

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 485**

51 Int. Cl.:

C04B 24/12 (2006.01)

C04B 20/10 (2006.01)

E04C 5/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2005 PCT/EP2005/056868**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2006 WO06067095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2005 E 05819220 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 1853528**

54 Título: **Estructura reforzada que comprende una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc**

30 Prioridad:

23.12.2004 EP 04106930

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

23.01.2020

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

**LAMBRECHTS, ANN y
VANBRABANT, JOHAN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 738 485 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

Estructura reforzada que comprende una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc

5 Campo de la invención.

La invención se relaciona con una matriz cementosa reforzada con elementos metálicos recubiertos de zinc.

10 La invención se relaciona además con un método para inhibir la evolución del gas de hidrógeno durante el endurecimiento de hormigón reforzado con elementos metálicos recubiertos de zinc.

Antecedentes de la invención.

15 En general, se sabe que reforzar el hormigón con elementos metálicos, tales como fibras de acero, por ejemplo, para dar a la matriz las propiedades de tracción requeridas.

20 Como las fibras de acero desnudo pueden sufrir corrosión, las fibras de acero galvanizado se han propuesto para dar a las fibras una resistencia a la corrosión a largo plazo. Los elementos de acero de refuerzo galvanizado son especialmente útiles para el refuerzo de hormigón para fines de construcción, por lo que el hormigón reforzado estará expuesto a la intemperie antes de que comience la construcción, como por ejemplo en la construcción de prefabricación.

25 Sin embargo, el uso de fibras de acero galvanizado en el hormigón está creando problemas: durante el endurecimiento del hormigón, la superficie galvanizada de los elementos de acero reaccionará con el hormigón alcalino para formar sales de zinc acompañadas por la evolución del gas de hidrógeno.

La evolución del gas de hidrógeno conduce a problemas estéticos, así como a problemas de resistencia y durabilidad.

30 Debido a la evolución del gas de hidrógeno en la interfaz de los elementos metálicos y el hormigón, se reduce la resistencia de la unión entre los elementos metálicos y el hormigón. Esto está resultando en una reducción de la resistencia del hormigón reforzado.

35 El problema de durabilidad es el resultado de la reducción en el espesor del recubrimiento de zinc o aleación de zinc debido a la reacción del recubrimiento de zinc o aleación de zinc en el ambiente alcalino.

40 Los problemas de las fibras de acero galvanizadas en el hormigón se describen en "Effect of chemical-physical interaction between galvanized steel fibres and concrete", T. Belleze, R. Fratesi, C. Failla, 6th RILEM Symposium on Fibre-Reinforced Concretes (FRC) BEFIB 2004, 20-22 de septiembre de 2004, 239-248.

Para prevenir la evolución del gas de hidrógeno, las superficies de zinc pueden pasivarse. Esto se puede realizar tratando los elementos de acero galvanizado con un compuesto con base en cromo. Además, el cromato presente naturalmente en el hormigón puede ser suficiente para proteger los elementos de acero galvanizado.

45 Sin embargo, en los últimos años se ha reconocido que el cromo hexavalente plantea graves problemas ambientales y de salud. En consecuencia, se han impuesto restricciones estrictas a la cantidad de cromo hexavalente utilizado en una serie de procesos y productos industriales como, por ejemplo, el cemento y el hormigón.

50 Otros intentos para proteger el acero galvanizado comprenden la aplicación de un recubrimiento epoxi sobre el acero galvanizado. El uso de acero galvanizado recubierto con un recubrimiento epóxico para reforzar el hormigón se describe, por ejemplo, en el documento JP 53-078625.

55 El recubrimiento epóxico actúa únicamente como barrera contra un ambiente corrosivo. Si hay defectos en el recubrimiento epoxi a través de los cuales los agentes agresivos pueden penetrar la barrera, la corrosión se concentrará en estas áreas. De este modo, los defectos en el recubrimiento causarán la evolución local del gas de hidrógeno y causarán una pérdida de la resistencia de la unión.

60 La integridad del recubrimiento epóxico es, por lo tanto, esencial, ya que la película debe estar libre de poros, grietas y áreas dañadas.

Los recubrimientos epoxi son frágiles. Por lo tanto, los elementos metálicos recubiertos con epoxi deben manejarse con mucho cuidado durante el almacenamiento, transporte y manipulación.

65 Como la mezcla de los elementos de refuerzo en el hormigón es una operación robusta en la que los daños locales en la superficie de los elementos de refuerzo son inevitables, el uso de elementos metálicos recubiertos con epoxi para el refuerzo del hormigón no es una buena opción.

Se han probado muchos inhibidores de la corrosión conocidos en la técnica, tales como fosfatos, silicatos, silanos, carbonatos y ácidos carbónicos, sulfuros y mercaptoderivados, aminas y sulfonatos. Sin embargo, estos inhibidores no dieron un resultado adecuado, ya que no pudieron evitar la evolución del gas de hidrógeno.

5 Por lo tanto, obtener una protección adecuada de zinc o elementos metálicos recubiertos de zinc sin utilizar compuestos de cromo y no requerir un recubrimiento de barrera cerrada al 100% sigue siendo un problema y aún se necesitan soluciones eficientes.

10 El documento JP-61-141650-A divulga una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc en los que la estructura comprende además un monosacárido. El documento JP-53-078625-A divulga una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc en los que los elementos metálicos están recubiertos con una resina sintética. El documento JP-05-065680-A divulga un elemento metálico recubierto de zinc recubierto con una capa que comprende un triazol.

15 El documento US-A-5 683 751 divulga un elemento metálico recubierto de zinc recubierto con una capa que comprende un triazol o un diazol.

20 Resumen de la invención.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una estructura reforzada que comprende una matriz cementosa.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estructura reforzada que esté libre de cromo hexavalente.

25 Todavía es un objeto adicional proporcionar un método para inhibir la evolución del gas de hidrógeno en la interfaz de elementos metálicos recubiertos de zinc dispersados en una matriz cementosa durante el endurecimiento de la matriz cementosa. Además, es un objeto proporcionar un método para aumentar la protección contra la corrosión a corto plazo de un elemento metálico recubierto de zinc dispersado en una matriz cementosa.

30 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una estructura reforzada que comprende una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc.

Los elementos metálicos recubiertos de zinc se introducen en la matriz cementosa y son rodeados por la matriz cementosa, creando una interfaz de elemento metálico recubierto de zinc-matriz cementosa.

35 La estructura reforzada de acuerdo con la presente invención comprende al menos en la interfaz de los elementos metálicos recubiertos de zinc y la matriz cementosa, un compuesto que proporciona a los elementos metálicos recubiertos de zinc protección catódica contra la evolución del hidrógeno. El compuesto se selecciona del grupo que consiste en los imidazoles, los triazoles y los tetrazoles.

40 La función principal de este compuesto es evitar la evolución del gas hidrógeno en la interfaz de los elementos metálicos recubiertos de zinc y la matriz cementosa durante la mezcla, el vertido, el fraguado y/o el endurecimiento de la estructura reforzada.

45 El período crítico en el que la superficie galvanizada de los elementos metálicos necesita protección es el período en el que la matriz de cemento se endurece, es decir, las primeras 24 horas hasta las primeras 72 horas después de la colada.

50 Para obtener una protección adecuada de los elementos metálicos recubiertos de zinc, el compuesto de acuerdo con la presente invención está presente preferiblemente en una concentración entre 0.005 y 2%, por ejemplo entre 0.04 y 0.2%. La concentración se expresa en % en peso con relación al agua de mezcla utilizada para preparar la matriz de cemento.

55 En una realización preferida de la presente invención, el imidazol comprende silil-imidazol tal como N-(trimetilsilil)-imidazol o bencimidazol, tal como 2-mercaptobenzimidazol o 2-mercapto-1-metilbenzimidazol.

En la estructura reforzada de acuerdo con la presente invención, el compuesto debe estar presente al menos en la interfaz de los elementos metálicos recubiertos de zinc y la matriz cementosa.

60 Cualquier técnica que permita que el compuesto esté presente en la interfaz de los elementos metálicos recubiertos de zinc y la matriz cementosa puede considerarse para aplicar el compuesto.

65 En una primera realización, el compuesto se aplica sobre los elementos metálicos recubiertos de zinc antes de que estos elementos metálicos se introduzcan en la matriz cementosa. El compuesto se puede incorporar, por ejemplo, en una capa de recubrimiento aplicada sobre el elemento metálico recubierto de zinc antes de que estos elementos se introduzcan en la matriz cementosa.

Como un ejemplo, el compuesto se puede agregar a un pegamento aplicado sobre los elementos metálicos recubiertos de zinc antes de que estos elementos metálicos se introduzcan en la matriz cementosa.

5 En una realización alternativa, el compuesto se añade a la matriz de cemento o al menos a un componente de la matriz de cemento y se introducen los elementos metálicos recubiertos de zinc a la matriz de cemento que comprende este compuesto.

10 Una gran ventaja de una estructura reforzada de acuerdo con la presente invención es que la estructura reforzada está libre de cromo hexavalente, ya que no se requiere cromo hexavalente para proteger los elementos metálicos recubiertos de zinc. Esto indica que los elementos metálicos no requieren un tratamiento con un compuesto con base en cromo.

15 Una ventaja adicional de una estructura reforzada de acuerdo con la presente invención es que también se obtiene una buena protección de los elementos metálicos recubiertos de zinc en el caso de que se use cemento libre de cromo hexavalente.

20 Hasta ahora, incluso en el caso de que no se agreguen compuestos de base de cromo para proteger los elementos metálicos recubiertos de zinc, los elementos metálicos recubiertos de zinc podrían aprovechar el cromo presente de forma natural en el cemento. Se está imponiendo una nueva legislación para limitar la cantidad de cromo hexavalente en el cemento para minimizar la aparición de dermatitis alérgica relacionada con el cromato. En consecuencia, los elementos metálicos recubiertos de zinc en una matriz de cemento ya no pueden aprovechar el cromo naturalmente presente en el cemento.

25 Para obtener cemento libre de cromo hexavalente, los productores han desarrollado técnicas tal como la dosificación con sulfato ferroso. La adición de sulfato ferroso aumenta dramáticamente la cantidad de evolución del gas de hidrógeno.

30 Una gran ventaja de la presente invención es que la evolución del gas de hidrógeno también se previene en el caso de que se use cemento libre de cromo hexavalente y en el caso de que el cemento se dosifique con sulfato ferroso.

35 Para los fines de esta invención, debe entenderse que "matriz cementosa" indica el material de la matriz aparte de los elementos metálicos. La matriz cementosa puede comprender cualquier material que comprenda cemento como, por ejemplo, hormigón o mortero.

Se debe entender que "elementos metálicos" indican los elementos que refuerzan la matriz cementosa.

40 El elemento metálico puede comprender cualquier tipo de elemento de refuerzo metálico, tal como un alambre metálico, un cordón metálico, una fibra metálica, una barra metálica, una lámina metálica o una malla metálica.

El elemento metálico puede estar hecho de cualquier metal o aleación de metal conocida en la técnica. Los elementos metálicos son preferiblemente de acero.

45 Los elementos metálicos preferidos para reforzar una matriz cementosa son fibras de acero vendidas entre otras por el solicitante NV Bekaert SA con el nombre comercial DRAMIX.

En su mayoría, las fibras de acero se utilizan con una resistencia a la tracción comprendida, por ejemplo entre 500 y 3000 N/mm².

50 Las fibras usadas pueden por ejemplo ser rectas. Preferiblemente, las fibras tienen una forma que hace que sea bastante difícil sacarlas de la matriz cementosa endurecida usando una tensión de tracción. Para ello, las fibras son, por ejemplo de extremo enganchado, corrugadas o su superficie de sección transversal varía a lo largo de la longitud.

55 Para las fibras de acero, el espesor o diámetro varía preferiblemente de 0.1 a 1.2 mm. La proporción de longitud-diámetro para las fibras de acero está, por razones prácticas y económicas, en su mayoría entre 10 y 200, y preferiblemente es mínimamente de 40. Para las fibras no rectas, la longitud es la distancia rectilínea entre los extremos de las fibras, mientras que el diámetro de las fibras cuyo diámetro varía a lo largo de la longitud se define como el diámetro promedio en toda la longitud.

60 Los elementos metálicos recubiertos de zinc pueden tener un recubrimiento de zinc o aleación de zinc. Como recubrimiento de aleación de zinc se pueden considerar, por ejemplo, aleaciones Zn-Fe, Zn-Ni, Zn-Al, Zn-Mg, Zn-Mg-Al.

65 Un recubrimiento de aleación de zinc preferido es un recubrimiento de aleación Zn-Al que comprende entre 2 y 15% de Al.

Posiblemente, se puede agregar entre 0.1 y 0.4% de un elemento de tierras raras como Ce y/o La.

5 La estructura reforzada de acuerdo con la presente invención puede usarse para cualquier aplicación conocida en la técnica, tal como construcciones de prefabricación, puentes, edificios, túneles, garajes de estacionamiento, plataformas petrolíferas en alta mar, ...

10 Se proporciona un elemento metálico recubierto de zinc para el refuerzo de una matriz cementosa. El elemento metálico recubierto de zinc está recubierto con una capa que comprende un compuesto seleccionado del grupo que consiste en los imidazoles, los triazoles y los tetrazoles.

La capa de recubrimiento comprende, por ejemplo, un pegamento que comprende dicho compuesto.

15 El elemento de metal puede comprender cualquier tipo de elemento de refuerzo de metal, tal como un cable de metal, cable de metal, fibra de metal, barra de metal, lámina de metal o malla metálica.

El elemento metálico puede estar hecho de cualquier metal o aleación de metal conocida en la técnica. Los elementos metálicos son preferiblemente hechos de acero.

20 Los elementos metálicos preferidos son las fibras de acero.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para inhibir la evolución del gas de hidrógeno en la interfaz de los elementos metálicos recubiertos con zinc incrustados en una matriz cementosa.

25 El método comprende los pasos para proporcionar elementos metálicos recubiertos de zinc, introducir dichos elementos metálicos recubiertos de zinc en una matriz cementosa y tratar dichos elementos metálicos recubiertos de zinc y/o dicha matriz cementosa con un compuesto seleccionado del grupo que consiste en los imidazoles, los triazoles y los tetrazoles.

30 El método de acuerdo con la presente invención está evitando la evolución del gas de hidrógeno durante la mezcla, el vertido, el fraguado y/o el endurecimiento de la estructura reforzada.

35 El período crítico en el que la superficie galvanizada de los elementos metálicos necesita protección es el período en el que la matriz cementosa se endurece, es decir, las primeras 24 horas hasta las primeras 72 horas después de la colada.

40 El tratamiento con dicho compuesto puede comprender cualquier técnica que permita poner los elementos metálicos recubiertos de zinc y la matriz de cemento al menos en su interfaz en contacto con el compuesto mencionado anteriormente.

El compuesto puede añadirse, por ejemplo, a la matriz cementosa.

45 Alternativamente, el compuesto se puede agregar aplicando una capa de recubrimiento que comprende este compuesto sobre los elementos metálicos recubiertos con zinc antes de que estos elementos metálicos recubiertos con zinc se introduzcan en la matriz cementosa.

50 En una realización preferida, el compuesto se añade a un pegamento aplicado sobre un elemento metálico recubierto de zinc o sobre una serie de elementos metálicos recubiertos de zinc antes de que los elementos metálicos recubiertos de zinc se introduzcan en la matriz cementosa.

55 Es bien conocido en la técnica la introducción de elementos metálicos tales como fibras de acero en una matriz cementosa en forma de tiras en las que las fibras están unidas entre sí por un pegamento. El uso de tales tiras evita que las fibras se conviertan en conglomerados formando bolas durante el movimiento de mezcla en lugar de distribuirse por igual.

El pegamento se elige de tal manera que se disuelve, se derrite, se ablanda o se rompe mecánicamente una vez que se agrega a la matriz cementosa, de modo que las tiras se desintegran en fibras separadas y se distribuyen por igual sobre la matriz cementosa.

60 Mediante la adición de un compuesto de acuerdo con la presente invención, se garantiza la protección contra la corrosión a corto plazo de los elementos metálicos recubiertos de zinc, es decir, la protección contra la corrosión durante el endurecimiento de la matriz cementosa.

65 Breve descripción de los dibujos.

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que

- La Figura 1 es una ilustración de la medición del potencial en una nueva matriz de construcción
- La Figura 2 muestra el potencial de circuito abierto (OCP) de tres muestras diferentes en función del tiempo.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención.

En una estructura reforzada de acuerdo con la presente invención, los elementos metálicos recubiertos de zinc están incrustados en una matriz cementosa como, por ejemplo, el hormigón.

El hormigón húmedo actúa como el electrolito en el que puede ocurrir la corrosión.

El agua es capaz de descomponerse en hidrógeno y oxígeno. La descomposición del agua es una reacción redox electroquímica que se produce a un cierto potencial. El potencial electroquímico en el que tiene lugar la descomposición está determinado por el pH de acuerdo con la ley de Nernst.

El potencial de descomposición del agua con el que se forma el gas hidrógeno es de acuerdo con la ley de Nernst:

$$E_{H_2} = E_{H_2^0} - 0.059 * pH$$

por lo que $E_{H_2,0} = 0$ frente a un electrodo de hidrógeno estándar.

El potencial de descomposición del agua en el que se forma el oxígeno es de acuerdo con la ley de Nernst:

$$E_{O_2} = E_{O_2^0} - 0.059 * pH$$

por lo que $E_{O_2,0} = +1.226$ V frente a un electrodo de hidrógeno estándar.

Se puede encontrar una lista de los E^0 o potenciales estándar en: The handbook of Chemistry and Physics, the electrochemical series, p. D151- D158, 67ª edición, 1986.

Los potenciales de descomposición del agua en función del pH se describen en el Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions by Marcel Pourbaix- Cebelor, 2ª edición, 1997, pág. 98-105.

Cuando un elemento electronegativo fuerte como el zinc, el aluminio o el magnesio se expone al agua, el elemento tiene un potencial de circuito abierto como se define en la norma ASTM G15-93. El potencial de circuito abierto también se conoce como potencial de reposo o potencial estándar. A valores de pH altos, el potencial del circuito abierto cae por debajo del potencial de evolución del hidrógeno y, por lo tanto, inicia la reducción de los iones de hidrógeno que resulta en la evolución del gas de hidrógeno. La evolución del hidrógeno se calcula a partir de una medición del pH del entorno al que se expondrá el material.

El pH es de una matriz cementosa se mide de acuerdo con el método de prueba ASTM G51-95. Este método cubre un procedimiento para determinar el pH de un suelo en pruebas de corrosión. Para los fines de esta aplicación, el método de prueba ASTM G51-95 se aplica para una matriz cementosa en lugar de un suelo.

Para una muestra que comprende una parte de cemento y cuatro partes de arena (en lugar de tierra de acuerdo con la norma ASTM51-95), se encontró un pH de 13.04.

De acuerdo con la ley de Nernst E_{H_2} se puede calcular:

$$E_{H_2} = E_{H^0} - 0.059 * pH$$

$$E_{H_2} = -0.7694 \text{ V (versus el potencial de electrodo de hidrógeno estándar)}$$

Esto indica que cuando el potencial de circuito abierto de un material de refuerzo que se está introduciendo en este tipo de matriz cementosa cae por debajo del valor de -0.7694 V, se formará gas hidrógeno.

El potencial de circuito abierto se puede medir fácilmente in situ en el material de construcción, por ejemplo, durante las primeras horas después de la colada de la matriz cementosa. El período más crítico en el que la evolución del gas de hidrógeno es perjudicial son las primeras 24 hasta las primeras 72 horas después de la colada.

Una vez que el material compuesto se endurece, el riesgo de la evolución del gas de hidrógeno es insignificante.

El potencial de circuito abierto se puede medir in situ de acuerdo con la norma ASTM C876. Sin embargo, es más apropiado medir el potencial de circuito abierto en una muestra pequeña como se muestra en la Figura 1. El equipo se usa de acuerdo con la norma ASTM G3-89 (94).

5 Un elemento 12 metálico recubierto de zinc está incrustado en una matriz 14 cementosa. El potencial eléctrico entre el elemento 12 metálico recubierto de zinc y un electrodo 16 de referencia se mide por medio de un electrómetro o un voltímetro 18 de alta impedancia.

10 Para evaluar la estructura de refuerzo de acuerdo con la presente invención, se comparan tres muestras diferentes. Las tres muestras comprenden una matriz cementosa obtenida mezclando una parte de cemento CEM II 42.5R con cuatro partes de arena y 5 partes de agua.

Las tres muestras fueron reforzadas con diferentes elementos metálicos:

- 15 - la muestra 1 comprende fibras de acero sin tratar,
- la muestra 2 comprende fibras de acero tratadas con cromo y
- 20 - la muestra 3 comprende fibras de acero tratadas con bencimidazol.

Se determinó el pH de la matriz cementosa. Se encontró un valor de pH de 12.25.

De acuerdo con la ley de Nernst, se determina que E_{H_2} es:

$$25 \quad E_{H_2} = E_{H^+} - 0.059 * pH$$

$$E_{H_2} = -0.7228 \text{ V (versus el potencial de electrodo de hidrógeno estándar)}$$

30 El potencial de circuito abierto de las tres muestras en función del tiempo se midió y se muestra en la Figura 2. El potencial de circuito abierto de la muestra 1 viene dado por la línea 21, el potencial de circuito abierto de la muestra 2 viene dado por la línea 22 y el potencial de circuito abierto de la muestra 3 viene dado por la línea 23.

35 Después de aproximadamente 24 horas, el potencial de circuito abierto de la muestra no tratada (muestra 1) cae por debajo del potencial de evolución del hidrógeno, lo que resulta en la evolución del gas hidrógeno.

Para las otras dos muestras (muestra 2 y muestra 3), el potencial del circuito abierto permanece por encima del potencial de evolución del hidrógeno. En consecuencia, no se produce gas hidrógeno.

40 Para evaluar el rendimiento del hormigón reforzado bajo carga, dos muestras diferentes de hormigón reforzado con fibras de acero se someten a una prueba de carga de acuerdo con la norma belga NBN B15-238 (L = 450 mm) para determinar las resistencias a la flexión convencionales ($F_{f,300}$ y $F_{f,150}$).

Las vigas (150 x 150 x 500 mm) reforzadas con fibras de acero se someten a la prueba.

45 La composición de hormigón es la misma para la muestra 1 y 2.

La dosificación de las fibras de acero es de 20 y 40 kg/m³.

50 Las fibras de acero agregadas al hormigón en la muestra 1 a 2 se tratan de una manera diferente:

- La muestra 1 comprende fibras de acero recubiertas de zinc tratadas con un inhibidor de corrosión de acuerdo con la presente invención;

55 - La muestra 2 comprende fibras de acero recubiertas de zinc sin tratamiento adicional.

Antes de realizar la prueba de carga, las vigas se almacenan en atmósfera húmeda durante 28 días.

Los resultados de la prueba de carga se dan en la Tabla 1 para una dosificación de 20 kg/m³ y en la Tabla 2 para una dosificación de 40 kg/m³.

60

Tabla 1

20kg/m ³	$F_{f,300}$ (N/mm ²)	$F_{f,150}$ (N/mm ²)
Muestra 1	2.65	2.44
Muestra 2	1.86	1.65

Tabla 2

40kg/m ³	F _{f,300} (N/mm ²)	F _{f,150} (N/mm ²)
Muestra 1	4.03	3.76
Muestra 2	3.64	3.44

De la Tabla 1 y la Tabla 2 se puede concluir que la muestra 1 tiene el mejor rendimiento.

- 5
- Es notable el aumento en la tenacidad entre las muestras 1 y 2. Las fibras de acero recubiertas con zinc tratadas de acuerdo con la presente invención dan un aumento en la tenacidad de aproximadamente 10-40%, por ejemplo 30%, en comparación con las fibras de acero recubiertas con zinc no tratadas.
- 10
- Esto indica que la matriz cementosa de la muestra 2 está considerablemente debilitada debido a la evolución del gas de hidrógeno.
- Dado que la tenacidad es una medida de la capacidad del hormigón para sostener la carga después de la primera grieta, las fibras de refuerzo de la muestra 1 podrán mantener las grietas juntas bajo carga en una mayor medida.
- 15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura reforzada que comprende una matriz cementosa y elementos metálicos recubiertos de zinc, tratándose dicha estructura reforzada al menos en la interfaz de dichos elementos metálicos recubiertos de zinc y dicha matriz cementosa con un compuesto que proporciona dicho elemento metálico recubierto de zinc con protección catódica contra la evolución del hidrógeno, donde dicho compuesto se selecciona del grupo que consiste en los imidazoles, los triazoles y los tetrazoles.
- 10 2. Una estructura reforzada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho compuesto está presente en una concentración entre 0.005 y 2% en peso, por lo que la concentración se expresa con respecto al agua de mezcla utilizada para preparar la matriz cementosa.
- 15 3. Una estructura reforzada de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que dicha estructura reforzada está libre de cromo hexavalente.
- 20 4. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho imidazol comprende bencimidazol.
- 25 5. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos elementos metálicos recubiertos de zinc se recubren con una capa que comprende dicho compuesto antes de introducirse en dicha matriz cementosa.
- 30 6. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho compuesto se añade a la matriz cementosa.
- 35 7. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos elementos metálicos comprenden alambres metálicos, cordones metálicos, fibras metálicas, barras metálicas, láminas metálicas o mallas metálicas.
- 40 8. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos elementos metálicos comprenden fibras de acero.
- 45 9. Una estructura reforzada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos elementos metálicos tienen un recubrimiento de aleación de zinc.
- 50 10. Un método para inhibir la evolución del gas de hidrógeno en la interfaz de elementos metálicos recubiertos con zinc incrustados en una matriz cementosa, comprendiendo dicho método los pasos para proporcionar elementos metálicos recubiertos de zinc; introducir dichos elementos metálicos recubiertos de zinc en una matriz cementosa y tratar dichos elementos metálicos recubiertos de zinc y/o dicha matriz cementosa con un compuesto seleccionado del grupo que consiste en los imidazoles, los triazoles y los tetrazoles.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho imidazol comprende bencimidazol.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que dicho tratamiento comprende la adición de dicho compuesto a dicha matriz cementosa.
13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que dicho tratamiento comprende la aplicación de una capa de recubrimiento que comprende dicho compuesto sobre dichos elementos metálicos recubiertos de zinc antes de introducir dichos elementos metálicos recubiertos de zinc en dicha matriz cementosa.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha capa de recubrimiento comprende un pegamento.

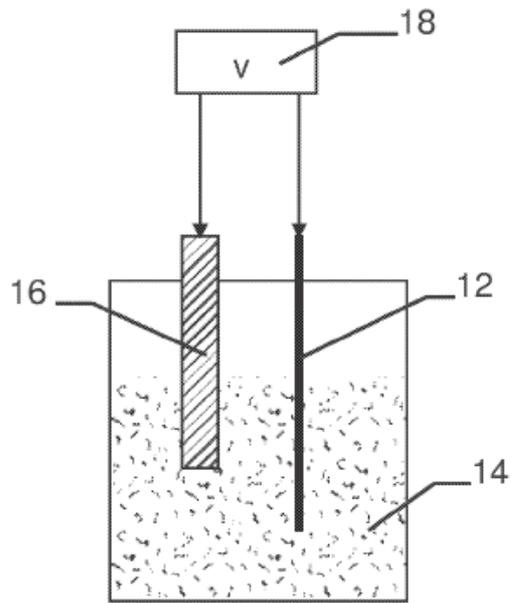


Fig. 1

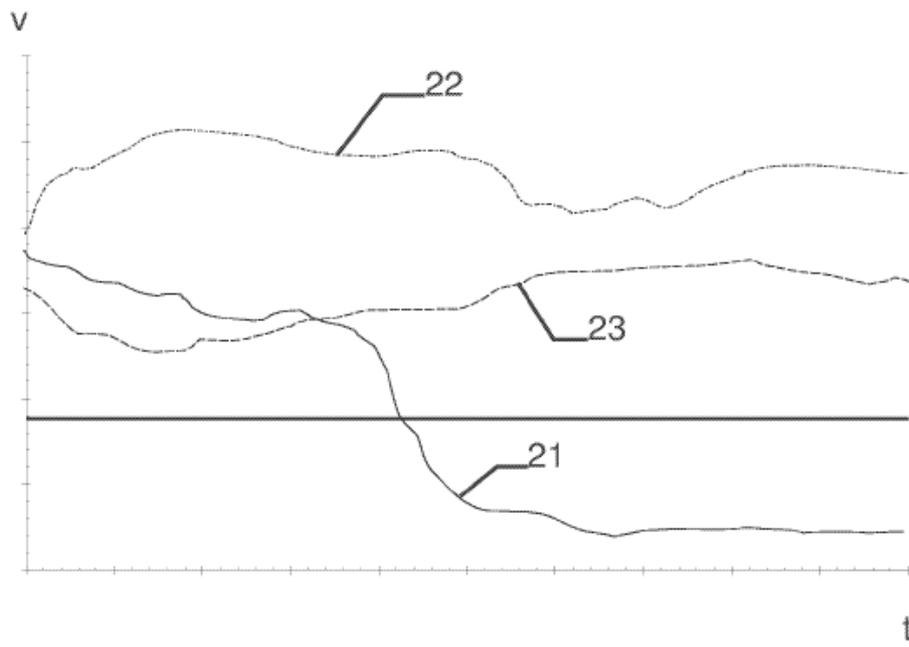


Fig. 2