

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 586**

51 Int. Cl.:

B05D 7/00 (2006.01)

E04C 5/01 (2006.01)

B05D 7/20 (2006.01)

B05D 7/14 (2006.01)

B05D 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2012 E 12154417 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 2484841**

54 Título: **Barras de acero de refuerzo para hormigón provistas de unos medios de protección bituminosos contra la oxidación, así como un método de tratamiento relacionado**

30 Prioridad:

08.02.2011 IT CT20110001

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

19.02.2014

73 Titular/es:

SANTONOCITO, Antonino (100.0%)

Via G. Verdi, 64

95040 Motta S. Anastasia (CT), IT

72 Inventor/es:

SANTONOCITO, ANTONINO

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 443 586 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Barras de acero de refuerzo para hormigón provistas de unos medios de protección bituminosos contra la oxidación, así como un método de tratamiento relacionado.

La presente invención se refiere a unas barras de acero provistas de unos medios de protección antioxidante de tipo bituminoso, así como su correspondiente proceso productivo industrial.

El acero constituye un material aplicado ampliamente en la industria de la construcción, preferido gracias a sus propiedades particulares y a su rendimiento mecánico.

Su aplicación principal en la construcción constituyen las obras de estructuras y armaduras de acero, siendo preferida esta última opción para técnicas más convencionales, en las que constituyen el esqueleto resistente a los esfuerzos de flexión y cizalla del hormigón armado.

La desventaja fundamental de que adolece el acero constituye el hecho de que aunque se trate de aleaciones de hierro-carbono y no simplemente de hierro (no obstante en la jerga italiana actual los explotadores del sector lo denominen "hierro"), está sometido a un proceso de degradación debido a la corrosión del hierro existente en la aleación, un proceso de oxidación inevitable para cualquier clase de acero distinto al acero inoxidable (que en cualquier caso, presenta un coste mucho mayor que el acero convencional), ocasionado por un fenómeno espontáneo e irreversible desencadenado por la interacción físico-química con el entorno en el que se almacena.

Los agentes corrosivos más comunes constituyen el oxígeno y el agua, aunque se dice habitualmente que el metal se oxida, desconchándose continuamente: el óxido, a saber, la capa de acero y por lo tanto de hierro que se oxida, penetra a lo largo del tiempo cada vez más profundamente en las secciones metálicas, hasta la pérdida total de las propiedades de resistencia del elemento constructivo, o incluso hasta su destrucción completa.

Habitualmente, la corrosión en las estructuras de construcción se manifiesta propiamente con la separación de las superficies de hormigón armado que resulta visible a lo largo del tiempo, lo que puede darse no únicamente en infraestructuras de gran tamaño, por ejemplo, en puentes, sino también en las partes más desprotegidas de los edificios.

Teóricamente, dicho fenómeno de corrosión no debería producirse, puesto que el hormigón usualmente constituye un entorno alcalino reductor y no oxidante, y por lo tanto protector de las propias barras metálicas. Realmente, la alcalinidad del entorno que rodea a los elementos de refuerzo disminuye con el tiempo hasta desaparecer totalmente debido a la entrada de sustancias agresivas, como dióxido de carbono, dióxido de azufre o cloruros.

Dicha contradicción entre la teoría y la práctica se debe al hecho de que la teoría realiza la conjetura de que la matriz cementosa resulta impenetrable para los agentes acidificantes a los que se hacía mención anteriormente, pero el hormigón fabricado en la obra no resulta siempre perfectamente análogo a las muestras del laboratorio, y aunque se respete el valor prefijado de la relación entre el agua, cemento y el volumen de aire englobado en la mezcla, la matriz cementosa presenta en cualquier caso un cierto nivel dado de porosidad que justifica dicha penetración de ácido, lo que causa la degradación de las varillas y del propio hormigón. La parte del hierro que se oxida, de hecho, convirtiéndose en óxido, presenta la característica de que su volumen se expande, lo que ocasiona las grietas iniciales en el recubrimiento de hormigón, sobre todo en aquellos casos (desafortunadamente, muy frecuentes) en los que presenta una espesor no adecuado. Por lo tanto, el proceso desencadenado de descomposición del producto resulta irreversible, hasta efectuar una intervención con tareas de limpieza, protección y restauración de toda la parte deteriorada.

Sin embargo, no es necesario que el objeto metálico esté relacionado macroscópicamente con la corrosión para que se produzca su descomposición tecnológica. De hecho, una desventaja adicional de la que adolece la corrosión del acero es inherente en la reducción de su eficacia funcional debida a este hecho, que puede producirse únicamente para secciones de resistencia específicas, en las que incluso puede existir el esfuerzo mecánico máximo al que se somete la estructura de construcción.

El proceso de corrosión en entornos secos es debido fundamentalmente a las reacciones químicas con gases oxidantes. Dicho fenómeno consiste en la tendencia a recuperar la forma oxidada, naturalmente porque en la misma los metales se mantienen estables. Se prevé la combinación con el oxígeno existente en la atmósfera a fin de formar el óxido correspondiente, o bien con otros agentes atmosféricos a fin de formar carbonatos, sulfatos, hidróxidos o sulfuros. En entornos húmedos, no obstante, la corrosión se produce gracias a reacciones electroquímicas. Dichas reacciones están vinculadas al paso de una intensidad eléctrica por las disoluciones. Si dos metales distintos se sumergen en agua o simplemente se introducen en el suelo, que siempre se asume que está como mínimo húmedo, se genera una diferencia de potencial entre los mismos, y en el caso de que exista una unión entre ellos a través de un elemento conductivo, queda atravesada por una corriente eléctrica, puesto que el metal más reactivo tiende a oxidarse del mismo modo que ocurre en un elemento de batería. Si, por ejemplo, el acero en cuestión se encuentra en contacto con otro metal menos reactivo, o bien caracterizado por una falta de homogeneidad de su composición,

estará en peligro de corrosión. El fenómeno de corrosión descrito hasta el momento se produce, obviamente, si el metal está "descubierto", es decir, sin ningún tipo de protección. A fin de prevenir, de hecho, la degradación de las estructuras de acero, resulta necesario recubrir los productos cementosos con barreras adecuadas que aislen el metal de los agentes de corrosión del entorno externo.

5 La protección de las superficies metálicas, en particular de las barras, tal como se conoce técnicamente hoy en día, se obtiene gracias a la aplicación de una pintura antioxidante (pintura resistente al óxido), con la aplicación de ánodos protectores fungibles y revestimientos de protección de las propias barras de acero con metales no ferrosos.

10 La utilización de dicho tipo de revestimientos resulta siempre necesaria ya que el material metálico utilizado más ampliamente en el sector residencial es el acero de baja aleación, que resulta afectado sensiblemente por un ataque debido a óxido, aunque las desventajas en este caso están vinculadas al excesivo coste de la aplicación de dicho revestimiento protector.

15 A fin de poder alargar la duración en el tiempo de los productos de la estructura de acero, en primer lugar resulta necesaria una prevención correcta, ya concebida en la etapa de diseño, puesto que es imprescindible que dependa estrictamente de las condiciones medioambientales de funcionamiento de la propia estructura. Adicionalmente, durante el intervalo en el que la estructura se encuentre en tareas de mantenimiento, la frecuencia y calidad de las intervenciones de mantenimiento se revelan esenciales en lo que se refiere a la vida útil, aunque dichas tareas
20 presentan la desventaja adicional de representar un coste periódico que tiene su importancia.

Así, el mantenimiento resulta una etapa importante en la vida de un producto metálico o de un producto que comprenda hormigón armado y es imprescindible fabricarlo oportunamente con ciertas modalidades adaptadas a los requisitos del entorno, y en la medida en que los costes involucrados resulten viables.

25 Una desventaja adicional, de hecho, reside en el coste del revestimiento superficial que pueda aplicarse, aunque todavía lo es más la mano de obra requerida tanto para las operaciones necesarias de limpieza de las piezas oxidadas (limpieza con chorro de arena en el caso de estructuras que no puedan demolerse, raspado utilizando más cepillo de acero, si las piezas que deben eliminarse presentan reducidas dimensiones) como para el ciclo de pintado
30 subsiguiente, desde la primera capa de imprimación resistente al óxido, también referida como "capa de agarre", que debe aplicarse con una brocha, rodillo o mediante pulverización sin aire, a fin de evitar la oxidación indeseada adicional del metal, hasta los revestimientos subsiguientes de pintura con pigmentos pasivantes (necesarios para obtener una capa pasiva delgada sobre acero a fin de bloquear su oxidación y la reacción con las posibles sustancias agresivas que puedan penetrar en las capas de pintura de revestimiento, formándose componentes
35 insolubles que no resulten agresivos para material que debe protegerse).

Una desventaja adicional no menos importante en comparación con las anteriores está vinculada precisamente al coste de dicha pintura con pigmento antioxidante (con una base de poliamida de epoxi que presenta un elevado contenido de zinc metálico o con una base de cromatos, metaboratos, o fosfatos, como el fosfato de zinc), no
40 pudiéndose despreciar una elección adecuada y que es imprescindible orientarla a una mayor calidad de los productos que tienen una adherencia óptima con el sustrato metálico y un buen agarre a la capa siguiente de pintura.

Incluso el caso de la solución menos cara, en la que se prefiere ahorrar mano de obra para la limpieza y preparación de las superficies, y se opta por ejecutar una eliminación aproximada del óxido de las barras metálicas, adolece del inconveniente de requerir, para la protección de las superficies metálicas, de la utilización de capas de imprimación costosas, para la conversión o estabilización del óxido, basadas en disoluciones de ácido sulfúrico o taninos con o sin ácido sulfúrico, asociadas a las cuales existe el coste adicional de las capas universales de imprimación, que a su vez comprenden resinas fenólicas modificadas con resinas alquílicas, compatibles con cualquier tipo de pintura,
50 siempre con el propósito de obtener un efecto de barrera en relación con el vapor de agua, oxígeno, y sustancias agresivas y corrosivas, puesto que la capa de imprimación por sí sola en general no presenta propiedades impermeables.

Asimismo, es imprescindible tener en cuenta que en el caso de dichas costosas operaciones de mantenimiento, es preciso añadir el coste de un desmantelamiento previo y a la recogida y transporte del recubrimiento de hormigón al depósito, así como a su sustitución subsiguiente.

Un procedimiento adicional para la protección de las superficies metálicas de las barras de acero, o de las barras metálicas en general, se describe mediante la aplicación de pinturas de recubrimiento con una base de betún, de combinaciones bituminosas, de epoxi o de poliuretano de epoxi, de resinas alquílicas, de caucho clorado y finalmente de una combinación de PVC y resinas acrílicas, aunque para todas dichas soluciones la desventaja del coste de la mano de obra es siempre patente y resulta comparable (siendo superior en la mayoría de los casos) al coste de los propios productos que deben aplicarse.

65 Asimismo, en la técnica se conocen revestimientos universales para el acero que no requieren la aplicación de una capa de imprimación y que son idóneos en particular para pintar sobre revestimientos antiguos, aunque en el caso

de dichos revestimientos universales las desventajas están vinculadas tanto con el coste de la mano de obra, como con el coste del producto que debe aplicarse.

Uno de los procedimientos de protección en la actualidad más extendido constituye la galvanización por inmersión en baño caliente, dado que representa un tipo de revestimiento que proporciona una solución bastante eficaz y durable con el tiempo protegiendo el acero de modo doble (tanto física como electroquímicamente), aunque hoy en día parece cada vez menos ventajosa desde el punto de vista económico como solución de aplicación. La galvanización por inmersión en baño caliente, de hecho, constituye un proceso industrial que garantiza la protección física del acero revestido por la capa superficial de zinc que lo aísla materialmente del entorno, mientras que la protección electroquímica se activa por la mayor electronegatividad del zinc en comparación con el acero. De hecho, se forma un elemento Zn-Fe, de modo que el zinc se sacrifica para proteger el hierro, sobre todo en las zonas deterioradas accidentalmente (asimismo, ello se denomina "protección catódica").

Sin embargo, la desventaja del procedimiento de protección anterior es inherente por su pobre fiabilidad dado que es siempre es necesario probar adecuadamente el funcionamiento del propio galvanizado, puesto que un recubrimiento de zinc insuficiente sobre las superficies metálicas puede comprometer la duración del propio recubrimiento, que es una función del espesor del zinc aplicado y del tipo de entorno en el que se encuentre el producto, factores que determinan la rapidez de la corrosión del recubrimiento.

La corrosión de la capa de zinc, de hecho, tiene lugar generalmente sobre todo en el primer período de vida del producto de hormigón, cuando el grado de alcalinidad en su interior todavía es muy elevado, puesto que el zinc, a diferencia de hierro, se oxida en este tipo de entorno, aunque en cualquier caso el empleo de barras galvanizadas proporciona un incremento no despreciable de la durabilidad del propio hormigón armado, puesto que el zinc, cuando está sometido a corrosión, lleva a cabo su función de protección en relación con el acero situado por debajo. Dado que los productos de corrosión del zinc, de hecho, no se expanden como ocurre en el caso del óxido, no ocasionan daños mecánicos al hormigón que los rodea. La corrosión del zinc constituye una indicación en cualquier caso de que existe una protección catódica del acero, aunque como resultado el acero progresivamente pierde su recubrimiento. Una vez finaliza el período de protección debido a la desaparición de la capa de protección de zinc, el acero empieza a corroerse como en el caso de las armaduras convencionales, aunque el incremento de la vida útil de las propias estructuras cementosas resulta evidente.

Una desventaja adicional de la que adolece dicho procedimiento de galvanización por inmersión en baño caliente se muestra en el hecho de que no se puede aplicar para refuerzos metálicos de productos de construcción que ya estén instalados, y que únicamente requieran tareas de mantenimiento, en este caso pudiéndose recurrir como máximo al galvanizado en frío, aunque este último tratamiento es incluso menos eficaz y durable que el anterior.

Por lo tanto, puesto que la corrosión de los refuerzos en el interior de conglomerados se puede producir asimismo en el caso de una mezcla cementosa bien preparada, aunque transcurra más lentamente en el tiempo, algunas veces se toma la decisión radical de sustituir el refuerzo convencional por otro tipo de material menos reactivo, como el acero inoxidable, el titanio o incluso fibras compuestas, aunque la desventaja de dichas soluciones está vinculada obviamente a un coste mucho más elevado.

Una solución técnica conocida adicional es el recubrimiento de las barras de acero convencionales con materiales resistentes a la corrosión, como resinas de epoxi. La aplicación de dicho tipo de materiales, sin embargo, adolece de ciertos inconvenientes al respecto del almacenamiento de las barras antes de su utilización y de su manipulación cuando se depositan, y asimismo al respecto de una adherencia no perfecta de las superficies recubiertas con el hormigón.

En el documento DD 101 198 A1 se describe una barra metálica que presenta todas las características del preámbulo de la reivindicación 1, y un proceso para el tratamiento de barras metálicas que presenta todas las características del preámbulo de la reivindicación 2.

Consecuentemente, el objetivo principal según la presente invención es proporcionar, a nivel industrial, barras de acero dotadas de un medio válido de protección antioxidante, a través de un proceso productivo que sea simple de implementar y con un coste productivo mínimo.

Un objetivo adicional según la presente invención, no menos importante que el anterior, es la obtención de barras de acero que se puedan almacenar sin sufrir oxidación, incluso si se dejan al aire libre durante intervalos prolongados, sin que existan problemas vinculados con su manipulación y con las operaciones necesarias de flexión y corte, y que se puedan utilizar en cualquier momento sin que sea necesario realizar un tratamiento no deseado de cepillado de la capa superficial oxidativa que normalmente se forma en las barras acero usuales cuando, tras su fabricación mediante trefilado de alambre, se almacenan, incluso para breves intervalos.

Un objetivo adicional según la presente invención es proporcionar barras de acero que garanticen la resistencia a lo largo de los siglos de los elementos constructivos contruidos con productos compuestos de hormigón armado, y de este modo prevenir el fenómeno no deseado de oxidación oculta o evidente del acero con el empobrecimiento

correspondiente de las características de resistencia tanto de las barras acero como del hormigón armado que las recubre.

Los objetivos mencionados se alcanzan mediante unas barras metálicas de cualquier tipo y diámetro destinadas a aplicaciones en la construcción para trabajos estructurales de acero o para armaduras, según la reivindicación 1, y proporcionando un proceso para el tratamiento de las barras metálicas según la reivindicación 2.

La presente invención y el proceso productivo correspondiente son totalmente novedosos, puesto que no existen barras acero de una conformación y características similares, y son de naturaleza inventiva dado que resuelven totalmente el problema que hasta momento permanecía no resuelto al respecto de la corrosión del acero, especialmente si está presente como refuerzo en edificios que comprenden hormigón armado.

Los objetivos anteriores y sus ventajas derivadas, así como las características de la presente invención y del proceso productivo correspondiente según la presente invención, se pondrán de manifiesto más claramente partir de la descripción detallada siguiente de algunas soluciones preferidas, que se proporciona a modo de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntados.

En la **figura 1** se representa una vista global esquemática de un conjunto de tres etapas F_1 - F_2 - F_3 , en las que las flechas de puntos señalan la secuencia de dichas etapas que forman el proceso industrial P para la producción de las barras B dotadas de un medio de protección antioxidante según la presente invención, hasta su transporte en camiones articulados T.

En la **figura 2** se representa una vista esquemática en planta superior de únicamente la etapa de impregnación F_1 , representada en la figura 1, en la que se aprecia una pluralidad de barras de acero B_0 a la entrada del depósito de impregnación V_1 , que se someten a un proceso de impregnación y a continuación dichas barras se impregnan con una solución bituminosa B_1 y se llevan a la salida; las flechas paralelas a las barras B_0 - B_1 señalan la orientación del movimiento de las propias barras B_0 - B_1 , mientras que las flechas pequeñas orientadas hacia abajo y hacia arriba señalan, respectivamente, el rango térmico ΔT_1 y el intervalo de impregnación Δt_1 .

En la **figura 3** se representa una vista esquemática en planta superior de únicamente la etapa de tratamiento de emulsión F_2 , representada en la figura 1, en la que se aprecia una pluralidad de barras de acero B_1 a la entrada del depósito de emulsión V_2 , que se someten a un proceso de tratamiento con la emulsión y a continuación dichas barras se impregnan y tratan con una emulsión bituminosa B_2 y se llevan a la salida; las flechas paralelas a las barras B_1 - B_2 señalan la orientación del movimiento de las propias barras B_1 - B_2 , mientras que las flechas pequeñas orientadas hacia abajo y hacia arriba señalan, respectivamente, el rango térmico ΔT_2 y el intervalo de emulsión Δt_2 .

En la **figura 4** se ilustra una barra de acero convencional, en particular una varilla que arma el hormigón B_0 .

En la **figura 5** se ilustra una barra B_1 impregnada con la solución bituminosa en frío S_b .

En la **figura 6** se ilustra una barra B_2 tratada con la emulsión bituminosa en caliente E_b .

Y finalmente, en la **figura 7** se ilustra una barra B, ya secada, en configuración rectilínea y doblada 90°, preparada para su utilización.

A partir de las figuras adjuntas, se deriva que las barras metálicas B, de cualquier tipo y diámetro para aplicaciones en la construcción de estructuras de acero o para refuerzos, según la presente invención **se caracterizan** fundamentalmente **porque** han sido sometidas a un proceso industrial de producción P que prevé el tratamiento con un medio de protección antioxidante de tipo bituminoso S_b - E_b , compatible de modo óptimo con cualquier tipo de hormigón, para estructuras de construcción con y sin hormigón armado que no se vean afectados por la corrosión y por este motivo presenten durabilidad a lo largo del tiempo.

Según la presente invención, el proceso industrial de producción P se obtiene aplicando una serie de etapas, tal como se aprecia en las figuras 1, 2 y 3, respectivamente las etapas de impregnación F_1 , tratamiento de emulsión F_2 , y secado F_3 , llevando a cabo dichas etapas secuencialmente:

- Una primera etapa F_1 (figuras 1 y 2) de inmersión de una pluralidad de barras metálicas B_0 de cualquier clase y diámetro para su utilización en el sector de la construcción del mercado (figura 4) en un primer depósito V_1 que contiene una solución bituminosa S_b , asimismo denominada solución en frío S_b , dicha solución almacenándose a una temperatura T_1 comprendida entre 6°C y 10°C, durante un intervalo Δt_1 comprendido entre uno y dos minutos a fin de obtener barras impregnadas con betún B_1 (figura 5);
- Una etapa intermedia F_2 de secado de las barras impregnadas B_1 al aire.
- Una segunda etapa F_3 (figuras 1 y 3) de inmersión de dichas barras impregnadas B_1 (figura 5) en un segundo depósito V_2 que contiene una emulsión bituminosa E_b , asimismo denominada emulsión en caliente E_b , dicha emulsión almacenándose en un rango térmico ΔT_2 de unos 400°C, durante un intervalo Δt_2 comprendido entre uno y dos minutos a fin de obtener barras impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa B_2 (figura 6);

- Y una etapa final F_4 de secado de dichas barras B_2 impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa (figura 6), dejándolas enfriar a temperatura ambiente T_A durante un intervalo Δt_3 , variable en función de la temperatura externa, comprendido entre aproximadamente diez minutos en invierno y aproximadamente veinte minutos en verano, a fin de obtener barras metálicas B (figura 7) que no se vean afectadas por la corrosión y por este motivo presenten durabilidad a lo largo del tiempo.

Las barras metálicas B se obtienen preferentemente empleando barras metálicas B_0 de cualquier clase y diámetro para aplicaciones en el sector de la construcción del mercado, de un tipo que comprenda acero de baja aleación, ya que las barras de acero utilizadas para proporcionar un refuerzo están realizadas normalmente en acero al carbono y usualmente presentan una sección transversal circular (de aquí, la denominación común de "varilla"). La superficie exterior de dichas barras B_0 disponibles comercialmente está caracterizada por un estriado particular denominado "moleteado", cuya función es la mejora de la adherencia de la estructura de hormigón con las propias barras. Las barras que de este modo se obtienen se denominan barras con "adherencia mejorada" o bien barras "con nervios" y se conocen normalmente por el nombre de "varillas moleteadas".

Hasta hace algunas décadas, los estándares preveían la utilización de barras con pocas irregularidades, y se evitaba el empeoramiento en el interior del hormigón formando en los extremos de las barras unas curvas en forma de gancho que constituían agarres internos adecuados.

La presente invención se puede aplicar en la construcción, preferentemente en el ámbito de armaduras típicas de elementos estructurales, como vigas y columnas, que se caracterizan por dos series de barras de refuerzo:

- Barras longitudinales, dispuestas paralelas al eje del elemento, tanto en la zona sometida a un esfuerzo de tracción, como en la zona sometida a un esfuerzo de compresión, con la función principal de cooperar con el hormigón absorbiendo los esfuerzos de flexión o los esfuerzos de compresión-flexión (en la zona sometida a la un esfuerzo de tracción, en vista de la pobre resistencia al esfuerzo de tracción que presenta el hormigón, las barras B poseen la función de absorber totalmente dicho esfuerzo de tracción, mientras que las barras B sometidas a compresión poseen la función principal de conceder mayor ductilidad a la estructura, y del mismo modo, en el caso de vigas, las barras B, en la zona sometida a un esfuerzo de compresión, se usan también como barras de soporte de abrazadera);
- Y barras transversales (denominadas "abrazaderas"), de diámetro menor que el de las barras longitudinales, dispuestas transversalmente con respecto al eje de la estructura y que poseen una función triple; a saber, posibilitan el mantenimiento de la posición de las barras longitudinales antes y durante el vertido del hormigón, absorben los esfuerzos cortantes a los que está sometido el elemento, y reducen la longitud de la flexión libre de las barras longitudinales B sometidas a compresión, evitando su deformación.

La elección de las barras B_0 que comprenden acero común de baja aleación se justifica por el hecho de que presentan un coste mínimo en el mercado de la construcción (el acero al carbono corriente y el acero para el pretensado pertenecen a dicho grupo), pero el proceso P según la presente invención se puede aplicar asimismo para piezas de refuerzo con reducida sensibilidad a la corrosión, como acero galvanizado o acero inoxidable.

En lo que concierne a piezas de refuerzo de acero inoxidable, cabe remarcar que por su elevado coste hasta la fecha se ha recomendado y limitado su aplicación únicamente para la construcción de estructuras en condiciones ambientales muy agresivas, sobretudo vinculadas con la presencia de agua marina o sales antihielo, o bien en otros casos en los que debido a la importancia de la estructura, se requiere un tiempo de vida útil muy prolongado (por ejemplo, mayor a 100 años). Sin embargo, aplicando el presente proceso, es posible obtener una durabilidad incomparable del producto cementoso, asimismo con barras de acero de baja aleación B_0 .

Las barras de acero de baja aleación B_0 para hormigón armado se fabrican en plantas asimismo en forma de barras o rodillos, mallazo o retículas, para su utilización directa en la obra o como elementos básicos para transformaciones subsiguientes. Consecuentemente, el proceso P al que se refiere la presente invención se puede aplicar asimismo para dichos productos comerciales existentes en el mercado, a fin de proporcionar una excelente resistencia a la corrosión.

Los medios de protección antioxidantes de tipo bituminoso S_b-E_b se obtienen a partir de sustancias bituminosas, a saber, mezclas de hidrocarburos de origen natural o bien obtenidos por destilación en el procesado de crudo, o mezclas de ambos tipos de hidrocarburos.

Se recuerda, simplemente a título de ejemplo descriptivo, que el betún puede ser natural o de tipo destilado.

El betún natural, que se encuentra en los yacimientos petrolíferos en cuerpos de oscuro a negros, usualmente impregna las rocas porosas, proviene de una destilación natural a baja temperatura que se produce a lo largo de milenios en el recubrimiento del crudo y que entra en contacto con el oxígeno atmosférico. De hecho, el primer material utilizado por el hombre para la impermeabilización constituía precisamente asfalto colado, que comprendía una mezcla de agregados y betún. Dicha mezcla existe asimismo en estado natural en Abruzzo y Sicilia (Ragusa) y

sometida a un proceso de compresión con medios tecnológicos proporcionados especialmente, se reducía a una "masa", que se denomina "masa asfáltica", que hoy en día ya no se utiliza.

El betún destilado proviene de la destilación artificial de crudo, a una temperatura elevada y durante unas pocas horas. El betún destilado se utiliza hoy en día en todos los trabajos de impermeabilización para pavimentación de carreteras, etc.

Dicho betún, en plantas productivas, se vierte en buques cisterna a una temperatura de aproximadamente 100°C, se transporta a instalaciones para mezcla de hormigón, y se vierte en depósitos de grandes dimensiones, en los que se mantiene a la misma temperatura, listo para su utilización. Para las carreteras, dicho betún se prepara con agregado para formar conglomerados bituminosos, mientras que para tareas de impermeabilización, el betún se vierte en bidones dispuestos especialmente y se enfría. Posteriormente, los bidones se transportan a su lugar de utilización, en los que se calientan a una temperatura aproximada de 300°C y a continuación se distribuyen en bancales, puentes en construcción, etc., a fin de formar una capa bituminosa. Hoy en día, sin embargo, la capa bituminosa convencional se ha sustituido por una prefabricada, las membranas, que resultan más convenientes para el transporte e instalación y que han encontrado un gran abanico de aplicaciones.

La clasificación de los distintos tipos de betún toma en consideración las características físico-químicas (temperatura de reblandecimiento, penetración, viscosidad, ductilidad, combustibilidad, solubilidad en diversos disolventes, etc.).

El betún natural se mezcla frecuentemente con el betún artificial restante proveniente de la destilación de crudo con alquitrán; por este motivo, ya no es posible hacer una distinción clara entre dichos tipos de compuestos.

La distinción de los tipos diversos de betún natural se efectúa según su origen, pero asimismo según su aplicación. Las características del betún natural son: consistencia sólida o semisólida; dureza; color; y volatilidad variable. El betún natural quemado con una llama fuliginosa, reblandecido con calor, y que adquiere propiedades de adherencia, es impermeable al agua, aislante, resistente a los agentes atmosféricos, y posee un buen grado de consistencia.

Dadas las características anteriores del betún natural y artificial, se ha concebido el proceso industrial de producción P al cual hace referencia el presente documento, aplicando la idea de barras de acero B₀ protectoras disponibles comercialmente con un medio de protección antioxidante de tipo bituminoso S_b-E_b, que puede aplicarse sumergiendo las propias barras de acero en soluciones y emulsiones bituminosas.

Cabe señalar lo siguiente:

- Con el término "solución" se entiende la disolución de una sustancia, ya sea sólida o líquida, en un líquido adicional, en el que la sustancia en exceso se denomina "disolvente" y la sustancia en defecto se denomina "sustancia disuelta"; mientras que
- con el término "emulsión" se entiende una suspensión en forma de gotitas (en fase discontinua) de un líquido en un líquido adicional (en fase continua) no mezclable con el primero (por ejemplo, la emulsión de aceite en agua). La estabilidad de una emulsión depende de numerosos factores, como: el tamaño de las partículas, la diferencia de densidad de ambas fases (fase discontinua y fase continua), las condiciones de temperatura, la agitación durante la conservación, el modo de preparación, etc., aunque sobretodo de la naturaleza y cantidad de estabilizantes o emulsificantes.

A la vista de lo anterior, se ha encontrado que el betún se puede preparar de distintos modos, en función del punto de inicio (rango de temperatura) de su grado de reblandecimiento. El primer tipo se obtiene a 30°C/50°C, el segundo a 50°C/70°C, y el tercero a 70°C/100°C. El segundo tipo con reblandecimiento entre 50°C y 70°C, precisamente debido a dicho grado de reblandecimiento, es más idóneo para la obtención de una fluidez mayor en comparación con los otros dos tipos y consecuentemente, en este rango de temperatura, se obtiene el denominado betún oxidado o soplado.

El betún oxidado constituye un producto que se obtiene haciendo que el oxígeno o el aire actúen en condiciones de elevadas temperaturas, a fin de producir un incremento en el índice de penetración en la medida en que se obtenga una masa de plástico. La oxidación se produce desde el punto de vista químico deshidrogenando el producto y originando componentes de peso molecular más elevado. Dicho betún oxidado se comprime y se reduce para formar masas denominadas "masas de betún oxidado" a fin de obtener betún oxidado preparado para su reblandecimiento y poder obtener la emulsión bituminosa en caliente E_b.

El proceso industrial P para la fabricación de las barras metálicas B a las que se refiere la presente invención, como ya se ha dicho anteriormente, emplea preferentemente barras de acero de baja aleación B₀ que actualmente se utilizan en edificios realizados en hormigón armado y preparados para su utilización en conglomerados cementosos en estado natural (véase la figura 4) y un par de depósitos V₁-V₂, el primero V₁ utilizándose como depósito de impregnación y el segundo V₂ utilizándose como depósito de emulsión.

A fin de poder obtener una mayor adherencia de la emulsión, las barras (o varillas) de acero B_0 preparadas para su utilización se sumergen mecánicamente en un depósito metálico de dimensiones adecuadas para el entorno de procesado y con la cantidad requerida, comprendiendo una solución apropiada, denominada "solución bituminosa en frío" S_b , que según la presente invención presenta una base de betún oxidado y disolventes técnicos de secado rápido de tipo conocido, asimismo denominada solución de impregnación bituminosa S_b .

La temperatura T_1 de dicha solución bituminosa S_b , está comprendida preferentemente entre 6°C y 10°C , y el intervalo Δt_1 está comprendido entre uno y dos minutos.

Durante el periodo en el que se detengan las tareas o durante las vacaciones, es necesario tomar la precaución de cubrir el depósito de impregnación V_1 con una placa metálica delgada a fin de prevenir la evaporación de la solución bituminosa S_b .

Las barras de acero B_0 , que se encuentran a temperatura ambiente, para la etapa de impregnación bituminosa F_1 se sumergen en el depósito V_1 (etapa F_1), que preferentemente constituye un depósito metálico cuyas dimensiones son aproximadamente 20 metros de longitud y 10 metros de anchura, y que contiene la solución bituminosa en frío S_b .

A continuación, las barras de acero B_0 se sumergen en dicha solución bituminosa en frío S_b , permaneciendo en su interior algunos minutos, preferentemente uno o como máximo dos minutos.

Tras dicha inmersión, se extraen de dicho depósito y se dejan secar al aire el tiempo necesario (etapa F_2).

Una vez que se hayan secado, las barras de acero impregnadas de la solución bituminosa en frío B_1 , se sumergen en el depósito de emulsión V_2 (etapa F_3), que asimismo constituye preferentemente un depósito metálico cuyas dimensiones sean aproximadamente 20 metros de longitud y 10 metros de anchura, y que contiene la emulsión bituminosa en caliente E_b , en la que las barras permanecerán durante unos dos minutos adicionales.

El segundo depósito metálico V_2 contiene la emulsión bituminosa en caliente a una temperatura controlada T_2 comprendida entre 350°C y 450°C , preferentemente aproximadamente 400°C , en la que las barras B_1 , como ya se ha mencionado, permanecen un intervalo Δt_2 aproximado comprendido entre uno y dos minutos.

La emulsión bituminosa E_b a dicha temperatura es muy fluida y adquiere una función aglutinante.

Las barras B_2 , impregnadas y tratadas de este modo con la emulsión bituminosa, se sacan y se dejan secar durante el tiempo necesario (etapa F_4), dejándolas enfriar a temperatura ambiente T_A durante un intervalo Δt_3 que varía en función de la temperatura externa, estando comprendido entre aproximadamente diez minutos en invierno hasta aproximadamente veinte minutos en verano, a fin de obtener unas barras metálicas B que no se vean afectadas por la corrosión y que por lo tanto presenten durabilidad a lo largo del tiempo.

Las barras B , de este modo impregnadas, tratadas con la emulsión bituminosa y secas, están listas para ser cargadas en camiones y para su transporte posterior al lugar de la obra. Para una carga y transporte correctos de dichas barras B , se prevé separarlas con una lámina de polietileno a fin de evitar que debido a un aumento de temperatura se pueda calentar la capa de emulsión bituminosa, y a fin de prevenir que las propias barras "se peguen", es decir que se adhieran entre sí.

Se suministra asimismo por lo menos un par de medios de izado, inmersión y traslación M_s de las barras B_0 - B_1 - B_2 - B , tal como se aprecia en la figura 1, provistos de mecanismos diseñados para:

- sumergir las barras de acero B_0 en el depósito V_1 a fin de que queden impregnadas con la solución bituminosa en frío S_b (etapa F_1);
- extraer dichas barras impregnadas B_1 del depósito V_1 , dejándolas secar al aire (etapa F_2) y a continuación desplazarlas a un depósito V_2 para posteriormente sumergirlas en la emulsión bituminosa en caliente E_b (etapa F_3);
- extraer las barras impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa B_2 del último depósito V_2 , dejándolas al aire para que se sequen (etapa F_4), y este modo obtener las barras B a las que se refiere la presente invención, que a continuación se pueden preparar para su carga en camiones a fin de transportarlas al lugar de las obras o para su almacenamiento.

Las barras B obtenidas con este proceso presentan la ventaja adicional de que posteriormente se pueden curvar o doblar, según los requisitos, dado que la emulsión bituminosa en caliente a una temperatura de aproximadamente 400°C cubre la barras de acero con un espesor prefijado, perfectamente compatible con dicho tipo de operaciones y para utilizarse con conglomerado cementoso para construir estructuras de hormigón armado.

En el caso de que se quiera obtener un mayor espesor de la emulsión bituminosa, es necesario reducir el rango de temperatura ΔT_2 de la emulsión en caliente, desde un valor de unos 400°C a un valor en torno a los 300°C , o alternativamente, sumergir las barras de acero B_2 una segunda vez en el mismo depósito de emulsión bituminosa V_2

a fin de obtener una segunda capa de emulsión bituminosa que se deposite sobre la primera, aportando dicho mayor espesor.

Sin embargo, no se recomienda efectuar inmersiones adicionales en el depósito de emulsión, ya que ello podría comprometer la cohesión necesaria entre el conglomerado cementoso y las barras B, necesario para adquirir una resistencia óptima de la estructura de hormigón armado que se desea obtener.

Se prevé que mediante la solución diseñada se logren unas barras de acero prácticamente inmunes a lo largo del tiempo, dado que mientras que el conglomerado cementoso tiende con el paso de los siglos en cualquier caso a disgregarse y a reducirse parcialmente a polvo, las barras de acero, impregnadas en primer lugar con la solución bituminosa en frío y a continuación con la emulsión bituminosa en caliente, permanecerán intactas.

Consecuentemente, la ventaja fundamental de la presente invención es haber concebido un proceso industrial productivo que confiere a las barras de acero (o en general, a barras metálicas) la característica de inalterabilidad a lo largo del tiempo, permitiendo obtener un poder aglutinante y una adherencia notables entre las barras y el conglomerado cementoso en estructuras de hormigón armado, una elevada resistencia a los agentes atmosféricos y una durabilidad ilimitada a lo largo del tiempo.

Una ventaja adicional, no menos importante que la anterior, se debe a que las barras de acero tratadas de este modo conservan en cualquier caso las propiedades de resistencia (resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, etc.) en el mismo grado que las no tratadas, y por lo tanto se evita la necesidad de demoler edificios, hoteles o rascacielos debido al avanzado estado de corrosión de hierro que forme parte de los elementos realizados en acero, puesto que las barras de acero tratadas de este modo resisten mucho más tiempo que las ya conocidas, incluso llegando a ser indestructibles a lo largo del tiempo.

Como se pone de manifiesto a partir de la descripción anterior y de las figuras adjuntas, las ventajas adicionales de las barras a las que se refiere la presente invención son precisamente el resultado de la simplicidad de su producción industrial debido a las características constructivas propias de dichas barras (y propias del resto de elementos de acero adicionales que constituyan refuerzos constructivos, que podrían asimismo someterse al mismo proceso de impregnación con la solución y la emulsión bituminosas), lo que lleva a la ventaja adicional de minimización de los costes de producción y por lo tanto de los costes de instalación y regulación (doblado y cortado de las barras) en la obra.

Debe señalarse que la presente invención se puede aplicar a barras de acero para la construcción, tanto en aceras, en las que se fabrican, como en depósitos (almacenes, talleres, etc.).

En el caso de las aceras, es preciso que las barras que salen del horno en primer lugar se enfríen a temperatura ambiente antes de sumergirlas en la solución bituminosa en frío S_b , mientras que en el caso de almacenar las barras en depósitos, antes de sumergirlas en la solución bituminosa en frío S_b , es necesario someterlas a un tratamiento preliminar a fin de eliminar el óxido que habitualmente se forma en la superficie exterior. Por ejemplo, se podría llevar a cabo un tratamiento desoxidante u otro tipo de tratamiento conocido a fin de eliminar el óxido u otras sustancias (grasa, aceite, etc.) que puedan obstaculizar la buena adherencia de la capa de protección que impregna las barras.

Asimismo, la presente invención tiene la ventaja indudable de que permite una optimización de la protección de las barras contra su corrosión, asimismo permitiendo la automatización total en línea de la producción de las varillas o de otros productos comerciales existentes en el mercado, asimismo en forma de barras o rodillos, mallazo o retículas, para su utilización directa en la obra o como elementos básicos para transformaciones posteriores; por este motivo, el proceso según la presente invención se puede aplicar asimismo a dichos productos comerciales.

Resulta evidente que se pueden realizar numerosas modificaciones, adaptaciones, integraciones, variaciones y sustitución de elementos funcionalmente equivalentes en las formas de realización descritas en el presente documento, descritas puramente a título ilustrativo y no limitativo, sin apartarse con ello de la esfera de protección definida por las reivindicaciones subsiguientes.

LEYENDA

(B₀) barras metálicas para aplicaciones en el sector de la construcción existente en el mercado

(B₁) barras impregnadas con solución bituminosa

(B₂) barras tratadas con emulsión bituminosas

(B) barras metálicas a las que se refiere la presente invención

(P) proceso industrial de producción

(S_b, E_b) medios de protección antioxidante de tipo bituminoso

(S_b) solución bituminosa o solución en frío

(E_b) emulsión bituminosa o emulsión en caliente

(F₁) etapa de impregnación

- (F₂) etapa de tratamiento con emulsión
- (F₃) etapa de secado
- (V₁) depósito de impregnación
- (V₂) depósito de emulsión
- 5 (T₁) rango térmico de la impregnación
- (Δt₁) tiempo de impregnación
- (T₂) rango térmico de la emulsión
- (Δt₂) tiempo de tratamiento de emulsión
- (T_A) temperatura ambiente
- 10 (Δt₃) tiempo de secado
- (M_S) medios de izado, inmersión y traslación de las barras (T) a camiones articulados para transportarlas

REIVINDICACIONES

1. Barra metálica (B), de cualquier tipo y diámetro para aplicaciones en la construcción de estructuras de acero o para refuerzos, obtenida mediante un tratamiento (P) que prevé la aplicación de un medio de protección antioxidante de tipo bituminoso (S_b-E_b), compatible de modo óptimo con cualquier tipo de hormigón, para estructuras de construcción con y sin hormigón armado que no se vean afectados por la corrosión y por este motivo presenten durabilidad a lo largo del tiempo, **caracterizada por** obtenerse mediante un tratamiento (P) que prevé la impregnación de la propia barra con una solución bituminosa basada en betún oxidado (S_b) y una emulsión bituminosa (E_b), ello realizándose mediante:
 - una primera inmersión (F_1) de una o más barras metálicas a temperatura ambiente (B_0) en un primer depósito (V_1), que contiene una solución bituminosa basada en betún oxidado (S_b) y disolventes técnicos de secado rápido, asimismo denominada "solución en frío (S_b)", dicha solución almacenándose a una temperatura (T_1) comprendida entre 6°C y 10°C , durante un intervalo (Δt_1) comprendido entre uno y dos minutos, a fin de obtener barras impregnadas con betún (B_1);
 - un primer secado (F_2) de las barras impregnadas (B_1) al aire;
 - una segunda inmersión (F_3) de dichas barras impregnadas (B_1) en un segundo depósito (V_2) que contiene una emulsión bituminosa (E_b), asimismo denominada "emulsión en caliente (E_b)", dicha emulsión almacenándose a una temperatura (T_2) comprendida entre 350°C y 450°C , preferentemente aproximadamente 400°C , durante un intervalo (Δt_2) comprendido entre uno y dos minutos, a fin de obtener barras impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa (B_2); y
 - una etapa final (F_4) de secado de dichas barras (B_2) impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa, dejándolas enfriar a temperatura ambiente (T_A) durante un intervalo (Δt_3), variable en función de la temperatura ambiente (T_A), comprendido entre aproximadamente diez minutos en invierno y aproximadamente veinte minutos en verano, a fin de obtener barras metálicas (B) que no se vean afectadas por la corrosión y por este motivo presenten durabilidad a lo largo del tiempo.
2. Proceso para el tratamiento de barras metálicas (B) de cualquier tipo y diámetro para aplicaciones en la construcción de estructuras de acero o para refuerzos, **caracterizado por** prever la impregnación de dichas barras con una solución bituminosa basada en betún oxidado (S_b) y una emulsión bituminosa (E_b), ello realizándose mediante:
 - una primera inmersión (F_1) de una o más barras metálicas a temperatura ambiente (B_0) en un primer depósito (V_1), que contiene una solución bituminosa basada en betún oxidado (S_b) y disolventes técnicos de secado rápido, asimismo denominada "solución en frío (S_b)", dicha solución almacenándose a una temperatura (T_1) comprendida entre 6°C y 10°C , durante un intervalo (Δt_1) comprendido entre uno y dos minutos, a fin de obtener barras impregnadas con betún (B_1);
 - un primer secado (F_2) de las barras impregnadas (B_1) al aire;
 - una segunda inmersión (F_3) de dichas barras impregnadas (B_1) en un segundo depósito (V_2) que contiene una emulsión bituminosa (E_b), asimismo denominada "emulsión en caliente (E_b)", dicha emulsión almacenándose a una temperatura (T_2) comprendida entre 350°C y 450°C , preferentemente aproximadamente 400°C , durante un intervalo (Δt_2) comprendido entre uno y dos minutos, a fin de obtener barras impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa (B_2); y
 - una etapa final (F_4) de secado de dichas barras (B_2) impregnadas y tratadas con la emulsión bituminosa, dejándolas enfriar a temperatura ambiente (T_A) durante un intervalo (Δt_3), variable en función de la temperatura ambiente (T_A), comprendido entre aproximadamente diez minutos en invierno y aproximadamente veinte minutos en verano, a fin de obtener barras metálicas (B) que no se vean afectadas por la corrosión y por este motivo presenten durabilidad a lo largo del tiempo.
3. Barra metálica (B) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha solución bituminosa en frío (S_b) está constituida por betún natural y artificial que puede encontrarse actualmente en el mercado.
4. Barra metálica (B) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha emulsión bituminosa en caliente (E_b) está constituida por betún natural y artificial que puede encontrarse actualmente en el mercado,
5. Barra metálica (B) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha solución bituminosa en frío (S_b) y dicha emulsión bituminosa en caliente (E_b) pueden sustituirse a lo largo del tiempo por soluciones y emulsiones constituidas por otras sustancias disponibles en la naturaleza, pero equivalentes, como medios de protección antioxidantes, diseñados para proteger las propias barras u otros elementos estructurales metálicos contra la corrosión.
6. Barra metálica (B) según la reivindicación 1, **caracterizada por** obtenerse preferentemente utilizando barras metálicas realizadas en un acero de baja aleación (B_0) de cualquier clase y diámetro para aplicaciones en la construcción existente en el mercado.
7. Proceso (P) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** se prevén unos medios de izado, inmersión y traslación de las barras (M_s) diseñados para automatizar totalmente el proceso de producción (P).

8. Proceso (P) según la reivindicación 2, **caracterizado por** poderse automatizar industrialmente y **porque** es aplicable no únicamente a dichas barras de baja aleación (B_0), sino también a otros tipos de elementos estructurales metálicos existentes en el mercado y distintos a las barras, como rodillos, mallazo o retículas.

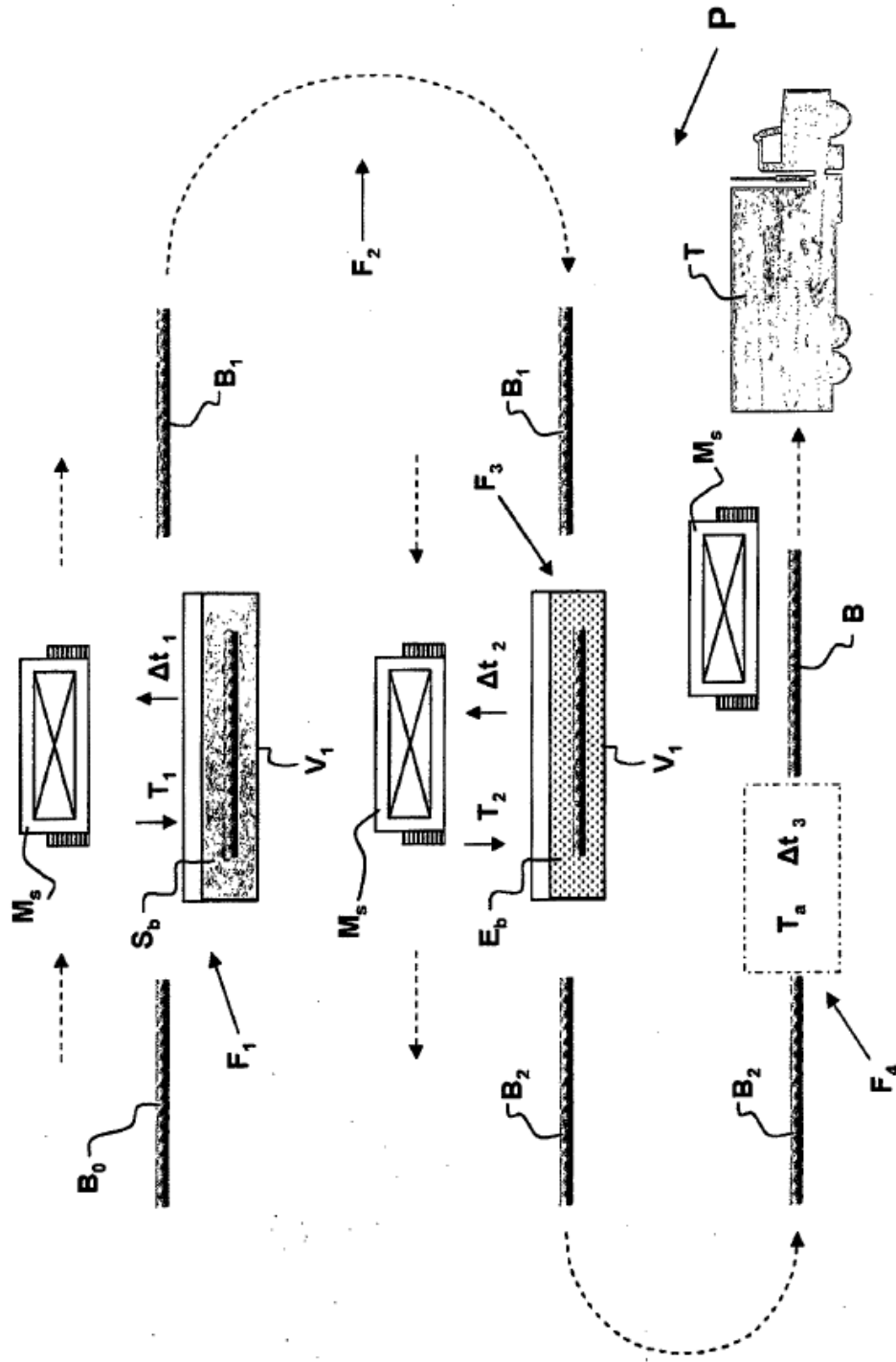


Fig.1

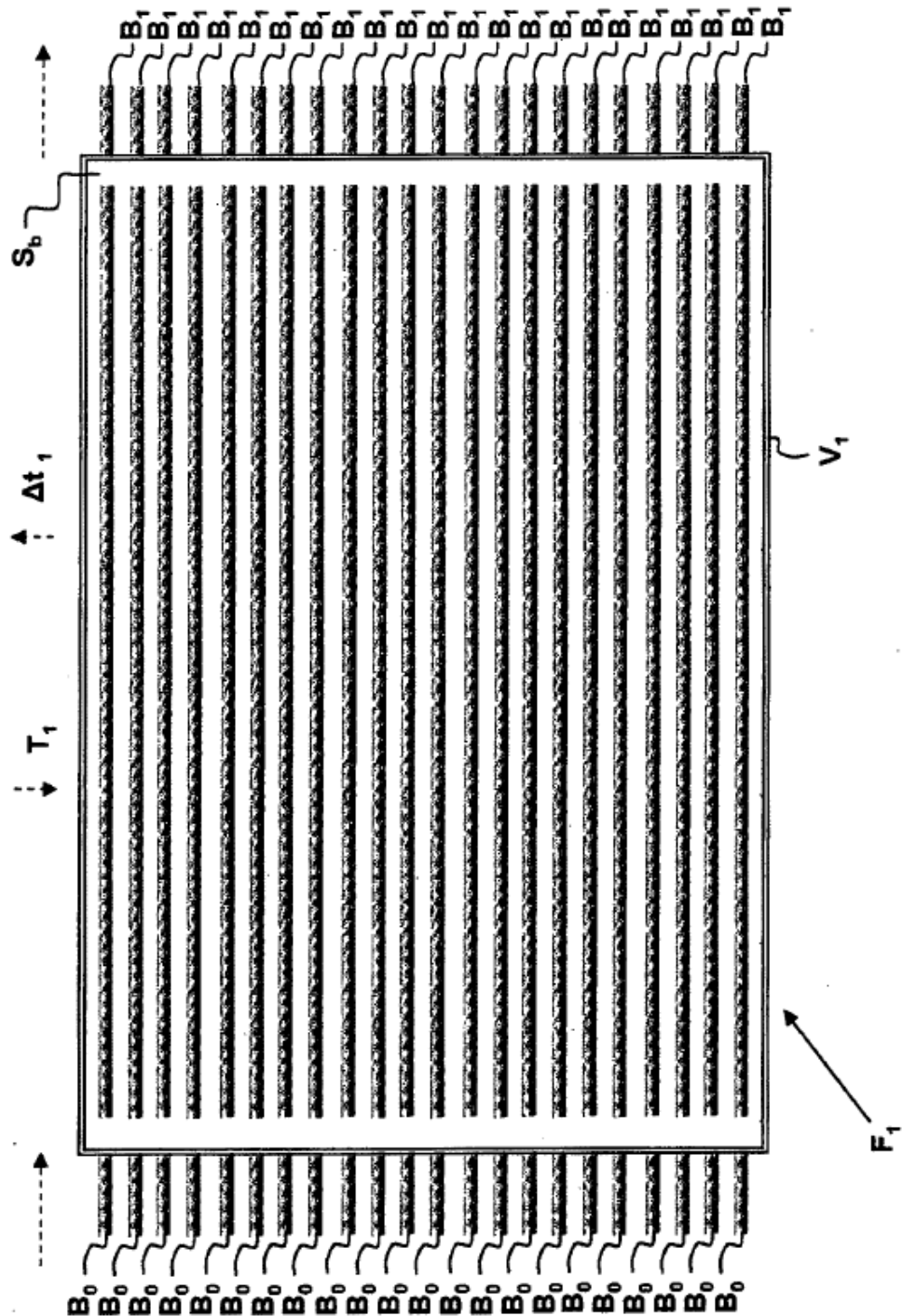


Fig.2

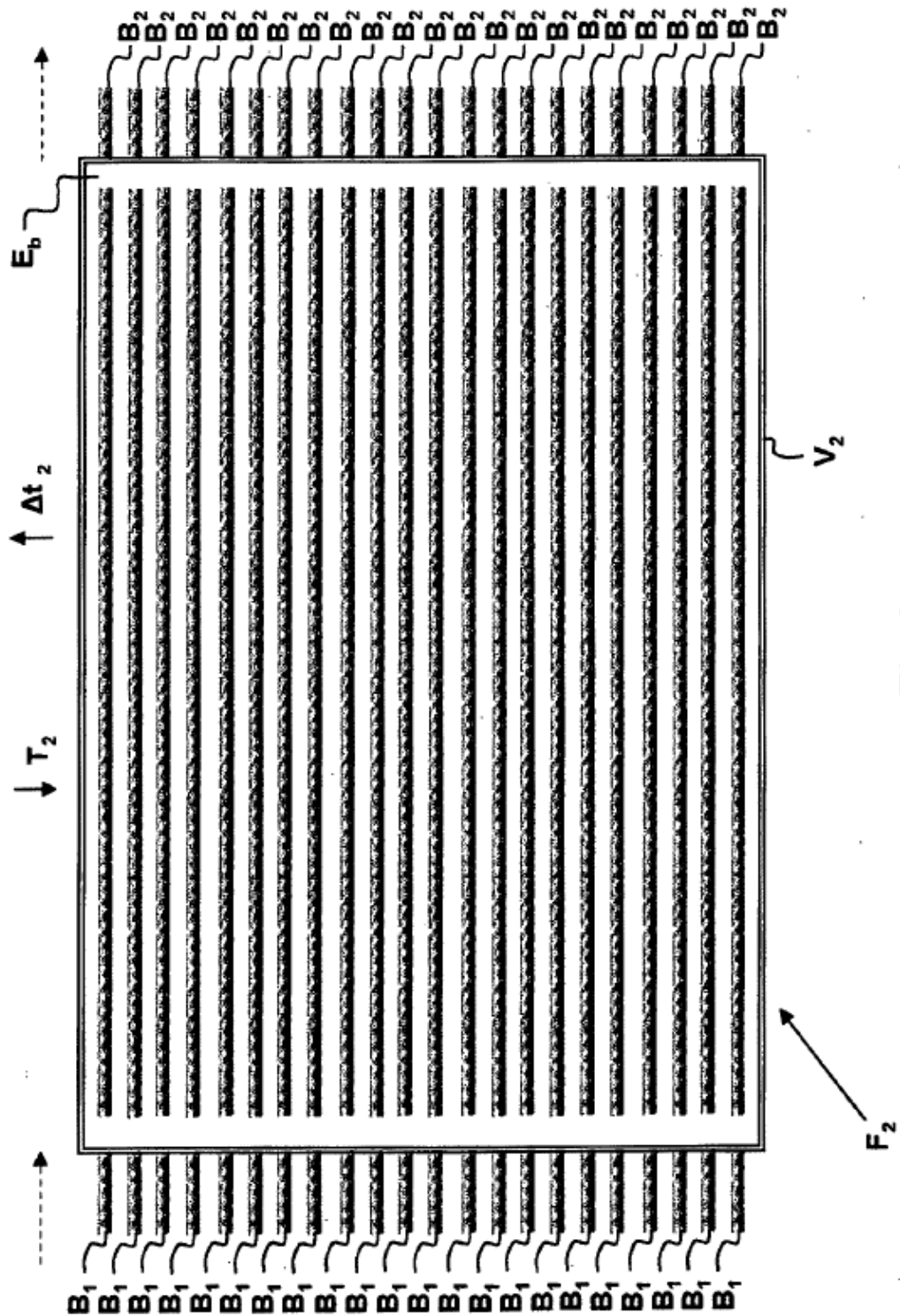


Fig.3

