



22 JUN 1910

375.784

375784

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>C.21</u>
SUBCLASE <u>D</u>

PATENTE DE INVENCION

Que por veinte años se solicita a favor de N.V. BEKAERT S.A.,
de nacionalidad belga, con domicilio en Zwevegem (Bélgica),
y que ha de recaer sobre: "PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO
5 TERMICO DE ELEMENTOS LINEALES DE ACERO"

=====

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 un procedimiento para el
tratamiento térmico de elementos lineales de acero, conforme
10 se describe a continuación.

- 2 -
375784



La presente invención se refiere a perfeccionamientos en o relativos a la producción de cables formados mediante torcido conjunto de una pluralidad de elementos lineales de acero tales como alambres o varillas y, en particular a la producción de tales cables para uso como elementos pretensados en hormigón pre-
5 tensado.

Los cables de acero se usan frecuentemente como elementos de pretensado o de refuerzo en la elaboración de hormigón pretensado. Para su uso como elementos de pretensado o de refuer-
10 zo es altamente deseable que el cable posea un alto grado de elasticidad y buenas propiedades de relajamiento. Un alto grado de elasticidad indica que el cable puede ser sometido a una alta fuerza tensil que se aproxime a la resistencia a la tracción del cable sin quedar sujeto a deformación plástica, de suerte que el
15 cable recobre sus dimensiones originales cuando se ha liberado de la fuerza tensil. Este fenómeno puede designarse como deformación elástica.

Cuando un cable es sometido a un cierto grado de deformación elástica, se ha observado que las fuerzas reactivas en el
20 acero, que tienden a restaurar el cable a sus dimensiones iniciales, desarrollan el fenómeno conocido como relajamiento. En otras palabras, después de cierto tiempo la fuerza tensil necesaria para mantener el cable en un determinado grado de deformación es menor que la fuerza tensil inicial. La reducción de porcentaje en la fuerza tensil inicial se designa como valor de relaja-
25 miento, y es proporcional a la fuerza tensil inicial, aumentando con el tiempo a un cierto valor de limitación; el relajamiento depende de la temperatura a la cual ha sido sometido el cable. El relajamiento es altamente indeseable en muchas aplicaciones, especialmente en el campo del hormigón pretensado en el que los
30

375784



elementos de pretensado que poseen propiedades mejoradas de relajamiento, o sea valores bajos de relajamiento, tienen gran demanda.

5 Los cables de acero constituidos por alambres de acero
torcidos que se usan en la preparación de hormigón pretensado,
por ejemplo, como elementos de pretensado o de refuerzo, pueden
producirse mediante un procedimiento convencional que comprende
primero el torcido conjunto de un número de alambres de acero en
una cabeza torcedora y, después, el pasaje de los alambres ya tor-
10 cidos en forma de cable a través de uno o más dispositivos de
enderezamiento. Los dispositivos de enderezamiento pueden consistir
cada uno, por ejemplo, en una serie de rodillos entre los cuales
el cable pasa para ser enderezado y, sustancialmente, eliminar
cualquier retorcido presente en el cable. Después de surgir del
15 dispositivo de enderezamiento el cable se hace pasar, generalmen-
te, una o más veces alrededor de una rueda de tensión y, finalmen-
te se enrolla sobre el carrete o elemento análogo para su trans-
porte y almacenamiento. La función de la rueda de tensión es,
esencialmente, asegurar que se aplica al cable una tensión cons-
20 tante durante el pasaje a través del dispositivo o dispositivos
de enderezamiento, ayudando con ello a la operación de endereza-
miento.

25 Los alambres de acero que se usan generalmente en la
manufactura de cables para su uso como elementos de pretensado
tienen por lo general una composición de acero al carbono o de
aleaciones de acero al carbono conteniendo bien ferrita o perli-
ta libres con un contenido de carbono de menos de 0,89%, o bien
perlita sola teniendo una composición eutéctica con aproximada-
mente 0,89% de carbono. Los aceros que poseen tales estructuras
30 se designarán, en lo sucesivo, como poseyendo estructura ferríti-

375784



ca o perlítica. Esta estructura puede obtenerse, por ejemplo
templando isotermalmente (lo que se denomina "patenting") acero
con un contenido de carbono de composición eutéctica o inferior a
ésta. Los alambres pueden, entonces, ser estirados hasta lograr
5 el área de la sección transversal deseada. Mediante la operación
de estirado los alambres resultantes poseen, a menudo, la alta
fuerza tensil deseada y un alto grado de elasticidad, pero las
propiedades de relajamiento no siempre coinciden con las standards.

A fin de mejorar sus propiedades de relajamiento, los
10 alambres constitutivos de los cables pueden ser sometidos a un
tratamiento térmico adecuado sin que pierdan sus propiedades de
fortaleza y elasticidad. Un tratamiento tal puede consistir, por
ejemplo, en el estirado del alambre a través de una hilera de
estirado mientras se encuentra a una temperatura elevada, pero in-
15 ferior a la temperatura de transformación de la estructura cris-
talina del acero.

Desgraciadamente, se ha hallado que los alambres primarios
que han sido tratados térmicamente para mejorar sus propiedades
de relajamiento, pierden hasta cierto punto estas propiedades
20 cuando son torcidos conjuntamente para formar un cable. Aparente-
mente, la operación del torcido cambia las características del
alambre usado, y el cable desarrolla aproximadamente los mismos
valores de relajamiento que los alambres que no han sido tratados
térmicamente para mejorar sus propiedades de relajamiento.

25 Es una finalidad de la presente invención proporcionar
un nuevo procedimiento para producir cables de acero poseyendo
valores de relajamiento mejorados para su uso como elementos de
pretensado en el hormigón pretensado.

30 El procedimiento objeto de la invención para la fabrica-
ción de hilos, barras, cables u otros artículos alargado en acero
al carbono o de aleaciones de acero de carbono con una estruc-

375784

22



tura perlítica o ferrítica, se caracteriza en que el producto es sometido, en la fase final de su fabricación a una o varias deformaciones a una temperatura oscilante entre 250°C y 450°C, sin que se produzca una reducción y/o una deformación de la sección de dichos productos.

Otros detalles y características del procedimiento objeto de la invención aparecieran en la descripción que sigue de dos modos de realización.

De acuerdo con un primer modo de realización se prevé un procedimiento para la producción de un artículo lineal o de un cable constituido por una pluralidad de alambres, que está hecho de acero al carbono o de aleaciones de acero al carbono, con una estructura perlítica o ferrítica, y está destinado a uso como elemento de pretensado en hormigón pretensado, que comprende el paso de dicho artículo, a una elevada temperatura a través de, por lo menos, un dispositivo de enderezamiento del tipo que más adelante se define, gracias al cual el valor de relajamiento en dicho artículo resulta reducido. La expresión "dispositivo de enderezamiento" se usa aquí para definir un dispositivo del tipo usado en la fabricación de cables, para enderezamiento de los cables después de su producción mediante el torcido de los alambres. Se apreciará que cuando, por ejemplo, los alambres y varillas son tratados de acuerdo con la presente invención, los mismos pueden, si se desea, estar en forma sustancialmente recta antes de pasar a través del dispositivo de enderezamiento. El dispositivo de enderezamiento comprende, preferentemente, una pluralidad de medios de guiado, tales como, por ejemplo, rodillos que sirven para definir un camino ondulado para dicho artículo.

El dispositivo de enderezamiento empleado en el procedimiento según la presente invención, comprende ventajosamente una pluralidad de medios de guiado dispuestos de suerte que el artí-

375784.22



culo sea alternativamente doblado, en rápida sucesión, en direcciones diferentes, desde la dirección de avance del artículo, a través del dispositivo de enderezamiento. Según una realización preferida del procedimiento de la invención, el artículo se hace pasar alrededor de medios de guiado en número de 5 a 10 o más y es doblado en un ángulo de 45-75° a partir de la dirección de avance del artículo a través del dispositivo de enderezamiento, según pasa alrededor de cada uno de dichos medios. Los medios de guiado empleados en el procedimiento según la invención son, preferentemente rodillos y convenientemente una serie de rodillos cuyos ejes son paralelos. Tal serie de rodillos puede estar montada de modo indistinto vertical u horizontalmente. Cuando un cable es tratado de acuerdo con la invención, el diámetro de dichos rodillos es preferentemente de alrededor de diez veces el diámetro del cable.

El dispositivo de enderezamiento puede, si se desea, comprender dos o más de las series de rodillos antes mencionadas.

La elevada temperatura a la cual es sometido el artículo de acero, de acuerdo con la presente invención, mientras es objeto de las deformaciones producidas por el dispositivo de enderezamiento, puede alcanzarse mediante cualquier medio de calentamiento, por ejemplo mediante resistencia térmica, es decir, haciendo pasar una corriente eléctrica a través del artículo antes o durante su paso por el dispositivo de enderezamiento. Por ejemplo el propio dispositivo de enderezamiento puede ser usado para proporcionar un contacto eléctrico, mientras que el segundo contacto puede ser un contacto de escobilla situado delante del dispositivo de enderezamiento, de modo que la corriente térmica fluya entre los dos contactos. En otro ejemplo, dos dispositivos de enderezamiento sucesivos pueden servir para proporcionar los dos contactos eléctricos. Finalmente, por ejemplo, cuando el artículo es un alambre, uno de

375784

22



los contactos eléctricos puede ser una hilera de estirado en la que el área de sección transversal del alambre sufre una última reducción de sección, de 1 a 40%, por ejemplo.

5 Cuando los medios de guiado comprenden dos o más series de rodillos, uno de los medios de guiado en una serie de rodillos puede servir como contacto eléctrico y uno de los medios de guiado en otra serie de rodillos, puede servir como segundo contacto eléctrico.

10 El calentamiento del artículo puede efectuarse, también por inducción eléctrica, o alternativamente, haciendo pasar el artículo a través de un horno.

15 El cable de acero se calienta, convenientemente, bien sea durante su pasaje a través de uno o más dispositivos de enderezamiento comprendidos en el aparato de elaboración de cables bien sea poco después de dejar la cabeza torcedora y antes de entrar, en el dispositivo o dispositivos de enderezamiento. Alternativamente, el cable puede ser ventajosamente calentado en toda su longitud, desde su salida de la cabeza torcedora hasta que emerge del último dispositivo de enderezamiento. El procedimiento de acuerdo
20 con la invención produce cables de acero que poseen propiedades particularmente ventajosas si el cable se calienta inmediatamente después de abandonar la cabeza torcedora, mientras, simultáneamente, se endereza el cable.

25 El calentamiento del cable de acero puede efectuarse por medios eléctricos, por ejemplo, haciendo pasar una corriente eléctrica a través del alambre en la zona apropiada entre dos contactos conectados a un circuito termoeléctrico. La temperatura puede, así, ser fácilmente controlada mediante variación de la corriente que pasa a través del circuito eléctrico.

30 Por ejemplo, cuando se desea calentar el cable inmediatamente después de que surja de la cabeza torcedora, uno de los

22 EN



375784

22

contactos de calentamiento eléctrico puede ser la propia cabeza torcedora.

5 Si se desea, los alambres de acero constitutivos del cable de acero, pueden ser calentados justamente antes de ser torcidos en la cabeza torcedora. Este calentamiento puede suplementar el calentamiento del cable entre la cabeza torcedora y la rueda de tensión. El calentamiento de los alambres de acero previamente al torcido, puede también efectuarse por medios eléctricos como, por ejemplo, mediante una corriente eléctrica que se
10 hace pasar a través del alambre, entre contactos situados en placas de guía para los alambres y la cabeza torcedora.

El procedimiento según la invención puede emplearse para mejorar las propiedades de relajamiento de alambres estirados. Así, por ejemplo, el alambre durante la operación de estirado
15 puede pasar desde la última hilera de estirado a una rueda de tensión que estira el alambre a través de la hilera y, entonces a una pluralidad de medios de guiado, y, finalmente, a un carrete donde se arrolla en espiral. En este caso, la corriente eléctrica de calentamiento fluye, preferentemente, desde la rueda de tensión
20 a los medios de guiado mediante los cuales se realiza una operación de enderezamiento en caliente. Preferentemente, los medios de guiado consisten en un juego de rodillos que se usa como un contacto eléctrico, siendo el otro contacto la hilera de estirado, cuando el método se efectúa durante la operación de estirado, o
25 bien, alternativamente, otro juego de rodillos de enderezamiento.

De acuerdo con otra variante de la presente invención se proporciona un procedimiento para la producción de un artículo lineal o de un cable constituido por una pluralidad de alambres de acero al carbono o de aleaciones de acero al carbono con una
30 estructura perlítica o ferrítica y que se destina a ser empleado

375784



5 como elemento de pretensado en el hormigón pretensado, que comprende el torcido conjunto de los alambres en una cabeza torcedora a una temperatura elevada y preferentemente con aplicación de tensiones zagueras a los alambres, para formar un cable, en el cual, los valores de relajamiento de dichos alambres han sido reducidos.

10 La temperatura de los alambres mientras pasan a través del dispositivo de enderezamiento o de la cabeza torcedora, será, en general, inferior a la temperatura de recristalización del alambre. El término "temperatura de recristalización" se usa aquí, en relación a los alambres de acero empleados en el procedimiento de acuerdo con la invención, para denotar la temperatura a la cual el acero, con una estructura cristalina conteniendo dislocaciones resultantes de su trabajo en frío, ha de ser calentado para convertirlo, al menos en parte, en un acero con una nueva estructura cristalina, con tensiones internas menores y fortaleza y dureza reducidas.

15 Esta temperatura queda por debajo de la más baja temperatura de transformación del acero y, generalmente, depende de las tensiones internas y dislocaciones originalmente presentes en el acero, resultando, grandemente, éstas tensiones y dislocaciones del trabajo en frío del acero. Para las varillas y alambres estirados y endurecidos normalmente y para los cables hechos de tales alambres, esta temperatura es de alrededor de 450°C. A esta temperatura no se observa generalmente reducción apreciable en la resistencia a la tracción. Una mejora apreciable en el valor de relajamiento de los cables de acero es obtenida solamente, por lo general, a una temperatura de alrededor de 250°C.

20 El procedimiento según la invención se efectúa, por lo tanto, ventajosamente a una temperatura de 250 - 450°C, particu-

30

375784



larmente alrededor de 350°C.

Una temperatura elevada, de 250 - 350°C, es preferida especialmente. La elevada temperatura a la cual los alambres son torcidos, de acuerdo con el procedimiento de la invención se alcanza ventajosamente mediante calentamiento por resistencia eléctrica de los alambres, si bien pueden usarse otros métodos de calentamiento si se desea.

Se ha hallado, además, que si dichos alambres son torcidos a una temperatura elevada, de acuerdo con la presente invención, bajo tensión zaguera, entonces, las propiedades de relajamiento de los alambres, y por consiguiente del alambre de cable resultante, se mejora todavía más. Es preferible una tensión zaguera de 30 a 60% de la resistencia a la tracción de los alambres.

La tensión zaguera en los alambres puede lograrse de cualquier manera que se desee, por ejemplo, proveyendo al mecanismo de desenrollamiento de los alambres en la máquina productora, sean las bobinas o los canales guidores, con los necesarios frenos o rodillos de fricción dotados de suficiente resistencia para establecer la tensión en el alambre.

El efecto de frenado puede obtenerse, ventajosamente, mediante una deformación plástica, de tal suerte que la energía de freno no se pierda en elementos de fricción que deban ser enfriados, sino que se transforme en una deformación mecánica, tal como una reducción del área de la sección transversal, forzando cada alambre a través de una hilera de estirado situada entre la bobina y la cabeza torcedora. El calentamiento del alambre antes de la cabeza torcedora puede efectuarse de cualquier manera que se desee, pero un elemento de frenado que provea un tiro posterior puede ser usado ventajosamente como un contacto eléctrico, para el calentamiento eléctrico, como se explicará después.

375784



Alternativamente, el efecto de frenado puede lograrse, por ejemplo, haciendo pasar los alambres a través de los dispositivos de enderezamiento (como aquí se definen), antes de torcerlos en la cabeza torcedora.

5 No es esencial, para el elemento que provea el tiro za-
guero, por ejemplo, una hilera de estirado o medios de guiado, que
se usen como contacto eléctrico para la corriente de calentamiento.
Pueden usarse otros tipos de contactos tales como contactos de
escobilla, que no sean idénticos con el elemento de frenado. Sin
10 embargo, un elemento que imponga una deformación plástica sobre
los alambres, constituye un buen contacto mecánico y, por tanto,
eléctrico, que puede usarse ventajosamente en el circuito de
calentamiento eléctrico.

A fin de evitar un segundo anillo colector, el segundo
15 contacto eléctrico del circuito de calentamiento se forma, prefe-
rentemente, mediante un elemento estacionario, la propia cabeza
torcedora. No obstante, puede usarse, alternativamente, cualquier
otro tipo de contacto antes de la cabeza torcedora, siempre que la
corriente que atraviese los alambres sea suficiente para llevarlos
20 a la deseada elevada temperatura.

En una solicitud de patente presentada como desglose
de la presente se describe y reivindica una instalación preferi-
da para la aplicación del procedimiento. (Patente N° 402.747).

Los valores mejorados de relajamiento de los cables pre-
25 parados de acuerdo con el procedimiento de la invención, se mues-
tran mas abajo comparados con los valores de relajamiento de ca-
bles preparados de acuerdo con los procedimientos convencionales.

El valor de relajamiento está dado como la pérdida de
porcentaje en resistencia a la tracción después de 15 horas a
30 temperatura ambiente para una muestra sometida al 70% de su resis



375784

tencia tensil; se obtienen los siguientes resultados:

Valor de relajamiento (%)

- 1. Cable sin tratamiento térmico 4,5
- 5 2. Cable formado sin tratamiento térmico pero con alambres tratados térmicamente 4,5 - 5,0
- 3. Formación posterior a 350°C de acuerdo con la invención (el calentamiento entre la cabeza torcedora y un juego de rodillos de enderezamiento; enderezado mediante rodillos 2 x 3, o 2 x 5, o 2 x 8 rodillos con un ángulo de aproximadamente 45-75 grados) 1,7
- 10 4. Formación posterior a 350°C de acuerdo con la invención (el cable en frío desenrollado de una bobina, calentado a 350°C y hecho pasar a través de un juego de rodillos de enderezamiento). 3,0
- 15 5. Cable formado por alambres a 350°C de acuerdo con la invención (retorcimiento de los cables en la cabeza torcedora mientras están sometidos a dicha temperatura). 1,2
- 6. Cable formado con alambres a 350°C, con tiro zaguero de 50% de la resistencia tensil de acuerdo con la invención 0,9 - 1,0

NOTA DE REIVINDICACIONES

20 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:

25 1ª.- Procedimiento para el tratamiento térmico de elementos lineales de acero hechos de acero de carbono o de aleaciones de acero al carbono con estructura perlítica o ferrítica y destinados para su uso como elementos pretensados en el hormigón pretensado, caracterizado en que comprende el paso de dichos elementos o artículos a una elevada temperatura a través de al menos un dispositivo de enderezamiento a la salida de la cabeza torcedora

375784



o bien el pase de los elementos citados a elevada temperatura por la cabeza torcedora en la que son conjuntamente torcidos, a alta temperatura, para formar un cable en el cual quedan reducidos los valores de relajamiento de dichos alambres.

5 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado en que dichos elementos lineales de acero, por ejemplo alambres, se hacen pasar a través del dispositivo de enderezamiento a una temperatura de 250°C a 450°C.

10 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado en que dichos elementos lineales de acero, por ejemplo alambres, son torcidos en la cabeza torcedora a una temperatura de 250°C a 450°C.

15 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 3ª, caracterizado en que dichos elementos lineales de acero, por ejemplo alambres, son torcidos en la cabeza torcedora a una temperatura de 250°C a 350°C.

20 5ª.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado en que dicho elemento lineal es calentado a la deseada elevada temperatura mediante inducción de calor o mediante pasaje a través de un horno.

6ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado en que dicho elemento lineal es calentado a la deseada temperatura mediante calentamiento por resistencia eléctrica.

25 7ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado en que dicho elemento lineal encuentra un contacto previamente a su pasaje a través del dispositivo de enderezamiento el cual proporciona otro contacto eléctrico, estando ambos contactos conectados a un circuito eléctrico de calentamiento a elevada temperatura.

30 8ª.- Procedimiento según la reivindicación 7ª, caracterizado en que el elemento lineal es un alambre y el primer contacto eléc-



trico mencionado una hilera de estriado para el alambre, la cual hilera sirve para reducir el área de la sección transversal del alambre en 1 a 40 %.

5 9ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado en que dos dispositivos de enderezamiento sirven como contactos eléctricos, ambos conectados a un circuito eléctrico que sirve para calentar el elemento lineal a la temperatura deseada.

10 10ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 4ª, en que dicho elemento lineal de acero es un cable formado mediante torcimiento conjunto de una pluralidad de alambres componentes mediante una cabeza torcedora, caracterizado en que dicha cabeza torcedora sirve como un contacto eléctrico y un dispositivo de enderezamiento como otro contacto eléctrico, estando ambos contactos eléctricos conectados a un circuito eléctrico de calentamiento.

15 11ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 3ª y 4ª, caracterizado en que dichos alambres son torcidos en la cabeza torcedora mientras están sometidos a una tensión zaguera.

20 12ª.- Procedimiento según la reivindicación 11ª, caracterizado en que la tensión zaguera alcanza del 30 al 60% de la resistencia a la tracción de los alambres.

25 13ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 11ª y 12ª, caracterizado en que dicha tensión zaguera está producida mediante el paso de dichos alambres por una hilera de estirado antes de ser torcidos en la cabeza torcedora.

30 14ª.- Procedimiento según la reivindicación 13ª, caracterizado en que dicha hilera de estirado sirve como un contacto eléctrico y la cabeza torcedora sirve como otro contacto eléctrico, estando los contactos eléctricos conectados a un circuito eléctrico que sirve para calentar dichos alambres a la deseada elevada temperatura, durante la operación de torcido en la cabeza torcedora.

375784



5 15^a.- Procedimiento según la reivindicación 11^a o 12^a, caracterizado en que dicha tensión zaguera está producida mediante el paso de dichos alambres por un dispositivo de enderezamiento (como aquí se ha definido), antes del torcido en la cabeza torcedora.

10 16^a.- Procedimiento según la reivindicación 1^a, caracterizado en que el artículo alargado fabricado es sometido durante su calentamiento a deformaciones de un ángulo de 45° a 75°, desde la dirección de curso del artículo a través del dispositivo de enderezamiento, el cual comprenderá a tal efecto una pluralidad de medios de guiado que impartiran al artículo ondulaciones de dicha angulación.

15 17^a.- "PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO TERMICO DE ELEMENTOS LINEALES DE ACERO"

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

Madrid, 22 de Enero de 1.970

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

Victor Gil Vega