

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 784**

51 Int. Cl.:

C23F 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2006 PCT/EP2006/006457**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2007 WO07003396**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2006 E 06754658 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 1899502**

54 Título: **Método para la protección anticorrosiva catódica de armaduras de construcciones de hormigón armado**

30 Prioridad:
05.07.2005 DE 102005031350

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2018

73 Titular/es:
**PCI AUGSBURG GMBH (100.0%)
PICCARDSTRASSE 11
86159 AUGSBURG, DE**

72 Inventor/es:
GRONVOLD, FRITS, O.

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 656 784 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 la protección anticorrosiva catódica de armaduras de construcciones de hormigón armado

5 La presente invención hace referencia a un método para la protección anticorrosiva catódica de armaduras de construcciones de hormigón armado, en la zona de las juntas para construcción, como juntas de contracción y juntas de dilatación.

10 La estabilidad y la vida útil de las construcciones de hormigón armado dependen esencialmente de la protección anticorrosiva del acero de armadura utilizado. Normalmente, la alcalinidad natural del hormigón conduce a la pasivación de superficies de acero, de manera que generalmente se excluye una corrosión. Sin embargo, a través de la influencia del dióxido de carbono del aire puede producirse incluso una así llamada carbonatación, donde dióxido de carbono proveniente de la atmósfera se disuelve en la piedra de cemento y forma ácido carbónico. Debido a ello se reduce la alcalinidad del hormigón, porque el hidróxido de calcio se transforma de este modo en carbonato de calcio.

15 Tan pronto como ese proceso progresivo alcanza el acero de armadura (eso sucede relativamente rápido en el caso de un recubrimiento reducido de la armadura) se destruye la película de pasivación del acero de armadura para la protección anticorrosiva. En presencia de agua y oxígeno se produce la formación de productos de oxidación del acero de armadura. A causa de ello se arruina la estructura del acero; debido al mayor volumen de los productos de oxidación se forman además roturas y se producen descascarillados en el hormigón.

20 De manera adicional con respecto al dióxido de carbono, la capa de pasivación del acero de armadura en el hormigón puede arruinarse también debido a la presencia de cloruros. Los cloruros, tal como se utilizan por ejemplo como sales de deshielo, pueden penetrar en el hormigón, provocando la corrosión del acero de armadura incluso bajo condiciones altamente alcalinas. La probabilidad de la corrosión se incrementa con la cantidad de cloruro. También la corrosión del cloruro puede tener lugar solamente cuando suficiente agua y oxígeno se encuentran presentes en el entorno de la armadura de acero.

25 Para impedir la corrosión de las construcciones de hormigón armado existen por tanto diferentes métodos, por ejemplo a través del revestimiento posterior del acero de armadura con capas de pintura para protección anticorrosiva, así como a través de la impregnación con productos químicos que impiden igualmente la corrosión.

30 Otra posibilidad para impedir/reducir al mínimo la corrosión de la armadura consiste en proteger la propia construcción de la entrada de humedad. Esto puede realizarse a través de capas de pintura estancas al agua o de impregnaciones. En particular la aplicación de así llamados medios de hidrofugación (soluciones de silano/polisiloxano) sobre la superficie de hormigón es conocida por el estado del arte. En ese caso se considera una desventaja el hecho de que éstos no son estancos al vapor de agua/CO₂ y, con ello, sólo pueden retardar los procesos de carbonatación descritos, pero no pueden impedirlos por completo. Además, las capas de pintura/impregnaciones deben renovarse una y otra vez para asegurar la efectividad de forma permanente.

35 Como método electroquímico se ha establecido hace más de 30 años la así llamada protección anticorrosiva catódica (PAC). Como ya se ha descrito, al presentarse parámetros desfavorables (carga de cloruro, carbonatación) se produce la corrosión parcial de las armaduras de acero. De este modo, el foco de corrosión forma el ánodo y el acero no corroído situado en las proximidades forma el cátodo, es decir que en el hormigón circula una corriente de corrosión. Ésta conduce a otra corrosión acelerada del acero de armadura. De este modo, la descomposición del metal es la reacción parcial anódica y la reducción de oxígeno es la reacción parcial catódica.

40 El principio de la PAC se basa en el hecho de que la reacción parcial anódica, a saber, la descomposición del hierro, se impide a través de una corriente continua orientada de forma opuesta. A través de la aplicación de una corriente de protección se polariza el acero de armadura, es decir que el potencial del acero/hormigón se desplaza en la dirección negativa. Por ese motivo, esta clase de protección anticorrosiva se denomina también como protección anticorrosiva catódica.

45 La corriente de protección necesaria puede implicarse en la PAC a través de distintos sistemas. Una posibilidad consiste en la utilización de así llamados ánodos discretos. Los mismos son introducidos en el hormigón en las proximidades de las armaduras de acero. Mediante éstos, a través de la aplicación de una fuente de corriente continua externa, el potencial del acero/hormigón es desplazado en la dirección negativa requerida.

50 Para el funcionamiento del método es importante que los ánodos sean colocados bien próximos a todos los aceros de armadura. Lo mencionado puede lograrse relativamente bien en aquellas áreas en donde el acero de armadura está introducido cerca de la superficie del hormigón (por ejemplo en pavimentos).

Sin embargo, en las áreas en donde las armaduras de acero están introducidas con mayor profundidad en las partes de hormigón esto se asocia a una inversión considerable. Ése es el caso en particular en áreas de piezas soporte de hormigón, ya que éstas generalmente están separadas a través de así llamadas juntas para construcción. Dichas juntas para construcción están cerradas superficialmente a través de materiales de sellado, para impedir la penetración de humedad y sales (sal para deshielo de carreteras en el caso de calzadas). A través de la falta de estanqueidad de esas juntas, en la práctica se produce sin embargo con mucha frecuencia la penetración de aguas y sales, la cual conduce a la corrosión de la armadura en los soportes. Para alcanzar en ese caso una protección fiable con la ayuda de la protección anticorrosiva PAC, por el estado del arte es conocido el hecho de realizar perforaciones profundas a ambos lados de las juntas para construcción, introduciendo aquí los ánodos correspondientes. Para el alojamiento de los ánodos o ánodos de barra, a ambos lados deben realizarse perforaciones, usualmente cada 20 a 30 cm. En particular debe prestarse atención a que la perforación sea realizada bien cerca de la armadura y a que la armadura no resulte dañada, puesto que de lo contrario se produce un cortocircuito y el método no es efectivo.

La armadura en sí misma, en el método de protección anticorrosiva catódica, actúa como cátodo y, por eso, no puede entrar en contacto directo con el ánodo de barra. Con ello, este método implica mucho trabajo y costes elevados.

Según la solicitud GB 2 389 591 A fue sugerido el hecho de conectar los ánodos a un material de polímeros deformable, preferentemente plástico (por ejemplo a base de PU), colocando a presión a continuación los ánodos con el material deformable en la junta para construcción de partes de estructura de hormigón, para establecer de este modo un contacto eléctrico con la superficie de hormigón.

También ese método es relativamente costoso e implica una inversión elevada. Además, la fiabilidad del método correspondiente no se mantiene de forma satisfactoria durante todo el período de aplicación.

El objeto de la presente invención consiste en desarrollar un método para la protección anticorrosiva catódica de las armaduras de construcciones de hormigón armado, el cual no presente las desventajas mencionadas del estado del arte, sino que posibilite un método conveniente en cuanto a los costes y fiable para la protección anticorrosiva catódica de las armaduras de acero de construcciones de hormigón.

De acuerdo con la invención dicho objeto se alcanzará de modo que

- a) es estanqueizado un lado de las juntas para construcción de las partes de soporte de hormigón,
- b) los ánodos PAC son introducidos en las juntas para construcción,
- c) un gel iónicamente conductor es introducido en las juntas cerradas de un lado y
- d) eventualmente las juntas para construcción son estanqueizadas por completo.

Ciertamente, de manera llamativa se ha comprobado que con la ayuda del gel iónicamente conductor puede garantizarse de forma fiable la conductividad eléctrica necesaria durante toda la duración de aplicación, lo cual representa una condición previa básica para una protección anticorrosiva efectiva y fiable de las armaduras de acero de construcciones de hormigón.

De acuerdo con la presente invención, el método comprende al menos tres etapas. En el primer paso a) es estanqueizado un lado de las juntas para construcción de las partes de soporte de hormigón, donde ese estanqueizado de las juntas preferentemente se efectúa con la ayuda de sellantes resistentes a productos químicos, de un perfil de juntas especialmente adaptado o de una cinta de estanqueidad adherida.

Como sellantes resistentes a los productos químicos pueden emplearse productos a base de silicona, acrilato, polímeros modificados con sililo (SMP), betún, polímero MS, epóxido y polisulfuro. Las cintas de estanqueidad, las cuales preferentemente se utilizan en forma de cintas textiles, pueden componerse del mismo material que los sellantes. No obstante, se consideran preferentes las mezclas de caucho, como caucho de silicona, caucho de acrílico, así como caucho de asfalto. De ese modo, las juntas para construcción están cerradas en un lado de forma estanca al agua, de modo que se produce una abertura estanca al líquido para alojar los ánodos.

En el siguiente paso b), los ánodos PAC son introducidos en las juntas para construcción. Los ánodos correspondientes pueden componerse de los materiales usuales, como por ejemplo de los así llamados ánodos MMO (Mixed Metal Oxide/óxidos de metales mixtos), ánodos de metal de titanio activados, ánodos de metal de niobio platinados o ánodos cerámicos conductores a base de óxido de titanio. La forma de los ánodos PAC correspondientes no es crítica en la mayoría de los casos. De este modo puede recurrirse sin problemas a ánodos

en forma de banda (ribbon-mesh/de tipo malla de cinta), pero en el método de acuerdo con la invención se utilizan preferentemente los ánodos PAC en forma de ánodos de barra.

5 De acuerdo con la invención se considera esencial que en la etapa c) un gel iónicamente conductor sea introducido en las juntas cerradas de un lado. El gel iónicamente conductor cumple la función de garantizar de modo fiable la conductividad eléctrica necesaria durante todo el período de aplicación. Para ello, el mismo, entre otras cosas, debe presentar un comportamiento de retención de agua elevado, para impedir una desecación y, con ello, una pérdida de la efectividad.

10 El gel iónicamente conductor, el cual puede utilizarse tanto en forma (semi)líquida como también en forma pastosa, se compone preferentemente de 10 a 90 % en peso de un alcohol polivalente, de 0,1 a 20 % en peso de estabilizantes, de 0,01 a 5 % en peso de electrolito, de 0 a 50 % en peso de agentes de carga inertes, y como sustancias restantes contiene agua y eventualmente otros aditivos en forma de agentes espesantes y conservantes o antiespumantes.

Preferentemente, como alcohol polivalente se utiliza etilenglicol, propilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 2,3-butanodiol o glicerina.

15 Como estabilizantes se utilizan en particular derivados de celulosa solubles en agua, iónicos o no iónicos, como metilcelulosa (MC), hidroxietilcelulosa (HEC), metilhidroxietilcelulosa (MHEC), metilhidroxipropilcelulosa (MHPC), polisacáridos generados de forma microbiana, como goma Welan, polisacáridos aislados de forma extractiva que se presentan de forma natural (hidrocoloides), como alginatos, xantanos, carragenanos, galactomananos.

20 En el caso de los electrolitos se emplean preferentemente una o varias sales levemente solubles en agua seleccionadas del grupo que comprende hidróxidos, nitritos y nitratos de sodio, potasio, litio, calcio y aluminio.

Los agentes de carga inertes con un tamaño de las partículas de 0,1 a 3 mm se componen en particular de carbonato de calcio, cuarzo, óxido de aluminio, sulfato de bario y pizarra.

25 Después de la introducción del gel iónicamente conductor en las juntas cerradas de un lado, eventualmente en el último paso d) las juntas para construcción son estancaizadas por completo, donde puede recurrirse a los sellantes resistentes a los productos químicos, a los perfiles de juntas especialmente adaptados o a las cintas de estanqueidad adheridas, ya descritos en la etapa a). De acuerdo con esa forma de ejecución preferente puede evitarse que el agua pueda penetrar posteriormente en las juntas para construcción.

30 El método de acuerdo con la invención ofrece la ventaja de que sólo con un ánodo pueden ser protegidos ambos lados de la construcción de hormigón armado en la zona de juntas y de que se excluye desde un principio el riesgo de un cortocircuito a través de un contacto accidental del ánodo con la armadura de acero de las construcciones de hormigón.

Además, con la ayuda del método de acuerdo con la invención se proporciona un método muy conveniente en cuanto a los costes y efectivo para la protección anticorrosiva catódica de las armaduras de acero de construcciones de hormigón, el cual funciona de modo fiable también durante un período de aplicación más prolongado.

35 El siguiente ejemplo debe ilustrar la invención con mayor detalle.

Ejemplo

40 El método de acuerdo con la invención fue realizado en una planta de aparcamiento, compuesta por partes de cubierta de hormigón prefabricado y partes soporte de hormigón prefabricado con armadura de acero. En este caso, en la armadura de acero, en la zona de la junta de dilatación condicionada por la construcción, en particular a través de sal para carreteras que penetra, se supone ya la falta de la capa de pasivación necesaria y, con ello, se supone una leve corrosión en las partes soporte.

45 La junta para construcción fue adherida en una longitud de 15 m en la zona del lado inferior del soporte, con una junta de estanqueidad de aproximadamente 20 cm de ancho (Thoroflex 200 de la empresa Masterbuilders), con la ayuda de un adhesivo de resina epoxi (adhesivo Thoroflex 2000 de la empresa Masterbuilders). Se produjo de ese modo una abertura estanca a los líquidos. A continuación, en la abertura producida se introdujo un gel iónicamente conductor, hasta aproximadamente 3/4 de la altura de la abertura. En el gel, a un intervalo de espacio de aproximadamente 1 m, a lo largo de la junta para construcción, se colocaron ánodos primarios MMO (Duranode de la empresa CPI-GK), de manera que los ánodos se encontraban en el tercio inferior de la capa de gel.

El gel utilizado tenía la siguiente composición:

ES 2 656 784 T3

0,80 % en peso	estabilizante a base de goma xantana
40,00 % en peso	etilenglicol
0,03 % en peso	nitrate de calcio
34,02 % en peso	agua
0,15 % en peso	conservantes
25,00 % en peso	agente de carga

5 A continuación, las juntas para construcción fueron estanqueizadas completamente desde arriba con las cintas de estanqueidad antes descritas, Thoroflex 200 (de la empresa Masterbuilders). La medición del potencial fue realizada con electrodos de referencia Ag/AgCl. Los puntos de medición para ello fueron seleccionados de manera que los mismos, en las superficies soporte de hormigón contiguas a la junta de dilatación, a una distancia de 250 y 500 mm uno con respecto a otro y a lo largo de la junta de dilatación de 15 m de largo, formaban un área de medición a modo de una red. Una medición del potencial antes de la puesta en funcionamiento del sistema de ánodos dio como resultado el hecho de que sobre toda la zona de medición fueron medidos valores de < -300 mV, de manera que ya existía corrosión del acero de armadura. A los ánodos MMO se aplicó una corriente continua con una tensión de 3 V y un flujo de corriente de 100 mA, lo cual corresponde aproximadamente a la densidad de corriente requerida, de 10 a 15 mA/m² de acero de armadura. Dicha corriente fue aplicada en los ánodos durante un período de 2 meses y 10 medio. Después de conectar el sistema de ánodos se determinó de inmediato un lento desplazamiento del potencial hacia la zona negativa.

15 Por último se determinó el potencial en el caso de la corriente conectada ("potencial ON") y después de 4,5 horas de desconectada la corriente ("potencial Off") con la ayuda de los electrodos de referencia Ag/AgCl, sobre toda la zona de medición. La comprobación de la efectividad se da conforme a la EN 12 696, cuando la diferencia entre el potencial ON y el potencial OFF asciende al menos a 100 mV. La diferencia de potencial requerida se alcanzó en aproximadamente 75 % de los 52 puntos de medición, de manera que se proporciona una protección anticorrosiva satisfactoria.

REIVINDICACIONES

1. Método para la protección anticorrosiva catódica (PAC) de armaduras de construcciones de hormigón armado, en la zona de las juntas para construcción, caracterizado porque
- a) es estanqueizado un lado de las juntas para construcción entre dos partes de soporte de hormigón,
 - 5 b) los ánodos PAC son introducidos en las juntas para construcción,
 - c) un gel iónicamente conductor es introducido en las juntas cerradas de un lado y
 - d) eventualmente las juntas para construcción son estanqueizadas por completo.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el estanqueizado de las juntas en las etapas a) y d) se efectúa con la ayuda de sellantes resistentes a productos químicos, de un perfil de juntas especialmente adaptado o de una cinta de estanqueidad adherida.
- 10 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque como ánodos PAC se utilizan así llamados ánodos MMO (Mixed Metal Oxide/óxidos de metales mixtos), ánodos de metal de titanio activados, ánodos de metal de niobio platinados o ánodos cerámicos conductores a base de óxido de titanio.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los ánodos PAC se utilizan en forma de
- 15 ánodos de barra.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque el gel conductor presenta una capacidad de retención de agua elevada.
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el gel se utiliza en forma líquida, semilíquida o pastosa.
- 20 7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el gel contiene de 10 a 90 % en peso de un alcohol polivalente, de 0,1 a 20 % en peso de estabilizantes, de 0,01 a 5 % en peso de electrolito, de 0 a 50 % en peso de agentes de carga inertes, y como sustancias restantes contiene agua y eventualmente otros aditivos en forma de agentes espesantes y conservantes o antiespumantes.
8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque como alcohol polivalente se utiliza etilenglicol, propilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 2,3-butanodiol o glicerina.
- 25 9. Método según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque como estabilizantes se utilizan derivados de celulosa solubles en agua, iónicos o no iónicos, como metilcelulosa (MC), hidroxietilcelulosa (HEC), metilhidroxietilcelulosa (MHEC), metilhidroxipropilcelulosa (MHPC), polisacáridos generados de forma microbiana, como goma Welan, polisacáridos aislados de forma extractiva que se presentan de forma natural (hidrocoloides), como alginatos, xantanos, carragenanos, galactomananos.
- 30 10. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque como electrolito se emplean una o varias sales levemente solubles en agua seleccionadas del grupo que comprende hidróxidos, nitritos y nitratos de sodio, potasio, litio, calcio y aluminio.
11. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque los agentes de carga inertes se componen de carbonato de calcio, cuarzo, óxido de aluminio, sulfato de bario y pizarra.
- 35 12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque los agentes de carga inertes presentan un tamaño de las partículas de 0,1 a 3 mm.