

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 605**

51 Int. Cl.:

H02G 9/02 (2006.01)

C04B 28/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2007** **E 10178571 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016** **EP 2266930**

54 Título: **Hormigón pobre térmicamente conductor**

30 Prioridad:

22.09.2006 LU 91278

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2016

73 Titular/es:

**INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT
LUXEMBOURG SARL (100.0%)
21a, rue de Mondorf
5421 Erpeldange, LU**

72 Inventor/es:

SCHMIDT, FERNAND

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 574 605 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

Hormigón pobre térmicamente conductor.

5 Introducción

La presente invención se refiere a un hormigón pobre térmicamente conductor, que es adecuado, en particular, para el tendido soterrado de líneas de alta tensión.

10 Como alternativa a las líneas aéreas de alta tensión se desarrolló y se llevó a cabo también con éxito el tendido soterrado de líneas de alta tensión. Para tensiones de hasta 400 kV se utilizan, entre otros, los denominados cables VPE (cables con un aislamiento de polietileno reticulado (VPE)).

15 Un factor esencial durante el funcionamiento de líneas de alta tensión lo representan las pérdidas durante el transporte de corriente. Estas pérdidas dependen de la temperatura de funcionamiento, la cual depende, a su vez, de la carga, de la profundidad de tendido, de la disposición de los cables, de la distancia entre los cables, del número de sistemas conducidos en paralelo, de la resistencia térmica del aislamiento y del terreno y de la temperatura en la superficie del suelo.

20 La resistencia térmica del terreno juega, de acuerdo con ello, un papel importante en la optimización del funcionamiento de cables de alta tensión tendidos soterrados. La resistencia térmica del terreno depende fuertemente de la humedad del suelo. La resistencia térmica específica del suelo húmedo es de 1,0 Km/W mientras que la resistencia térmica específica del suelo seco es de 2,5 Km/W. Por lo tanto, el suelo húmedo conduce, mejor el calor que el suelo seco. Dado que en el caso de cables de alta tensión tendidos soterrados se parte, teniendo en cuenta la duración de vida del aislamiento de VPE, de una temperatura máxima admisible continua de 90°C, no se excluye que el terreno situado en las inmediaciones del cable de alta tensión se seque y, por consiguiente, aumente la resistencia térmica específica. Para actuar en contra de ello se rellena la zona seca con material de balasto especial, una mezcla de arena-cemento (hormigón pobre), la cual presenta en estado seco una resistencia térmica específica de menos de 1,2 Km/W. Solo con esta medida se consigue una intensidad de corriente máxima admisible un 10% mayor con un grado de carga de $m = 0,7$.

35 El artículo de Van Wiel (VAN DE WIEL G M L M ET AL: "HEAT REMOVING PROPERTIES OF LEAN CONCRETE AROUND HIGH-VOLTAGE CABLES", ELECTROTECHNIEK, N.V. NOORD-NEDERLANDSE DRUKKERIJ, MEPEL, NL, Bd. 61, nº 8 de agosto de 1983 (1983-08), páginas 576-582, XP008079723, ISSN: 0013-5801) es la técnica anterior más próxima, puesto que trata de las propiedades de evacuación de calor del hormigón pobre, en el que se introducen cables de alta tensión. Se recomienda un hormigón pobre térmicamente conductor, que contenga 100 kg/m³ de cemento portland como aglutinante ($d < 0,1$ mm) y una mezcla de grava ($d = 2-32$ mm) y arena ($d = 0,125 - 2$ mm) en una relación de mezcla de 1:1 y tiene un espesor de 2100 kg/m³. La arena se describe como arena de mortero típicamente utilizada en una fábrica de hormigón. La codificación de la arena según 1 FO III es la siguiente: pobre en grava, muy gruesa, poca cantidad de arcilla, buena granulometría. Este hormigón pobre evacúa satisfactoriamente el calor y en caso de reparación, es posible retirarlo con aparatos ligeros. En las probetas de este hormigón pobre se determinan las resistencias térmicas de 0,3 km/w (húmedo) y 0,5 km/w (seco). La conductividad térmica se mide mediante un aparato, que aplica un método de aguja dinámico.

45 Problema que se plantea la invención

La presente invención se plantea, por consiguiente, proponer la utilización de un hormigón pobre térmicamente conductor, el cual presente una resistencia térmica de menos de 0,5 Km/W.

50 Descripción general de la invención

Este problema se resuelve según la invención mediante un hormigón pobre según la reivindicación 1.

55 Sorprendentemente, ha resultado que mediante la adición de por lo menos un 75 % en peso de una arena natural con granulometría redonda, la cual presenta una granulometría $\leq 0/2 f_5$ según EN 13139 y EN 13242 la resistencia térmica del hormigón pobre se reduce drásticamente y es inferior a 0,50 Km/W.

60 El experto en la materia había partido, para ello, de que la forma del grano de las granulometrías de piedra fina inferiores a 4 mm no tenía importancia para las propiedades del mortero, entre otras, y que por lo tanto podría despreciarse (ver por ejemplo DIN 13139 Apartado 5.4.1). En relación con la resistencia térmica ha resultado, sorprendentemente, que la forma del grano tiene una gran importancia y que cuanto más redonda es la forma del grano, menor es la resistencia térmica del hormigón pobre.

65 Se ha demostrado además que el riesgo de dañar el cable de alta tensión durante la introducción del hormigón pobre según la invención se reduce frente al del hormigón.

Gracias a la pequeña resistencia térmica del material de balasto, se puede aumentar la carga de los cables VPE, sin que con ello se aumente la temperatura del cable. Para una misma carga la temperatura del cable VPE es correspondientemente menor, con lo cual la duración de vida del cable aumenta correspondientemente. De forma alternativa se puede reducir, en sistemas nuevos, la profundidad de tendido y/o la distancia mínima entre cables VPE, con lo cual disminuyen correspondientemente los costes de construcción.

El hormigón pobre según la invención se puede fabricar fácilmente in situ y se puede incorporar de forma rápida y económica. La introducción no presenta problemas y el llenado del espacio hueco es satisfactorio. Además, no requiere una gran compactación, dado que el hormigón pobre se endurece en contacto con el terreno.

Otra ventaja del hormigón pobre según la invención consiste en su color claro, que se puede reconocer fácilmente como indicación de aviso y de seguridad durante posteriores trabajos de excavación en el terreno.

Por hormigón pobre se entiende, en relación con la presente invención, una mezcla de arena-cemento, la cual presenta por lo menos 40 kg/m³ de aglutinante y no supera, normalmente, los 120 kg/m³. Por arena natural con granulometría redonda se entiende, en relación con la presente invención, arena natural cuyos granos estén esencialmente redondeados o sean redondos, es decir, esencialmente sin cantos afilados. La arena natural con granulometría redonda se opone a la arena de fragmentación, cuyos granos presentan formas de grano desde angulosas hasta afiladas o astilladas. La forma del grano de la arena de fragmentación es por lo tanto esencialmente irregular.

Sorprendentemente, ha resultado que cuando se utiliza arena natural con una granulometría $\leq 0/1$ f5, la resistencia térmica se continua reduciendo y se pueden alcanzar valores inferiores a 0,45 Km/W o incluso inferiores a 0,40 Km/W y, en ocasiones, incluso una resistencia térmica de $\pm 0,36$ Km/W. Era imprevisible que mediante una elección correcta de la arena en un hormigón pobre se pudiese mejorar de esta manera la resistencia térmica de un hormigón pobre.

La arena natural con granulometría redonda utilizada no debería contener esencialmente partes comprendidas dentro del intervalo de la grava o del material fragmentado. Estos materiales empeoran la resistencia térmica del hormigón pobre.

Se pueden conseguir valores de resistencia térmica aceptables de menos de 0,5 Km/W con un hormigón pobre según la invención el cual presente, de manera adicional, hasta un 25 % en peso de una arena de fragmentación con granulometría angulosa, que presente una granulometría $\leq 0/2$ f5.

Dependiendo de las condiciones de la obra la parte de aglutinante puede ser de hasta 120 kg/m³. Una parte de aglutinante como ésta es aconsejable sobre todo en caso de incorporación en zonas húmedas, dado que con el contacto con el agua subterránea una parte del aglutinante puede ser minada durante el endurecimiento.

Como aglutinante, se utiliza preferentemente cemento portland.

De forma ventajosa, el hormigón pobre contiene por lo menos un 80 % en peso, preferentemente por lo menos un 85 %, de forma especialmente preferida por lo menos un 90 % y de manera especialmente preferida por lo menos un 95 % de arena natural con granulometría redonda, que presenta una granulometría $\leq 0/1$ f5 según EN 13139 y EN 13242.

Los mejores valores de resistencia térmica ($\pm 0,36$ Km/W) se alcanzan cuando se utiliza un hormigón pobre con esencialmente un 100 % de arena natural con una granulometría redonda, que presente una granulometría $\leq 0/1$ f5 y aproximadamente 40 kg/m³ de cemento portland.

Según otro aspecto de la invención, la invención se refiere a la utilización de un hormigón pobre de este tipo como material de balasto para el tendido soterrado de líneas de alta tensión.

Descripción sobre la base de un ejemplo

A continuación, se describe una estructuración de la invención a partir del ejemplo siguiente.

Ejemplo

Los cables VPE para alta tensión se tienden de forma ideal en un plano a una profundidad de 1,50 m, no debiéndose sobrepasarse una distancia entre ejes entre los cables individuales de 0,5 m. Los cables VPE se tienden en una capa de balasto de hormigón pobre de aproximadamente 60 cm de grosor, la cual con el paso del tiempo es endurecida por la humedad del suelo y forma una capa dura. Para la protección contra daños mecánicos la capa de hormigón pobre puede ser cubierta con placas de plástico y estar caracterizada adicionalmente con bandas de aviso.

Por la bibliografía, se conocen en general los siguientes valores de resistencia térmica:

	Hormigón celular:	4,54 Km/W
	Hormigón:	1,2 Km/W
5	Ladrillos:	2,0 Km/W
	Suelo húmedo:	1,0 Km/W
	Suelo seco:	2,5 Km/W

10 En relación con la presente invención se fabricaron bloques de 0,8 x 0,6 x 0,6 m a partir de mezclas diferentes y se dejaron endurecer aproximadamente durante 8 semanas y se sometieron posteriormente a pruebas.

15 La resistencia térmica se midió según el método "Transient needle" que se describe con mayor detalle en un artículo de la Electrical Research Association: "Methods of Determining thermal resistivity of soil in situ for the calculation of cable ratings" Technical Report F/T, 181-1955.

20 La aguja de medición consta de un tubo de acero con una longitud de aproximadamente 500 mm y un diámetro de 6,5 mm, en el cual está introducido un alambre calentado. La sonda es introducida en el material que hay que comprobar, cableada eléctricamente y conectada a los instrumentos de medición. Tras un breve tiempo de precalentamiento, se lee la temperatura a intervalos regulares y se calcula entonces la resistencia térmica a partir de ellas.

Se comprobaron los siguientes hormigones pobres:

Ejemplo 1:

25 el 75 % de arena natural 0/2 f5, el 25 % de arena de fragmentación 0/4 f5, el 50 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,50 Km/W

Ejemplo 2:

30 el 75 % de arena natural 0/1 f5, el 25 % de arena de fragmentación 0/4 f5, 50 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,48 Km/W

Ejemplo 3:

35 el 85 % de arena natural 0/1 f5, el 15 % de arena de fragmentación 0/4 f5, 50 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,43 Km/W

Ejemplo 4:

40 el 100 % de arena natural 0/2 f5, 70 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,38 Km/W

Ejemplo 5:

45 el 100 % de arena natural 0/1 f5, 40 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,36 Km/W

Ejemplo 6: Comparación

50 Escoria de alto horno 0/4, 50 kg/m³ de cemento portland
Resistencia térmica medida: 0,55 Km/W

REIVINDICACIONES

- 5 1. Hormigón pobre térmicamente conductor, cuya resistencia es inferior a 0,50 km/W, que contiene por lo menos 40 kg/m³ de aglutinante y por lo menos un 75 % en peso de una arena natural con granulometría redonda, que presenta una granulometría $\leq 0/2$ f5 según EN 13139 y EN 13242.
- 10 2. Hormigón pobre según la reivindicación 1, caracterizado porque la arena natural presenta una granulometría $\leq 0/1$ f5.
- 15 3. Hormigón pobre según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la arena natural con granulometría redonda no contiene sustancialmente ninguna parte en el intervalo de la grava o del material de fragmentación.
4. Hormigón pobre según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el hormigón pobre contiene por lo menos un 80 % en peso, preferentemente por lo menos un 85 %, de manera especialmente preferida por lo menos un 90 % y de forma especialmente preferida por lo menos un 95 % de arena natural con granulometría redonda, que presenta una granulometría $\leq 0/1$ f5.
- 20 5. Hormigón pobre según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el hormigón pobre presenta, adicionalmente, hasta un 25 % en peso de una arena de fragmentación con granulometría angulosa, que presenta una granulometría $\leq 0/2$ f5.
- 25 6. Hormigón pobre según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque presenta menos de 120 kg/m³ de aglutinante.
7. Hormigón pobre según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el aglutinante es cemento portland.
- 30 8. Hormigón pobre según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el valor de la resistencia térmica es inferior a 0,45 Km/W o de forma especialmente preferida inferior a 0,40 Km/W y especialmente preferida $\leq 0,36$ Km/W.