(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 763 441**

(51) Int. CI.:

C04B 26/04 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
E01B 3/44 (2006.01)
B29C 43/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2016 PCT/EP2016/059064**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2017 WO17182096**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2016 E 16717667 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3445734**

(54) Título: **Procedimiento para la fabricación de una traviesa para el uso en una superestructura de vía**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

(73) Titular/es:

VOSSLOH FASTENING SYSTEMS GMBH (100.0%)
Vosslohstraße 4
58791 Werdohl, DE

(72) Inventor/es:

BÖSTERLING, WINFRIED;
BEDNARCZYK, ADRIAN y
SCHRÖDER, NICOLAS

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

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

Procedimiento para la fabricación de una traviesa para el uso en una superestructura de vía

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una traviesa prevista para el uso en una superestructura de vía, que está formada por una mezcla de materia sintética y arena.

Cuando en este texto se hace referencia a normas o directivas equiparables, se refiere siempre a la versión vigente en el momento de la presentación de la presente solicitud, a no ser que se indique expresamente lo contario.

La vía transitada por vehículos ferroviarios es parte de la superestructura de vía y comprende carriles sobre los que ruedan las ruedas del vehículo ferroviario, traviesas que soportan los carriles y los mantienen en su posición correcta y medios de fijación de carril con los que los carriles están fijados sobre las traviesas. Las traviesas habitualmente están apoyadas sobre un lecho de balasto ("superestructura de lecho de balasto") o sobre un fondo firme ("calzada firme") que está formado por ejemplo por placas de hormigón o similares.

Durante el uso, las traviesas están expuestas a altas solicitaciones. No solo tienen que absorber el peso de los carriles y del vehículo ferroviario, sino que durante el tránsito de un vehículo ferroviario también tienen que absorber altas solicitaciones dinámicas. Al mismo tiempo, tienen que soportar condiciones ambientales rudas y muy variables que se caracterizan por ejemplo por grandes variaciones de temperatura o de humedad.

Las traviesas convencionales se componen de madera, acero u hormigón. Las traviesas de madera son comparativamente caras, pero durante el uso se comportan de forma elástica en cierta medida. Esto ofrece la ventaja de que con ellas se pueden formar sin mayor esfuerzo fijaciones de carriles que en el sentido de la fuerza de gravedad presentan cierta flexibilidad ventajosa para la duración útil del carril. A ello se opone el hecho de que son necesarias medidas complejas y en parte críticas bajo el aspecto medioambiental, para proteger las traviesas de madera contra la degradación. Por el peligro de degradación, las traviesas de madera además deben inspeccionarse y mantenerse en intervalos comparativamente cortos.

Las traviesas de hormigón, en cambio, son más resistentes al desgaste y se pueden fabricar de forma más económica. Sin embargo, presentan un elevado peso y no son elásticas. La deficiente elasticidad hace necesarias medidas adicionales para realizar la flexibilidad exigida en el respectivo punto de fijación de carril. Además, en caso de cambios meteorológicos extremos, las traviesas de hormigón se muestran propensas a un envejecimiento que progresa con rapidez.

Como alternativa a las traviesas de madera o de hormigón convencionales se propusieron traviesas compuestas de una mezcla de materia sintética y arena (documento DE202011050077U1). La arena y los polímeros de la materia sintética deben estar unidos entre sí de tal forma que por una parte se consiga una suficiente rigidez de forma, pero por otra también una elasticidad comparable al comportamiento de la traviesa de madera. El documento US5,055,350 describe traviesas de materia sintética a base de arena y materia sintética reciclada.

Un procedimiento con el que se pretende hacer posible la fabricación de este tipo de traviesas se conoce del documento EP1299321B1. En este procedimiento, la arena se calienta a entre 300 y 800 ºC y entonces se mezcla con un granulado de la respectiva materia sintética. La mezcla se introduce en un molde que reproduce la traviesa y se enfría, a una presión de 1 a 40 kPa, a entre 60 y 100 ºC. El tamaño de granos de la arena debe situarse entre 0,5 y 0,9 mm.

Ante los antecedentes del estado de la técnica, ha resultado el objetivo de proporcionar un procedimiento con el que se puedan fabricar con seguridad funcional y de forma económica traviesas que tengan características de uso optimizadas.

La invención ha conseguido este objetivo mediante el procedimiento indicado en la reivindicación 1.

Formas de realización ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes y se describen en detalle a continuación como la idea general de la invención.

El procedimiento según la invención para la fabricación de una traviesa para el uso en una superestructura de vía comprende por tanto los siguientes pasos de trabajo:

a) la puesta a disposición de una mezcla que se compone a entre 10 y 60 % en masa de un granulado de una materia sintética deformable por aporte de calor, siendo la parte restante una arena con una densidad aparente de 1,4 a 2,0 g/cm^3,

b) el calentamiento de la mezcla a una temperatura de 150 a 180 ºC;

c) la introducción de la mezcla en un molde de compresión que reproduce la traviesa;

d) la compresión de la mezcla dentro del molde con una presión de compresión, medida en la mezcla, de 1 a 5 MPa durante una duración de compresión de hasta 60 min;

e) el desmoldeo de la traviesa del molde

La invención parte del conocimiento de que para una fabricación fiable y con seguridad funcional es necesario elegir un intervalo de temperatura exactamente limitado y un intervalo igualmente determinado exactamente para la presión de compresión bajo la que se mantiene la mezcla de arena y materia sintética introducida en el respectivo molde, hasta que se haya producido la unión de arena y materia sintética, necesaria para la precisión de forma de la traviesa.

El intervalo de temperatura dentro del que se sitúa la temperatura de la mezcla de arena y materia sintética durante la compresión en el respectivo molde asciende según la invención a entre 150 y 200 ºC. Esta temperatura se puede conferir a la mezcla de arena y materia sintética si en primer lugar se mezclan la arena y el respectivo granulado de materia sintética y, después, la mezcla obtenida se calienta a la temperatura de compresión. En experimentos prácticos se demostró que con temperaturas de compresión de al menos 160 ºC se pueden fabricar de manera fiable traviesas que en cuanto a su fidelidad de forma, su consistencia superficial y sus características mecánicas cumplen incluso los máximos requisitos. Bajo el aspecto de la optimización del uso de energía puede ser conveniente limitar la temperatura de compresión a como máximo 180 ºC.

Alternativamente a un calentamiento conjunto de la materia sintética y la arena, puede resultar conveniente precalentar solamente la arena y solo después mezclarla con el granulado de materia sintética aún no calentado. Como consecuencia del contacto con la arena caliente, la materia sintética hasta entonces más fría se calienta rápidamente a la temperatura de compresión necesaria según la invención. Esto no solo ofrece ventajas para el aprovechamiento efectivo de la energía térmica, sino que también repercute positivamente en el proceso de la unión entre la arena y la materia sintética. Para aprovechar estas ventajas, teniendo en consideración las proporciones de masa de arena y materia sintética, previstas en la traviesa que ha de ser fabricada, así como el comportamiento de calentamiento de la materia sintética, la arena debe calentarse más allá de la temperatura de compresión, de tal forma que la temperatura de la mezcla formada por la arena calienta y la materia sintética fresca se sitúe, después del mezclado, en el intervalo de temperatura previsto según la invención. Para ello, en experimentos prácticos se ha acreditado si la arena se calienta a una temperatura de 180 a 250 ºC, especialmente de como mínimo 190 ºC o como máximo 230 ºC, y después de mezcla con la materia sintética.

La mezcla de arena y materia sintética procesada según la invención debe presentar la temperatura de compresión definida según la invención en el molde de compresión. Para garantizar esto, en variantes de procedimiento, en las que la mezcla de arena y materia sintética se calienta antes de su introducción en el molde y se introduce en estado caliente en la herramienta de moldeo, puede ser necesario ajustar la temperatura de la mezcla de arena y materia sintética teniendo en consideración la pérdida de temperatura que puede producirse por el contacto de la mezcla con el molde, de tal forma que la temperatura de la mezcla después de su introducción en el molde siga estando situada todavía en el intervalo de temperatura definido para la temperatura de compresión. Para evitar una pérdida de temperatura excesiva, puede ser conveniente poner el molde de compresión para la introducción a en promedio al menos 100 ºC, especialmente al menos 110 ºC, habiéndose acreditado en la práctica como suficientes y ventajosas bajo el aspecto del aprovechamiento óptimo de la energía unas temperaturas de hasta 180 ºC, especialmente de hasta 140 ºC, para garantizar un temperación suficiente de la mezcla de arena y materia sintética introducida respectivamente en el molde de compresión. “En promedio” significa aquí en relación con la temperatura del molde de compresión que el promedio de la temperatura registrada para todas las zonas del molde de compresión corresponde a las definiciones según la invención. Por lo tanto, pueden existir localmente desviaciones de estas definiciones, es decir, temperaturas más altas o más bajas. Lo decisivo es que se alcance el valor promedio, no ascendiendo las desviaciones locales del valor promedio óptimamente a más de 10 %, especialmente no a más de 5 %.

Después de la compresión, se puede desmoldear la traviesa. Se entiende que, en caso de necesidad, la traviesa se enfría dentro del molde hasta una temperatura de extracción determinada para facilitar el desmoldeo. Ha resulta ser conveniente que la temperatura de extracción de la traviesa ascienda a entre 40 y 100 ºC, especialmente a entre 50 y 70 ºC.

Para el éxito de la invención también es esencial que la arena mezclada con el granulado de materia sintética tenga una densidad aparente de 1,4 a 2,0 g/cm^3, habiendo resultado ser especialmente favorables las arenas con una densidad aparente de al menos 1,6 g/ cm^3. En arenas con una densidad aparente elegida dentro de las especificaciones según la invención quedan garantizados un buen mezclado con el granulado de materia sintética y, por consiguiente, una buena unión de los granos de arena a la matriz de materia sintética que los circunda en la traviesa acabada y que se forma a partir de los granos de granulado de materia sintética fundidas y compactadas en el marco del calentamiento y del proceso de compresión. Han resultado ser especialmente favorables unas densidades aparentes de hasta 1,9 g/ cm^3, especialmente de al menos 1,7 g/ cm^3.

Experimentos prácticos arrojaron que una arena que se compone de granos con un tamaño de granos medio de 0,6 a 6 mm, especialmente de hasta 5 mm, resulta especialmente apropiado para los fines según la invención. Con una granulación de este tipo resulta una integración especialmente buena de los granos de arena en la matriz de materia sintética de la traviesa acabada. De esta manera, no solo se optimiza la estabilidad de la traviesa, sino que también se ajustan de manera óptima su comportamiento de amortiguación y su elasticidad para el uso como traviesa en una vía para vehículos ferroviarios. Resultan especialmente favorables arenas, cuyos granos presenten un diámetro medio de al menos 0,8 mm, especialmente de 1,0 mm o más de 1,0 mm, habiéndose acreditado en experimentos especialmente arenas con diámetros medios de granos de como máximo 1,6 mm.

Como arena para los fines según la invención entran en consideración todas las arenas cuya densidad aparente cumpla el requisito mínimo de las especificaciones según la invención.

Como especialmente ventajosas se han acreditado las arenas machacadas. Se trata generalmente de arenas producidas artificialmente tales como las que se originan por ejemplo al reciclar productos fabricados a base de arena, como las traviesas según la invención. Las arenas machacadas se caracterizan porque sus granos presentan en su contorno salientes de aristas vivas, a través de los que se enganchan con los granos adyacentes contribuyendo así a una estabilidad y una seguridad contra la rotura especialmente altas de la traviesa producida según la invención.

La dureza de los granos de la arena empleada según la invención presenta de manera ventajosa una dureza de 5 a 8, determinada según Mohs (véase por ejemplo Detlef Gysau, “Fülsstoffe”, 3ª edición, Hannover: Vincentz Network, 2014, ISBN: 9783866308398), habiéndose acreditado como especialmente adecuadas arenas con granos que presenten una dureza, determinada según Mohs, de al menos 6, especialmente de al menos 7.

El contenido de la mezcla de granulado de materia sintética puesta a disposición para el procedimiento según la invención en el paso de trabajo a) asciende a entre 10 y 60 % en masa, habiéndose acreditado como especialmente ventajosos unos contenidos de 20 a 40 % en masa.

Como materia sintética para la fabricación según la invención de una traviesa puede usarse básicamente cualquier materia sintética que se pueda mezclar con la arena con una constitución según las especificaciones según la invención y que pueda compactarse bajo aporte de calor y de presión de tal forma que resulte una unión suficiente entre la materia sintética y los granos de arena integrados en esta. Para ello, resultan especialmente adecuadas las materias sintéticas designadas habitualmente como “termoplásticas”.

Aquí resultan especialmente adecuados los granulados de materia sintética compuestos de un granulado de polipropileno (granulado de PP) o de un granulado de polietileno (granulado de PE), especialmente de un granulado de un polietileno de alta densidad (granulado de HDPE). Estos granulados pueden emplearse solo de un único granulado de materia sintética o como mezcla de diferentes granulados de materia sintética. En caso de estar previsto el uso de una mezcla de materias sintéticas de este tipo se ha acreditado como favorable que el granulado de materia sintética se componga a entre 40 y 60 % en masa de un granulado de PP y, como resto, de un granulado de PE o de HDPE.

Igualmente se ha acreditado como ventajoso con vistas a un buen llenado del molde durante la compresión de la mezcla de arena y materia sintética introducida según la invención en el molde conformador, si el “melt flow” (flujo de fusión) MFI/190/2, 16 (véase también: A.B. Mathur, I.S. Bhardway, “Testing and Evaluation of Plastics”, Allied Publishers PVT. Limited, 2003, ISBN 81-7764-436-X) determinado según DIN EN ISO 1133 a una temperatura de ensayo de 190 ºC y con una masa de carga de 2,16 kg, de la materia sintética o de las materias sintéticas de las que se compone el granulado de materia sintética es respectivamente inferior a 10, especialmente inferior a 9. En caso de usar un granulado de PP, su índice de flujo de fusión MFI/190/2,16 puede ser inferior a 10, y en caso de usar un granulado de PE, especialmente un granulado de HDPE, su índice de flujo de fusión puede ser inferior a 8, especialmente inferior a 5.

Un buen mezclado del material sintético con la arena de la mezcla de arena y materia sintética procesada según la invención se puede fomentar adicionalmente, si la granulación del granulado está adaptada a la granulación de la arena. Para ello, se ha acreditado que el granulado de materia sintética esté presente en forma polvorosa o pulverulenta.

Las traviesas producidas según la invención presentan una alta seguridad contra la rotura.

Ensayos realizados según DIN EN 13146-10 han arrojado para las traviesas fabricadas según la invención unas resistencias al desenganche regularmente altas que satisfacen los requisitos más severos, de manera que a este respecto se cumplen siempre de manera segura los requisitos existentes en la práctica.

Además, las traviesas según la invención resultan especialmente adecuadas para el uso de tornillos de fijación de carril autorroscantes que para la fijación del carril que ha de apoyarse respectivamente sobre la traviesa se enroscan en un orificio cilíndrico realizado en la traviesa, especialmente como taladro, y que durante ello cortan el material que

circunda el orificio. A este respecto, resulta que las traviesas según la invención pueden absorber altos pares de apriete de al menos 60 kN, sin que se produzca la rotura de material de la traviesa. Esto permite usar, en combinación con las traviesas según la invención, unos sistemas de construcción sencilla y económicos para la fijación de la traviesa que ha de ser fijada respectivamente, en los que para el anclaje sobre la traviesa se necesita solo un número mínimo de tornillos.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de un ejemplo de realización.

Para la fabricación de una traviesa conformada de manera convencional de forma paralelepipédica y alargada para una superestructura de lecho de balasto se puso a disposición una arena de cuarzo machacada. La densidad aparente de la arena era de aprox. 1,9 g/cm^3 con una dureza de 7, determinada según Mohs, y con un tamaño de granos medio de los granos de arena de 1,0 a 1,6 mm.

De la misma manera se puso a disposición un granulado de materia sintética compuesto por una mezcla de granos de materia sintética de PP y granos de materia sintética de HDPE. Los granos de materia sintética de PP y los granos de materia sintética de HDPE estaban contenidos en la mezcla en la proporción 1:1. El índice de flujo de fusión del granulado de materia sintética de PP, determinado a 190 ºC y con una carga de 2,16 kg, era de 8, mientras que en el granulado de materia sintética de HDPE era de 3. El granulado de materia sintética igualmente estaba presente como granulado.

Antes del mezclado con el granulado de materia sintética, la arena se calentó a 220 ºC con la ayuda de un cartucho calentador, calentado por medio de un aceite calentado, y sumergido en la misma. La temperatura del granulado de materia sintética, en cambio, correspondía a la temperatura ambiente.

Entonces, la arena caliente se mezcló con el granulado de materia sintética. La dosificación de arena y de granulado de materia sintética se realizó de tal forma que la mezcla de arena y materia sintética obtenida se compuso de 30 % en masa de granulado de materia sintética (respectivamente 15 % en masa de granulado de materia sintética de PP y de granulado de materia sintética de HDPE) y el resto de arena. En el marco del mezclado, el granulado de materia sintética se calentó y la arena caliente se enfrió de manera correspondiente, de tal forma que la mezcla de arena y materia sintética obtenida presentaba una temperatura de compresión de 170 ºC. A esta temperatura, el granulado de materia sintética ya se había fundido totalmente.

La mezcla de arena y materia sintética temperada de esta manera se introdujo en un molde de una herramienta de compresión, cuya temperatura se mantuvo a al menos 120 ºC.

Entonces, la mezcla de arena y materia sintética se mantuvo durante una duración de por ejemplo 30 minutos bajo una presión de 3,6 MPa. De esta manera, el molde se llenó uniformemente con la mezcla de arena y materia sintética, de forma que los detalles definidos por el molde se reprodujeron perfectamente y se produjo una unión intensa de la arena a la materia sintética circundante.

Una vez transcurrido el tiempo de compresión, se abrió el molde y la traviesa obtenida se enfrió a una temperatura de desmoldeo de 60 ºC, a la que finalmente la traviesa se desmoldeó del molde.

La traviesa obtenida presentaba una seguridad contra la rotura tan alta que podía absorber de manera duraderamente segura las solicitaciones que se producen durante el uso práctico.

Se demostró que las resistencias al desenganche, es decir, las fuerzas que son necesarias para desenganchar de la traviesa el anclaje de una fijación de carril, son claramente superiores al valor mínimo prescrito para ello en la práctica.

Igualmente, en experimentos con tornillos convencionales para traviesas se alcanzaron unos pares de apriete claramente superiores a 60 kN, por ejemplo de 70 kN y más.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una traviesa para el uso en una superestructura de vía, que comprende los siguientes pasos de trabajo:

a) la puesta a disposición de una mezcla que se compone de entre el 10 y el 60 % en masa de un granulado de una materia sintética deformable por aporte de calor y, siendo la parte restante una arena con una densidad aparente de 1,4 a 2,0 g/cm^3,
b) el calentamiento de la mezcla a una temperatura de 150 a 180 ºC;
c) la introducción de la mezcla en un molde de compresión que reproduce la traviesa;
d) la compresión de la mezcla dentro del molde con una presión de compresión, medida en la mezcla, de 1 a 5 MPa durante una duración de compresión de hasta 60 min;
e) el desmoldeo de la traviesa del molde.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la masa puesta a disposición en el paso de trabajo a) contiene entre el 20 y el 40 % en masa del granulado de una materia sintética.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la densidad aparente de la arena puesta a disposición en el paso de trabajo a) es de al menos 1,6 g/cm^3.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la duración de compresión es de al menos 5 min.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la temperatura a la que se calienta la mezcla en el paso de trabajo b) es de al menos 160 ºC.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el granulado de materia sintética se compone de un granulado de polipropileno (granulado de PP) o de un granulado de polietileno (granulado de PE).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el granulado de materia sintética se mezcla a partir de un granulado de PP y un granulado de PE.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el granulado de materia sintética se compone de entre el 40 y el 60 % en masa de un granulado de PP, siendo la parte restante un granulado de PE.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el índice de flujo de fusión MFI/190/2, 16 de la materia sintética o de las materias sintéticas de las que se compone el granulado de materia sintética es en cada caso inferior a 10.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la arena, antes de mezclarla con el granulado de materia sintética, es calentada a una temperatura de 150 a 230 ºC.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la temperatura del molde de compresión durante el llenado con la mezcla de granulado de materia sintética y arena asciende en promedio a entre 100 y 140 ºC.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la arena se compone de granos con un tamaño de granos medio de 0,6 a 6 mm.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por que** los granos de la arena presentan un tamaño de granos de 0,8 a 1,6 mm.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la arena tiene una dureza de 5 a 8, determinada según Mohs.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la arena es arena machacada.