(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 526 756**

(51) Int. Cl.:

C04B 28/00 (2006.01)
C04B 28/26 (2006.01)
C04B 28/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2009** **E 09775592 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014** **EP 2313352**

(54) Título: **Ánodo metálico galvánico embebido en un aglomerante hidráulico, que comprende un vidrio de aluminosilicato latente-hidráulico y un activador alcalino**

(30) Prioridad:

11.08.2008 AT 12372008
11.08.2008 AT 12382008

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.01.2015

(73) Titular/es:

SCHWARZ, WOLFGANG (100.0%)
Josefstädterstrasse 65/6
1080 Wien, AT

(72) Inventor/es:

SCHWARZ, WOLFGANG

(74) Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 526 756 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

Ánodo metálico galvánico embebido en un aglomerante hidráulico, que comprende un vidrio de aluminosilicato latente-hidráulico y un activador alcalino

La invención se refiere a un aglomerante hidráulico, en especial, para la protección de acero contra la corrosión, así como, a una matriz de aglomerante, mortero, cemento cola y ánodos fabricados con utilización del mismo.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los aglomerantes no orgánicos basados en silicatos de calcio y aluminio, que se endurecen hidráulicamente, son conocidos desde hace mucho tiempo y se utilizan en diferentes composiciones y características, tal como es de ver en la clase C04 de la clasificación internacional de patentes.

Los aglomerantes hidráulicos conocidos hasta el momento, tales como cemento portland, cal hidráulica y cementos de aluminato cálcico, se endurecen dando lugar a materiales frágiles, tales como, por ejemplo, mortero y hormigón con elevados módulos de elasticidad en comparación con las resistencias. Además, los aglomerantes hidráulicos conocidos hasta el momento se caracterizan por un altocontenido de calcio y una elevada proporción calcio/silicio y su resistencia está determinada por una cantidad suficiente de calcio disuelto en la solución de poros. Si el calcio disuelto procedente de la matriz del aglomerante es eliminado por lavado o inmovilizado por carbonatación ello puede dar lugar a una reducción de las fases minerales que aportan la resistencia, es decir, los hidratos de silicato cálcico. La duración de los aglomerantes que se basan en silicato cálcico es, por lo tanto, limitada.

También la protección galvánica contra la corrosión (GKS) ha sido utilizado desde hace muchos años para la protección contra la corrosión de acero en el hormigón y en construcciones de acero, tubos de conducción, etc., tal como se da a conocer, por ejemplo, en los documentos A 1344/2004, EP 1.135.538 EP 668.373 y en US-A-4.506.485. El efecto la GKS tiene lugar sobre la constitución de un elemento galvánico entre un ánodo consumible y el acero, si se utiliza la protección galvánica para la protección de la armadura de acero en el hormigón, el hormigón actúa como electrolito. Para la protección de construcciones de acero, se aplica habitualmente un electrolito flexible en forma de gel entre el acero y el ánodo galvánico. En su mayor parte, el electrolito flexible en forma de gel, se encuentra en forma de capa adhesiva sobre un ánodo metálico. Como materiales de ánodo, se utilizan habitualmente zinc y sus aleaciones, de manera poco frecuente, aluminio y sus aleaciones. El ánodo es instalado habitualmente sobre la superficie del elemento constructivo a proteger, en muchos casos también como “ánodo galvánico individual” en el hormigón.

En la utilización de los conocidos ánodos consumibles para la protección contra la corrosión de acero se presentan inconvenientes, especialmente en el hormigón con acero consistentes en que el zinc al establecer contacto con los iones de calcio, en especial hidróxido cálcico se pasiva, y después de poco tiempo queda inactivo. Los ánodos consumibles conocidos, tales como los del procedimiento, Plasmaspray, de acuerdo con el procedimiento Grillo-KKS (WO 2005/03061) sobre el zinc aplicado sobre la superficie del hormigón son eficaces, por lo tanto, solamente para elevados contenidos de humedad y elevados contenidos de cloruros. Si el sistema se seca, el zinc se pasiva de forma irreversible. Para obviar estos inconvenientes se han desarrollado los denominados ánodos individuales, tales como los que se describen en el documento US-A-6.572.760 (B2). El problema de la pasivación del zinc se solucionó, de manera que en el aglomerante en el que está embebido el zinc, se mezclan productos alcalinos, habitualmente hidróxidos alcalinos. La práctica ha demostrado que para una actividad suficiente de los ánodos de zinc es necesario un pH de 14 aproximadamente. Por esta razón, estos ánodos individuales son utilizables solamente en las obras de construcción con importantes medidas de seguridad, tal como son habituales para los materiales de construcción con alto contenido alcalino, corrosivos. Además, se ha demostrado que la alcalinidad se elimina a plazo medio por reacción galvánica y el zinc, ante todo en las piezas constructivas están sometidas a ciclos de secado/humedad, se pasiva. Además, los materiales alcalinos pueden actuar en el hormigón a causa de la reacción alcali-sílice de forma negativa sobre la resistencia del hormigón.

La publicación WO 00/46422 da a conocer un ánodo metálico galvánico, que comprende un metal, tal como zinc, magnesio o aluminio, que está incorporado en una matriz de aglomerante/matriz de mortero de cemento portland. El ánodo es utilizado para la protección contra la corrosión de la armadura de acero. No obstante, la matriz del mortero tiene un valor de pH mayor de 12 y, preferentemente superior de 14.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el objetivo de la invención es la preparación de un aglomerante hidráulico, así como, un ánodo consumible fabricado a base del mismo con el que se pueden superar de manera sustancial o completa los inconvenientes anteriores.

MATERIA DE LA INVENCIÓN

Este objetivo es alcanzado por la presente invención mediante la preparación de un ánodo metálico galvánico que comprende, como mínimo, un metal o, como mínimo, una aleación metálica, incorporado en un aglomerante hidráulico, de manera que el aglomerante hidráulico comprende K, Ca, silicatos de aluminio, así como

opcionalmente Li, Na, y Mg, así como los siguientes componentes:

a) vidrio de silicato de aluminio latente hidráulico con una proporción de $(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO2>1$
y
b) un activador alcalino en forma de vidrio líquido alcalino con la fórmula molecular (I)

$$a(M_2O)*_x(SiO_2)*_y(H_2O) \quad (I)$$

en la que se deben considerar las siguientes significaciones:
M = Li, Na, K, a = 0-4 así como x = 0-5 e y= 3-20,
de manera que, la relación molar de Ca/Si < 1, la relación molar de Al/Si < 1 y la relación molar de M/Si > 0,1.

Incluso con esta forma de realización más simple de la invención, se pueden conseguir las siguientes ventajas con respecto al estado de la técnica: El aglomerante, se caracteriza ante todo por una elasticidad muy elevada con una elevada resistencia. Los morteros y hormigones habituales a base de aglomerantes hidráulicos presentan para resistencias a la compresión de 15 a 25 MPa módulos E de 18 a 24 GPa, que se pueden calcular en base a la fórmula general (I), de acuerdo con la Asociación Americana del cemento ACI 318-95 y ACI 318-89:

$$EC = 4{,}73(f'_c)^{0,5} \quad (I)$$

Siendo Ec = módulo de elasticidad en Gpa
f'_c = Resistencia a la compresión en MPa

Para hormigones de la clase de resistencia 16/20 MPa es característico un módulo E de 27 GPa, de acuerdo con la ÖNORM 4700.

A diferencia del cemento de tectoaluminio silicato, según los documentos AT177072T, DE 59109105D y US 5.372.640 no se utilizan microsilicatos en el aglomerante. El aglomerante es duro y elástico y deformable a presión y ello con elevadas resistencias. Por lo tanto, es especialmente apropiado también para la fabricación de placas y ladrillos delgados y para la fabricación de recubrimientos sobre hormigón y metal. Para ambos tipos de utilización son una importante ventaja, una elevada elasticidad y una elevada retracción bajo carga.

Una matriz de aglomerante, tiene también la característica especial de que es fabricada a base de dos componentes siendo ambos alcalinos (por ejemplo, componente A: pH 10,35, componente B: 13,94, Mezcla de A+B: 13,21). Inmediatamente después de la mezcla y antes de del endurecimiento, el valor del pH asciende a 13,21, después del endurecimiento, el valor del pH es de 10,48. La matriz aglomerante endurecida se diferencia, por lo tanto, sensiblemente de los aglomerantes hidráulicos endurecidos, de acuerdo con el estado de la técnica, tal como el cemento portland: pH 13,6; cemento romano pH 13,1; cal hidráulica pH 12,6.

En el vidrio de aluminosilicato (LHASG) latente hidráulico, el aglomerante hidráulico se trata de un material que ante todo en estado molido, o bien en estado pulverulento está en condiciones de reaccionar y endurecerse con hidróxido cálcico para pasar a ser “hidráulicamente activo”, tan pronto como es activado mediante un activador. Preferentemente, se utiliza para ello escoria de altos hornos, pero se pueden utilizar también escorias de otros procesos, por ejemplo, escorias de fabricación de acero, cenizas voladoras de la cámara de fusión o también cenizas voladoras de centrales térmicas de carbón con una elevada proporción de vidrio o cualquier material amorfo, tipo vidrio que sea activo hidráulicamente y que corresponda a la fórmula molecular anteriormente indicada.

En el activador alcalino, se trata de un vidrio en solución alcalino, por ejemplo, silicato sódico o potásico. Mediante el activador alcalino del componente b) se activa el componente a) latente hidráulico. En formas de realización preferentes el activador alcalino contiene, como mínimo, un hidróxido alcalino que amplifica su efecto, es decir, produce velocidades de reacción más elevadas en la aglomeración y resistencia más elevada de los productos endurecidos, se consiguen resultados especialmente satisfactorios con un vidrio en solución alcalino que contiene 10-12% en peso de K_2O y 20-25% en peso de SiO_2 y al que se mezcla además 10-15% en peso de hidróxido potásico.

Preferentemente, el aglomerante contiene adicionalmente como componente c) un aditivo hidráulico latente, por ejemplo, una puzolana, de modo todavía más preferente un silicato de aluminio latente hidráulico pobre en calcio, en especial libre de calcio, a efectos de mejorar características, tales como resistencia y densidad, puesto que el opcionalmente calcio disuelto forma una matriz aglomerante en la solución de poros, de manera que provoca la reticulación tridimensional de la matriz y disminuye el contenido de hidróxido cálcico soluble. El aluminosilicato latente hidráulico, está compuesto en especial, preferentemente o bien de una puzolana natural, tal como, por ejemplo cenizas volcánicas o piedra toba, caliza, ligera, molida, o también una puzolana artificial, tal como un material de arcilla térmicamente activado, por ejemplo, calcinado entre 500ºC y 900ºC, puesto que estos materiales son fácilmente accesibles y de coste económico. Las puzolanas artificiales son además aluminosilicatos hidráulicos latentes especialmente activos y los minerales de arcilla calcinada tienen la ventaja de que al contrario que en las puzolanas naturales presentan una composición definida y, por lo tanto, una reactividad controlable. Como

aluminosilicato hidráulico latente, son apropiadas también las cenizas voladoras de centrales térmicas de carbón, con características latentes hidráulicas, con un contenido de CaO < 12% en peso, preferentemente < 8% en peso. Se han demostrado especialmente apropiadas también las cenizas voladoras de hulla vitrificada. De modo general, se tiene que comprender en este contexto, bajo los términos “aluminosilicato hidráulico latente pobre en calcio” un contenido de CaO < 15% en peso, preferentemente < 10% en peso.

El metacaolin se muestra como especialmente activo latente hidráulico, puesto que se fabrica por calcinación a unos 600ºC, a partir de kaolin. La prueba para la hidraulicidad latente indicó una solubilidad de 20% en peso en NaOH 1N. La añadidura de aluminosilicatos hidráulicos latentes se mostró también como ventajosa para las características mecánicas de la matriz de aglomerante: la añadidura produjo una elevación de la elasticidad, de la contracción bajo carga y de la resistencia a largo plazo (>28 días).

El aluminosilicato y el vidrio soluble de silicato de aluminio, se consideran como latentes hidráulicos cuando 2 gramos de los mismos dispersados en 100 ml de lejía sódica 1N calentada a 60ºC se disuelven, como mínimo, 2% en peso dentro de 1 hora. Con esta prueba se determina la hidraulicidad latente.

Las relaciones cuantitativas de los componentes a), b) y opcionalmente c) son preferentemente las siguientes:

a) 100-300 partes en peso de vidrio de silicato de aluminio soluble latente hidráulicamente;
b) 20-150 partes en peso de activador alcalino; y
c) opcionalmente 50-200 partes en peso de aditivo hidráulico latente, de manera que la relación molar de Al/Si < 0,8 y la relación molar de Ca/Si < 0,9.

En estas proporciones se pudieron conseguir los mejores resultados en pruebas de laboratorio y pruebas prácticas, tal como resulta de los ejemplos de realización que se indicarán. La proporción de activador alcalino con respecto al vidrio soluble de silicato de aluminio hidráulico es, preferentemente tal que el activador alcalino durante la reacción de endurecimiento es llevado a un mínimo de 95%, preferentemente a 99%. Se ha demostrado que con las proporciones de peso anteriormente descritas se pueden conseguir resultados óptimos, de manera que en la añadidura del aditivo activo latente hidráulico, la cantidad de activador alcalino, debe ser aumentada para conseguir resultados óptimos. La proporción $M_2O/(SiO_2+Al_2O_3)$ debe ser, como mínimo, de > 0,01, preferentemente > 0,05. Las características, tales como adherencia a largo plazo, elasticidad y resistencia, aumentan con la disminución de la relación Ca/Si, de manera que la relación Ca/Si debe ascender preferentemente a < 0,9. Se ha demostrado que se pueden conseguir características especialmente satisfactorias con aglomerantes, en los que la relación molar Al/Si < 1, preferentemente < 0,8.

El aglomerante puede contener, además, en determinadas formas de realización, como mínimo, un polímero orgánico lo cual, especialmente en la utilización como recubrimiento de hormigón, reduce la tendencia a la formación de grietas, se reduce el módulo E y mejora la capacidad de manipulación. Preferentemente, el polímero orgánico se escoge entre poliacrilatos, látex, copolímeros de poliacrilo, copolímeros de poliestirol y poliestirolbutadienos.

Además del aglomerante hidráulico de la invención comprende preferentemente una sal de zinc soluble, más preferentemente un sulfato de zinc hidratado, puesto que las sales de zinc, ante todo el sulfato de zinc actúan como reguladores de la aglomeración mediante los cuales se puede regular los tiempos de aglomeración. Además, el zinc actúa contra la aparición de algas y hongos. Por ejemplo, con la añadidura de 0,5% en peso de sulfato de zinc heptahidratado se pudieron alargar los tiempos de aglomeración desde aproximadamente 0,5 a 1 hora hasta 12 a 24 horas sin perjudicar las características mecánicas.

En formas de realización preferentes, el aglomerante hidráulico comprende además, una sal de litio, preferentemente cloruro de litio, puesto que estas sales aumentan entre otros, la actividad galvánica de los ánodos de zinc fabricados con utilización del aglomerante, en el endurecimiento del aglomerante favorecen la formación de silicatos de aluminio, especialmente duraderos reticulados e impiden, o como mínimo, reducen la reacción alcali-sílice con sustancias añadidas reactivas, tales como, por ejemplo, arenas de ópalo o arenas de grauvaca. Para aumentar la capacidad de potencia de los ánodos de zinc, se muestra especialmente ventajosa la adición de cloruro de litio, por ejemplo, una mezcla de 0,1 a 2,0% en peso de LiCl, para la estabilidad de la corriente galvánica. Para la capacidad de conducción iónica de la matriz de aglomerante producen buenos resultados una añadidura de aproximadamente 0,2-5,0% en peso, preferentemente, aproximadamente 0,4 a 1,0% en peso de sales de litio. Igualmente con respecto a los ánodos metálicos galvánicos, según la invención, el aglomerante comprende preferentemente además un medio de zinc formador de complejo, de manera más preferente una polietilenimina o poliamida. Los medios de formación de complejo de zinc impiden el pasivado de los ánodos de zinc en medios alcalinos débiles hasta alcalinos medios. En especial, la polietilenimina aumentó la potencia galvánica de un ánodo de zinc de manera duradera. Sin añadidura de polietilenimina, se disminuye la salida de corriente del ánodo de zinc después de un año en 90%. Una añadidura de aproximadamente 1-3% en peso, preferentemente 2% en peso de polietilenimina produjo que la disminución de la intensidad de corriente galvánica ascendiera solamente a 45% y al continuar el funcionamiento, permaneció estable. Mediante la utilización de materiales como formadores de complejos, se pueden conseguir simultáneamente los efectos ventajosos de los polímeros orgánicos que se han explicado y polímeros catiónicos básicos, tales como la polietilenimina aumentan además la reactividad de la

escoria, actúan de manera positiva en el desarrollo de la resistencia e impiden o reducen la formación de grietas en morteros fabricados a base del aglomerante.

Además, el aglomerante hidráulico puede comprender en formas de realización preferentes, un medio espesante y/o un medio tixotrópico, preferentemente un alquil éter de celulosa y/o un alquil-éter de almidón. Éstos aumentan la capacidad de manipulación de un mortero fabricado a base del aglomerante: el mortero se puede aplicar de manera más fácil, puesto que es más “lubrificante” o bien tixotrópico, es decir, es menos viscoso o incluso fluido, cuando es aplicado, no obstante, en reposo se celifica y se espesa. Además, el alquil-éter de celulosa y el alquil-éter de almidón actúan como medios de retención de agua y aumentan, por lo tanto, la conducción de iones.

En otras formas de realización, el vidrio líquido de silicato de aluminio hidráulico latente, se utiliza como componente b) mezclado con peróxido de hidrógeno para oxidar sulfuros en el vidrio líquido de silicato de aluminio en polvo, transformándolo, por lo tanto, en sulfato. Los sulfuros contenidos en muchos vidrios solubles de silicato de aluminio, ante todo en escorias de altos hornos, se han demostrado muy perjudiciales para la efectividad de los ánodos de zinc. Se ha demostrado que los sulfuros, de modo sorprendente, se oxidan fácilmente por mezcla del vidrio soluble de silicato de aluminio molido con una solución de peróxido de hidrógeno al 3%.

Los componentes a) y b) y finalmente también c) del aglomerante hidráulico de la invención, pueden encontrarse preferentemente separados, de manera que el aglomerante forma un sistema de dos componentes, de manera que el activador alcalino se disuelve preferentemente en agua y el vidrio soluble de silicato de aluminio (opcionalmente junto con el aditivo) se encuentra en forma de polvo o de modo correspondiente en agua, es decir, en forma líquida y el contenido de activador alcalino y opcionalmente de los hidróxidos alcalinos contenidos en el mismo ascienden preferentemente, entre 10 y 50% en peso.

La ventaja de esta forma de realización consiste en que ambos componentes del sistema de dos componentes se pueden mezclar de manera fácil y rápida, por ejemplo, directamente en la obra, siendo transferidos a una matriz aglomerante igual que cuando ambos componentes se encuentran en forma seca. En un sistema de componente en polvo seco único, el activador alcalino se debe encontrar en forma seca pero soluble y debe ser disuelto primeramente mediante la añadidura de agua antes de que pase a ser activo.

Según otro aspecto, la invención se refiere a una matriz de aglomerante preparada con utilización de un aglomerante hidráulico que se consigue de manera que el aglomerante hidráulico, en este caso, un sistema de un solo componente seco es mezclado con agua y transformado. Preferentemente, el aglomerante hidráulico y el agua serán mezclados en una matriz aglomerante de este tipo con una proporción de 1 :0,5 hasta 1 :4, con respecto a la sustancia seca del aglomerante. Preferentemente, la matriz aglomerante contiene una relación de $CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$ de < 0,9, preferentemente < 0,5, una proporción de CaO/SiO_2 de < 0,9, preferentemente < 0,5, y una proporción de M_2O $(SiO_2+Al_2O_3)$ de 0,01, preferentemente > 0,05. De manera alternativa, la matriz aglomerante presenta preferentemente una proporción de $CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$ de < 0,05, preferentemente < 0,3, una proporción de CaO/SiO_2 de < 0,8, preferentemente < 0,5, y una proporción de $M_2O/(SiO_2+Al_2O_3)$ de > 0,02, preferentemente > 0,07.

Una matriz de aglomerante con las proporciones antes indicadas, presenta una elevada adherencia a largo plazo, elevada retención (>1,5 MPa) sobre el suelo, así como resistencias a la compresión en un rango de 10 a 35 MPa; una matriz de aglomerante con proporciones tales como en el segundo caso es apropiada ante todo para utilizaciones que requieren una elevada duración a largo plazo, elevada resistencia (25 a 75 MPa), elevadas resistencias de adherencia (>2,5 MPa después de 28 días) para módulos E relativamente reducidos.

En principio, se puede observar que las placas delgadas de materiales frágiles, tales como, por ejemplo, hormigón de cemento portland, muestran ya después del endurecimiento del hormigón, durante la fabricación de las placas, a causa de esfuerzos de tracción interno, que son generados por la retracción natural del hormigón, tienden a formar grietas. Si las placas de este tipo son fijadas mecánicamente al suelo, la tendencia a la formación de grietas aumenta todavía por el reducido coeficiente de retracción. Lo mismo es válido aunque en menor medida, también para recubrimientos de hormigón y acero. El material de recubrimiento debe poder adaptarse a deformaciones del piso de hormigón o de acero, por ejemplo, a causa de variaciones de temperatura o de gradientes de temperatura, sin agrietarse. Las placas, ladrillos y recubrimientos de hormigón y acero fabricados a base de mortero que contiene una matriz de aglomerante, no muestran grietas incluso para cargas elevadas, ni se sueltan del piso ni desprendimientos.

Por lo tanto, la invención permite preparar un mortero con utilización de i) un aglomerante hidráulico, ii) agua y iii) materiales aditivos, mediante los cuales se pueden conseguir las ventajas anteriormente explicadas de la invención en su aplicación práctica. El mortero fabricado a base del aglomerante es apropiado especialmente para la fabricación de recubrimientos de hormigón y para el recubrimiento de acero para la fabricación de placas y ladrillos muy estables y duraderos, así como, para la fabricación de ánodos galvánicos de zinc.

Como materiales aditivos, se pueden considerar en principio todos los materiales aditivos normales habitualmente utilizados. Se consiguen resultados especialmente buenos, no obstante, con aditivos calcíticos y con aditivos de

arena de cuarzo. Los materiales aditivos deben ser resistentes a los alkali, en especial no deben ser reactivos a sílice alcalino. La distribución de la granulación debe cumplir preferentemente la curva de Fuller, es decir, debe corresponder a una formación de bolas muy densas. Se han conseguido resultados muy satisfactorios con un material aditivo a base de mármol molido con unas dimensiones mínimas de granos de 0,2 mm y unas dimensiones máximas de granos de 0,5 mm para un mortero de recubrimiento.

Los morteros preparados a base de éster aglomerante se caracterizan por módulos E muy reducidos: para resistencias a la compresión de 15-25 MPa se miden módulos E de aproximadamente 12 a 15 GPa. Para un mortero preparado a base de un aglomerante con 100-300 partes en peso de vidrio soluble de silicato de aluminio hidráulico latente, b) 20-150 partes en peso de activador alcalino y c) 50-200 partes en peso de medio aditivo hidráulico latente, de manera que la relación molar de Al/Si < 0,8 y la relación molar de Ca/Si < 0,9, se midió para una resistencia a la compresión de 20 MPa, un módulo E de 7 GPa. En un mortero preparado a base del aglomerante de la invención con un aditivo de hidróxido alcalino en activador alcalino se midió un módulo E de 5 GPa. En este caso, los módulos E reducidos significan una elevada elasticidad.

Además, los morteros preparados a base del aglomerante por un satisfactorio comportamiento en la retracción. Esto significa que, el mortero endurecido puede deformarse bajo la acción de presión. En prismas de mortero fabricados a base del aglomerante se midió un coeficiente de retracción de 0,45 mm/m; en prismas de mortero, que han sido fabricados con un aglomerante con las proporciones en peso anteriormente indicadas, se midió un coeficiente de retracción de 0,54 mm/m; y en prismas de mortero que fueron fabricados con un aglomerante con una sal de zinc se midió un coeficiente de retracción de 0,35 mm/m. Para morteros y hormigones habituales son característicos por el contrario solamente coeficientes de retracción de < 0,2 mm/m.

Es preferible, por ejemplo, un mortero con una relación de aditivos/aglomerante de 1 : 0,25 hasta 1 :4 y una relación de aglomerante/agua de 0,25:1 hasta 2:1. El inventor ha comprobado que un mortero de este tipo:

- se aglomera después del tiempo de 5 minutos hasta 24 horas;
- después de 4 horas de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia de adherencia sobre hormigón de aproximadamente 0,5 a 3 MPa;
- después de 24 horas de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia de adherencia sobre hormigón de aproximadamente 1,0 a 4 MPa;
- después de 28 horas de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia de adherencia sobre hormigón de aproximadamente 1,5 a 5 MPa;
- 4 horas después de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia a la compresión de aproximadamente 1 a 3 MPa;
- 24 horas después de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia a la compresión de aproximadamente 2 a 12 MPa; y
- 28 horas después de la aglomeración, almacenado a 20ºC, muestra una resistencia a la compresión de aproximadamente 10 a 30 MPa;

Estos resultados muestran parcialmente notables mejoras con respecto al estado de la técnica. Por ejemplo, las resistencias de adherencia de morteros conocidos hasta el momento se encuentra aproximadamente en 0,5 hasta 1 MPa después de 24 horas y de 1,5 a 2,5 MPa después de 28 días.

En otra forma de realización adicional preferente, un mortero presenta una proporción de aditivos/aglomerante de 1 :0,5 a 1 :2 y una relación de aglomerante/agua de 0,25:1 a 2:1, de lo que resulta un módulo E dinámico del mortero endurecido < 15 GPa, incluso < 10 GPa y, por lo tanto, una elasticidad notablemente aumentada.

Un mortero adicional de la siguiente invención preferible presenta una relación de aditivos/aglomerante de 1 :0,2 a 1 :5 y una relación de aglomerante/agua de 0,3:1 a 2,5:1 y, por lo tanto, es muy apropiado para la fabricación de un ánodo metálico, por ejemplo, un ánodo de zinc, es decir, por ejemplo, para incorporar una rejilla de zinc, red de zinc, chapa perforada de zinc o alambres de zinc. Un mortero preferente de este tipo es apropiado en especial para la fabricación de ánodos de zinc y, sobretodo ánodos activos duraderos de zinc, puesto que los ánodos de zinc permanecen activos incluso para las condiciones de pH relativamente bajo, que predominan (es decir, pH < 12, preferentemente pH < 11). Normalmente, un ánodo de zinc permanece activo solamente para valores de pH > 13, preferentemente > 14. Una notable ventaja del aglomerante y del mortero resultante del mismo, es que un ánodo de zinc, incluso después de una fase de inactividad condicionada por secado se vuelve activo inmediatamente después de un nuevo humedecimiento. Por esta razón, la vida útil del ánodo de zinc se prolonga, puesto que durante la fase seca (humedad relativa < 60%) no corrosiona el acero a proteger y, por lo tanto, no se requerirá ánodo de zinc. En caso de renovación de la humedad, el ánodo de zinc se vuelve activo, es decir, que es solamente activo cuando realmente se necesita.

Según otro aspecto, la invención da a conocer un hormigón cola que es fabricado con utilización de un aglomerante hidráulico, una matriz aglomerante o un mortero. A causa de su elevada conductividad iónica, el hormigón cola es apropiado especialmente para una adherencia satisfactoria de placas, ladrillos, piezas metálicas, piezas de hormigón y de mortero sobre superficies de hormigón, por ejemplo, ánodos metálicos en forma de placa sobre

hormigón.

La invención se refiere a la utilización de un aglomerante hidráulico, una matriz de aglomerante o un mortero para la fabricación de ánodos metálicos, es decir, ánodos consumibles, para la protección contra la corrosión galvánica de aceros preferentemente aceros de hormigón armado.

Para ello, preferentemente, en el aglomerante hidráulico, la matriz de aglomerante, o bien el mortero, se incorpora un metal que tiene un potencial estándar negativo, en la clasificación de tensiones electroquímicas, tal como acero, o una aleación que consiste esencialmente de uno o varios elementos que presentan un potencial estándar negativo, tal como hierro. El metal, o bien el elemento, es en este caso preferentemente zinc y el metal o la aleación adopta especialmente forma de una rejilla, red, chapa perforada, o alambres incorporados. El propio ánodo puede estar realizado, por ejemplo en forma de placas, cubos, cilindros o rejillas, preferentemente en forma de placa y puede ser aplicado sobre una superficie de hormigón, preferentemente por encolado, o puede ser incorporado en el hormigón.

El ánodo metálico, especialmente ánodo de zinc, según la invención se diferencia por las características anteriormente descritas del aglomerante, de manera sensible con respecto a los ánodos de zinc, según el estado de la técnica, ante todo por la elevada resistencia (aproximadamente 15-25 MPa de resistencia a la compresión) elevada elasticidad (módulo E < 15 GPa, preferentemente < 10 GPa), elevado coeficiente de retracción (> 0,25 mm/m) y elevada conductividad iónica. Un ánodo, según la invención, se caracteriza además porque puede ser fabricado en forma de ladrillos o placas y puede ser adherido con una cola adecuada, preferentemente con un hormigón cola sobre las piezas a proteger, o bien puede ser utilizado como “ánodo de zinc individual” en las piezas de hormigón a proteger. Un ánodo de zinc, según la invención, puede ser fabricado también “in situ” sobre las piezas a proteger, dado que el zinc metálico que será incorporado en el aglomerante sobre la pieza a proteger y se endurece sobre dicha pieza constructiva en forma de matriz aglomerante, o bien mortero.

Además, un ánodo de zinc, de acuerdo con el estado de la técnica, requiere, para evitar su pasivación, una elavada alcalinidad del aglomerante, tal como se describe, por ejemplo, en el documento US-A-6.572.760 (B2) en el que, se describe un pH mayor de 12, preferentemente mayor de 14.

De manera sorprendente, el aglomerante presente resulta adecuado, en especial, cuando contiene un medio adecuado para la formación de complejo de zinc, tal como por ejemplo, una polietilenimina, para la activación de ánodos de zinc, aunque el valor de pH del aglomerante, tal como se ha explicado al principio, ascienda solamente aproximadamente a 10,5. Los ánodos permanecen activos incluso después del largo periodo de funcionamiento (varios años) y se activan nuevamente después de periodos secos. La actividad puede ser aumentada sustancialmente por la añadidura de LiCl. Se ha demostrado mediante investigaciones que en hormigón o mortero de cemento portland, incluso en cemento portland fuertemente alcalino o con cemento portland mezclado con materiales alcalinos, pierden actividad sensiblemente después de un cambio de seco-húmedo. La matriz de aglomerante resulta especialmente apropiada incluso para la fabricación de “ánodos individuales” designados idiomáticamente como “ánodos discretos”, tal como se describe, por ejemplo en el documento US-A-6.572.760 (B2).

Para garantizar el funcionamiento duradero de los ánodos de zinc, objeto de la invención, se ha demostrado especialmente eficaz y ventajosa la adición de aluminosilicatos hidráulicos latentes. El ánodo de zinc reacciona sensiblemente a los iones de calcio disueltos que se liberan del vidrio soluble de silicato de aluminio hidráulico durante la hidratación. Los iones de calcio disueltos efectúan una pasivación del zinc y reducen, por lo tanto, la eficacia de la protección contra la corrosión galvánica. A largo plazo, ello puede conducir a una ineficacia casi completa de un ánodo de zinc galvánico. Mediante añadidura de aluminosilicatos hidráulicos latentes se puede unir el calcio disuelto en la matriz de aglomerante, de manera duradera y, por lo tanto, se puede garantizar la forma de funcionamiento del ánodo de zinc, de manera duradera.

Son condiciones previas para la eficacia duradera de ánodos de zinc galvánicos, una matriz incorporable que se encuentre esencialmente libre de calcio disuelto o, que presente solamente trazas de calcio disuelto. En la matriz de aglomerante, se puede unir, de manera correspondiente calcio disuelto por la mezcla de aluminosilicatos hidráulicos latentes. A diferencia de los aglomerantes hidráulicos libres de calcio, con un aglomerante que contiene calcio se puede conseguir elevadas resistencias, elevadas resistencias a la formación de grietas y una elevada elasticidad. Esta es una condición esencial previa para la fabricación de ánodos de zinc, según la invención. Las elevadas resistencias se deben atribuir a la unión del calcio en la matriz de aglomerante.

Una variante preferente de la fabricación de un ánodo de zinc galvánico, de acuerdo con la presente invención consiste en rellenar un molde previamente preparado, por ejemplo, de 50 x 100 cm y 1 cm de profundidad, de mortero hasta una altura de 0,5 cm, colocar en esta capa de mortero una rejilla de zinc dotada de contactos eléctricos y recubrir con mortero quedando, por lo tanto, incorporada en dicho mortero. El ánodo de zinc fabricado de este modo, en forma de placa, se encolará con un hormigón cola adecuado, preferentemente un hormigón cola sobre la superficie de la pieza constructiva a proteger contra la corrosión del acero. Después del endurecimiento del adhesivo, las placas individuales de ánodo de zinc se unen mediante los contactos eléctricos entre sí y preferentemente dos veces por pieza constructiva, con la armadura de acero.

El ánodo de zinc galvánico, puede ser fabricado, no obstante, de manera directa sobre la pieza de hormigón a proteger, de manera que se aplica una delgada capa de mortero sobre la superficie del hormigón. Sobre esta capa de mortero, se aplicará, por ejemplo, una rejilla de zinc y se incorporará en una segunda capa del mortero.

La colocación de la rejilla de zinc y la incorporación en una capa de mortero sobre el hormigón, se ha demostrado complicada, sobre todo la fijación de la rejilla de zinc mediante pernos de plástico aplicados en orificios taladrados, así como, la soldadura de las rejillas entre sí, y también la fabricación de la conexión con la armadura de acero. En comparación con ello, el encolado de ánodos de zinc galvánicos en forma de placa sobre el hormigón, es mucho más simple y rápida de conseguir. La gran ventaja de los ánodos de zinc en forma de placa, es que para su aplicación se pueden prefabricar en taller y después se pueden montar rápidamente sobre las piezas constructivas, es decir, de manera análoga a piezas terminadas de hormigón. Para superficies de hormigón estructuradas de forma complicada, por ejemplo salientes, etc. La fabricación in situ de los ánodos de zinc galvánicos puede ser más simple y económica.

Una forma de realización de un ánodo de zinc galvánico de acuerdo con la invención es apropiada para la incorporación en la pieza constructiva a proteger. Esta forma de realización puede ser incorporada, por ejemplo, dentro del ámbito de las medidas de reparación de piezas constructivas de hormigón ya existentes para evitar a largo plazo corrosión adicional de la armadura de hormigón, en la zona limite con el hormigón saneado. Para esta utilización se han demostrado especialmente apropiados ánodos de zinc galvánicos de forma prismática y cilíndrica. Los ánodos de zinc galvánicos pueden ser fijados, no obstante, también como ánodos discretos en orificios taladrados en piezas de hormigón con un mortero de anclaje adecuado, preferentemente, no obstante, también con un hormigón cola. Para esta utilización se han demostrado especialmente adecuados también los ánodos de zinc galvánicos de forma cilíndrica.

Las investigaciones llevadas a cabo con un ánodo de zinc incorporado en un aglomerante hidráulico y aplicado sobre una superficie de hormigón han demostrado que bajo la suposición de que no pueda entrar agua nueva (por ejemplo, por medio de sellado de la superficie con un material adecuado, por ejemplo, una resina epoxi, PU, lámina PE, etc.) durante el funcionamiento del ánodo galvánico se extrae galvánicamente cloruros del recubrimiento del hormigón y se combinan químicamente con el electrolito sólido quedando completamente inmovilizados. Investigaciones llevadas a cabo con microscopio electrónico de retícula han demostrado que el cloruro es unido en forma de hidroxicloruro de zinc al hidróxido de zinc constituido en el funcionamiento galvánico y, por lo tanto, queda totalmente inmovilizado. Con 1 kg de zinc/m^2 se pueden fijar 0,56 kg de cloruro o un equivalente de 5,65% en peso/peso de cemento en 3 cm de recubrimiento de hormigón. Esto significa que a largo plazo, por ejemplo, de 2 a 5 años, el cloruro será completamente extraído del hormigón. Cuando se impede una nueva entrada de cloruros, este sistema de protección galvánico, puede desconectar después de 5 años aproximadamente, o bien, no se requiere renovación después del transcurso de su actividad que asciende habitualmente a unos 10 hasta 15 años.

El ánodo metálico galvánico, especialmente de zinc, fabricado de acuerdo con la presente invención es especialmente apropiado para la protección preventiva contra la corrosión de acero en hormigón, para cuyo fin es incorporado preferentemente durante la fabricación de las piezas de hormigón en el hormigón reciente. De manera preferente, el ánodo galvánico es fijado sobre la armadura de acero, uniéndose eléctricamente con ésta e incorporándose en el hormigón reciente junto con la armadura de acero. En un último aspecto, la presente invención comprende, por lo tanto, la utilización de dicho ánodo consumible para la protección contra la corrosión de acero, en especial acero de hormigón armado.

A continuación se describirá la invención de modo más detallado, en base a ejemplos no limitativos.

EJEMPLO

Ejemplo 1

	Componente A	
14	Partes en peso	Agua
17	Partes en peso	Escorias de alto horno
10	Partes en peso	Metacaolin
0,1	Partes en peso	Éter celulósico
0,1	Partes en peso	Agente antiespuma
60	Partes en peso	Caliza triturada 0,2-1,0 mm
	Componente B	
30	Partes en peso	Silicato potásico
2	Partes en peso	Hidróxido potásico

Los componentes A y B fueron preparados de manera correspondiente por mezcla de las sustancias componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y como solución transparente (componente B). El aglomerante fue

preparado por mezcla de los componentes B con el componente A. Se recubrió con el mismo una placa estándar de hormigón (40 x 40 x 4 cm). La masa endureció después de 30 min. Después de 24 horas se midió una resistencia al agrietamiento de 2 MPa, después de 14 días de 2,8 MPa. La resistencia a la compresión a los 28 días ascendió a 16 MPa y el módulo E estático a 10 GPa. El coeficiente de retracción determinado después de 90 días, ascendió a 0,54 mm/m.

La escoria de alto horno tenía la siguiente composición:

39	Partes en peso	SiO_2
6,9	Partes en peso	Al_2O_3
41	Partes en peso	CaO
0,4	Partes en peso	K_2O

Ejemplo 2

Componente A

7	Partes en peso	Agua
15	Partes en peso	Escorias de alto horno
12	Partes en peso	Metacaolin
8	Partes en peso	Copolímero de acrilato de butilo y estirol, dispersión acuosa a 50%
0,2	Partes en peso	Sulfato de zinc heptahidratado
0,1	Partes en peso	Éter celulósico
0,1	Partes en peso	Agente antiespuma
55	Partes en peso	Caliza triturada 0,2-1,0 mm

Componente B

25	Partes en peso	Silicato potásico
3	Partes en peso	Hidróxido potásico

Los componentes A y B fueron preparados de modo correspondiente por mezcla de las sustancias componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y solución transparente (componente B). El aglomerante fue preparado por mezcla del componente B con el componente A. Con el se recubrió una placa estándar de hormigón (40 x 40 x 4 cm). La masa endureció después de 2 horas. Después de 24 horas se midió una resistencia al agrietamiento de 1,7 MPa, después de 14 días de 2,6 MPa. La resistencia a la compresión a los 28 días ascendió a 18 MPa y el módulo E a 5 GPa. El coeficiente de retracción determinado después de 90 días, ascendió a 0,35 mm/m.

Ejemplo 3

Componente A

8	Partes en peso	Agua
18	Partes en peso	Escorias de alto horno
10	Partes en peso	Metacaolin
12	Partes en peso	Copolímero de acrilato de butilo y estirol, dispersión acuosa a 50%
0,1	Partes en peso	Éter celulósico
0,1	Partes en peso	Agente antiespuma
55	Partes en peso	Caliza triturada 0,1-0, 3 mm

Componente B

28	Partes en peso	Silicato potásico
2	Partes en peso	Hidróxido potásico

Los componentes A y B fueron preparados de modo correspondiente por mezcla de las sustancias componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y solución transparente (componente B). El aglomerante fue preparado por mezcla del componente B con el componente A. El aglomerante preparado de este modo era especialmente apropiado como hormigón cola y cola para ladrillos. Aplicado sobre hormigón, las resistencias a la formación de grietas, después de 24 horas y 28 días ascendieron respectivamente a 2 MPa y 3 MPa.

Ejemplo 4

Componente A

8	Partes en peso	Agua
12	Partes en peso	Escorias de alto horno
16	Partes en peso	Metacaolin
10	Partes en peso	Copolímero de acrilato de butilo y estirol, dispersión acuosa a 50%
0,5	Partes en peso	Sulfato de zinc heptahidratado

Componente A

0,1	Partes en peso	Éter celulósico
0,1	Partes en peso	Agente antiespuma
2	Partes en peso	Cloruro de litio
4	Partes en peso	Polietilenimina
55	Partes en peso	Caliza triturada 0,2-1,0 mm

Componente B

25	Partes en peso	Silicato potásico
3	Partes en peso	Hidróxido potásico

Los componentes A y B fueron preparados de modo correspondiente por mezcla de las sustancias componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y solución transparente (componente B). El aglomerante fue preparado por mezcla del componente B con el componente A. En un molde de madera (30 x 30 x 2 cm) se aplicó el mortero hasta una altura de 0,75 cm, se aplicó una rejilla de zinc (anchura de las mayas 3 cm, grosor del alambre 1,1 mm) y se rellenó el molde a continuación con el mortero.

El ánodo de zinc fue adherido a continuación sobre una placa de hormigón armado con acero (40 x 40 x 4 cm, 6 mm acero E 10) con el hormigón cola del ejemplo 3 y se almacenó en un recinto climatizado a 20ºC y 75% de humedad relativa. Después del endurecimiento del adhesivo, el ánodo de zinc fue unido a la armadura de acero. Se midió una corriente galvánica inicial de 50 mA/m^2, que aumentó en unas 8 semanas, aproximadamente a 8 mA/m^2 aproximadamente y permaneció estable, como mínimo, durante 6 meses (5 a 8 mA/m^2).

Ejemplo 5

Componente A

12	Partes en peso	Agua
34	Partes en peso	Cenizas voladoras de cámara de fusión (citrificadas)
15	Partes en peso	Puzolana
8,6	Partes en peso	Acrilato de polietileno en dispersión acuosa a 50%
0,86	Partes en peso	Sulfato de zinc heptahidratado
0,19	Partes en peso	Metil éter celulósico
0,2	Partes en peso	Agente eliminación espuma
0,9	Partes en peso	Cloruro de litio
1,7	Partes en peso	Polietilenimina

Componente B

50	Partes en peso	Silicato potásico
5	Partes en peso	Hidróxido potásico

Componente C

80	Partes en peso	Arena de cuarzo 0,2-0,5 mm

Las cenizas voladoras de cámara de fusión tenía la siguiente composición:

52	Partes en peso	SiO_2
12	Partes en peso	Al_2O_3
16	Partes en peso	CaO
0,6	Partes en peso	K_2O

La puzolana presentaba la siguiente composición:

65	Partes en peso	SiO_2
30	Partes en peso	Al_2O_3
5	Partes en peso	CaO

Los componentes A y B fueron preparados por mezcla de los componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y de solución transparente (componente B). El aglomerante fue preparado por mezcla del componente B con el componente A y después por mezcla del componente C. En un molde cilíndrico de plástico (diámetro 9,4 cm, altura 12 cm) se fijó una rejilla de zinc enrollada de forma espiral (peso total 170 g) en el centro del cilindro. Sobre la rejilla de zinc se soldó un hilo de cobre aislado (sección 2,5 mm^2). El mortero fue llenado sobre una mesa vibrante en el molde y éste se llenó por completo, hasta el borde. El molde se almacenó a 25ºC y se desmoldeó después de 48 horas y la pieza conformada se almacenó otros 5 días a 99% de humedad relativa.

El ánodo de zinc individual fabricado de este modo se introdujo en un orificio taladrado de 10 cm de ancho y 20 cm de profundidad lleno de hormigón cola, según el ejemplo 3 en una placa de hormigón armado con acero (30 x 30 x

20 cm, 6 mm acero, E 10). Después del endurecimiento del adhesivo el cable de cobre se sometió a medición con un aparato con el que se podía medir la corriente sin resistencia, siendo unido con la armadura de acero. Se midió una corriente galvánica inicial de 8 mA que aumentó en unas 8 semanas a 1,2 mA aproximadamente y permaneció estable durante un mínimo de 6 meses (0,5 a 0,8 mA). También después de varios ciclos de sequedad/humedad se midió después de un nuevo almacenamiento en húmedo una corriente galvánica de 0,6 a 0,9 mA.

Ejemplo 6

Componente A

18	Partes en peso	Agua
2	Partes en peso	Peróxido de hidrógeno a 35%
42	Partes en peso	Escorias de alto horno del Ejemplo 1
10	Partes en peso	Cenizas voladoras de ulla vitrificadas
5	Partes en peso	Dispersión acuosa a 50% de poliexilacrilato
2	Partes en peso	Sulfato de zinc heptahidratado
0,01	Partes en peso	Éster de hormigón
0,15	Partes en peso	Agente eliminación espuma
0,5	Partes en peso	Cloruro de litio
2,1	Partes en peso	Polietilenimina

Componente B

47	Partes en peso	Silicato potásico
1	Partes en peso	Hidróxido potásico

Componente C

65	Partes en peso	Arena de cuarzo 0,2-0,5 mm

Las cenizas de ulla vitrificadas tenían la siguiente composición:

55	Partes en peso	SiO_2
23	Partes en peso	Al_2O_3
8	Partes en peso	CaO
0,6	Partes en peso	K_2O

Los componentes A y B fueron preparados por mezcla de los componentes en forma de suspensión acuosa (componente A) y de solución transparente (componente B). El aglomerante fue preparado por mezcla del componente B con el componente A y después por mezcla del componente C. En un molde cilíndrico de plástico (diámetro 9,4, altura 12 cm) se fijó una chapa perforada arrollada en espiral de una aleación de zinc (70% Zn, 30% Al) (Peso total 140 g) en el centro del cilindro. En la rejilla de zinc se soldó un hilo de cobre aislado (sección 2,5 mm^2). El mortero fue aplicado sobre una mesa vibrante en el molde y éste fue llenado hasta el borde. El molde se almacenó a 25º C y se desmoldeó después de 48 horas y la pieza moldeada se almacenó durante otros 5 días a 99% de humedad relativa.

El ánodo de zinc fabricado de este modo fue colocado en un orificio taladrado de 10 cm de anchura y 20 cm de profundidad lleno del hormigón cola del ejemplo 3, aplicándose a una placa de hormigón armado de acero (30 x 30 x 20 cm, 6 mm acero, E 10). Después del endurecimiento del adhesivo, el hilo de cobre fue unido por la armadura de acero mediante un aparato de medición con el que se podía medir la intensidad de la corriente libre de resistencia. Se midió una corriente galvánica inicial de 9 mA que aumentó en unas 8 semanas a 1 mA aproximadamente y permaneció estable durante un mínimo de 6 meses (0,5 a 1,0 mA). También después de varios ciclos de sequedad/humedad se midió después de nuevo almacenamiento en húmedo una corriente galvánica de 0,8 a 1,5 mA.

REIVINDICACIONES

1. Ánodo metálico galvánico que comprende, como mínimo, un metal, o como mínimo una aleación de metales, incorporado en un aglomerante hidráulico,
en el que el aglomerante hidráulico comprende K, Ca, silicato de aluminio, opcionalmente Li, Na y Mg, así como los siguientes componentes:

a) solución de vidrio de silicato hidráulico latente con una proporción
$(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO_2 > 1$

y
b) activador alcalino en forma de vidrio soluble alcalino con la fórmula molecular (I)
$a(M_2O)*_x(SiO_2)*_y(H_2O)$ (I)

con los siguientes significados M = Li, Na, K a = 0-4 así como x = 0-5 e y = 3-20,
en la que la relación molecular de Ca/SI < 1, la relación molecular de Al/Si < 1 y la relación molecular de M/Si > 0,1.

2. Ánodo metálico galvánico, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el activador alcalino comprende, como mínimo, un hidróxido alcalino.

3. Ánodo metálico galvánico, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico comprende como otro componente c) un aditivo hidráulico latente que está en condiciones de fijar los iones de calcio.

4. Ánodo metálico galvánico, según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el componente c) es un silicato de aluminio hidráulico latente pobre de calcio, con un contenido de CaO < 15% en peso y consiste en especial en una puzolana natural, tal como por ejemplo, cenizas volcánicas o piedra toba molida. Preferentemente un mineral de arcilla activada térmicamente, calcinada entre 500º C y 900º C.

5. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico comprende los componentes a), b) y opcionalmente c) en las siguientes cantidades: a) 100-300 partes en peso de silicato de aluminio hidráulico latente; b) 20-150 partes en peso de activador alcalino; c) opcionalmente 50-200 partes en peso de aditivo hidráulico latente, de manera que se cumplen las relaciones molares Al/Si < 0,8 y Ca/Si < 0,9.

6. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico contiene además, como mínimo, un polímero orgánico escogido entre poliacrilatos, Látex, copolímeros de poliacrilo, copolímeros de poliestirol y poliestirolbutadienos.

7. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico comprende, además, una sal de zinc soluble, preferentemente un sulfato de zinc hidratado y/o una sal de litio, preferentemente cloruro de litio y/o el aglomerante, contiene además, un medio formador de complejo con el zinc, preferentemente una polietilenamina o poliamida y/o que el aglomerante hidráulico comprende además, un agente espesante y/o un agente tixotrópico, preferentemente, un alquil éter celulósico y/o un éter de almidón.

8. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el silicato de aluminio hidráulico latente es mezclado con peróxido de hidrógeno.

9. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico consiste en un sistema de dos componentes, de manera que el activador alcalino es disuelto en agua y el contenido de activador alcalino y opcionalmente el hidróxido alcalino contenido asciende a un valor entre 10 y 50% en peso.

10. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante hidráulico es mezclado con agua, preferentemente en una proporción de 1 :0,5 a 1:4, con relación a la sustancia seca del aglomerante, formando una matriz de aglomerante.

11. Ánodo metálico galvánico, según la reivindicación 10, en el que la matriz de aglomerante se caracteriza por una proporción de < 0,9, preferentemente < 0,5, una proporción de CaO/SiO_2 de < 0,9, preferentemente < 0,5, y una proporción de $M_2O/(SiO_2+Al_2O_3) > 0,01$, preferentemente > 0,05.

12. Ánodo metálico galvánico, según la reivindicación 11, en el que la matriz de aglomerante se caracteriza por una proporción de $CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$ de < 0,5, preferentemente < 0,3, una proporción de CaO/SiO_2 de < 0,8 preferentemente < 0,5 y una proporción de $M_2O/(SiO_2+Al_2O_3)$ de > 0,02, preferentemente > 0,07.

13. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el aglomerante

hidráulico es mezclado con agua y aditivos caracterizándose preferentemente por una proporción de aditivos/aglomerante de 1 :0,25 hasta 1 :4 y una proporción de aglomerante/agua de 0,25:1 hasta 2:1, de manera especialmente preferente por una proporción de aditivos/aglomerante de 1 :0,2 hasta 1 :5 y una proporción de aglomerante/agua de 0,3:1 hasta 2,5:1.

14. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante adopta la forma de una rejilla, red, chapa perforada o alambre y/o el metal es zinc.

15. Ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aglomerante adopta preferentemente la forma de placas, cubos, cilindros o rejilla, preferentemente forma de placa.

16. Utilización de un ánodo metálico galvánico, según una de las reivindicaciones anteriores para la protección contra la corrosión de acero, en especial, acero de hormigón armado.

17. Utilización de un aglomerante hidráulico para la fabricación de ánodos metálicos para la protección contra la corrosión galvánica de acero, preferentemente, de acero de hormigón armado, de manera que el aglomerante hidráulico, comprende K, Ca, silicato de aluminio, opcionalmente Li, Na, y Mg, así como los siguientes componentes:

a) silicato de aluminio hidráulico latente con una proporción

$$(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO_2 > 1$$

y

b) activador alcalino en forma de vidrio soluble alcalino con la Fórmula molecular (I)

$$a(M_2O)*_x(SiO_2)*_y(H_2O) \quad (I)$$

en la que se tienen los significados M = Li, Na, K; a = 0-4; x = 0-5; e y = 3-20,
con las siguientes relaciones molares de Ca/Si < 1, Al/Si < 1 y M/Si > 0,1.