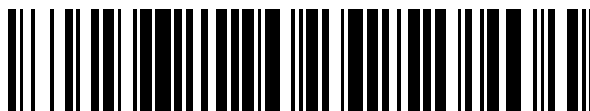


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 454**

51 Int. Cl.:

C04B 24/26 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010** **E 10700225 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012** **EP 2376401**

54 Título: **Composiciones de hormigón con contenido en fibras**

30 Prioridad:

12.01.2009 DE 102009000142

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

21.02.2013

73 Titular/es:

**WACKER CHEMIE AG (100.0%)
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, DE**

72 Inventor/es:

**SORGER, KLAS;
BEZLER, JÜRGEN y
BONIN, KLAUS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 396 454 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

Composiciones de hormigón con contenido en fibras

5 La invención se refiere a composiciones de hormigón con contenido en fibras y a su uso en la industria de la construcción tal como, por ejemplo, en el sector de la construcción de minas o túneles o para la fabricación de suelos industriales o piezas acabadas de hormigón.

10 Las composiciones de hormigón contienen aglutinantes que fraguan hidráulicamente tales como cemento, cargas como arena o grava y, eventualmente, otros aditivos. Mediante la adición de agua, las composiciones de hormigón se ligan y transforman en hormigón no fraguado, el cual puede ser empleado luego en la industria de la construcción según los procedimientos conocidos. El fraguado del hormigón no fraguado conduce a hormigón endurecido. En función del sector de empleo, el hormigón endurecido debe poseer un perfil particular de propiedades. Así, para la formación de pozos de caída en minería, suelos industriales o para el afianzamiento de la pendiente, el revestimiento y afianzamiento de túneles se establecen requisitos particularmente elevados a la resistencia a la abrasión o estabilidad en el caso de una sollicitación por golpes de hormigón endurecido. Con el fin de cumplir con requisitos de este tipo, por ejemplo en el documento EP-A 32421 se recomienda un hormigón con contenido en fibras. Las fibras correspondientes son, por ejemplo, fibras de acero, de vidrio o de polietileno. En el documento DE-A 1941223 se describe hormigón reforzado con cable de acero.

20 No obstante, mediante la adición de únicamente fibras no se puede alcanzar en muchas aplicaciones la resistencia del hormigón exigida, incluso cuando se aumenta el contenido en fibras. Ya que con un contenido creciente en fibras, disminuye la aptitud para el tratamiento del hormigón no fraguado, así como su aptitud para el bombeo, o se produce una distribución no homogénea de las fibras en el hormigón no fraguado, la denominada "formación de bolas", lo cual repercute negativamente sobre las propiedades del hormigón endurecido.

25 En el documento DE-A 2856764 se dan a conocer mezclas de hormigón a base de aglutinantes que fraguan hidráulicamente, aditivos, así como polímeros con una pegajosidad a baja temperatura, fibras de materiales sintéticos y cuerpos moldeados de materiales sintéticos. En calidad de polímeros se emplearon esencialmente homopolímeros. Los polímeros del documento DE-A 2856764 poseen una pegajosidad a baja temperatura con valores $T_{m\acute{a}x}$ menores que $-8^{\circ}C$ (medidos según la norma DIN 53445), lo cual corresponde a una temperatura de transición vítrea T_g de $< -15^{\circ}C$ (medida mediante calorimetría de barrido diferencial, DSC). Para alcanzar estos valores $T_{m\acute{a}x}$ se emplearon polímeros con una longitud de cadena corta o se añadieron plastificantes. Polímeros de este tipo conducen, en calidad de componente de composiciones de hormigón, finalmente a un hormigón endurecido que todavía no es satisfactorio en relación con la cohesión interna y la resistencia mecánica. Además de ello, con el paso del tiempo se pueden desprender fácilmente plastificantes externos de la matriz del hormigón. En conjunto, mediante estas características esenciales del documento DE-A 2856764 se limita el perfil de propiedades de correspondientes hormigones endurecidos tales como, por ejemplo, su resistencia a la abrasión o desgaste, en particular en el caso de intensa sollicitación permanente.

40 Ante estos antecedentes, existía la misión de proporcionar composiciones de hormigón con contenido en fibras que condujeran finalmente a un hormigón endurecido que no presentara los inconvenientes antes mencionados, en particular el hormigón endurecido debería resistir también sollicitaciones particularmente intensas tales como la abrasión o la sollicitación por golpes.

45 Sorprendentemente, este problema se resolvió con composiciones de hormigón con contenido en fibras que contenían adicionalmente copolímeros de ésteres vinílicos-etileno.

50 Objeto de la invención son composiciones de hormigón con contenido en fibras que contienen aglutinantes que fraguan hidráulicamente, 65 a 90% en peso de cargas del grupo de grava y gravilla, 0,01 a 15% en peso de una o varias fibras y, eventualmente, otros aditivos o componentes adicionales, caracterizadas porque en calidad de componentes adicionales están contenidos 0,1 a 5,0% en peso de uno o varios copolímeros de ésteres vinílicos-etileno, refiriéndose los datos en % en peso en cada caso a 100% en peso de masa seca de las composiciones de hormigón con contenido en fibras.

55 Los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno se pueden obtener mediante polimerización iniciada en los radicales de

- a) uno o varios ésteres vinílicos y
- b) etileno y, eventualmente,
- c) uno o varios de otros comonomeros etilénicamente insaturados.

60 Los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno tienen preferiblemente temperaturas de transición vítrea T_g de -15 a

20°C, de manera particularmente preferida de -10 a 5°C y, lo más preferido, de -10 a 0°C. La temperatura de transición vítrea puede ajustarse, entre otros, a través del contenido en etileno de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno. Un contenido elevado en etileno conduce a una temperatura de transición vítrea baja. Copolímeros de ésteres vinílicos-etileno con temperaturas de transición vítrea de este tipo son ventajosos para la producción de hormigón endurecido con una resistencia particularmente elevada frente a la abrasión, sollicitación por golpes y, por consiguiente, escaso desgaste.

El etileno b) se emplea para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno preferiblemente en una cantidad de 5 hasta 35% en peso, de manera particularmente preferida de 8 a 30% en peso y, lo más preferido, de 15 a 25% en peso, en cada caso referido a la masa total de los monómeros empleados en conjunto para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno.

Ésteres vinílicos a) adecuados para los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno son, por ejemplo, ésteres vinílicos de ácidos carboxílicos con 1 a 15 átomos de C. Ésteres vinílicos preferidos son acetato de vinilo, propionato de vinilo, butirato de vinilo, 2-etilhexanoato de vinilo, laurato de vinilo, acetato de 1-metilvinilo, pivalato de vinilo y ésteres vinílicos de ácidos monocarboxílicos alfa-ramificados con 5 a 13 átomos de C, por ejemplo VeoVa9® o VeoVa10® (nombres comerciales de la razón social Shell). Particularmente preferido es acetato de vinilo.

Los ésteres vinílicos a) se emplean para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno preferiblemente en una cantidad de 50 hasta 95% en peso, de manera particularmente preferida de 60 hasta 90% en peso y, lo más preferido, de 65 a 85% en peso, en cada caso referida a la masa total de los monómeros empleados en conjunto para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno.

En calidad de comonómeros c) pueden emplearse uno o varios monómeros elegidos del grupo que comprende ésteres del ácido metacrílico o ésteres del ácido acrílico con alcoholes con 1 a 15 átomos de C no ramificados o ramificados, silanos etilénicamente insaturados, compuestos vinilaromáticos, haluros de vinilo, dienos y olefinas distintas de etileno.

Ésteres del ácido metacrílicos o ésteres del ácido acrílico preferidos son acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de etilo, metacrilato de etilo, acrilato de propilo, metacrilato de propilo, acrilato de n-butilo, metacrilato de n-butilo, acrilato de 2-etilhexilo, acrilato de norbornilo, acrilato de hidroxietilo. Particularmente preferidos son acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de n-butilo, acrilato de hidroxietilo y acrilato de 2-etilhexilo.

Dienos preferidos u olefinas distintas de etileno son propileno y 1,3-butadieno. Compuestos vinilaromáticos adecuados son, por ejemplo, estireno y viniltolueno. Un haluro de vinilo adecuado es, por ejemplo, cloruro de vinilo.

Los comonómeros c) se emplean, para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno, preferiblemente en una cantidad de 0 a 45% en peso, de manera particularmente preferida de 0 a 25% en peso, en cada caso referido a la masa total de los monómeros empleados en conjunto para la preparación de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno.

Eventualmente se pueden copolimerizar todavía 0,05 a 5% en peso, preferiblemente 1 a 2% en peso, referido al peso total de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno, de monómeros auxiliares. Ejemplos de monómeros auxiliares son ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, preferiblemente ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido crotonico, ácido itacónico o ácido fumárico, ácido maleico, nitrilos de ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, preferiblemente acrilonitrilo; monoésteres y diésteres del ácido fumárico y ácido maleico tales como los ésteres dietílico y diisopropílico, así como anhídrido del ácido maleico, ácidos sulfónicos etilénicamente insaturados o bien sus sales, preferiblemente ácido vinilsulfónico, ácido 2-acrilamido-2-metil-propanosulfónico.

Ejemplos de copolímeros preferidos son copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno, copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno y uno o varios ésteres del ácido metacrílico o ésteres del ácido acrílico, copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno y uno o varios otros ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno y cloruro de vinilo.

Se prefieren particularmente copolímeros de acetato de vinilo con 8 a 25% en peso de etileno; copolímeros de acetato de vinilo con 5 a 25% en peso de etileno y 1 a 50% en peso de uno o varios otros ésteres vinílicos distintos de acetato de vinilo; copolímeros de acetato de vinilo con 5 a 25% en peso de etileno y 1 a 45% en peso de uno o varios ésteres del ácido metacrílico o ésteres del ácido acrílico; copolímeros de acetato de vinilo con 5 a 25% en peso de etileno y 1 a 25% en peso de uno o varios otros ésteres vinílicos distintos de acetato de vinilo y 1 a 45% en peso de uno o varios ésteres del ácido metacrílico o ésteres del ácido acrílico; copolímeros de acetato de vinilo con 1 a 25% en peso de etileno y 1 a 50% en peso de uno o varios ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados;

pudiendo contener los polímeros en cada caso, además, los monómeros auxiliares mencionados en las cantidades mencionadas, y sumándose los datos en % en peso en cada caso hasta 100% en peso.

5 Mediante la elección del monómero o bien la elección de las porciones en peso de los comonómeros resultan copolímeros de ésteres vinílicos-etileno con la temperatura de transición vítrea Tg deseada. La temperatura de transición vítrea Tg de los copolímeros puede determinarse de manera conocida mediante calorimetría por barrido diferencial (DSC). La Tg también puede calcularse previamente de modo estimativo por medio de la ecuación de Fox. Según Fox T. G., Bull. Am. Physics Soc. 1, 3, página 123 (1956) se cumple: $1/T_g = x_1/T_{g1} + x_2/T_{g2} + \dots + x_n/T_{gn}$, representando x_n la fracción (% en peso/100) del monómero n, y Tgn es la temperatura de transición vítrea en Kelvin del homopolímero del monómero n. Valores Tg para homopolímeros están recogidos en Polymer Handbook 2ª edición, J. Wiley & Sons, Nueva York (1975).

15 La preparación de los copolímeros tiene lugar en un medio acuoso y, preferiblemente, según el procedimiento de polimerización en emulsión o suspensión - tal como se describe, por ejemplo, en el documento DE-A 102006007282. Los polímeros resultan en tal caso en forma de dispersiones acuosas. En la polimerización pueden emplearse los coloides protectores y/o emulsionantes habituales tal como se describen en el documento DE-A 102006007282. En el caso de emplear emulsionantes, no se emplean preferiblemente emulsionantes aniónicos, ya que éstos, en un caso particular, pueden conducir a la coagulación. Preferiblemente, como coloides protectores se emplean poli(alcoholes vinílicos) parcialmente saponificados o totalmente saponificados con un grado de hidrólisis de 80 a 200 100% en moles, en particular poli(alcoholes vinílicos) parcialmente saponificados con un grado de hidrólisis de 80 a 94% en moles y una viscosidad según Höppler, en disolución acuosa al 4%, de 1 a 30 mPa.s (método según Höppler a 20°C, norma DIN 53015). Los coloides protectores mencionados son accesibles mediante procedimientos conocidos por el experto en la materia y se añaden, por lo general, en una cantidad de en conjunto 1 a 20% en peso referido al peso total de los monómeros, durante la polimerización.

25 Los polímeros en forma de dispersiones acuosas pueden transformarse en correspondientes polvos redispersables en agua según procedimientos de secado habituales. En tal caso, por norma general se emplea un coadyuvante de secado en una cantidad total de 3 a 30% en peso, preferiblemente de 5 a 20% en peso, referido a los componentes polímeros de la dispersión. Como coadyuvantes de secado se prefieren los poli(alcoholes vinílicos) antes mencionados.

35 En calidad de fibras son adecuadas, por ejemplo, fibras naturales, naturales modificadas o sintéticas. Fibras preferidas son fibras de acero, fibras de vidrio o fibras de carbono, o fibras a base de polipropileno, polietileno, poli(alcohol vinílico), poli(acrilonitrilo), poliésteres, poliamida, o también fibras de celulosa o fibras de celulosa modificadas. Particularmente preferidas son fibras de acero, fibras de poli(alcohol vinílico) o de polipropileno. Las más preferidas son fibras de acero. También pueden emplearse mezclas de varias fibras. Las fibras pueden emplearse en forma de fibras sueltas, fibras pegadas a modo de haces, fibras fibriladas, fibras multifilamentos o fibras en envase dosificador.

40 En calidad de fibras de acero pueden emplearse las fibras de chapa, de cable, de virutas o, preferiblemente, de cable de acero estiradas en frío habituales. El material de las fibras de acero es habitualmente acero para la construcción, acero no oxidante o acero cincado. Las fibras de acero pueden presentar una superficie lisa o perfilada y, eventualmente, estar provistas de ganchos extremos y con una estampación adicional. Pueden emplearse fibras de acero fresadas con una sección transversal en forma de hoz, torsionadas en el eje longitudinal, fibras de cable, 45 dobladas y cortadas o troqueladas, fibras de chapa, eventualmente con estampaciones para mejorar la asociación. Las fibras de acero pueden reemplazar a una armadura constructiva. Las fibras tienen habitualmente una longitud de 5 a 100 mm, en particular de 10 a 60 mm.

50 Aglutinantes que fraguan hidráulicamente habituales son cemento, en particular cemento Portland, cemento de aluminato, cemento Trass, cemento siderúrgico, cemento de magnesia, cemento de fosfato o cemento de altos hornos; así como cementos mixtos (cementos compuestos).

55 Recetas típicas de las composiciones de cemento con contenido en fibras contienen 9 a 40% en peso, en particular 12 a 25% en peso de cemento, preferiblemente cemento Portland CEM I, cemento Portland siderúrgico CEM II/A-S, CEM II/B-S o cemento de altos hornos CEM III/A, CEM III/B. Copolímeros de ésteres vinílicos-etileno se emplean en cantidades de 0,1 a 5,0% en peso, preferiblemente de 0,2 a 2,0% en peso, de manera particularmente preferida de 0,4 a 1,5% en peso, en cada caso preferiblemente en forma de dispersión acuosa con un contenido en sólidos de 10 a 75% en peso, de manera particularmente preferida de 40 a 60% en peso. Las fibras están contenidas en una cantidad de 0,01 a 15% en peso, de manera particularmente preferida de 0,1 a 5% en peso, en donde, en el caso de 60 fibras de acero, están contenidas lo más preferiblemente en una concentración de 0,5 a 5% en peso y, en el caso de fibras de materiales sintéticos, están contenidas lo más preferiblemente en una concentración de 0,05 a 2% en peso.

Otro componente son 65 a 90% en peso de cargas del grupo grava y gravilla. Si no se indica otra cosa, los datos en % en peso se refieren en cada caso a 100% de masa seca de la receta. Para la preparación de las composiciones acuosas de hormigón con contenido en fibras se emplean habitualmente, de forma adicional, 20 a 90% en peso, de manera particularmente preferida 30 a 80% en peso y, lo más preferido, 40 a 65% en peso de agua, referido a la masa total del cemento empleado.

Si las composiciones de hormigón con contenido en fibras se elaboran según los procedimientos de inyección en húmedo o en seco habituales, entonces como aditivo se emplean habitualmente aceleradores del fraguado en una cantidad de 3 a 10% en peso, referido al contenido en cemento de la composición de cemento con contenido en fibras. Ejemplos de aceleradores del fraguado son compuestos de aluminio, silicatos, hidróxidos o carbonatos de metales alcalinos. Aceleradores del fraguado preferidos son sales de aluminio, aluminatos, silicatos de metales alcalinos tales como, por ejemplo, vidrio soluble, carbonatos de metales alcalinos o hidróxido de potasio.

Las propiedades técnicas de aplicación de las composiciones de hormigón con contenido en fibras pueden mejorarse mediante otros aditivos. En formas de realización preferidas, los aditivos están contenidos, por ejemplo, en una cantidad de 0,2 a 2% en peso, preferiblemente de 0,2 a 1,5% peso y, de manera particularmente preferida, de 0,4 a 1,0% en peso, referido al cemento, licuadores de hormigón (conocidos por el experto en la materia como agentes de flujo) o pigmentos, estabilizadores de la espuma, agentes hidrofobizantes, plastificantes, cenizas volantes, ácido silícico disperso, formadores de poros de aire para el control de la densidad bruta del hormigón o coadyuvantes de bombeo para mejorar la aptitud para el bombeo. Además, a las composiciones de hormigón con contenido en fibras pueden agregarse eventualmente aditivos que modulan el efecto acelerador del fraguado de los aceleradores del fraguado a las mezclas de hormigón húmedo tales como, por ejemplo, ácido fosfórico, ácidos fosfónicos, polifosfato, ácidos polihidroxicarboxílicos o aditivos orgánicos, en particular ácido poliacrílico, hexametilentetraamina, alcanolaminas tales como, por ejemplo, dietanolamina (DEA) o trietanolamina.

La preparación de las composiciones de hormigón con contenido en fibras a partir de los distintos componentes de la receta no está ligada a ningún modo de proceder ni dispositivo mezclador particular. Los distintos componentes pueden emplearse durante la mezclado en forma seca o, eventualmente, en forma acuosa. La mezclado puede tener lugar, por ejemplo, en un mezclador de hormigón o en un mecanismo mezclador de hormigón endurecido. Las composiciones de hormigón con contenido en fibras pueden presentarse en forma de mezclas secas o acuosas.

Las composiciones de hormigón con contenido en fibras pueden aplicarse según los procedimientos habituales para la elaboración de mezclas de hormigón tales como, por ejemplo, los procesos de hormigón de inyección en húmedo, de hormigón de inyección en seco o manuales. En el caso de emplear procedimientos de hormigón de inyección, pueden emplearse los dispositivos conocidos tales como, por ejemplo, robots de inyección o máquinas de inyección.

El grosor de capa del hormigón endurecido es preferiblemente ≥ 5 cm, de manera particularmente preferida ≥ 15 cm.

Con las mezclas de hormigón con contenido en fibras de acuerdo con la invención se obtiene tanto hormigón endurecido como también hormigón no fraguado con propiedades particularmente ventajosas.

Así, el hormigón endurecido modificado de acuerdo con la invención presenta, frente al hormigón endurecido habitual, por ejemplo, una resistencia a la tracción por flexión mejorada, lo cual se exterioriza en una mayor ductilidad del hormigón endurecido y conduce a una resistencia incrementada frente a la sollicitación por golpes, la abrasión y el desgaste, así como previene un fallo por rotura frágil. Sorprendentemente, la resistencia a la compresión del hormigón endurecido producido de acuerdo con la invención se encuentra, a pesar del componente etileno de los copolímeros de ésteres vinílicos, al mismo nivel que la resistencia a la compresión de hormigón endurecido habitual. Los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno conducen también a una mejor dispersión de las fibras en el hormigón no fraguado, de modo que puede suprimirse una "formación de bolas", y el hormigón endurecido se vuelve más robusto frente a sollicitaciones. De acuerdo con la invención, no es necesario un tratamiento posterior adicional, por lo demás habitual, o una bonificación de la superficie del hormigón para la creación de capas superficiales especiales, delgadas y estables frente a la abrasión, tales como, por ejemplo, el revestimiento con morteros de resina epoxídica o morteros cementosos con contenido en sustancias constitutivas especiales. Con las composiciones de hormigón de acuerdo con la invención se obtiene, por consiguiente, de un modo económico un hormigón endurecido robusto.

Pero también las propiedades del hormigón no fraguado de composiciones de hormigón con contenido en fibras se mejoran ventajosamente mediante los polímeros mixtos de ésteres vinílicos-etileno de acuerdo con la invención, por ejemplo la aptitud para el tratamiento, la magnitud de expansión o la aptitud para el bombeo. En virtud de su componente etileno, los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno están internamente plastificados y actúan sobre el hormigón no fraguado, sorprendentemente, de forma licuante, lo cual se exterioriza en la magnitud de expansión del

hormigón no fraguado. Así, el hormigón no fraguado con contenido en fibras, habitual, muestra, en comparación con un correspondiente hormigón no fraguado exento de fibras, una menor magnitud de expansión. Este inconveniente se exterioriza, en particular, en el caso de fibras de materiales sintéticos tales como fibras de polipropileno y de poli(alcohol vinílico), pero también en el caso de fibras de acero. Mediante el empleo de las composiciones de hormigón con contenido en fibras de acuerdo con la invención se obtiene hormigón no fraguado, el cual presenta una magnitud de expansión mayor con respecto al hormigón no fraguado con contenido en fibras, habitual. Las composiciones de hormigón con contenido en fibras de acuerdo con la invención también son mejor bombeables en comparación con hormigón no fraguado con contenido en fibras, habitual.

Las composiciones de hormigón con contenido en fibras se adecuan para todas las aplicaciones habituales de hormigón, en particular para la producción de pisos industriales, carreteras de hormigón, soleras, paredes tales como paredes de sótanos, pilotes o piezas acabadas de hormigón tales como tubos de hormigón, planchas de hormigón (p. ej. para garajes), paredes de elementos, para el afianzamiento de la pendiente, para el revestimiento de túneles (tal como, p. ej., el revestimiento de túneles o anillos para pozos) o aplicaciones en minas (p. ej. pozos de caída).

Los siguientes Ejemplos sirven para la explicación detallada de la invención y no han de entenderse de modo alguno como limitación.

Preparación de las composiciones de hormigón con contenido en fibras

Componentes para la preparación de las composiciones de hormigón con contenido en fibras:
 cemento Portland (CEM II A-S 42,5 R)
 grava 0-8 mm (la línea de tamizado B16 se separó por cribado a través de un tamiz de 8 mm)
 valor de agua-cemento a/c = 0,55

Copolímeros:

- Polímero 1:

Dispersión acuosa al 52,8% en peso, estabilizada con poli(alcohol vinílico), de un copolímero de acetato de vinilo-etileno (contenido en etileno: 21% en peso, referido al peso total del polímero) con una temperatura de transición vítrea de -7°C.

- Polímero 2:

Dispersión acuosa al 58,4% en peso, estabilizada con poli(alcohol vinílico), de un copolímero de acetato de vinilo-etileno (contenido en etileno: 9% en peso, referido al peso total del polímero) con una temperatura de transición vítrea de +15°C.

Fibras:

Fibras de acero de la razón social Baumbach, WLS-30/0,75 H/Zn

Fibras de polipropileno de la razón social STW, toscas (18 mm)

Fibras de poli(alcohol vinílico) de la razón social Kuraray, RFS 400x18 (18 mm)

La composición de la respectiva composición de hormigón con contenido en fibras está indicada en la Tabla 1.

Para la preparación de la composición de hormigón con contenido en fibras respectiva se mezclaron previamente cemento, grava y, eventualmente, fibras en una mezcladora forzada durante algunos segundos para formar una mezcla seca. A continuación, se añadieron agua y, eventualmente, la respectiva dispersión de polímeros. Se mezcló durante otros 2 minutos. A ello le siguió un tiempo de reposo de 5 minutos antes de que se volviera a mezclar durante 2 minutos.

En el caso de emplear fibras de acero, éstas se dispusieron en la preparación de la mezcla seca. En el caso de emplear fibras de polipropileno y poli(alcohol vinílico), éstas se añadieron conjuntamente con el agua de amasado.

Producción de las probetas

Antes de cada mezclado se fabricaron tres probetas (dimensiones: 40 mm de altura, 40 mm de anchura, 160 mm de longitud) conforme a la norma DIN EN 196-1 (2005). Para ello, el hormigón se incorporó en encofrados de acero y se compactó durante un minuto en la mesa vibratoria.

Los encofrados de acero se cubrieron con una lámina y se almacenaron durante 24 horas hasta el desencofrado en las condiciones ambientales (23°C/50% h. r.). Después del desencofrado, las probetas se cubrieron con una lámina de plástico hasta un envejecimiento de 7 días y se almacenaron en un clima normalizado (23°C/50% de h. r.). A continuación, se retiró la lámina de plástico y las probetas se almacenaron en un clima normalizado (23°C/50% de h.r.) hasta un envejecimiento de 28 días.

Determinación de las propiedades de hormigón no fraguado y hormigón endurecido

La magnitud de expansión de las mezclas de hormigón no fraguado se determinó según la norma EN 12350-5 o bien conforme a la norma DIN EN 1015-3.

5 La resistencia a la tracción por flexión (BZF – siglas en alemán) y la resistencia a la compresión (DF – siglas en alemán) se determinaron según la norma DIN 1048-5 o bien conforme a la norma DIN 12808-3 (ensayo de tracción por flexión en tres puntos, sollicitación mediante carga individual en el centro de la probeta; resistencia a la compresión de las mitades de las probetas partidas durante la flexión).

10 En la Tabla 1 se indican las propiedades del hormigón no fraguado y hormigón endurecido de las mezclas de hormigón.

Ensayo

15 El examen de la resistencia al desgaste tuvo lugar según el procedimiento de Los Ángeles, norma DIN EN 1097-2 (1998). Como sistema de aparatos de ensayo servía un tambor hueco (diámetro interno: 245 mm, longitud interna: 300 mm) con dos listones de arrastre rectangulares, enfrentados, dispuestos en el espacio interior (longitud: 300 mm, anchura: 35 mm). El tambor hueco giraba en torno a un eje horizontal (accionado mediante dos rodillos de caucho). La velocidad de rotación del tambor hueco ascendió a 29 min^{-1} .

20 La carga por bolas consistía en diez bolas de acero con un diámetro de 50 mm y un peso de 0,508 kg (peso total: 5,08 kg).

25 El peso total de tres probetas limpiadas con aire comprimido se determinó inmediatamente antes de la medición. Las tres probetas se añadieron al tambor hueco con 10 bolas de acero. Después de 500 revoluciones, se retiraron las probetas, se limpiaron con aire comprimido y se determinó el peso total de las probetas.

La abrasión de las tres probetas resultó como la diferencia del peso total antes de la medición y el peso total después de 500 revoluciones. Los resultados están recogidos en la Tabla 1.

30 De la Tabla 1 se desprende que, conforme a la invención, se consigue una magnitud de expansión mayor (incorporaciones 3 y 6 o bien 2, 4 y 5). Asimismo, mediante el empleo de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno se mejora la resistencia a la tracción por flexión (BZF) (incorporaciones 2 y 5 o bien 3 y 6).

Se obtienen resultados particularmente buenos con la dispersión de polímeros 1, cuyo copolímero tiene un mayor contenido en etileno en comparación con la dispersión de polímeros.

35 Sorprendentemente, la resistencia a la compresión del hormigón endurecido producido de acuerdo con la invención, a pesar del componente etileno de los copolímeros de ésteres vinílicos se encuentra en el mismo nivel que la resistencia a la compresión de hormigón endurecido habitual.

Tabla 1:

Incorporación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantidades pesadas referidas a 1 m ³									
CEM II-AS 42,5 R [kg]	370,00	370,00	370,00	370,00	370,00	370,00	370,00	370,00	370,00
Agua [kg]	203,50	203,50	203,50	186,94	170,38	170,38	170,38	190,32	177,14
Dispersión de polímeros 1 [kg]				35,06	70,12	70,12	70,12		
Dispersión de polímeros 2 [kg]									
Fibras de acero [kg]		40,00		40,00	40,00			31,68	63,36
Fibras de polipropileno [kg]			2,73			2,73		40,00	40,00
Fibras de PVOH [kg]							3,90		
Grava B-16, cribada [kg]	1704,39	1690,87	1696,44	1641,86	1592,84	1598,39	1598,39	1641,86	1592,84
Suma [kg]	2277,89	2304,37	2272,67	2273,86	2243,34	2211,62	2212,79	2273,86	2243,34
Propiedades del hormigón no fraguado									
Magnitud de expansión [cm]	13,7	13,4	11,5	14,1	16,0	13,9	15,1	12,3	11,8
Propiedades del hormigón endurecido									
BZF (valor medio) [N/mm ²]	7,96	8,24	8,08	8,96	9,73	9,67	9,65	8,22	9,47
DF (valor medio) [N/mm ²]	42,19	44,06	34,11	42,20	43,54	34,44	39,88	37,80	34,28
Ensayo de abrasión									
Abrasión [kg]	50,50	46,60	44,10	38,80	27,60	26,20	25,00	40,60	31,50

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras que contienen aglutinantes que fraguan hidráulicamente, 65 a 90% en peso de cargas del grupo de grava y gravilla, 0,01 a 15% en peso de una o varias fibras y, eventualmente, otros aditivos o componentes adicionales, caracterizadas porque en calidad de componentes adicionales están contenidos 0,1 a 5,0% en peso de uno o varios copolímeros de ésteres vinílicos-etileno, refiriéndose los datos en % en peso en cada caso a 100% en peso de masa seca de las composiciones de hormigón con contenido en fibras.
- 10 2.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según la reivindicación 1, caracterizadas porque los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno se pueden obtener mediante polimerización iniciada en los radicales de
- a) uno o varios ésteres vinílicos y
 - b) etileno y, eventualmente,
 - c) uno o varios de otros comonomeros etilénicamente insaturados.
- 15 3.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según la reivindicación 1 ó 2, caracterizadas porque los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno contienen preferiblemente 5 hasta 35% en peso de etileno, referido a la masa total de los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno.
- 20 4.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizadas porque los copolímeros de ésteres vinílicos-etileno tienen temperaturas de transición vítrea Tg de -15 a 20°C.
- 5.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizadas porque como ésteres vinílicos a) se emplean ésteres vinílicos de ácidos carboxílicos con 1 a 15 átomos de C.
- 25 6.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizadas porque los ésteres vinílicos a) se seleccionan del grupo que comprende acetato de vinilo, propionato de vinilo, butirato de vinilo, 2-etilhexanoato de vinilo, laurato de vinilo, acetato de 1-metilvinilo, pivalato de vinilo y ésteres vinílicos de ácidos monocarboxílicos alfa-ramificados con 5 a 13 átomos de C.
- 30 7.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizadas porque como copolímeros de ésteres vinílicos-etileno se emplean uno o varios copolímeros del grupo que comprende copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno, copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno y uno o varios ésteres del ácido metacrílico o ésteres del ácido acrílico, copolímeros de uno o varios ésteres vinílicos con etileno y uno o varios otros ácidos carboxílicos etilénicamente insaturados, copolímeros de uno o varios ésteres
- 35 vinílicos con etileno y cloruro de vinilo.
- 8.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizadas porque en calidad de fibras se emplean fibras naturales, naturales modificadas o sintéticas.
- 40 9.- Composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizadas porque las fibras se seleccionan del grupo que comprende fibras de acero, fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras a base de polipropileno, polietileno, poli(alcohol vinílico), poliacrilonitrilo, poliésteres, poliamida y fibras de celulosa y fibras de celulosa modificadas.
- 45 10.- Uso de las composiciones de hormigón con contenido en fibras según las reivindicaciones 1 a 9, para la producción de hormigón endurecido con grosores de capa de ≥ 5 cm.
- 50 11.- Uso de las composiciones de hormigón con contenido en fibras según la reivindicación 10, para la producción de pisos industriales, carreteras de hormigón, soleras, paredes, pilotes, piezas acabadas de hormigón, planchas de hormigón, paredes de elementos o para el afianzamiento de la pendiente, o en la construcción de túneles o minas.