_2CO_3), un haluro de litio (por ejemplo LiCl_2) o cualquier otra sal de litio adecuada conocida por una persona experta en la materia. El acelerante puede estar presente en una cantidad del 0,01 % en peso al 5 % en peso.

En una realización, la composición de cemento puede consistir esencialmente en el componente de cemento y arena. En otra realización, la composición de cemento puede consistir en el componente de cemento y arena. En una realización, la composición de cemento puede estar sustancialmente libre de, por ejemplo, cemento Portland.

El término "% en peso" para un ingrediente de la composición de cemento se refiere a un porcentaje en peso del contenido total de sólidos del componente de cemento.

5 La composición cementosa incluye arena como agregado. El agregado debe ser adecuado para formar hormigón y no ser reactivo y sirve para reducir la contracción y los costes. La relación en peso del agregado al componente de cemento es de 2:1 a 6:1, por ejemplo de 4:1, por ejemplo de 3:1. En algunas realizaciones, el agregado puede ser un agregado graduado de manera que la gráfica del logaritmo del tamaño de partícula frente al porcentaje de relleno sea sustancialmente lineal. Una ventaja de un agregado graduado es que minimiza la cantidad de agua requerida para formar hormigón con una porosidad mínima. En algunas realizaciones, el agregado puede ser un agregado graduado que tiene un tamaño de partícula de desde 10 micrómetros, por ejemplo desde 15 micrómetros hasta 12 milímetros. Como sabe una persona experta, el tamaño de partícula para un agregado utilizado en hormigón proyectado puede ser mayor que el de la gunita. El tamaño de partícula puede determinarse usando un analizador de tamaño de partícula láser o por tamizando.

15 El término "pulverizable" se usa para indicar que la composición utilizada en la invención puede pulverizarse, por ejemplo, utilizando un equipo usado generalmente para pulverizar una composición de cemento de gunita. En algunas realizaciones, el componente de cemento y el agregado pueden tener un tamaño de partícula adecuado para su aplicación por pulverización, por ejemplo, un tamaño de partícula máximo que es no superior a 12 mm.

20 La etapa de aplicar la composición comprende pulverizar la composición con un gas comprimido tal como aire.

En una realización, la superficie a la que se aplica la composición es una mina, un túnel o una superficie de una estructura de construcción.

25 El método de la invención comprende suministrar agua en una relación en peso de agua a cemento en peso de 0,25:1, por ejemplo de 0,4:1, por ejemplo de 0,45 o de 0,48 a 0,8:1, por ejemplo de 0,6:1, por ejemplo de 0,55:1 o de 0,53:1. El término "sólidos de cemento" se refiere a los contenidos no acuosos de la composición de acuerdo con la invención.

30 La invención se ilustra ahora con referencia a los siguientes ejemplos que no están destinados a limitar el alcance de la invención reivindicada.

Ejemplo 1

35 Una mezcla de gunita se compuso a partir de los siguientes ingredientes:

Tres partes en peso de arena fina; y
Una parte de un cemento hidráulico disponible en el mercado llamado Qwix disponible en Buzzi Unicem USA Inc.

40 La arena utilizada cumplía con la norma ACI 506R-05 y se proyectó a través de un tamiz de tamaño de EE.UU. n.º 16. El análisis de XRD semicuantitativo del cemento hidráulico mostró que contenía alrededor del 40 % del compuesto de Klein. El análisis detallado de XRD/XRF/ICP-OES del cemento hidráulico Qwix mostró que contiene (donde los porcentajes son en peso):

45

TABLA 1

ID de la muestra	Buzzi Qwix
% de SiO ₂	9,71
% de Al ₂ O ₃	21,25
% de Fe ₂ O ₃	2,48
% de CaO	43,79
% de MgO	0,88
% de Na ₂ O	<0,01
% de K ₂ O	0,27
% de P ₂ O ₅	0,01
% de TiO ₂	0,53
% de SO ₃	19,78
ppm V	17
ppm Cr	47
ppm Mn	147
ppm Co	<1
ppm Ni	10
ppm Cu	5
ppm Zn	83
ppm Mo	56
ppm Rb	146

ID de la muestra	Buzzi Qwix
ppm Sr	803
ppm Zr	15
ppm Mo	<1
ppm Cd	1
ppm Sb	9
ppm Ba	18
ppm Pb	35
% de cenizas	98,32
ppm Li	151
% libre de cal	0,32

Se llevaron a cabo las siguientes pruebas utilizando Qwix® como cemento:

Tabla 2

	Relación en peso de arena:cemento	Cantidad de agua (galón)	P:CM
Prueba n.º 1	1:1	0,6	0,288
Prueba n.º 2	2:1	0,6	0,389
Prueba n.º 3	2:1	0,8	0,429
Repetición Prueba n.º 2	2:1	0,6	0,370
Prueba n.º 4	3:1	0,4	0,487
Prueba n.º 5	3:1	0,6	0,491
Prueba n.º 6	3:1	0,8	0,522
Prueba n.º 7	3:1	0,9	0,490
Prueba n.º 8	4:1	0,8	0,583

5

En la Tabla 2, la abreviatura "P:CM" se refiere a una relación en peso entre el agua y los sólidos de cemento. Cada mezcla de prueba se pulverizó usando una máquina de gunita Reed Sova en un panel de prueba. Se siguió el procedimiento C1140 de la norma ASTM para preparar y analizar muestras de paneles de prueba de Hormigón proyectado. El panel de prueba se construyó con contrachapado de 3/4 de pulgada y media 24 pulgadas x 24 pulgadas x 4 pulgadas de profundidad (1 pulgada = 2,54 cm; 1 gal = 3,781). El panel se llenó a un mínimo de 10,16 cm (4 pulgadas) de profundidad. Los cilindros que tenían un diámetro de 5,08 cm (2 pulgadas) y una altura de 10,16 cm (4 pulgadas) se extrajeron de los paneles de prueba según la norma ASTM C1604 y se probaron para la resistencia a la compresión a los 15 minutos según la norma ASTM C39. Se lograron resistencias a la compresión de 45,1 MPa (6542 psi) y 48,5 MPa (7032 psi). El tiempo medido fue la duración desde el comienzo de la pulverización en la caja. Como se necesitaron de 3 a 4 minutos para llenar la caja, algunos de los núcleos pueden haber tenido solo 11 minutos de antigüedad cuando se probaron.

10

15

Ejemplo 2

20

Se prepararon composiciones útiles en la invención para medir el tiempo de fraguado y se compararon con formulaciones conocidas.

Las composiciones usadas en el Ejemplo 2 se enumeran en la Tabla 3:

25

Tabla 3

Cemento	Fraguado inicial (min)	Fraguado final (min)
Cemento Portland ordinario	138	222
CTS de fraguado rápido	12	14
Qwix (alta p:cm)	3,5	5,5
Qwix (baja p:cm)	2,0	4,5
CSA de China (puro)	60	178
Hydrostone	10	12

30

El cemento hidráulico Qwix fue como se detalla en el Ejemplo 1. El OPC era uno de tipo 1 de EE. UU. El CTS de fraguado rápido es un cemento CSA, producido por la empresa CTS, que contiene algunos OPC mezclados. El CSA de China es un cemento de sulfatoaluminato de calcio que se produce en China y comercializado como material de alta resistencia CSA. No tiene añadido ningún sulfato de calcio adicional. El único sulfato en este cemento es parte del compuesto de Klein. Hydrostone es un cemento a base de yeso (es decir, hemihidrato de sulfato de calcio) fabricado por US Gypsum.

35

Los datos de tiempo de fraguado se obtuvieron siguiendo la norma ASTM C 1398. Las proporciones de la mezcla fueron las expuestas en las Tablas 4 y 5 (donde "p:c" se refiere a una relación en peso de agua: cemento y "s:c" se refiere a una relación en peso de arena:cemento):

Tabla 4

Componente (g)	Qwix (alta p:cm)	Qwix (baja p:cm)
Cemento	510	510
Arena	1536	1536
Agua	229,5	204
w:c	0,45	0,40
s:c	3	3

Tabla 5

Componente (g)	CTS de fraguado rápido	Hydrostone
Cemento	510	443
Arena	1536	1330
Agua	204	III
w:c	0,40	0,25
s:c	3	3

- 5 El CSA de China se preparó de forma similar a la mezcla CTS, es decir, una relación en peso de arena a cemento de 3 a 1 y una W:C de 0,3. Por consiguiente, se puede ver que el tiempo de fraguado para las composiciones útiles en la invención es muy corto.

Ejemplo 3

- 10 En este ejemplo, la composición útil en la invención se usó para tratar estructuras de construcción dañadas en forma de vigas.

- 15 Diez vigas convencionales con soporte simple se usaron después de 28 días de curado. Las vigas se escanearon y se localizó y se marcó la posición real del acero de refuerzo. Todas las vigas se dañaron por pares en diferentes grados utilizando un martillo neumático Kango. Una viga dañada de cada par se pulverizó con una mezcla de gunita que era una mezcla de cemento Quickcem, que es una mezcla de cemento CSA de China y OPC, y arena (fabricada por Hanson). Las vigas dañadas y rociadas se probaron bajo una flexión de 4 puntos.

- 20 Las vigas dañadas fallaron dentro del área dañada. Las vigas dañadas y rociadas fallaron fuera del área reparada, mostrando que la composición útil en la invención ayudó a fortalecer la viga dañada.

Ejemplo 4

- 25 En el siguiente ejemplo, se determinó el grado del agregado utilizado en los Ejemplos mediante tamizado y los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 6-9 para las diferentes escalas de arena:

Tabla 6

Arena CAER					Límites de graduación ACT	
Tamaño de tamiz	Masa retenida (g)	% Retenido	% de paso acumulado	% retenido acumulado	Grado n.º 1 % de paso acumulado	Grado n.º 2 % de paso acumulado
1 y 1/2		0	100	0	0	0
1	0	0	100	0	0	0
3/4	0	0	100	0	0	0
1/2	0	0	100	0	0	100
3/8	12,1	0,4	99,6	0,4	100	90-100
n.º 4	67,8	2,3	97,3	2,7	95-100	70-85
n.º 8	333,9	11,1	86,2	13,8	80-98	50 -70
n.º 16	429,0	14,3	71,9	28,1	50-85	35-55
n.º 30	1164,7	38,8	33,1	66,9	25-60	20-35
n.º 50	752,0	25,1	8,0	92,0	10-30	8-20
n.º 100	201,7	6,7	1,3	98,7	2-10	2-10
n.º 200	17,1	0,6	0,7	99,3		
Pan	19,7	0,7	0,0	99,9		
	2998,0	99,9				

- 30

Tabla 7

Masa retenida	% Retenido	% de paso acumulado
12,1	0,4	99,6
67,8	2,3	97,3
333,9	11,1	86,2

ES 2 673 941 T3

Masa retenida	% Retenido	% de paso acumulado
429,0	14,3	71,9
1164,7	38,8	33,0
752,0	25,1	8,0
201,7	6,7	1,2
17,1	0,6	0,7
19,7	0,7	0,0
2998,0	100,0	

Tabla 8

		Límites de graduación de ACI	
		Grado n.º 1	Grado n.º 2
Tamaño de tamiz	Tamaño de tamiz (mm)	% de paso acumulado	% de paso acumulado
1,5	38,10	0	0
1	25,40	0	0
3/4	19,00	0	0
1/2	12,70	0	100
3/8	9,51	100	95,0
n.º 4	4,76	97,5	77,5
n.º 8	2,38	89,0	60,0
n.º 16	1,19	67,5	45,0
n.º 30	0,595	42,5	27,5
n.º 50	0,297	20,0	14,0
n.º 100	0,149	6,0	6,0
n.º 200	0,074		
Pan	Pan		

Tabla 9

Grueso n.º 2	Fino n.º 1	Arena CAER	
100	100	100,0	100
100	100	99,6	99,6
95	100	97,3	97,3
80	98	86,2	86,2
50	85	71,9	71,9
25	60	33,1	33,0
10	30	8,0	8,0
2	10	1,3	1,2
0	3	0,7	0,7
		0,0	0,0

5

Ejemplo 5

En el siguiente ejemplo, la resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón preparados de acuerdo con el procedimiento C 1140 de la norma ASTM descrito en el Ejemplo 1 se determinó usando cemento Qwix y arena gruesa o fina como se detalla en el Ejemplo 4.

10

La Tabla 10 muestra la resistencia a la compresión de las muestras preparadas usando una relación en peso de arena:cemento de 2:1 con cemento grueso y la cantidad indicada de agua:

15

Tabla 10

Resistencia a la compresión (psi)				
ID de la muestra		Grueso 2:1 (0.60 gal)	Grueso 2:1 (0.82 gal)	Grueso 2:1 (1.10 gal)
Tiempo de curado (horas)	0,25	5100	3917,5	1551,5
	0,5	5589	5270,5	2788,5
	1	6065	6479,5	3830
	3	7475,5	7806	4576
	5	8582,5	7072	4944,5
	6	7783	8307	4763
	24	8192	9222	6113,5
Tiempo de curado (días)	7			9829
	28			8237

ES 2 673 941 T3

Resistencia a la compresión (psi)				
	56			
	112			

Las tablas 11 y 12 muestran la resistencia a la compresión de las muestras preparadas con cemento fino y la cantidad indicada de agua:

5

Tabla 11

Resistencia a la compresión (psi)				
ID de la muestra		Fino 2:1 (0,6 gal)	Fino 2:1 (0,82 gal)	Fino 1:1 (0,6 gal)
relación en peso s:c		2:1	2:1	1:1
relación en peso p:c		0,389	0,429	0,288
Tiempo de curado (horas)	0,25	5200,5	3015,0	7174,5
	0,5	5487,5	4112	6937,0
	1	5927	5339,5	7561,0
	3	7915	6289,5	10039,5
	5	9246	n/d	9988,0
	6	9117	7007,5	9809,0
	24	9980,5	8393	10962,5
Tiempo de curado (días)	7	9694		9837,0
	28	9876		11202,5
	56	10019		10782,5
	112			

Tabla 12

Resistencia a la compresión (psi)					
ID de la muestra		Fino 3:1 (0,6 gal)	Fino 4:1 (0,8 gal)	Fino 3:1 (0,8 gal)	Fino 3:1 (0,4 gal)
relación en peso s:c		3:1	4:1	3:1	3:1
relación en peso p:c		0,491	0,583	0,522	0,487
Tiempo de curado (horas)	0,25	6787,0	5036,0	4666,0	6738,0
	0,5	7171,0	5328,0	5408,5	7302,5
	1	7331,5	6529,5	5910,5	7158
	3	9209,0	7235,5	6797,5	7623
	5	8607,5	7638,5	6629,5	7624
	6	9715,0	7721,5	7371,5	7818
	24	10577,0	8984,0	7268,5	10229
Tiempo de curado (días)	7	8406,0	7020	9229,5	10310
	28	6195,5	9240	8345	9390
	56	11070	11230	8530	9240
	112	9900			

10

La Tabla 13 muestra la resistencia a la compresión de las muestras preparadas con cemento fino y la cantidad indicada de agua:

Tabla 13

Resistencia a la compresión (psi)		13,1	13,2
ID de la muestra		Fino 3:1 sílice pirógena (0,6 gal)	Fino 3:1 cenizas volantes (0,6 gal)
Agente estabilizante		Sílice pirógena: 5 % en peso de sólidos de cemento	Cenizas volantes: 25 % en peso de sólidos de cemento
relación en peso s:c		3:1	3:1
relación en peso p:c		0,473	0,543
Tiempo de curado (horas)	0,25	5423,0	4335,0
	0,5	6405	5190
	1	6445	6235
	3	7875	7250
	5	8585	8035
	6	8205	7915
	24	10005	9435

Resistencia a la compresión (psi)		13,1	13,2
Tiempo de curado (días)	7	8925	8455
	28	10335	8020
	56	10265	9235
	112		

Ejemplo 6

5 En el siguiente ejemplo, se investigó el efecto del acelerante, carbonato de litio, en un estudio de pasta en el que no se utilizó agregado. El curado del cemento se controló detectando el pico de etringita primario mediante difracción de rayos X. Se cree que la etringita es el principal mineral formador de resistencia.

10 Se realizó una prueba comparativa con un 70 % en peso del CSA de China utilizado en el Ejemplo 3, el 30 % en peso de anhidrita, y agua en una relación en peso de agua:cemento de 0,3:1. No se detectó ningún pico de etringita durante el período de la prueba que fue de 1300 segundos, o aproximadamente 20 minutos.

En una primera prueba, el 0,1 % en peso de Li_2CO_3 se añadió como un polvo a la mezcla de CSA/anhidrita y se obtuvo un pico claro de etringita dentro de los 1300 segundos.

15 En una segunda prueba, se disolvió Li_2CO_3 en el agua utilizada para hidratar el cemento en la proporción estequiométrica de la pasta final y nuevamente se observó el pico de etringita casi al mismo tiempo que el de la primera prueba donde se utilizó Li_2CO_3 como aditivo en polvo.

20 En una tercera prueba, se añadió el 0,1 % en peso de Li_2CO_3 como un polvo para cemento Qwix tal como se utiliza en el Ejemplo 1. Se obtuvo un pico claro de etringita dentro de 140 segundos que muestran que el cemento Qwix se cura sustancialmente de forma instantánea.

25 En consecuencia, está claro que la sal de litio podría añadirse como acelerante en el punto de inyección utilizando una suspensión acuosa si el tiempo de administración es menor que el tiempo de fraguado de la pasta no acelerada.

Las Tablas 11 y 12 muestran la resistencia a la compresión de las muestras preparadas con cemento fino y la cantidad indicada de agua:

Tabla 13

Resistencia a la compresión (psi)		13,1	13,2
ID de la muestra		Fino 3:1 sílice pirógena (0,6 gal)	Fino 3:1 cenizas volantes (0,6 gal)
Agente estabilizante		Sílice pirógena: 5 % en peso de sólidos de cemento	Cenizas volantes: 25 % en peso de sólidos de cemento
relación en peso s:c		3:1	3:1
relación en peso p:c		0,473	0,543
Tiempo de curado (horas)	0,25	5423,0	4335,0
	0,5	6405	5190
	1	6445	6235
	3	7875	7250
	5	8585	8035
	6	8205	7915
	24	10005	9435
Tiempo de curado (días)	7	8925	8455
	28	10335	8020
	56	10265	9235
	112		

30 Ejemplo 6

35 En el siguiente ejemplo, se investigó el efecto del acelerante, carbonato de litio, en un estudio de pasta en el que no se utilizó agregado. El curado del cemento se controló detectando el pico de etringita primario mediante difracción de rayos X. Se cree que la etringita es el principal mineral formador de resistencia.

40 Se realizó una prueba comparativa con un 70 % en peso del CSA de China utilizado en el Ejemplo 3, el 30 % en peso de anhidrita, y agua en una relación en peso de agua:cemento de 0,3:1. No se detectó ningún pico de etringita durante el período de la prueba que fue de 1300 segundos, o aproximadamente 20 minutos.

En una primera prueba, el 0,1 % en peso de Li_2CO_3 se añadió como un polvo a la mezcla de CSA/anhidrita y se obtuvo un pico claro de etringita dentro de los 1300 segundos.

5 En una segunda prueba, se disolvió Li_2CO_3 en el agua utilizada para hidratar el cemento en la proporción estequiométrica de la pasta final y nuevamente se observó el pico de etringita casi al mismo tiempo que el de la primera prueba donde se utilizó Li_2CO_3 como aditivo en polvo.

10 En una tercera prueba, se añadió el 0,1 % en peso de Li_2CO_3 como un polvo para cemento Qwix tal como se utiliza en el Ejemplo 1. Se obtuvo un pico claro de etringita dentro de 140 segundos que muestran que el cemento Qwix se cura sustancialmente de forma instantánea.

En consecuencia, está claro que la sal de litio podría añadirse como acelerante en el punto de inyección utilizando una suspensión acuosa si el tiempo de administración es menor que el tiempo de fraguado de la pasta no acelerada.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para aplicar una composición cementosa a una superficie, cuyo método comprende insuflar una composición cementosa de gunita en una manguera o tubería a una boquilla donde se introduce agua para formar una mezcla y proyectar la mezcla usando un gas comprimido a la superficie, en la que la composición cementosa de gunita comprende un componente de cemento que comprende (i) un acelerante que es capaz de ayudar a la nucleación de etringita y que es una sal de litio, (ii) una fuente de sulfato de calcio y (iii) un cemento formador de etringita y arena como agregado, la relación en peso del componente de arena:cemento es de 2:1 a 6:1, en el que el cemento formador de etringita comprende $C_4A_3S^*$ o una mezcla de componentes de cemento que forman $C_4A_3S^*$ en uso; en la que C representa CaO, A representa Al_2O_3 y S^* representa SO_3 , en el que el cemento formador de etringita está presente en una cantidad del 20 % en peso al 80 % en peso basado en el contenido total de sólidos del componente de cemento, en el que cuando se mezcla con el agua, la composición alcanza una resistencia a la compresión no confinada mínima de 10,3 MPa (1500 psi) cuando se prueba de acuerdo con la norma ASTM C1140 y/o C1604 a los 15 minutos después de proyectarse sobre la superficie, y en el que se introduce agua para proporcionar un proporción en peso de agua a cemento de 0,25:1 a 0,8:1.
- 10
- 15
- 20 2. Método como se define en la reivindicación 1, en el que el acelerante está presente en una cantidad del 0,01 % en peso al 5 % en peso y la fuente de sulfato de calcio está presente en una cantidad del 1 % en peso al 70 % en peso basado en el total peso del componente de cemento.
- 25 3. El método como se define en la reivindicación 1 o 2, en el que la superficie aplicada es una mina, un túnel o una superficie de una estructura de construcción.
4. El método como se define en la reivindicación 1 o 2, en el que la superficie es una pista de aeropuerto, un túnel, un puente o un dique.