



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 887**

51 Int. Cl.:

D02G 3/00 (2006.01)

C04B 14/38 (2006.01)

D06M 13/00 (2006.01)

D01F 11/06 (2006.01)

C04B 20/10 (2006.01)

C04B 16/06 (2006.01)

E04C 5/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00918470 .6**

96 Fecha de presentación : **28.03.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1230452**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.08.2002**

54

Título: **Fibras sintéticas y sistemas cementosos que incluyen las mismas.**

30

Prioridad: **07.04.1999 US 128126 P**

73

Titular/es: **Dror Selivansky
Hantke 65
Haifa 34608, IL**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

72

Inventor/es: **Selivansky, Dror**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

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

Fibras sintéticas y sistemas cementosos que incluyen las mismas.

5 La presente invención, introduce pilas de fibras clasificadas para el refuerzo de matrices cementosas, matrices cementosas reforzadas con fibras sintéticas, y procedimientos para fabricar materiales compuestos del tipo "composite", cementosos, endurecidos, reforzados con fibras sintéticas.

10 La presente invención, se refiere a fibras específicas, apropiadas para su uso como materiales de refuerzo secundarios de matrices cementosas en materiales compuestos del tipo "composite" y, de una forma más particular, fibras sintéticas de lana fundente y fibras precursoras de nylon de orientación reducida, para su uso como materiales de refuerzo, secundarios, en materiales compuestos del tipo "composite".

15 De una forma más particular, la presente invención, se refiere, de una forma específica, a fibras sintéticas de corte corto, con una eficacia mejorada, para el refuerzo de materiales compuestos del tipo "composite", de cementación, como resultado del ajuste de sus características de fricción y tensión superficial, con objeto de obtener una mayor dispersión de las fibras, en la matriz cementosa, y una mayor eficacia de refuerzo y de detención de las grietas. La presente invención, se refiere también, de una forma específica, a fibras sintéticas precursoras, que tienen un reducido grado de cristalinidad y orientación, y a fibras de nylon precursoras de reducida orientación y de alto grado, con una
20 eficacia mejorada para el refuerzo de materiales compuestos del tipo "composite", como resultado del ajuste de su fricción, para obtener una dispersión superior de las fibras, en la matriz cementosa, y un mayor refuerzo y eficacia de la detención de las grietas.

25 Tal y como se conoce bien, en el arte especializado de la técnica, los materiales compuestos del tipo "composite", tales como el hormigón, son propensos a autoinducir grietas, debido al hecho de que, tales tipos de materiales compuestos del tipo "composite", son quebradizos, por naturaleza. Las grietas autoinducidas, se propagan fácilmente y rápidamente a través del hormigón, bajo una tensión relativamente baja. Así, de este modo, el hormigón, falla en cuanto a lo referente a su tensión, mediante el progresivo desarrollo de las grietas.

30 La resistencia a la tracción efectiva del hormigón, o cualquier otra mezcla de un material compuesto del tipo "composite", se explica por la presencia de defectos (microgrietas y grietas), que se propagan, convirtiéndose en grietas más grandes, bajo tensión. Con objeto de incrementar la durabilidad del hormigón, es por lo tanto importante, el minimizar la presencia de microgrietas y grietas, las cuales se distribuyen en su interior, lo cual debilita al hormigón y reduce su durabilidad.

35 Cuando se emplaza una mezcla de hormigón, o cualquier otra mezcla de un material compuesto del tipo "composite" (por ejemplo, colado, moldeado, colocado por capas, o mediante rociad, etc.), los sólidos, por ejemplo, los agregados finos y cemento, empiezan a sedimentar o precipitarse hacia abajo, debido al efecto de la gravedad. El agrietamiento por contracción plástica del hormigón, acontece, cuando la tasa de evaporación de agua, excede de la
40 tasa de desplazamiento del agua. Las tensiones por contracción, asociadas con el cambio de volumen temprano del hormigón, tienen una gran importancia, para la mayoría de grietas no estructurales, en el hormigón. Tal y como se ha mencionado anteriormente, arriba, estas grietas, las cuales se forman mientras fragua la mezcla de hormigón, afectan a la resistencia y a la durabilidad del hormigón, durante el servicio. Así, por lo tanto, en la práctica usual, los productos de hormigón, se abastecen de agua, y se enfrían, durante el endurecimiento o fraguado. No obstante, puesto que el
45 abastecimiento con agua a los productos de hormigón, durante su endurecimiento o fraguado, no elimina completamente la formación de microgrietas y de grietas, y es merecedor de un cuidado especial, ha empezado la búsqueda o investigación de aditivos del hormigón, los cuales reduzcan la formación de grietas.

50 El uso de fibras de nylon en el refuerzo del hormigón, se presenta en la patente estadounidense U.S. n° 3.645.961. Esta patente, da a conocer el uso de fibras discretas, para formar un hormigón de resistencia de choque. Otras publicaciones relacionadas, incluyen a las patentes estadounidense U.S. n° 5.456.752; U.S. n° 5.399.195; U.S. n° 4.693.749, U.S. n° 4.902.347; y a la patente SU n° 1.479.618.

55 La presencia de fibras de Nylon en una mezcla de hormigón, modifica el proceso de precipitación o sedimentación de los sólidos y de la exudación del agua y, así, de este modo, se reducen las tensiones internas de tracción que conducen al agrietamiento por contracción plástica, durante los cambios tempranos de volumen del hormigón, durante el endurecimiento por fraguado. Las microgrietas inducidas por tensión, las cual empiezan a formarse, se puentean y se intersectan mediante los millones de fibras homogéneamente distribuidas, presentes en la matriz cementosa y, por lo tanto, se detiene la propagación de grietas.

60 Así, de este modo, las fibras de nylon, ayudan en la prevención de microgrietas, durante el endurecimiento del hormigón por fraguado, microgrietas éstas, las cuales forman imperfecciones o defectos, mucho tiempo después del fraguado, y durante el servicio, tienden a desarrollarse en grietas y fracciones más grandes, las cuales debilitan al hormigón, y reducen su durabilidad. No obstante, es importante el asegurar el hecho de que, las fibras, las cuales
65 constituyen una parte del volumen total de la matriz cementosa del hormigón, no se deteriorarán durante el servicio, debido al hecho de que, la pérdida de resistencia del volumen interno y de substancia, debilitará la matriz de hormigón en su totalidad. Así, de este modo, los requerimientos para las fibras de nylon utilizadas en refuerzo del hormigón, son

(i) la eficacia en la reducción de la formación de microgrietas, durante el fraguado, y (ii) una alta durabilidad, es decir, un servicio prologando, previamente a deteriorarse.

Desde los primeros ensayos en la utilización de fibras de nylon para el refuerzo del hormigón, ha tenido lugar un crecimiento substancial de la utilización de fibras de nylon, para el refuerzo del hormigón y del cemento. Ambos, el nylon 6.6 (por ejemplo, los nylon de Du Pont, tipo 663, y tipo 665, distribuidos ambos por la firma Kapejo Inc.) y el nylon 6 (por ejemplo, el nylon de Alliedsignal Caprolan-RC, distribuido por Nycon Inc.), preparados, tienen una propiedades técnicas del nylon, y se utilizan en el arte de la técnica especializada de la producción de hormigón, como típicas fibras de refuerzo secundario, dirigidas para combatir el agrietamiento del hormigón, durante las etapas plásticas tempranas de su fraguado. El término “refuerzo secundario”, se utiliza usualmente en el arte de la técnica especializada de la producción de hormigón, para indicar un refuerzo dirigido a la prevención o reducción de grietas, asociadas con el fraguado o endurecimiento del hormigón.

La patente estadounidense U.S. n° 6.001.476, enseña la producción y el uso de fibras de nylon de grado superior, para el refuerzo secundario del hormigón, y materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, que incluyen las fibras. Las enseñanzas de esta patente, se centran en un procedimiento para mejorar el grado de la resistencia y de la durabilidad de fibras de nylon, de una forma típica, fibras textiles de nylon, para convertir a las fibras, en apropiadas para su uso en el refuerzo secundario de una matriz cementosa de materiales compuestos del tipo “composite”, tal como el hormigón. Esta patente, correspondiente al arte anterior de la técnica, no enseña el uso de precursores de fibras de nylon, de reducida o baja orientación.

De una forma similar, se encuentra ausente de esta patente, el concepto de incrementar la fricción entre las fibras y la matriz cementosa, como un medio para mejorar las propiedades de refuerzo de las fibras. No obstante, en concordancia con los modelos de comportamiento mecánico para el hormigón reforzado con fibras, las fibras discontinuamente distribuidas en el sistema del cemento, contribuyen a su capacidad de acarreo de carga, vía una transformación de carga a las fibras, mediante deformación por cizallamiento en la interfase fibra/matriz. Así, por lo tanto, siguiendo las normas básicas de los materiales compuestos del tipo “composite”, la fuerza extensiva y la rigidez del sistema, se incrementan, a medida que la resistencia final y valores de los módulos de las fibras, se incrementan. Así, de este modo, cuanto mayor es la resistencia de las fibras, mejor es la capacidad de soporte de carga, y mayor es la longitud máxima posible, de las fibras que soportan tensión, en la matriz. El efecto total es, por lo tanto, una resistencia a la tracción incrementada del sistema. Correspondientemente en concordancia, las fibras típicas para el refuerzo de sistemas de cemento, son del tipo de alta resistencia (por ejemplo, acero, vidrio, asbestos, etc.). Por la misma razón, las fibras sintéticas que se han venido utilizando para el refuerzo de sistemas cementosos (por ejemplo, Nylon, tal como el “Nylon RC” - caracterizado por un módulo de 5.170 Mpa, y una tenacidad de 896 Mpa, el polipropileno, tal como el “Fibrin 23”, caracterizado por un módulo de 370 Mpa, y el poliácridonitrilo, como el “Dolanit 10”, caracterizado por un módulo de 19.000 Mpa, y una tenacidad de 1,30 Mpa), contra el agrietamiento por la contracción plástica, la cual tiene lugar dentro del período de tiempo de fraguado del cemento, se designan, típicamente, como teniendo un alto módulo y una alta resistencia a la tracción, con relación a las fibras textiles standard.

El fallo, en los sistemas cementoso, se inicia, de una forma típica, mediante la fractura por tensión de la matriz, lo cual proporciona grietas, las cuales se propagan por la totalidad del sistema. El rol interpretativo de las fibras de refuerzo, es el correspondiente a la detención de las grietas y el endurecimiento de las fracturas.

En concordancia con estudios recientes (Y. Geng y C.K.Y. Leung (1996), “Microstructural Study for FiberMortar interfaces During Fiber Debonding and Pull-out”, - Estudio microestructural para interfases fibra/mortero durante el desligado y el estirado de las fibras -, J. Mater. Sci. 31: 1285 - 1294, y (1997) “Fiber Reinforced Concrete”, - Hormigón reforzado con fibras -, reportado por parte del AIC Committee 544, American Concrete Institut, Ch 4, ACI 544 IR, páginas 39 - 57), el estirado de las fibras, en los planos de las grietas, es el factor dominante en el mecanismo de refuerzo, debido al fácil desligado de las fibras sintéticas, en sistemas cementosos, y su reducida cohesión relativa al refuerzo primario, tales como las fibras de acero, de vidrio y de asbestos.

Esto significa el hecho de que, la distribución de las fibras, en la matriz, es un importante parámetro de control del contenido requerido en la matriz, para la reducción de grietas, puesto que, el espaciamiento inter-fibras, contribuye a la eficacia de la detención del agrietamiento (R. F. Zollo (1997) “Fiber reinforced concrete: an overview after thirty years of development”, Seminar 24 - 62 Abredeen’s World of concrete, - “Hormigón reforzado con fibras: una supervisión, después de treinta años de desarrollo”, Seminario 24 - 62 del Mundo del Hormigón en Abredeen -, páginas 12 - 41). Correspondientemente en concordancia, el ajuste del sistema fibras/cemento, y la fricción interfibras, ofrece la posibilidad de desarrollar nuevas fibras, para el refuerzo secundario del hormigón, a partir de materiales típicamente considerados como inapropiados, en concordancia con las enseñanzas correspondientes al arte anterior de la técnica.

La patente estadounidense U.S. n° 5.989.713, enseña geometrías de sección transversal de fibras, las cuales incrementan el área de superficie que se encuentra disponible, para unirse o ligarse con la matriz cementosa. La mayor área de superficie por unidad de peso, de fibras reforzantes, incrementa su resistencia al enlazado y su eficacia de transformación por tensión, desde la matriz, a las fibras. Una mayor fracción de la resistencia final de las fibras, se utiliza, por esta razón, para el acarreo de cargas y puenteo de grietas, previamente al desligado y estirado de las fibras, de la matriz. Las enseñanzas de esta patente, no incluyen un cambio del módulo de las fibras, para lograr este efecto, ni incluyen, tampoco, una capacidad de dispersión de la fibra, en el interior del sistema, durante el mezclado.

No obstante, en la práctica, las tensiones de estirado, en las fibras, son mucho más pequeñas que su resistencia final a la tracción, y se controlan mediante las fuerzas de fricción, entre las fibras y la matriz del sistema cementoso. Así, por lo tanto, los requerimientos de alta resistencia y rigidez de las fibras, que se creen generalmente necesarios, en el refuerzo de hormigón endurecido, mediante fibras fuertes (a saber, acero, vidrio y asbestos), realmente, no son necesarios, en el caso de un refuerzo secundario mediante fibras sintéticas.

Puesto que, la fibra para agregar coeficiente de fricción, es de la misma naturaleza que el coeficiente de fricción fibra a metal (f/m), este coeficiente de fricción f/m , puede emplearse como un parámetro para cuantificar una interacción friccional de las fibras, con la matriz cementosa.

Las fuerzas de fricción de las fibras/sistema cementoso, determinan, también, la extensión del mezclado y distribución de las fibras, dentro del sistema cementoso. Fuerzas friccionales mayores, superan la cohesión interfibras, y propagan las fibras más rápidamente en la matriz, durante la etapa de mezclado de las fibras, en la suspensión de cemento fresco. Correspondientemente en concordancia, en el mezclado efectivo de las fibras en el sistema cementoso, se desean fibras con unas propiedades superficiales, las cuales creen altos coeficientes de fricción (f/f), y una capacidad de cohesión interfibras.

El uso de fibras de nylon, de alcoholes acrílicos y metacrílicos, se enseña por parte de la patente estadounidense de Goldfine, U.S. n° 3.645.961, con objeto de cumplir con estos criterios, si bien, no obstante, esta patente, no enseña ninguna lubricación o tratamiento de superficie, con objeto de mejorar las propiedades superficiales de la fibra.

Las técnicas para la mejora de la capacidad de mezcla de las fibras, en el hormigón, mediante una pre-humectación, se enseñan en la publicación de patente internacional WO 83/00 324, pero estas enseñanzas, se limitan a fibras olefinicas.

Los procedimientos de tratamientos previos (pretratamientos) para fibras de olefina, incluyendo fibras de polipropileno, en particular, para refuerzos de sistemas cementosos, se han reportado en la literatura de patentes (por ejemplo, en la patente estadounidense U.S. n° 5.399.195). Esta patente, enseña procedimientos para incrementar la naturaleza hidrofílica de las fibras olefinicas hidrofóbicas, y para intensificar su capacidad de dispersión y compatibilidad con las matriz cementosa. Los procedimientos enseñados mediante esta patente, no cambian las características friccionales de las fibras.

Existe por lo tanto una necesidad extensamente reconocida, y sería altamente ventajoso, el hecho de poder disponer de fibras específicas, apropiadas para su uso como materiales de refuerzo secundario, en materiales compuestos del tipo "composite", cementosos, procedimientos para producir la fibras, y materiales compuestos del tipo "composite", cementosos, que contengan las fibras, desprovistas de las limitaciones anteriormente mencionadas, arriba.

Resumen de la invención

La pila de fibras clasificadas para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón, se describe en la reivindicación 1, la matriz cementosa reforzada con fibras sintéticas, se describe en la reivindicación 2 y, el procedimiento de fabricación de un material compuesto del tipo "composite", cementoso, endurecido, reforzado con fibras sintéticas, se describe en la reivindicación 3.

En concordancia con un aspecto de la presente invención, se proporciona una pila de fibras clasificadas, para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón.

En concordancia con todavía un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un material compuesto del tipo "composite", cementoso, reforzado con fibras sintéticas, que comprende una matriz cementosa endurecida. La matriz, incluye fibras clasificadas de fibras de nylon precursoras, de reducida orientación, caracterizadas por un valor de birrefringencia medio, mayor de 0,0350, pero inferior a 0,0440.

En concordancia con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la fabricación de un material compuesto, del tipo "composite", cementoso, endurecido, reforzado. El procedimiento, comprende las etapas de: (a) proporcionar componentes de un matriz cementosa, que incluye una substancia cementosa, agua y fibras clasificadas de fibras de nylon precursoras, de reducida orientación, caracterizadas por un valor de birrefringencia medio, mayor de 0,0350, pero inferior a 0,0440.

En concordancia con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona una pila de fibras clasificadas para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón. La pila, comprende fibras de lana fundida, que poseen un grado de orientación molecular, caracterizadas por unos valor de birrefringencia que se encuentran comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0440.

En concordancia con todavía otro aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un material compuesto del tipo "composite", cementoso, reforzado con fibras sintéticas, que comprende una matriz cementosa endurecida. La matriz, incluye fibras clasificadas de fibras sintéticas de lana fundida, poseyendo, las fibras, un grado de orientación molecular, caracterizado por unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0440.

En concordancia con todavía otro aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la fabricación de un material compuesto del tipo “composite”, cementoso, reforzado. El procedimiento, comprende las etapas de (a), proporcionar componentes de una matriz cementosa, que incluye una sustancia cementosa, agua y fibras clasificadas de fibras sintéticas de lana fundida, poseyendo, las fibras, un grado de orientación molecular, caracterizado por unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0440; (b) mezclar los componentes, hasta que las fibras sintéticas de lana fundida, se encuentren bien dispersadas en su seno; y (c), endurecer la matriz.

En concordancia con todavía otras características, en las formas preferidas de presentación descritas, las fibras, se caracterizan por inducir una inhibición del agrietamiento plástico, superior, en términos de reducción del agrietamiento en porcentaje, tal y como se determina mediante el método del anillo de restricción, en una extensión tal que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón standard (0,017%, en peso, ó 0,033%, en volumen), sean equivalentes o mejores, en la inhibición del agrietamiento plástico, que cualquier cantidad seleccionada entre el grupo consistente en: 1.000 gramos de fibras acrílicas standard por metro cúbico de hormigón standard (0,0417%, en peso, ó 0,0847%, en volumen); y (b) 900 gramos de fibras de polietileno por metro cúbico del hormigón standard (0,0375%, en peso, o un 0,100% en volumen).

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras, incluyen una sustancia de nylon, seleccionada entre el grupo consistente en nylon 6.6, nylon 6, nylon copolímero 6.6,6, nylon copolímero 6.6,6.TA, y nylon 6,4.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, la pila, comprende por lo menos un miembro del grupo consistente en fibras de polipropileno, de lana fundida, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230, y fibras de nylon, de lana fundida, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de: 0,0350 - 0,0440.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras, se caracterizan por una capacidad superior de inhibición del agrietamiento plástico, al mismo tiempo que se mantienen unos altos valores de desplome o aplastamiento, con relación a las fibras standard, para el refuerzo del hormigón y sistemas cementosos, de tal forma que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón, reducen el grado de agrietamiento de una matriz cementosa, en el hormigón, con relación a una matriz cementosa no reforzada, en más de un 80%, al mismo tiempo que se reduce el desplome del hormigón reforzado, a menos de un 15%.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras, se caracterizan por una capacidad superior de inhibición del agrietamiento plástico, al mismo tiempo que se mantienen unos altos valores de desplome o aplastamiento, con relación a las fibras standard, para el refuerzo del hormigón y sistemas cementosos, de tal forma que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón, reducen el grado de agrietamiento de una matriz cementosa, en el hormigón, con relación a una matriz cementosa no reforzada, en más de un 90%, al mismo tiempo que se reduce el desplome del hormigón reforzado, a menos del 9%.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras, se caracterizan por una capacidad superior de inhibición del agrietamiento plástico, al mismo tiempo que se mantienen unos altos valores de desplome o aplastamiento, con relación a las fibras standard, para el refuerzo del hormigón y sistemas cementosos, de tal forma que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón, reducen el grado de agrietamiento de una matriz cementosa, en el hormigón, con relación a una matriz cementosa no reforzada, en más de un 90%, al mismo tiempo que se reduce el desplome.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras de hilos estirados, son fibras de polipropileno, y poseen un grado de orientación molecular, caracterizado por unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230.

En concordancia con todavía otras características adicionales en las formas de presentación preferidas descritas, las fibras de hilos estirados, son fibras de nylon, y poseen un grado de orientación molecular, caracterizado por unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440.

La presente invención, reconduce, de una forma exitosa, las deficiencias o defectos de las configuraciones conocidas en el momento presente, procediendo a proveer fibras sintéticas con capacidades mejoradas para el refuerzo del hormigón, materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, que contienen las fibras, y procedimientos para producir los materiales compuestos, del tipo “composite”, cementosos.

Descripción de las formas preferidas de presentación

La presente invención, es de fibras sintéticas de lana fundida, y fibras precursoras de nylon, de reducida orientación, las cuales pueden utilizarse como materiales de refuerzo secundario en materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos. La presente invención, es también de materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, que contienen las fibras. Específicamente, la presente invención, puede utilizarse para mejorar la eficacia de fibras de corte corto, para el refuerzo de materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, vía el ajuste de sus características de fricción, para obtener una dispersión superior de las fibras, en una matriz cementosa, y unos mayores refuerzo

y eficacia de la detención del agrietamiento. Todavía de una forma específica, la presente invención, puede también utilizarse para mejorar la eficacia con la cual, las fibras sintéticas de lana fundida de corte corto, refuerzan los materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, mediante el ajuste de sus características de fricción, para obtener una dispersión superior de las fibras, en la matriz cementosa, y unos mayores refuerzo y eficacia de la detención del agrietamiento. Adicionalmente, de una forma específica, la presente invención, puede también utilizarse para mejorar el grado de las fibras precursoras de nylon, con reducidos grados de de cristalinidad y orientación, baja tenacidad y módulo, y altas características de elongación, para convertirlas en apropiadas para su uso en el refuerzo secundario de materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos.

Antes de explicar por lo menos una forma de presentación de la invención, en detalle, deberá entenderse el hecho de que, la invención, no está limitada, en su aplicación, a los detalles de construcción y el orden de disposición de los componentes presentados en las descripción que se facilita a continuación. La invención, es capaz de otras forma de presentación, o de poderse practicar o llevarse a cabo, en varias formas. También, deberá entenderse el hecho de que, la fraseología y terminología utilizada aquí, en este documento, es para los propósitos de descripción, y no debe considerarse como siendo limitativa.

Se hace referencia, en primer lugar, a los siguientes procedimientos de tests de ensayo y de caracterización, a los cuales se les hace referencia, a través de esta revelación, y en las reivindicaciones que se acompañan.

Análisis de materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, reforzados

Potencial de reducción de las grietas

El método del anillo de restricción (FBC Cement and Concrete Institute, Trodenheim, Norway, report. ISBN nº 82-406-6), se emplea para medir el potencial de reducción de grietas. Se utilizó una dosis de fibras de 400 gramos/metro cúbico, para las fibras acrílicas. El estándar, era el correspondiente a fibras standard de polipropileno, a una dosificación de 900 gramos/metro cúbico. Esto refleja el uso de las fibras standard de polipropileno típicas, en la industria de la construcción, y sirvió como control. Las fibras standard empleadas para cada test de ensayo, se definen más abajo, en este documento, a continuación.

Test de ensayo de aplastamiento

El test de ensayo de aplastamiento (hundimiento), se realizó en concordancia con las especificaciones de la norma ASTM C 143. Se midió la tendencia a la auto-nivelación (aplastamiento) de la mezcla de hormigón fresco, procediendo a comparar las alturas del cono de hormigón originalmente moldeado, con las de la forma residual del mismo hormigón, que se dejó que se aplastara libremente. Los conos, eran de una altura de 300 mm, con una base inferior de un diámetro de 200 mm, y una base superior de 100 mm de diámetro. Para la realización del test de ensayo, se utilizó un cono de aplastamiento standard, siguiendo el procedimiento correspondiente a las normas ASTM.

Para los propósitos de esta especificación y las reivindicaciones de acompañamiento, todos los valores numéricos, son aproximados, y pretenden incluir valores que se encuentran dentro unos porcentajes situados entre un 80% un 110%, del valor dado.

Fibras precursoras de nylon de reducida orientación

La presente invención es, en parte, una contradicción de las enseñanzas de la patente estadounidense U.S. nº 6.001.476. Como contraste a dicha patente, en la presente invención, las fibras de nylon que se mejoran en grado o revalorizan y se convierten en apropiadas para su uso para el refuerzo de materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, son “precursoras” para los tipos textiles y técnicos de las fibras de nylon. El uso de estos precursores, no se enseña, en la patente estadounidense U.S. nº 6.001.476, en su conjunto. Las fibras precursoras de nylon, son productos intermedios, los cuales, usualmente, experimentan procesos adicionales de estiramiento, de texturización, y de endurecimiento, para lograr las propiedades mecánicas y textiles requeridas de los productos finales. La eliminación de estas etapas de adicionales de producción, es comercialmente deseable. Las fibras precursoras de nylon, se caracterizan por unos inferiores grados de cristalinidad y de orientación, una tenacidad y módulo más bajos, y un mayor alargamiento a la rotura, con respecto a las fibras de nylon textiles. La tabla 6 que se facilita abajo, a continuación, resume las diferencias en algunas propiedades físicas de la fibras precursoras, textiles y técnicas, conjuntamente con sus diferentes condiciones de producción.

ES 2 313 887 T3

TABLA 6

Comparación entre diferentes tipos de fibras de nylon

Parámetro	Precursor	Textil	Técnico
Espesor	1-20 (4) denier	1-15 (3) denier	5-20 (7) denier
Birrefrigencia	0,035 - 0,044 (0,040)	0,045 - 0,054 (0,050)	0,055 - 0,070 (0,060)
Tenacidad	2,5 - 3,4 (3,0) Gramos/denier	3,5 - 5,4 (4,0) gramos/denier	7,0 - 11,0 (8,0) gramos/denier
Alargamiento	46 - 100 (75)%	21 - 45 (40)%	10 - 20 (15)%
Módulo	10 - 25 (10) Gramos/denier	25 - 40 (35) gramos/denier	40 - 70 (55) gramos/denier
Velocidad de hilado**	3.000 - 4.500 m/min.	4.600 - 5.500 m/min.	> 5.500 m/min.
Factor de relación de estiramiento* (estirado)	1,5 - 3,0 X	3,1 - 4,0 X	5,0 - 8,0 X

* Hilatura de una etapa de polímeros de 40 - 80 RV

* Estiramiento de hilo UD de polímero de 40 RV, el cual se hiló (se sometió a giro de hilado) a 750 m/minuto.

Resulta evidente el hecho de que, a medida que la orientación molecular (indicada aquí mediante la birrefrigencia) de las fibras, aumenta, las propiedades mecánicas, cambian, desde el precursor al textil y, adicionalmente, a los tipos mecánicos de hilos o hilaturas.

Así, por lo tanto, este aspecto de la presente invención, se personifica mediante una pila de fibras clasificadas, para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón. Las pila, incluye fibras precursoras de nylon, de reducida orientación, caracterizadas por un valor de birrefrigencia media, mayor de 0,0350, pero inferior a 0,0440, un módulo medio mayor de 10 gramos/denier, pero inferior a 25 gramos/denier, una tenacidad media mayor de 2,5 gramos/denier, pero inferior a 3,5 gramos/denier, y una capacidad media de alargamiento, mayor de un porcentaje del 45%, pero inferior a un porcentaje del 100%.

En algunos casos, las fibras, se impregnan con un producto químico seleccionado de tal forma que se obtengan fibras de un grado superior, que se caracterizan por una estabilidad química incrementada. Como resultado de ello, las fibras mejoradas a un grado superior, adquieren una superior resistencia a la hidrólisis básica. El producto químico, puede ser, por ejemplo, una sal que experimente una hidrólisis ácida, benceno, ácido fosfónico, una sal de manganeso, un foto-estabilizador de fenol impedido, un foto-estabilizador de amina impedida, un compuesto fosforoso para la estabilización ultravioleta, antioxidantes basados en productos fosforosos, amínicos y fenólicos, y yoduro de cobre, acetato de cobre, yoduro potásico, bromuro potásico, cloruro de zinc y microsilíce.

ES 2 313 887 T3

Las fibras, pueden incluir, por ejemplo, una sustancia seleccionada de entre el grupo consistente en nylon 6,6, nylon 6, nylon copolímero 6.6,6, nylon copolímero 6.6,6.TA y nylon 6.4.

Existen dos procedimientos industriales químicos, los cuales se practican para producir los diferentes hilos o hilaturas. Al primer procedimiento, se le hace referencia como "hilado de una etapa". En este procedimiento, se utilizan velocidades variables, para la producción de diferentes tipos de hilos o hilaturas. Los hilos o hilaturas "no estirados", se producen a reducidas velocidades de hilado (giro de hilatura). Los "Hilos parcialmente orientados" (POY - [del inglés, Partially Oriented Yarns] - o fibras precursoras de nylon), se producen a altas velocidades de hilado y los "hilos completamente orientados" (FOY - [del inglés, Fully Oriented Yarns] - o fibras técnicas de nylon), se producen a velocidades ultra-rápidas de hilado. El segundo procedimiento, involucra dos etapas, el hilado de baja velocidad de "hilos no estirados" seguido por lo menos por una etapa de estiramiento, la cual incrementa la orientación de las fibras, al nivel deseado. La tabla 7, que se facilita abajo, a continuación, proporciona ejemplos de hilado, de márgenes completos, que proporciona correspondientes tipos de fibras diferentes, incluyendo el tipo "precursor", un una etapa de hilado.

TABLA 7

Hilado de una etapa de hilos de nylon 6.6

Módulo gramos / denier	Alarga- miento %	Tenacidad gramos / denier	Birrefri- gencia Δn	Velocidad de hilado m/minuto	RV del polímero
4	287	1,15	0,021	750	40
4	234	1,35	0,024	1.000	40
6	125	2,35	0,030	2.000	40
10	78	3,21	0,039	3.000	40
15	60	3,70	0,043	4.000	40
35	43	4,50	0,045	5.000	40
5	175	1,53	0,027	750	80
5	172	1,84	0,032	1.000	80
8	117	2,75	0,035	2.000	80
10	104	3,35	0,041	3.000	80
12	92	3,44	0,043	4.000	80
48	19	6,13	0,048	5.000	80

ES 2 313 887 T3

La tabla 8, ilustra hilos “no estirados” de valores RV de polímeros, de 40 y 80, hilados a una velocidad de 750 y 1.000 m/minuto, y estirados a unos márgenes de fibras “precursoras”.

TABLA 8

Hilado - esterado de hilos de nylon 6.6, en dos etapas

RV del polímero	Velocidad de hilado m/minuto	Factor de estirado X	Tenacidad gramos / denier	Alarga- miento %	Módulo gramos / denier
40	750	2,75	3,40	64	16
80	750	1,90	3,40	72	14
40	1.000	2,32	3,40	62	17
80	1.000	1,81	3,80	57	19

Las “fibras precursoras de nylon”, definidas en la tabla 6, y obtenidas de la forma que se describe en las tablas 7 y 8, se utilizaron previamente, principalmente, como hilos de alimentación para procesos de texturización, para la producción de hilos textiles texturizados, y para procesos secuenciales (continuos) de dos etapas (separadas), para producir hilos textiles planos I(encrespados o rizados) o técnicos. Previamente a la presente invención, estas fibras, no se utilizaban en tipos textiles finales de productos, ni en el refuerzo del hormigón, o en otras aplicaciones, debido a sus relativamente bajas resistencia y estabilidad.

No obstante, tal y como se explicará más abajo, a continuación, la reducida orientación de las fibras precursoras de nylon, con relación a la fibras textiles, y su correspondiente módulo reducido y rigibilidad al doblado, así como el mayor alargamiento a la rotura y la extensibilidad, cambiaron, para afectar su eficacia de refuerzo, con respecto al hormigón, como contraste a sus enseñanzas correspondientes al arte de la técnica anterior.

Como contraste a estas expectativas, las fibras textiles más flexibles, se mezclan de una forma mucho más fácil, en un material compuesto del tipo “composite”, cementoso, y se conforman de una forma más fácil, a diferentes espacios entre los agregados del material compuesto del tipo “composite”. Estos resultados de un mezclado y distribución mejorados, en el interior de los espacios inter-agregados, probaron ser muy beneficiosos para la capacidad de inhibición del agrietamiento de la matriz cementosa de las fibras. La extensibilidad y dureza o tenacidad de las fibras de nylon de reducido módulo, permiten la absorción de la energía de tensión de deformación y de impacto, mediante el estirado, bajo la contracción plástica y tensiones de propagación de las grietas, en el sistema, reforzando la matriz, de una forma más efectiva.

En concordancia con la teoría de adherencia, de la fricción, las fibras de reducido módulo, generan una mayor fricción con los agregados de sistemas cementosos, debido al contacto efectivo o verdadero incrementado, entre las superficies deslizantes. Las fuerzas de fricción, afectan grandemente a la eficacia de distribución de las fibras, en el interior del material compuesto del tipo “composite”, cementoso, e incrementan también la eficacia de la transferencia de fuerzas de cizallamiento inter-fases, a las fibras, durante la detención de las grietas.

Las fibras de nylon de reducidos grados de orientación amorfa, absorben mucho agua e ingredientes activos del cemento. Así por lo tanto, éstas se hinchan, en una extensión mayor, y forman enlaces o uniones apretadas o estrechas, con la matriz circundante.

La capacidad de fluidez de la fibras que contienen materiales compuestos del tipo “composite”, cementosos, es recíprocamente proporcional a la rigidez de las fibras. Así, por lo tanto, los materiales compuestos del tipo “composite”, reforzados mediante fibras flexibles de reducido módulo y alto alargamiento, deberían poseer unas propiedades de fluidez superiores a las de las fibras standard (comercialmente disponibles en el mercado), para el refuerzo del hormigón. La procesabilidad de material compuesto del tipo “composite”, se mejora, y ésta se caracteriza por un mayor aplastamiento, una mejor capacidad de emplazamiento, compatibilidad y capacidad de acabado del hormigón, una mejor fluidez a través de las tuberías, plastificación, llenado total, capacidad de propagación, adherencia a la pared y capacidad de cohesión en morteros y otros materiales compuestos del tipo “composite” de agregados finos.

ES 2 313 887 T3

La fibras precursoras que se produjeron en concordancia con lo expuesto en las tablas 7 y 8, se cortaron en longitudes de 12 mm, y se evaluaron para el potencial de reducción de agrietamiento plástico, siguiendo las instrucciones del FBC Cement and Concrete Institute, Trodenheim, Norway, reporte ISBN n° 82-4060-6, utilizando una dosis constante de fibras, de 400 gramos/metro cúbico de hormigón.

La tablas 9 y 10, reportan la reducción de grietas, en %, con relación a los POY (hilos parcialmente orientados) e hilos estirados, que se describen en las tablas 7 y 8, y que se emplearon como controles.

TABLA 9

Nylon 6.6 POY para unas prestaciones técnicas superiores de inhibición de grietas

Reduc- ción de grietas	Módulo gramo / denier	Alarga- miento %	Tenacidad gramos / denier	Birrefri- Gencia Δn	Velocidad de hilado m/minuto	RV del polímero
35	4	287	1,15	0,021	750	40
50	4	234	1,35	0,024	1.000	40
73	6	125	2,35	0,030	2.000	40
85	10	78	3,21	0,039	3.000	40
81	15	60	3,70	0,043	4.000	40
75	35	43	4,50	0,045	5.000	40
55	5	175	1,53	0,027	750	80
65	5	172	1,84	0,032	1.000	80
75	8	117	2,75	0,035	2.000	80
88	10	104	3,35	0,041	3.000	80
85	12	92	3,44	0,043	4.000	80
60	48	19	6,13	0,048	5.000	80

Acabado del hilado - 0,60% HK2170, realizado por Henkel KgaA, Alemania.

ES 2 313 887 T3

TABLA 10

Nylon 6.6 estirado, para unas prestaciones técnicas superiores de inhibición de grietas

RV del polímero	Velocidad de hilado m/minuto	Factor de estirado X	Tenacidad gramos / denier	Alarga- miento %	Módulo gramos / denier	Reducción de grietas %
40	750	2,75	3,40	64	16	80
80	750	1,90	3,40	72	14	83
40	1.000	2,32	3,40	62	17	78
80	1.000	1,81	3,80	57	19	73

Acabado del hilado - 0,60% HK2170, realizado por Henkel KgaA, Alemania.

Los resultados recopilados en la tabla 9, indican una capacidad de reducción del agrietamiento plástico, incrementada, a reducidos valores de orientación de las fibras. Se obtienen excelentes resultados, con fibras precursoras típicas, las cuales se producen a unas velocidades de hilado correspondientes a un valor comprendido dentro de unos márgenes situados entre 3.000 y 4.500 m/minuto.

Los resultados recopilados en la tabla 10, indican el hecho de que, el ajuste de los factores de relación de estiramiento, en una operación standard de estirado, en hilos de nylon no estirados, para obtener hilos estirados de reducida tenacidad y módulo, y alto alargamiento, produce fibras de un potencial de reducción de grietas plásticas.

Correspondientemente en concordancia, las fibras precursoras de nylon de la presente invención, proporcionan un margen adicional de la orientación de la fibras y de las propiedades mecánicas, en relación al ofrecido por los hilos de nylon textil de la patente estadounidense U.S. n° 6.001.476. Estas fibras, ofrecen una significativa reducción en el grado de agrietamiento plástico, en materiales compuestos del tipo "composite", cementosos.

Este aspecto de la presente invención, se personaliza, adicionalmente, por un material compuesto del tipo "composite", cementoso, el cual comprende una matriz cementosa endurecida, incluyendo fibras clasificadas de fibras precursoras de nylon de reducida orientación. Las fibras, se caracterizan por un valor medio de birrefringencia, mayor de 0,0350, pero inferior a 0,0440.

Un procedimiento de fabricación de materiales compuestos del tipo "composite", cementosos, endurecidos, se personaliza, también, mediante este aspecto de la invención. El procedimiento, incluye tres etapas. La primera etapa, incluye el proveer componentes de una matriz cementosa, que incluye una substancia cementosa, agua, y fibras clasificadas de fibras precursoras de nylon, de reducida orientación, caracterizándose por un valor de birrefringencia medio, mayor de 0,0350, pero inferior a 0,0440. La segunda etapa, incluye el mezclado de los componentes, hasta que las fibras se encuentren bien dispersadas. La tercera etapa, incluye el endurecimiento de la matriz.

Fibras de lana fundida

El procedimiento de hilado fundido, puede aplicarse a una amplia gama de fibras poliméricas. Los datos experimentales en los que se utiliza polipropileno, se presentan aquí, en este documento, como un ejemplo no limitativo. Las condiciones del hilado, orientación, propiedades mecánicas y potencial de reducción de grietas, de fibras de polipropileno del tipo POY (hilos parcialmente orientados), se proporcionan en la tabla 11.

TABLA 11

Polipropileno POY, para unas prestaciones técnicas superiores de inhibición de grietas

Velocidad de hilado m/minuto	Birrefri- gencia Δn	Tenacidad gramos / denier	Alarga- miento %	Módulo gramos / denier	Reducción de grietas %
750	0,0125	1,3	550	10	15
1.000	0,0145	1,7	350	14	40
2.000	0,0185	2,1	225	18	50
3.000	0,0210	2,7	125	22	65
4.000	0,0225	3,0	50	27	69
5.000	0,0230	3,7	30	30	65
6.000	0,0235	5,2	10	48	60

Estos resultados, recalcan la tendencia de la eficacia de la reducción de grietas, mejorada, para fibras de reducidos niveles de orientación, menores tenacidad y modulo, y mayores valores del alargamiento, al mismo tiempo que, la tenacidad, se mantiene por encima de un valor mínimo requerido para reforzar la matriz. Correspondientemente en concordancia los parámetros para el hilado y las propiedades resultantes de las fibras de polipropileno de la invención, se recomiendan de la forma que sigue, a continuación.

Las formas preferidas de presentación, en concordancia con este aspecto de la presente invención, incluyen una pila de fibras clasificadas, para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón. La pila, comprende fibras de lana fundida, que poseen un grado de orientación molecular, caracterizado por unos valores de birrefrigencia que se encuentran comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0440. La pila, incluye, por ejemplo, fibras de polipropileno de lana fundida, con unos valores de birrefrigencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230, ó fibras de nylon de lana fundida, con unos valores de birrefrigencia de: 0,0350 - 0,440. La pila de fibras clasificadas, puede caracterizarse adicionalmente por un módulo mayor de 18 gramos/denier, pero inferior a 35 gramos/denier, de una forma más preferible, por un módulo mayor de 22,00 gramos/denier, pero inferior a 27,00 gramos/denier y, de una forma mayormente preferible, por un módulo de 27 gramos/denier, y una tenacidad mayor de 2,1 gramos/denier, pero inferior a 3,7 gramos/denier, de una forma más preferible, por una tenacidad mayor de 2,70 gramos/denier, pero inferior a 3,00 gramos/denier, y de una forma mayormente preferible, por una tenacidad mayor de 3,0 gramos/denier, y una capacidad de alargamiento, mayor de un 30%, pero inferior a un 225%, de una forma preferible, mayor de un 50%, pero inferior a un 125% y, de una forma mayormente preferible, de un 90%.

En concordancia con formas preferidas de presentación, las fibras de hilo estirado, son fibras de polipropileno y, éstas, poseen un grado de orientación molecular caracterizado por unos valores de birrefrigencia, los cuales se encuentran comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230. En concordancia con otras formas preferidas de presentación, las fibras de hilo estirado, son fibras de nylon, y poseen un grado de orientación molecular caracterizado por una valores de birrefrigencia, los cuales se encuentran comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440.

Las fibras de polipropileno estirado apropiadas para su uso como parte de la presente invención, pueden también obtenerse vía hilado de reducida velocidad y estirado secuencial, bien ya sea de forma continua, o bien ya sea en dos operaciones separadas. La tabla 12, recopila las condiciones de hilado, la orientación, las propiedades mecánicas, y potencial de reducción de grietas, de las fibras de polipropileno estirado.

ES 2 313 887 T3

TABLA 12

Hilos de polipropileno estirado, para unas prestaciones técnicas superiores de inhibición de grietas

Velocidad de hilado m/minuto	Factor de relación de estiramiento X	Tenacidad gramos / denier	Alarga- miento %	Módulo gramos / denier	Reducción de grietas %
787	2,0	2,00	248	18	40
787	2,5	2,80	126	20	65
787	3,0	3,35	55	22	73
787	3,5	3,80	30	27	68
787	4,0	4,60	15	43	60

Los resultados recopilados en la tabla 12, indican el hecho de que, los ajustes de los factores de relación, en una operación de estirado standard de polipropileno As-lana, para obtener hilos estirados de menor tenacidad y módulo, y mayor alargamiento que la fibras técnicas standard, proporcionan fibras de potencial mejorado de la reducción de grietas en el hormigón.

Los procedimientos para la resistencia al agrietamiento, fueron los consistentes en los métodos del test de ensayo del anillo de restricción, y del test de ensayo de aplastamiento, descritos anteriormente, más arriba, en este documento.

Proporciones de mezcla de hormigón standard (kg/m³)

Agregados triturados	800
Agregados triturados finos	300
Arena	600
Cemento	400
Agua	223

La mezclas experimentales de hormigón, incluyen fibras, de la forma que se especifica en la tabla 14. Se prepararon tres mezclas, y éstas se sometieron a test de ensayo, para el aplastamiento, y agrietamiento de contracción plástica mediante restricción por anillo.

ES 2 313 887 T3

TABLA 14

Composiciones experimentales de mezclas de hormigón

N° de mezcla	Tipo de fibra	Longitud de la fibra	Contenido (kg/m ³)
1	Sin fibras		
2	BKM (invención)	19 mm	0,4
3	6922*	19 mm	0,9

* 6922 - "Stealth 6922", fibras de polipropileno comerciales, producidas por Fibermesh, para la reducción del agrietamiento por contracción plástica, en sistemas cementosos.

TABLA 15

Resultados de los tests de ensayo de aplastamiento y de reducción de grietas

N° de mezcla	Aplasta- miento mm	Total	En el interior	En el exterior	Reducción de grietas %
1	175	1669,0	559,0	1100,0	0
2	160	83,0	17,0	66,0	95,0
3	150	333,0	121,0	210,0	80,0

La tabla 14, indica el hecho de que, las fibras de la invención, son superiores a las fibras comerciales standard, en términos de reducción de grietas plástica, y que, éstas, afectan al aplastamiento del hormigón, en una extensión menor.

Las fibras, se caracterizan por una superior capacidad de inhibición de agrietamiento plástico, al mismo tiempo que mantienen unos valores de aplastamiento más altos, con relación a las fibras standard, para el refuerzo del hormigón y de sistemas cementosos, de tal forma que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón, reducen el grado de agrietamiento de una matriz cementosa, en el hormigón, con relación a una matriz cementosa, no reforzada, equivalente, en más de un porcentaje del 80%, al mismo tiempo que se reduce el aplastamiento del hormigón reforzado, a un porcentaje de menos del 15%.

En algunas formas de presentación, las fibras, se caracterizan por una mayor capacidad de inhibición del agrietamiento plástico, al mismo tiempo que se mantienen unos mayores valores de aplastamiento, más altos, con relación a las fibras standard, para el refuerzo del hormigón y de sistemas cementosos, de tal forma que, 400 gramos de fibras por metro cúbico de hormigón, reducen el grado de agrietamiento de una matriz cementosa, en el hormigón, con relación a una matriz cementosa, no reforzada, equivalente, en un porcentaje de más del 90%, al mismo tiempo que se reduce el aplastamiento del hormigón reforzado, a un porcentaje de menos del 9%.

En concordancia con formas preferidas de presentación adicionales, se proporciona un material compuesto del tipo "composite", cementoso, reforzado con fibras de vidrio, el cual comprende una matriz cementosa endurecida. La matriz, incluyen fibras clasificadas de fibras precursoras de nylon de reducida orientación, poseyendo, las fibras, un grado de orientación molecular caracterizado por un valor medio de birrefringencia, comprendido dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440.

ES 2 313 887 T3

En concordancia con formas de presentación adicionalmente preferidas, se da a conocer un procedimiento de fabricación de un material compuesto, del tipo "composite" cementoso, endurecido, reforzado. El procedimiento, comprende tres etapas. La primera etapa, incluye el proveer componentes de una matriz cementosa, que incluye una substancia cementosa, agua, y fibras clasificadas de fibras sintéticas de lana fundida, poseyendo, las fibras, un grado de orientación molecular, caracterizado por un valor de birrefringencia medio, que se encuentra comprendido dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440. La segunda etapa, incluye el mezclado de los componentes, hasta que las fibras sintéticas de lana fundida, se encuentren bien dispersadas en éstos. La tercera etapa, incluye el endurecimiento de la matriz.

Con relación a las fibras precursoras de nylon y fibras sintéticas de lana fundida de la presente invención, las fibras de caracterizan, de una forma típica, por una longitud de corte correspondiente a un tamaño mayor de 2 mm e inferior a 50 mm, y un espesor medio correspondiente a un tamaño mayor de 1 denier, pero inferior a 25 denier, si bien, otras longitudes y espesores, corresponden al ámbito de la invención.

Con relación a las fibras precursoras de nylon y fibras sintéticas de la presente invención, la fibras, en algunos casos, son fibras rizadas o encrespadas y en otros casos, son fibras rectas.

Observaciones finales

Las fibras de la presente invención, son substancialmente diferentes de las fibras de refuerzo de los sistemas de hormigón y cementosos correspondientes al arte de la técnica anterior, debido al hecho de que, éstas, poseen unas propiedades de superficie y mecánicas únicas, como resultado de ambos, sus recubrimientos superficiales o su reducido módulo. Las fibras de la presente invención, ofrecen un más rápido y más sencillo mezclado de las fibras, en ambos tipos sistemas, el sistema cementoso húmedo, y los sistemas de premezcla cementosa. Las fibras de la presente invención, ofrecen, también, una mejor dispersión y compatibilidad de las fibras en hormigones, morteros y otros sistemas de agregados cementosos. Los materiales compuestos del tipo "composite" cementosos preparados utilizando las fibras de la presente invención, se caracterizan por un reducido grado de agrietamiento plástico, un reducido grado de contracción plástica y retardada, una mayor resistencia al impacto, una mayor resistencia a la flexión, a dosis equivalentes de fibras, y una mayor extensibilidad a niveles mayores de tensión, antes del agrietamiento. Adicionalmente, además, se logran mayores contenidos de fibras en los sistemas cementosos, de una forma más fácil, mejorando la detención de las grietas, la rigidez y la resistencia a la flexión de los sistemas reforzados.

REIVINDICACIONES

5 1. Una pila de fibras clasificadas, para el refuerzo de una matriz cementosa, tal como el hormigón, comprendiendo, la pila, por lo menos un miembro del grupo consistente en fibras de lana fundida de polipropileno, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230 y fibras de lana fundida, de nylon, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440.

10 2. Un material compuesto, del tipo "composite", cementoso, reforzado con fibras sintéticas, que comprende un matriz cementosa endurecida, en donde, la citada matriz, incluye fibras clasificadas de lana fundida de polipropileno, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230 y fibras de lana fundida, de nylon, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440.

15 3. Un procedimiento de fabricación de un material compuesto, del tipo "composite", cementoso, reforzado, que incluye las etapas de

20 (a), proporcionar componentes de una matriz cementosa, que incluye una substancia cementosa, agua y fibras clasificadas de fibras sintéticas de lana fundida, poseyendo, las citadas fibras, por lo menos un miembro del grupo consistente en fibras de lana fundida de polipropileno, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0185 - 0,0230 y fibras de lana fundida, de nylon, con unos valores de birrefringencia comprendidos dentro de unos márgenes de 0,0350 - 0,0440;

25 (b) mezclar los citados componentes, hasta que las citadas fibras sintéticas de lana fundida, se encuentren bien dispersadas en su seno; y

(c), endurecer la matriz.

30

35

40

45

50

55

60

65