

383596



SECCION TECNICA
CLASIFICACION
CLASE <u>B-21</u>
SUBCLASE <u>F</u>

PATENTE DE INVENCION

Que por veinte años se solicita a favor de N.V. BEKAERT S.A.,
 con domicilio en ZWEVEGEM (Bélgica), de nacionalidad belga, y
 que ha de recaer sobre: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN EL
 PROCESO DE FABRICACION DE MATERIALES BLANDOS POSTERIORMENTE ENDU-
 RECIBLES, REFORZADOS CON ELEMENTOS DE ALAMBRE"

5

=====

Memoria Descriptiva

El registro de la Patente de Invención que se solicita
 tiene por objeto garantizar la explotación exclusiva en todo el
 territorio nacional y sus posesiones de unos perfeccionamientos
 introducidos en el proceso de fabricación de materiales blandos
 posteriormente endurecibles reforzados con elementos de alambre,
 conforme se describe a continuación y se representa gráficamente
 en el adjunto dibujo, a título de ejemplo.

10

383596



La invención se refiere al proceso de fabricación de un material blando que posteriormente se endurece y que va reforzado por trozos de alambre. Tales elementos de alambre con un alto módulo de elasticidad y alta resistencia a la tracción se utilizan en grandes cantidades para el refuerzo de resinas sintéticas, plásticos, caucho y otros materiales, especialmente mortero y hormigón, los cuales solamente ofrecen una pequeña resistencia a una fuerza tensora. Estos elementos son pedazos cortos de alambre, fabricados de acero, fibra de vidrio y otro material similar de alta resistencia a la tracción, los cuales, cuando se mezclan en un material con un módulo de elasticidad menor, dan como resultado un material de dos fases que tiene una extraordinaria resistencia.

Con el fin de mejorar las características de resistencia para un peso determinado de material de alambre, se ha propuesto incrementar la concentración de alambres en la masa mediante una mayor subdivisión de alambres más finos. Se precisa una suficiente proporción entre la longitud y el diámetro con el fin de asegurar un suficiente agarre del alambre en el material. También se han propuesto varias otras formas de alambre con el fin de mejorar este agarre, tales como ondulaciones en el alambre, y alambre de forma helicoidal o anular.

Desgraciadamente se ha observado que la presencia de elementos de alambre en el material tiene una influencia perjudicial sobre la facilidad de mezcla. Los elementos tienen tendencia a reunirse entre sí formando bolas, y la distribución de los alambres es entonces insuficiente. Para los alambres rectos se sabe que esta tendencia aumenta con la concentración de alambres en la masa y con la relación entre longitud y diámetro. Estas son exactamente las condiciones para conseguir buenas características de

383596



resistencia. Partiendo de esto, es razonable deducir que, para una forma determinada del alambre, existe una incompatibilidad entre las condiciones de buena resistencia y buena miscibilidad.

5 La invención está basada en el entendimiento de que deben existir formas de alambre para las cuales esta incompatibilidad sea menos acusada que para los alambres rectos.

10 Un objetivo de la presente invención es por tanto proporcionar un tipo de elementos de alambre para los cuales esta incompatibilidad se ve considerablemente atenuada, y para los cuales es posible conseguir para una determinada resistencia, una mejor miscibilidad, con el mismo porcentaje de acero.

15 De acuerdo con la invención, el elemento de alambre se caracteriza por el hecho de que consiste en un extremo de alambre sensiblemente recto, que tiene en ambos extremos una curvatura hacia dentro con la cual no es posible que se enganchen dos elementos próximos.

20 Al ser sometido a un esfuerzo de carga, la propagación de cualquier fisura incipiente es detenida por el elemento de alambre que el extremo de la fisura encuentra en su camino. En este punto, el alambre se hace cargo de la fuerza local concentrada de tracción que provoca la propagación de la fisura, y esta fuerza es transmitida a través del alambre y redistribuida sobre el material matriz circundante a través de la superficie de contacto en donde se generan fuerzas de reacción que resisten cualquier movimiento relativo del alambre dentro del material. Esto se denomina también el agarre del alambre en el material. Por ejemplo, un elemento de alambre recto en el camino de una grieta perpendicularmente incidente asume una fuerza de tracción pura y las fuerzas de reacción son entonces también paralelas con el eje del alambre y suministradas por la adherencia del alambre al material. En las zonas de curvatura de un alambre no recto sometido a tensión, se

383596



producen además fuerzas de reacción que son perpendiculares a la superficie de contacto, y éstas hacen aumentar el agarre. Por tanto, el agarre depende de la longitud y de la forma del alambre.

5 Para obtener una buena miscibilidad, se desea utilizar elementos de alambre que tienen una pequeña relación entre la longitud y el diámetro. Sin embargo, cuando un elemento de alambre de un determinado diámetro es demasiado corto, no puede proporcionar un agarre comparable con respecto a la fuerza de tracción que el alambre es capaz de soportar, y entonces es innecesario y
10 anti-económico utilizar tan gran diámetro. El acero se utiliza en forma poco económica y para un cierto porcentaje de refuerzo la resistencia deja mucho que desear. Por consiguiente, para alambres rectos, cuando se utilizan elementos de alambre más y más cortos, mejora la miscibilidad, pero es imposible rebasar un cierto límite de relación entre longitud y diámetro sin perder demasiada resistencia.
15

Utilizando elementos curvados hacia dentro tales como alambres ondulados o helicoidales, es posible ahora mejorar el agarre del elemento en el material, de forma que se obtiene un
20 enorme límite de relación entre longitud y diámetro, para una misma resistencia, y pueden utilizarse elementos de alambre más cortos que tienen una mejor miscibilidad. Sin embargo, en este caso las curvaturas hacia dentro pueden a su vez tener un efecto perjudicial sobre la miscibilidad, en forma tal que el resultado total sería negativo. Y es aquí donde surge un primer problema; hallar
25 un tipo de curvatura hacia dentro que permita proporcionar un aumento máximo del agarre, y por tanto permita utilizar alambres más cortos con la consiguiente mejor miscibilidad, pero que proporcione un mínimo de deterioro de la miscibilidad debida directamente
30 a las propias curvaturas.

383596²⁹



Existe un segundo problema en relación con los alambres curvados hacia dentro: su longitud eficaz es menor que la de un alambre recto de la misma longitud. Por esto podemos decir que un alambre recto cubre una mayor superficie en la que puede detenerse la propagación del borde de la grieta. Un borde de propagación tiene más posibilidades de encontrar en su camino un alambre recto que un alambre ondulado de la misma longitud de alambre, y esto es perjudicial para la resistencia final del material. Por consiguiente, el problema radica en encontrar un tipo de incurvaciones que, mientras proporcionan un máximo rendimiento del agarre proporcionan una pérdida mínima de la longitud eficaz.

Puede observarse ciertamente que para los elementos de alambre que se indican en la presente invención, se obtiene una buena longitud eficaz: el elemento de alambre es sencillamente recto. Esto significa que la parte central sensiblemente recta del alambre es por lo menos tan larga como la parte que forma las curvaturas en ambos extremos. No se precisa una derecha matemática para la parte central sensiblemente recta, e incluso esto no es posible en la práctica. Para denominar a esta parte sensiblemente recta, basta con que la integral sobre esta parte recta, del valor absoluto de la incurvación por unidad de longitud sea inferior a 45° .

Mientras que se mantiene una máxima longitud eficaz, se obtiene un buen agarre de los elementos en el material mediante las curvaturas que hay en ambos extremos. Por una extremidad que tenga una curvatura se entiende que la parte del alambre a cada lado de la parte sensiblemente recta tiene una longitud de por lo menos 5 diámetros y que la integral sobre esta longitud del valor absoluto de la incurvación por unidad de longitud es por lo menos de 60° . Un extremo de alambre que no satisfaga estas condiciones escasamente puede considerarse como un extremo de aferramiento.

383596



Finalmente, se ha observado que el fenómeno de la aglomeración durante la operación de mezcla depende del tipo de elemento de alambre. Los alambres rectos y largos son flexibles y propensos a entrelazarse. Los extremos de alambres cortos tienen más tendencia a introducirse con una extremidad y permanecer ensartados en la bola que se forma y posteriormente plegarse durante la posterior mezcla y pasar a ser parte de la bola. Para elementos de alambre cortos sensiblemente rectos con curvaturas en ambos extremos, este fenómeno de ensartado no parece posible, y sin embargo existe también un fenómeno de apelotonamiento. El inventor ha observado que esto ocurría especialmente con curvaturas en forma de un gancho, y una observación más detallada demostró que el apelotonamiento es debido a los extremos del alambre que se enganchan entre sí. Partiendo de aquí puede llegarse a la conclusión de que la curvatura en los extremos de un alambre recto, en una forma en que no sea posible el enganche de dos elementos próximos, no solamente impide el fenómeno de enganche, sino también el de ensartamiento. Por consiguiente se ha encontrado un tipo de incurvación de un elemento de alambre, el cual no solamente permite proporcionar un incremento en el agarre, permitiendo utilizar alambres más cortos con una mejor miscibilidad, sino que logra una mejora adicional de esta miscibilidad. Sin embargo se ha explicado también que este tipo de incurvación era de una clase que, si bien proporcionaba un buen agarre en el material, proporciona una mínima pérdida de longitud eficaz. De esta forma se han solucionado los dos problemas relacionados con un buen tipo de incurvación de un elemento de alambre. Se cree, además, que esta es la explicación de la compatibilidad entre la resistencia del material y la miscibilidad para los elementos de alambre, según la presen-

383596



te invención. Por tanto resulta que la relación entre longitud y diámetro, para la que se obtienen los mejores resultados, está comprendida entre 50 a 1 y 200 a 1.

5

La invención se ilustrará más ampliamente con ayuda de algunos planos:

La figura 1 constituye un primer ejemplo de un elemento de alambre según la invención, con extremos de alambre completamente incurvados;

10

La figura 2 constituye un segundo ejemplo de un elemento de alambre de acuerdo con la invención, con extremos de alambre recto;

La figura 3 ilustra un método mediante el cual puede obtenerse el elemento de alambre de la figura 2;

15

La figura 4 es un ejemplo de un elemento de alambre que no responde al criterio de la invención;

La figura 5 constituye una modificación del ejemplo según la figura 4, pero que responde al criterio de la invención.

20

En el ejemplo de la figura 1, cada extremo 1 del elemento de alambre 2 se dobla sobre sí mismo para formar un círculo cerrado. Esta forma no permite que los elementos de alambre próximos se enganchen entre sí. Sin embargo, un elemento como el de la figura 1 es difícil de fabricar. Es más fácil producir un elemento de alambre 3 con extremos de alambres rectos 4, como se ilustra en la figura 2. Un alambre recto 5 puede deformarse entre un par de engranajes 6 de una forma especial dándole una forma de onda triangular 7 (fig. 3) y cortarse posteriormente en extremos de alambre cortos 8. Para estos elementos 8 los extremos no pueden engancharse entre sí cuando los ángulos que forman con la zona recta central no son agudos. En el ejemplo de la figura 4, sin embargo, en que ambos extremos de alambre se forman también media

25

30

383596



5 te una parte de alambre recta, los ángulos de curvatura deben ser obtusos (fig. 5). Puede tomarse como criterio para estos elementos con extremos de alambre rectos que por lo menos en uno de estos extremos la normal de cada punto de la superficie no pasa al otro extremo. En este caso los elementos no pueden suspenderse entre sí por los extremos, ya que no existe posición de equilibrio.

10 Preferiblemente el elemento de alambre se fabrica de alambre de acero que se dobla de acuerdo con la figura 2. En este caso es posible una curvatura de 90° y se obtiene un mejor enganche del extremo del alambre. Para dichos elementos con extremos de alambre rectos se han efectuado algunas pruebas para examinar la influencia sobre el efecto de agarre de la longitud de los extremos, el ángulo de curvatura y el radio de curvatura. Para
15 cada prueba, se han embutido 5 elementos con la mitad de una resina de poliester insaturada que posteriormente se endureció a temperatura ambiente. Los alambres eran de acero limpiado con superficie de 0,35 mm y la parte central recta se embutió formando ángulo recto en la superficie de poliester en una longitud de
20 15 mm. Se midió la fuerza para extraer los elementos, y se calculó un valor medio para los 5 elementos. Los resultados se recopilan más adelante, en donde β es el ángulo sobre el cual se ha doblado el extremo de alambre recto con relación a la parte central recta, L/d es la relación de la longitud del extremo de alambre recto con el diámetro, y R/d es la relación del radio de curvatura de la incurvación con respecto al diámetro del alambre. Los
25 valores para la fuerza de extracción se dan en kilos.

Tabla I

Influencia de β y L/d con radio de curvatura constante = 0,5 d.

383596



5

β L/d	0°	45°	60°	80°
4,3	4,1	7,9	10,4	11,4
10	4	7,5	10,2	11,9
14,3	4,1	7,8	10,7	12,9

Tabla II

Influencia de L/d y R/d con ángulo de curvatura constante $\beta = 60^\circ$

10

R/d L/d	0,5	1	2
4,3	10,4	8,2	7,3
10	10,2	8	7,3
14,3	10,7	8,6	7,7

15

De estos resultados puede concluirse que la agudeza del ángulo tiene una gran importancia, y que la longitud L del extremo de alambre recto, tiene solo una pequeña influencia sobre la resistencia de rotura del material. Sin embargo se ha observado que la energía total para extraer el elemento es aproximadamente proporcional con esta longitud. Esto es confirmado por la tabla III en la cual la energía viene dada en kilogramos mm.

20

Tabla III

Energía en función de β y L/d con radio de curvatura constante = 0,5 d.

10 383596



1970

L/d \ β	45°	60°	80°
4,3	9,5	12,5	13,7
10	24,4	29,6	36,8
14,3	32,6	44,9	53,0

5

10

15

Esto puede explicarse por el hecho de que el elemento de alambre se extrae a través del "túnel" en que estaba embutido. Cada parte de extremo recto debe pasar a través de la curvatura en este tunel y es posteriormente doblada y enderezada nuevamente cuando pasa por la parte recta del túnel. La longitud total L de la parte de extremo recto experimenta esto, y por ello se necesita una fuerza de tracción constante durante todo el tiempo que el extremo no ha pasado completamente por la curvatura del túnel. Esto explica que la energía total para extraer el alambre sea proporcional a L.

20

25

Por tanto puede comprenderse que materiales de dos fases con elementos que necesitan una gran energía de extracción necesitan una gran energía de ruptura. La primera grieta puede producirse en la misma carga, pero entonces se necesita todavía una fuerza para continuar la deformación hasta conseguir una completa rotura. Esto es importante para materiales que necesitan una gran resistencia al impacto, tales como "bunkers" de hormigón (fortificaciones para nidos de ametralladoras o cañones) o para materiales para los que se desea una cierta clase de fluencia plástica antes de la ruptura. En cualquier caso, el índice de fluencia plástica puede controlarse por la longitud L, y la fuerza de tracción por el ángulo y el radio de curvatura R. Por tanto puede controlarse la curva de la fuerza en función del alargamiento. También es posible utilizar extremos de alambre con más de una curvatura acusada.

30

383596



Estos extremos pueden consistir en por lo menos dos partes rectas que están separadas de la parte recta contigua por una curvatura de por lo menos 45°. Esta combinación de dos curvaturas sobre un ángulo y dos longitudes L proporciona una posibilidad adicional para controlar la forma de la fuerza para característica de alargamiento. Sin embargo, existe todavía la condición de que los elementos no deben engancharse entre sí, lo cual significa que para por lo menos uno de los extremos la normal en cada punto de la superficie no pase a través del otro extremo. Se ha demostrado que con los elementos de alambre según la presente invención se obtiene una buena miscibilidad. Para una relación entre longitud y diámetro del orden comprendido entre 50 y 200, los elementos pueden mezclarse con una concentración en la que la distancia media entre los centroides de los elementos próximos sea menor que una cuarta parte de la longitud l de cada elemento. Por distancia media se quiere significar:

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{N}}$$

en donde V es el volumen total del material y N el número de elementos de alambre. Para una relación entre longitud y diámetro de 100, el enunciado de que $D < \frac{1}{4}$ corresponde a un porcentaje de volumen de alambre mínimo del 0,5%.

La invención no está limitada a los materiales que se han mencionado, ni a las formas de alambre que se han indicado, por lo que es posible obtener elementos de alambre de la misma forma con pedazos de cable fabricados con fibras de vidrio y cubiertos con una capa de una resina sintética dura. Con la explicación del principio de la invención, es posible para quienes son expertos en esta técnica, hallar una matriz y material de alambre adecuado, y también una adecuada forma y concentración de los elementos de alambre para cada tipo de aplicación.

383596



Los términos en que se ha redactado esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio, no limitativo.

NOTA DE REIVINDICACIONES

Se reivindica como de propia y nueva invención a favor de N.V. BEKAERT S.A., con domicilio en ZWEVEGEM (Bélgica), lo especificado en las siguientes reivindicaciones:

5

PRIMERA.- Perfeccionamientos en el proceso de fabricación de material blando posteriormente endurecible reforzado con elementos de alambre, caracterizados en que estos últimos constan de un trozo sensiblemente recto que tiene en ambos extremos una curvatura de características tales que no sea posible el que al efectuar la mezcla de enganchen dos elementos próximos.

10

SIGUNDA.- Perfeccionamientos según la reivindicación primera, caracterizados en que ambos extremos de alambre están formados por una parte de alambre recta, la cual se dobla sobre sí en forma tal que por lo menos en uno de los extremos la normal trazada sobre cada punto de su superficie no pasa a través del otro extremo.

15

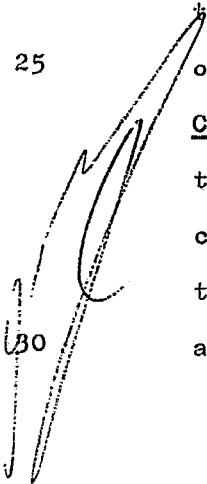
TERCERA.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación primera, que se caracterizan en que sobre ambos extremos de alambre se forman por lo menos dos partes rectas que están separadas de la parte recta contigua por una curvatura de por lo menos 45° sobre un radio de curvatura inferior al diámetro del alambre, y en forma tal que para por lo menos uno de los extremos la normal trazada sobre cada punto de su superficie no pase a través del otro extremo.

20

25

CUARTA.- Perfeccionamientos en el proceso de fabricación de materiales de dos fases que constan de una sustancia endurecida que comprende elementos de alambre distribuidos uniformemente y orientados al azar en el mismo, caracterizados en que los elementos de alambre son formados según las reivindicaciones primera a tercera;

30



383596

383596



1970

a partir de trozos sensiblemente rectos cuidando que la distancia media entre los centroides de cada elemento sea menor que la cuarta parte de la longitud del alambre de cada elemento.

5

QUINTA.- " PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE MATERIALES BLANDOS POSTERIORMENTE ENDURECIBLES REFORZADOS CON ELEMENTOS DE ALAMBRE ".

Tal y como se deja descrito en la memoria precedente, que consta de trece hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y una de planos.

Madrid, 12 de Septiembre de 1.970

P.A. de N.V. BEKAERT S.A.

Victor Gil Vega

327596



Fig. 1.

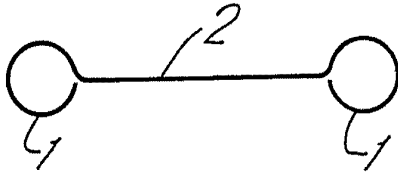


Fig. 2.

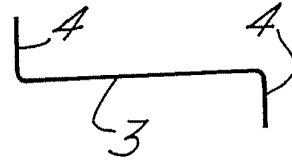
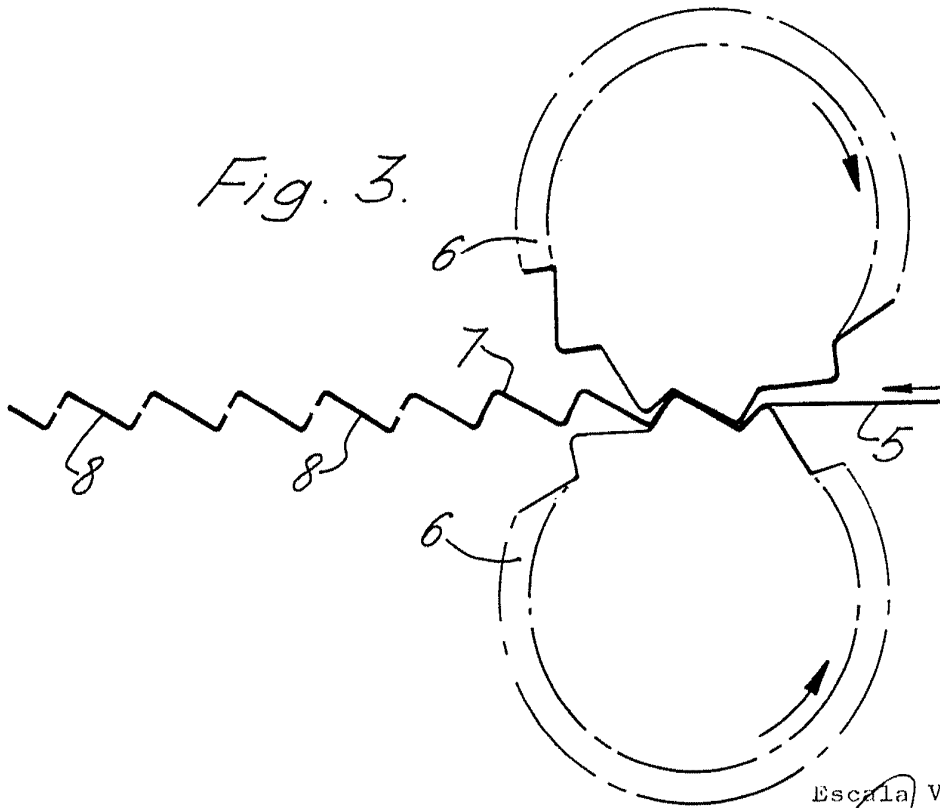


Fig. 3.



Escala Variable
Madrid, 12-9-70
M.A.

Fig. 4.



Fig. 5.

