

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 727**

51 Int. Cl.:

E01B 27/20 (2006.01)

E01B 33/06 (2006.01)

E01B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2019** **PCT/EP2019/075961**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2020** **WO20083599**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2019** **E 19779824 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023** **EP 3870760**

54 Título: **Procedimiento y máquina de construcción de vías para la estabilización de una vía**

30 Prioridad:

24.10.2018 AT 3312018

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

24.06.2024

73 Titular/es:

**PLASSER & THEURER EXPORT VON
BAHNBAUMASCHINEN GMBH (100.0%)
Johannesgasse 3
1010 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**ANTONY, BERNHARD;
AUER, FLORIAN;
KOPF, FRITZ y
WILCZEK, KRZYSZTOF**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 973 727 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

Procedimiento y máquina de construcción de vías para la estabilización de una vía

5 **Ámbito de la técnica**

La invención se refiere a un procedimiento para la estabilización de una vía, que presenta traviesas montadas sobre balastro de vías férreas y rieles fijados sobre esta, por medio de un agregado de estabilización que está unido a un bastidor de máquina trasladable sobre los rieles y comprende un excitador de vibración, así como rodillos desenrollables sobre los rieles, generando el excitador de vibración en especial vibraciones horizontales, que discurren transversalmente a la dirección longitudinal de la vía. La invención se refiere además a una máquina de construcción de vías para la realización del procedimiento.

15 **Estado de la técnica**

La estabilización de una vía, también llamada estabilización de vía dinámica, sirve para la producción de una posición de vía sostenible tras la elevación, el enderezado y el apisonado de una vía en el balastro de vías férreas. En este caso, por medio de un agregado de estabilización se genera una vibración horizontal y se transfiere sobre la vía para ocasionar una mejor durabilidad de la posición de la vía mediante una sacudida de la vía. De este modo se reducen en gran medida hundimientos en el lecho de balastro, que se producen tras la elevación, el enderezamiento y el apisonado de una vía. Por lo demás, la resistencia al desplazamiento transversal de la vía en el lecho de balastro aumenta considerablemente. En máquinas de construcción de vías se disponen generalmente agregados de estabilización que se llaman estabilizadores de vías dinámicos (DGS). A modo de ejemplo, por el documento EP 0 666 371 A1 o el documento DE 41 02 870 A1 es conocida una máquina correspondiente.

En el documento WO 2008/009314 A1 se da a conocer un agregado de estabilización con una fuerza dinámica regulable. No obstante, en este caso solo es mensurable la vibración que actúa sobre la respectiva cabeza de riel de la vía, pero no la vibración resultante de las traviesas de la vía.

Por el documento AT 518 373 A1 (véase asimismo el documento WO 2017/144152 A1) se conoce un procedimiento para la estabilización de una vía con lecho de balastro de vías férreas, en el que se registran las vibraciones provocadas de la vía por medio de una cámara colocada en el bastidor de la máquina. A partir de los datos de imagen obtenidos, posteriormente se obtiene una amplitud de vibración resultante del emparrillado de vía. Sumario de la invención

La invención toma como base la tarea de indicar una máquina de construcción de vías del tipo citado inicialmente con un comportamiento de estabilización mejorado, en especial con una supervisión optimizada del proceso de estabilización.

Según la invención, estas tareas se resuelven mediante las características de las reivindicaciones 1 y 12. Perfeccionamientos ventajosos de la invención resultan de las reivindicaciones subordinadas.

En este caso, durante un ciclo de vibración se registra un curso de una fuerza que actúa sobre desde el agregado de estabilización sobre la vía a través de una trayectoria de vibración por medio de sensores dispuestos en el agregado de estabilización, derivándose de este por medio de una instalación de evaluación al menos una magnitud característica, por medio de la cual se efectúa una valoración del proceso de estabilización y/o de una naturaleza del lecho de balastro de vías férreas. El proceso de trabajo de estabilización se convierte en procedimiento de medición para determinar el comportamiento de carga-deformación del balastro de vías férreas y sus modificaciones in situ. Mediante un análisis de las magnitudes de medición en tiempo real y la formación de al menos una magnitud característica se puede evaluar online la compactación del balastro de vías férreas ya durante el proceso de estabilización. Posteriormente, los parámetros de proceso de compactación y la posición de vía estabilizada pueden coordinarse entre sí de manera continua.

De esta manera se presenta un procedimiento para el control de compactación por medio de medición integrada en el trabajo en el estabilizador de vía y en la vía procesada. El agregado de estabilización excitado dinámicamente transfiere vibraciones al emparrillado de vía y su lecho de balastro, mediante lo cual se produce la compactación. El agregado de estabilización y la vía de balastro forman en este caso un sistema de integración dinámico, cuyo estado de movimiento proporciona información sobre las propiedades del estado del balastro de vías férreas. Mediante análisis apropiado, el sistema se emplea para el control de compactación y para la optimización de la compactación de balastro.

La ventaja del control de compactación que acompaña al proceso es un control de calidad continuo del trabajo de compactación realizado y su documentación. Este sirve también para la optimización de la compactación total en combinación con un proceso de apisonado, que se realiza antes de la estabilización por medio de un agregado de apisonado. En este caso tiene lugar una elevación de la vía durante el apisonado de la vía con una sobrecorrección predeterminada en tal medida que, tras la compactación final optimizada del balastro de vías férreas por medio del

agregado de estabilización, se produce un asentamiento de la vía que conduce exactamente a la posición nominal prevista de la vía. Esta ventaja se debe poner de relieve en especial en máquinas combinadas, que incluyen tanto un agregado de apisonado como un agregado de estabilización de seguimiento.

Sin embargo, aunque es deseable un estado de balastro lo más homogéneo posible tras la compactación, la consecución de una compactación final óptima tiene prioridad fundamentalmente para anticipar de manera controlada la mayor parte de asentamientos del emparrillado de vía y para que la posición de la vía sea estable en el futuro. En este caso, una capacidad de carga suficiente y sobre todo uniforme del balastro de vías férreas es una condición básica esencial para la estabilidad de la posición de la vía en la operación ferroviaria.

Por consiguiente, el núcleo de la invención es analizar el sistema de interacción dinámico entre estabilizador de vía-vía férrea e identificar las propiedades dinámicas de los componentes individuales. En este caso, el objetivo principal consiste en el seguimiento de las modificaciones en cualquier parámetro del sistema que describa el balastro de vías férreas.

Si todos los parámetros (velocidad de desplazamiento, frecuencia, excentricidad, sobrecarga, etc.) y las propiedades dinámicas del emparrillado de vía (perfil de vía, fijaciones de vía, masa y geometría de traviesa, etc.) permanecen inalterados durante la compactación del balastro de vía por medio del agregado de estabilización, una modificación del comportamiento de vibración se puede atribuir unívocamente a la modificación del balastro de vías férreas. Por medio de las mediciones según la invención y su análisis, también se pueden identificar, o bien reconocer los efectos de modificaciones de parámetros de proceso, o bien propiedades del emparrillado de vía.

En un perfeccionamiento del procedimiento, la magnitud característica se predetermina como un parámetro para el control del agregado de estabilización. La adaptación automatizada del proceso de estabilización conseguida de este modo permite una rápida reacción a una naturaleza cambiante del lecho de balastro. A modo de ejemplo, de la valoración de la calidad del lecho de balastro se puede derivar un valor predeterminado para una estabilización con carga modificada o con frecuencia de oscilación adaptada. De este modo, se efectúa automáticamente una selección óptima de la frecuencia de excitación dinámica y de la sobrecarga estática que ejerce el agregado de estabilización en sentido vertical sobre la vida procesada. En este caso, es conveniente efectuar una regulación automática de los parámetros de proceso.

De este modo, los valores de medición del control de compactación dinámico integrado en el trabajo son base para una regulación automática de los parámetros de proceso para el ajuste óptimo automático de la herramienta de compactación a las condiciones de balastro halladas previamente respecto a la compactación final óptima del lecho de balastro mediante el agregado de estabilización.

En una manifestación ventajosa de la invención, en el caso de excitador de vibración activo, al menos rotan dos masas excéntricas con posiciones de fase coordinadas entre sí y una frecuencia angular predeterminada. De este modo es posible fácilmente una adaptación de la entrada de vibración en la vía predeterminándose una posición de fase modificada, o bien una frecuencia angular modificada. Mediante modificación de las masas excéntricas se puede adaptar la excentricidad resultante de manera continua.

En este caso se determina convenientemente una fuerza de excitación a partir de la masa rotativa, la excentricidad y la frecuencia angular. Ya que la masa y la excentricidad son conocidas, el registro continuo de la frecuencia angular es suficiente para derivar del mismo la fuerza de excitación. En el caso de masas excéntricas con excentricidad ajustable, también esta magnitud se incluye en la determinación de la fuerza de excitación.

Como primer coeficiente ventajoso se deriva la pendiente del curso para la determinación de las relaciones de rigidez. Esta pendiente de la línea de trabajo del diagrama de trabajo proporciona información sobre la capacidad de carga del balastro de vías férreas. Esta aumenta en el transcurso de la estabilización del balastro y se utiliza como identificación de compactación, o bien estabilización. En este caso es conveniente determinar una pendiente total mediante regresión lineal del curso registrado, a modo de ejemplo según el método de error cuadrático mínimo.

Una curvatura del curso se deriva ventajosamente como un segundo coeficiente para calcular relaciones de amortiguación. A modo de ejemplo, se puede determinar un coeficiente de amortiguación de la masa de la vía en vibración concomitante. Una constante de elasticidad, el coeficiente de amortiguación y la masa de vía en vibración concomitante se relacionan con el módulo de cizallamiento del balastro de vías férreas, que se puede determinar mediante retrocálculo, a través de regularidades mecánicas del suelo. El módulo de cizallamiento del balastro de vías férreas es un parámetro importante para la evaluación de la rigidez de balastro y con este del estado de compactación del balastro de vías férreas.

Otra determinación de coeficiente ventajosa prevé que para al menos un curso de una fuerza que actúa desde el agregado de estabilización sobre la vía a través de la correspondiente trayectoria de vibración se calcule un área circunscrita por medio de integración angular a través de un periodo de excitación respectivamente como trabajo transferido dinámicamente. Para el trabajo transferido sobre los rieles por el agregado de estabilización y el trabajo transferido por los rieles sobre el lecho de balastro de vías férreas resulta respectivamente un rendimiento por periodo

de tiempo. Estas magnitudes de rendimiento se corresponden tanto entre sí como con un rendimiento de motor del agregado de estabilización.

Además, es ventajoso que en la instalación de evaluación se predetermine una masa modal del agregado de estabilización, determinándose, mediante consideración del producto de esta masa modal por una aceleración del agregado de estabilización, una fuerza que actúa sobre los rieles y calculándose el curso de la fuerza que actúa sobre los rieles a través de la trayectoria de vibración del agregado de estabilización. En este caso, la aceleración del agregado de estabilización se determina como segunda derivada de la trayectoria de vibración.

Otra mejora del procedimiento prevé que en la instalación de evaluación se predetermine una masa modal de las traviesas en vibración, en especial con una sección en vibración de rieles, por que mediante consideración del producto de esta masa modal por una aceleración de las traviesas se determina una fuerza que actúa sobre el balastro de vías férreas y por que el curso de la fuerza que actúa sobre el balastro de vías férreas se calcula a través de la trayectoria de vibración de una traviesa. En este caso es conveniente que la trayectoria de vibración de la traviesa se calcule por medio de un sensor sin contacto dispuesto en el bastidor de la máquina.

Se obtienen informaciones adicionales sobre el estado de la vía si en la instalación de valoración está depositado un modelo mecánico de agregado de estabilización y de la sección de vía expuesta a vibración y por que por medio de este modelo se calculan parámetros mecánicos del suelo. Los datos de medición registrados con los sensores posibilitan de este modo sacar conclusiones sobre las propiedades dinámicas de los componentes del sistema sometidos a vibración.

Otra variante del procedimiento prevé que el registro del curso de la fuerza se efectúa sobre la trayectoria de vibración, mientras se pone en funcionamiento el agregado de estabilización en posición. En especial para fines de calibrado y prueba es razonable que la máquina de construcción de vías que comprende el agregado de estabilización se detenga durante un proceso de medición.

La **máquina de construcción de vías** según la invención para la realización de un procedimiento descrito presenta un agregado de estabilización que está fijado a un bastidor de máquina **de la máquina de construcción de vías** y comprende un excitador de vibración, así como rodillos desenrollables sobre rieles, estando dispuestos en la **máquina de construcción de vías** sensores para el registro del curso de una fuerza que actúa sobre la vía desde el agregado de estabilización a través de una trayectoria de vibración, alimentándose a una instalación de evaluación señales de medición de los sensores y estando configurada la instalación de evaluación para el cálculo de una magnitud característica derivada del curso. De este modo, el agregado de estabilización se utiliza adicionalmente como aparato de medición durante un empleo operativo para registrar un curso de fuerza-trayectoria (diagrama de trabajo) del agregado y derivar del mismo una magnitud característica concluyente.

Ventajosamente, en la **máquina de construcción de vías** está dispuesto al menos un sensor de trayectoria de medición. De este modo, la posición de la **máquina de construcción de vías** se puede registrar de manera sencilla y asignar a la magnitud característica derivada en cada caso. A continuación se presenta un correspondiente registro de resultados de medición, de modo que se documenta el estado de la vía en toda la sección procesada.

Otra mejora de la **máquina de construcción de vías** prevé que la instalación de evaluación esté acoplada a un control de dispositivo para controlar el agregado de estabilización en función de la magnitud característica. Por lo tanto, las condiciones modificadas en la vía conducen automáticamente a una adaptación del proceso de estabilización para asegurar una calidad de compactación uniforme en toda la sección de vía procesada.

Para la determinación de las fuerzas generadas por el agregado de estabilización, la instalación de evaluación comprende ventajosamente una instalación de almacenamiento, en la que están almacenadas las masas modales del agregado de estabilización y de la vía a estabilizar. El operador ferroviario conoce habitualmente los datos de traviesas y rieles montados en la zona de trabajo. En caso dado, previamente se realiza un trayecto de medición para registrar los datos necesarios. A tal efecto, la **máquina de construcción de vías** comprende, a modo de ejemplo, escáneres láser para la determinación de los rieles y las traviesas. Breve descripción de los dibujos

La invención se explica a continuación a modo de ejemplo con referencia a las figuras adjuntas. Muestran en representación esquemática:

la Fig. 1 máquina de construcción de vías con agregados de estabilización

la Fig. 2 sección transversal a través de una vía con agregado de estabilización

la Fig. 3 vista superior sobre una vía con agregados de estabilización

la Fig. 4 sección transversal a través de una vía con introducción de fuerza dinámica por medio del agregado de estabilización

la Fig. 5 diagrama de trabajo

la Fig. 6 modelo dinámico para la descripción de la interacción dinámica del agregado de estabilización y de la vía de balastro

5

Descripción de las formas de realización

El dispositivo 1 representado en la Fig. 1 está formado como máquina de construcción de vías (estabilizador de vía dinámico DGS) y comprende un bastidor de máquina 2 que es trasladable sobre mecanismos de traslación de vías 3 apoyados sobre rieles 4 de una vía 5. Los rieles 4 están fijados sobre traviesas 6 y forman con estas un emparrillado de vía que está apoyado sobre el balastro de vías férreas 7. Al bastidor de máquina 2 están unidos ventajosamente de manera móvil dos agregados de estabilización 8 para transferir vibraciones opuestas a la vía 5. En realizaciones sencillas está previsto solo un agregado de estabilización 8.

10

El agregado de estabilización 8 comprende rodillos de pestaña 9 y rodillos de sujeción 10 para mantener el emparrillado de vía. El mantenimiento de los rieles 4 se efectúa concretamente a través de los rodillos de sujeción 10 por medio de un mecanismo de sujeción 11. En este caso, los rodillos de pestaña 9 se presionan contra los rieles 4 ventajosamente por medio de ejes telescópicos 12 bloqueados. El agregado de estabilización 8 transmite una vibración local al emparrillado de vía, que transfiere esta al balastro de vías férreas 7. Las vibraciones conducen a que los granos en la estructura granulada se vuelvan móviles, se puedan desplazar y entrar en un apoyo más denso. En el caso de balastro de vía 7 nuevo sin una proporción significativa de partes finas se puede producir un flujo del balastro 7, que refuerza adicionalmente el efecto de compactación. Mediante la compactación del balastro de vías férreas 7 se aumenta su capacidad de carga y su rigidez y se anticipan de manera controlada los asentamientos que acompañan a la compactación.

15

20

La Fig. 2 muestra una sección transversal a través de un terraplén ferroviario con el agregado de estabilización 8 que actúa sobre la vía 5. La Fig. 3 muestra una correspondiente vista superior. El agregado de estabilización 8 se excita dinámicamente horizontalmente en diagonal respecto al eje de la vía 14 por medio de un excitador de vibración 13 (vibrador direccional). Estas vibraciones horizontales 15 se transfieren a los rieles 4 y a las traviesas 6 a través de la fijación de rieles 16 a través de los rodillos de sujeción 10 y los rodillos de pestaña 9. La respectiva traviesa 6 transfiere las vibraciones generadas de tal manera, en caso dado a través de una suela de traviesa 17, al balastro de vías férreas 7 que debe compactarse.

25

30

En una realización ejemplar, el excitador de vibración 13 comprende masas excéntricas rotativas (desequilibrios) con posiciones de fase coordinadas entre sí. Preferiblemente, las masas excéntricas rotan en sentido opuesto, anulándose entre sí las fuerzas excéntricas en sentido vertical y reforzándose en sentido horizontal. Mediante modificación de la respectiva posición de fase o de la excentricidad se puede ajustar el efecto de las masas excéntricas. Para determinar la magnitud de la excentricidad efectiva, la frecuencia y la posición de fase de la excitación dinámica, las posiciones de las masas excéntricas rotativas se registran continuamente mediante técnica de medición. En el caso de excitadores de vibración 13 alternativos, el cálculo de la excitación dinámica se efectúa de modo apropiado correspondientemente.

35

40

Según la invención, por medio de sensores 18, 19, 20 dispuestos en el agregado de estabilización 8, durante un ciclo de vibración se registra un curso 21 de una fuerza F , F_s , F_B que actúa desde el agregado de estabilización 8 sobre la vía 5 a través de una trayectoria de vibración y_{DGS} , y_s (desplazamiento horizontal). En la disposición según la Fig. 2, un sensor 18 mide el movimiento del agregado de estabilización 8 y un sensor 19 mide la posición de las masas excéntricas rotativas del excitador de vibración 13. A modo de ejemplo, por medio de un sensor de aceleración 18 se calcula en primer lugar una aceleración $\ddot{y}_{DGS}$ y respectivamente por medio de integración se calcula una velocidad de vibración $\dot{y}_{DGS}$ y la trayectoria de vibración y_{DGS} del agregado de estabilización 8 y con ella también de las cabezas de rieles.

45

50

Ventajosamente, por medio de un sensor 20 sin contacto se calcula el estado de movimiento de las traviesas 6 en sentido de acción del agregado de estabilización 8. En este caso se trata, por ejemplo, de una cámara con evaluación de imagen automatizada dirigida a la traviesa 8 expuesta a vibración. De este modo se registra el desplazamiento, o bien la trayectoria de vibración y_s de la respectiva traviesa 8.

55

Preferentemente, para una evaluación online, en la máquina de construcción de vías se dispone una instalación de evaluación 22, a la que se alimentan señales de sensor, o bien datos registrados por medio de los sensores 18, 19, 20. En este caso se trata, a modo de ejemplo, de un ordenador industrial con una instalación de almacenamiento. Los datos estructurales del dispositivo 1 y de la vía 4 procesada, así como un modelo dinámico, están depositados en la instalación de almacenamiento. En la instalación de evaluación 22 se ha instalado un programa informático por medio del cual se crean y se evalúan diagramas de trabajo. Además, a la instalación de evaluación 22 se alimentan resultados de medición de un sensor de medición de trayectoria 23 para asignar los diagramas de trabajo de los ciclos de vibración individuales a una respectiva posición en la vía 5. En otra manifestación, la instalación de evaluación 22 está dispuesta en una central, configurándose una transferencia de datos entre la máquina de construcción de vías y la central.

60

65

Con referencia a la Fig. 4 se explican las relaciones de fuerza-desplazamiento (diagrama de trabajo), que se establecen por medio de las mediciones según la invención. La fuerza F de excitación del agregado de estabilización 8 a través del excitador de vibración 13 es el producto de la excentricidad efectiva (masa excéntrica m por excentricidad e) y el cuadrado de la frecuencia angular de excitación ω multiplicada por el seno de la multiplicación de la frecuencia angular de excitación ω y el tiempo t :

$$F = m \cdot e \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

Tanto la amplitud como la posición de fase son conocidas a partir de las mediciones. La posición de fase determinada mediante técnica de medición sirve como referencia para las demás posiciones de fase y, por lo tanto, se establece en cero en el cálculo.

Por regla general, las mediciones se efectúan de manera integrada en el proceso durante el trabajo del agregado de estabilización 8 móvil, pero se pueden realizar también en posición para fines de calibrado y prueba con el fin de seguir el curso de compactación en un punto fijo.

El desplazamiento horizontal y_{DGS} del agregado de estabilización 8 y sus derivadas con las correspondientes posiciones de fase son conocidos a partir de la medición. La masa M_{DGS} del agregado de estabilización 8 y la masa modal M_S de las traviesas 6 excitadas son conocidas debido a su construcción. La masa de las cabezas de rieles puede sumarse modalmente a la masa M_{DGS} del agregado de estabilización 8 y a la de los pies de rieles de la masa modal M_S de las traviesas 6 excitadas.

Si las respectivas fuerzas de inercia de masa de los componentes se restan de la fuerza de excitación F , la fuerza de excitación F_S es determinable en la traviesa 8 y la fuerza de excitación F_B es determinable en el balastro de vías férreas 7:

$$F_B = F - \ddot{y}_{DGS} \cdot M_{DGS} - \ddot{y}_S \cdot M_S$$

$$F_S = F - \ddot{y}_{DGS} \cdot M_{DGS}$$

A partir de las relaciones entre estas fuerzas F , F_B , F_S y las correspondientes trayectorias de vibración, o bien desplazamientos y_{DGS} , y_S en sentido de acción, se pueden crear los diagramas de trabajo mostrados en la Fig. 5. Estos proporcionan información sobre las relaciones de rigidez (pendiente de la línea) y relaciones de amortiguación (curvatura), así como del trabajo introducido en el sistema por ciclo de excitación (áreas circunscritas A_1 y A_2).

$$A_1 = \oint F_B \cdot dy_S$$

$$A_2 = \oint F_S \cdot dy_{DGS}$$

También se pueden leer las relaciones de amplitud $\hat{F}$ de las fuerzas F , F_B , F_S y las relaciones de amplitud $\hat{y}$ de las trayectorias de vibración y_{DGS} , y_S en el sistema.

Para determinar las propiedades dinámicas de los componentes del sistema con las amplitudes y posiciones de fase calculadas a partir de las mediciones y posiciones de fase se recurre a un modelo mecánico según la Fig. 6. En este caso, los componentes del sistema relevantes están conectados en serie para el modelado mecánico.

La fuerza de excitación dinámica F conocida mediante técnica de medición actúa sobre la masa modal M_{DGS} del agregado de estabilización 8, que experimenta el desplazamiento y_{DGS} . El agregado de estabilización 8 está unido a las traviesas 6 a través de los rieles 4 y las fijaciones de rieles 16 (masa modal M_S y desplazamiento y_S). En este caso, la elasticidad de los rieles 4 y de las fijaciones de rieles 16 se modela por medio del elemento de Kelvin-Voigt (resorte k_S y amortiguador c_S dispuestos paralelamente).

Las traviesas 6 descansan sobre el balastro de vías férreas 7, que está modelado como elemento de fricción r_B , en caso dado de una masa en vibración concomitante M_B y un elemento de Kelvin-Voigt (resorte k_B y amortiguador c_B dispuestos paralelamente). El elemento de fricción r_B describe en este caso la resistencia dinámica al desplazamiento transversal.

La constante de elasticidad k_B , el coeficiente de amortiguación c_B y la masa en vibración concomitante M_B se relacionan con el módulo de cizallamiento G_B del balastro de vías férreas 7, que se puede determinar mediante retrocálculo, a través de regularidades mecánicas del suelo. Además de las informaciones de diagramas de trabajo (Fig. 5), el módulo de cizallamiento G_B del balastro de vías férreas 7 es uno de los parámetros más importantes para la evaluación de la rigidez del balastro y con ella del estado de compactación del balastro de vías férreas 7. Este se puede determinar

continuamente por medio de retrocálculo con ayuda del modelo mecánico (Fig. 6) en base a las mediciones que acompañan al proceso (Fig. 2).

- 5 Si dos o más agregados de estabilización 8 trabajan consecutivamente en una máquina de apisonado de vías, el principio de medición descrito se puede aplicar sobre cada uno de estos agregados de estabilización 8. Los resultados calculados independientemente entre sí se relacionan, mediante lo cual se dispone de información adicional sobre estado del balastro de vías férreas, compactabilidad, desarrollo de inercia, curso de asentamiento, etc., y esta se puede aplicar. Por lo tanto, es ventajoso que varios agregados de estabilización 8 estén dispuestos consecutivamente y que las señales de medición de los sensores 18, 19, 20 asignados a los agregados de estabilización 8 se asignen a una instalación de evaluación 22 común.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la estabilización de una vía (5) con traviesas (6) montadas sobre balastro de vías férreas (7) y rieles fijados sobre estas (4), por medio de un agregado de estabilización (8), que está unido a un bastidor de máquina (2) trasladable sobre los rieles (4) y comprende un excitador de vibración (13), así como rodillos (9, 10) desenrollables sobre los rieles (4), generando el excitador de vibración (13) en especial vibraciones (15) horizontales, que discurren transversalmente a la dirección longitudinal de la vía, **caracterizado por que** por medio de sensores (18, 19, 20) durante un ciclo de vibración se registra un curso (21) de una fuerza (F , F_B , F_S) que actúa desde el agregado de estabilización (8) sobre la vía (5) a través de una trayectoria de vibración (y_{DGS} , y_S), y por que, por medio de una instalación de evaluación (22) se deriva una magnitud característica por medio de la cual se efectúa una valoración del proceso de estabilización y/o de una naturaleza del balastro de vías férreas (7).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la magnitud característica se predetermina como un parámetro para el control del agregado de estabilización (8).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que**, en el caso del excitador de vibración (13) activo, rotan al menos dos masas excéntricas con posiciones de fase coordinadas entre sí y una frecuencia angular predeterminada.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** se determina una fuerza de excitación (F) a partir de la masa rotativa, la excentricidad y la frecuencia angular.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**, para el cálculo de las relaciones de rigidez como primer coeficiente, se deriva una tendencia de curso (21).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que**, para el cálculo de las relaciones de amortiguación como segundo coeficiente, se deriva una curvatura de curso (21).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** para al menos un curso (21) de una fuerza (F , F_B , F_S) que actúa desde el agregado de estabilización (8) sobre la vía (5) a través de la correspondiente trayectoria de vibración (y_{DGS} , y_S) se calcula un área circunscrita (A_1 , A_2) por medio de integración angular a través de un periodo de excitación respectivamente como trabajo transferido dinámicamente.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** en la instalación de evaluación (22) se predetermina una masa modal (M_{DGS}) del agregado de estabilización (8), de modo que mediante consideración del producto de esta masa modal (M_{DGS}) por una aceleración del agregado de estabilización (8) se determina una fuerza (F_S) que actúa sobre los rieles (4) y por que el curso (21) de la fuerza (F_S) que actúa sobre los rieles (4) se calcula a través de la trayectoria de vibración (y_{DGS}) del agregado de estabilización (8).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** en la instalación de evaluación (22) se predetermina una masa modal (M_S) de las traviesas (6) en vibración, en especial con una sección en vibración de rieles (4), por que mediante consideración del producto de esta masa modal (M_S) por una aceleración de las traviesas (6) se determina una fuerza (F_B) que actúa sobre el balastro de vías férreas (7) y por que el curso (21) de la fuerza (F_B) que actúa sobre el balastro de vías férreas (7) se calcula a través de la trayectoria de vibración (y_S) de una traviesa (6).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** en la instalación de valoración (22) está depositado un modelo mecánico de agregado de estabilización (8) y de la sección de vía expuesta a vibración y por que por medio de este modelo se calculan parámetros mecánicos del suelo.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el registro del curso (21) de la fuerza (F , F_B , F_S) se efectúa a través de la trayectoria de oscilación (y_{DGS} , y_S), mientras que el agregado de estabilización (8) se pone en funcionamiento en posición.
12. Máquina de construcción de vías (1) para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, con un agregado de estabilización (8), que está unido a un bastidor de máquina (2) de la máquina de construcción de vías (1) y comprende un excitador de vibración (13), así como rodillos (9, 10) desenrollables sobre rieles (4), **caracterizado por que** en la máquina de construcción de vías (1) están dispuestos sensores (18, 19, 20), que están configurados para el registro del curso (21) de una fuerza (F , F_B , F_S) que actúa desde el agregado de estabilización (8) sobre la vía a través de una trayectoria de vibración (y_{DGS} , y_S), por que **en estado de funcionamiento de la máquina de construcción de vías** se alimentan a la instalación de evaluación (22) señales de medición de los sensores (18, 19, 20), que indican el curso de la fuerza (F , F_B , F_S) a través de la trayectoria de vibración (y_{DGS} , y_S) y por que la instalación de evaluación (22) está configurada para el cálculo de una magnitud característica derivada del curso (21), por medio de la cual, **en estado de funcionamiento de la máquina de construcción de vías**, se efectúa una valoración del proceso de estabilización y/o de una naturaleza del balastro de vías férreas (7).

13. Máquina de construcción de vías (1) según la reivindicación 12, **caracterizada por que** está dispuesto al menos un sensor de medición de trayectoria (23).

5 14. Máquina de construcción de vías (1) según la reivindicación 12 o 13, **caracterizada por que** la instalación de evaluación (22) está acoplada a un control de dispositivo para controlar el agregado de estabilización (8) en función de la magnitud característica.

10 15. Máquina de construcción de vías (1) según una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizada por que** la instalación de evaluación (22) comprende una instalación de almacenamiento en la que están almacenadas las masas modales (M_{DGS} , M_s) del agregado de estabilización (8) y de la vía (5) a estabilizar.

Fig. 1

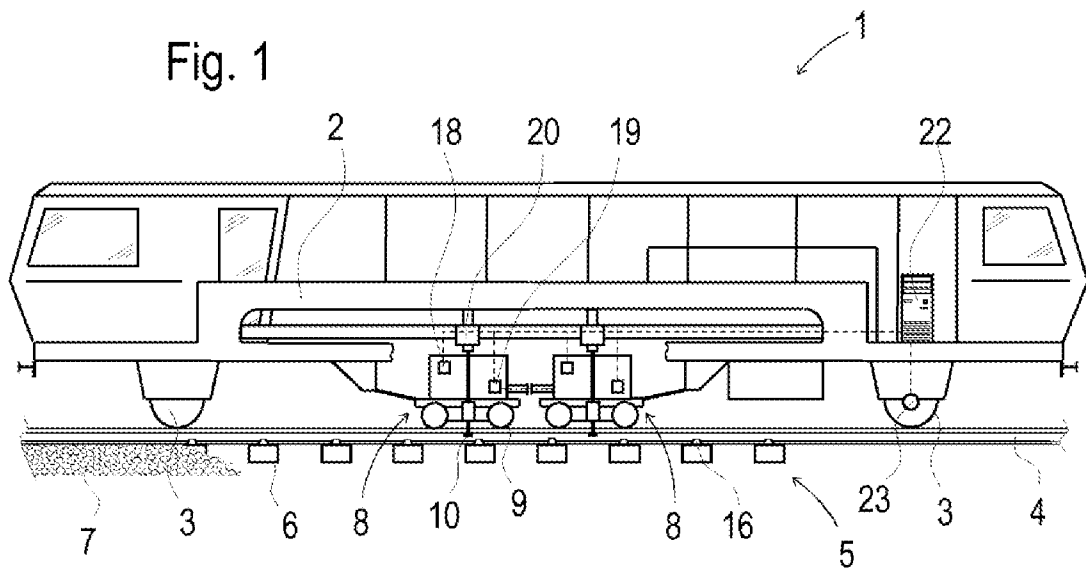


Fig. 2

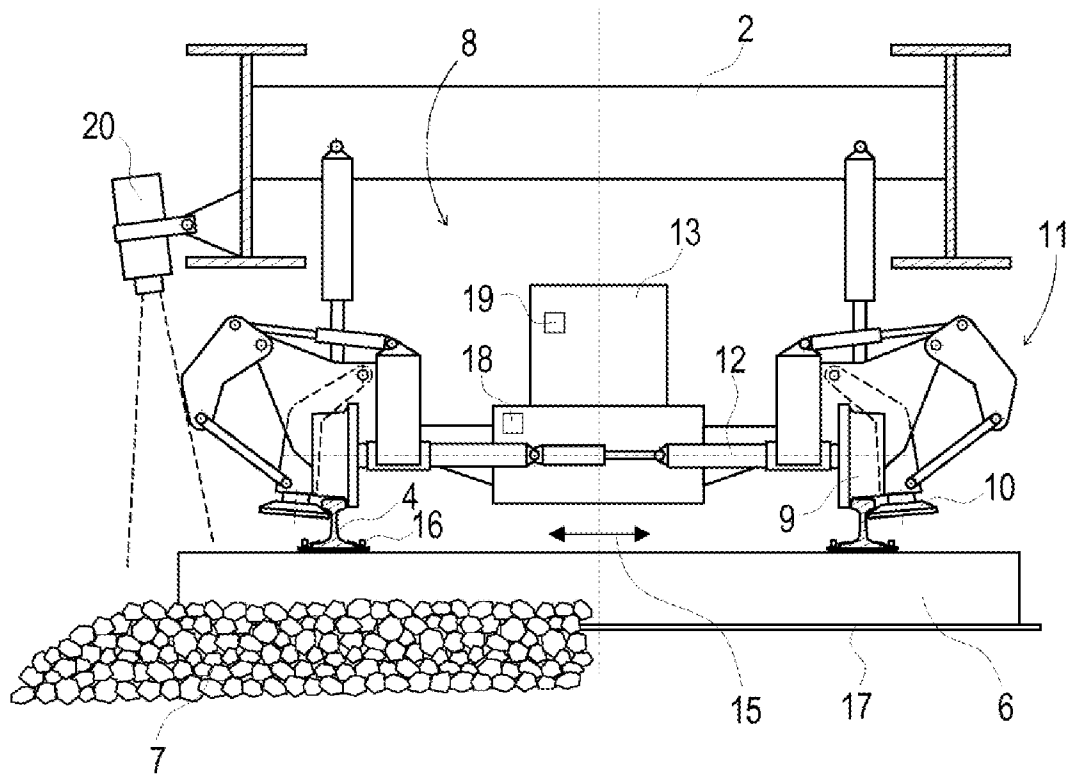


Fig. 3

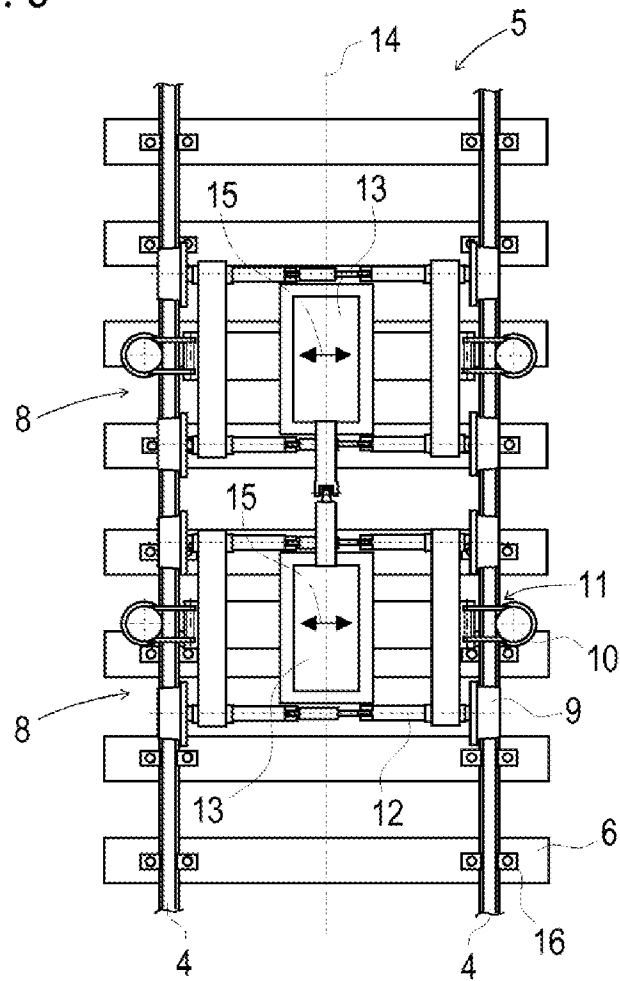


Fig. 4

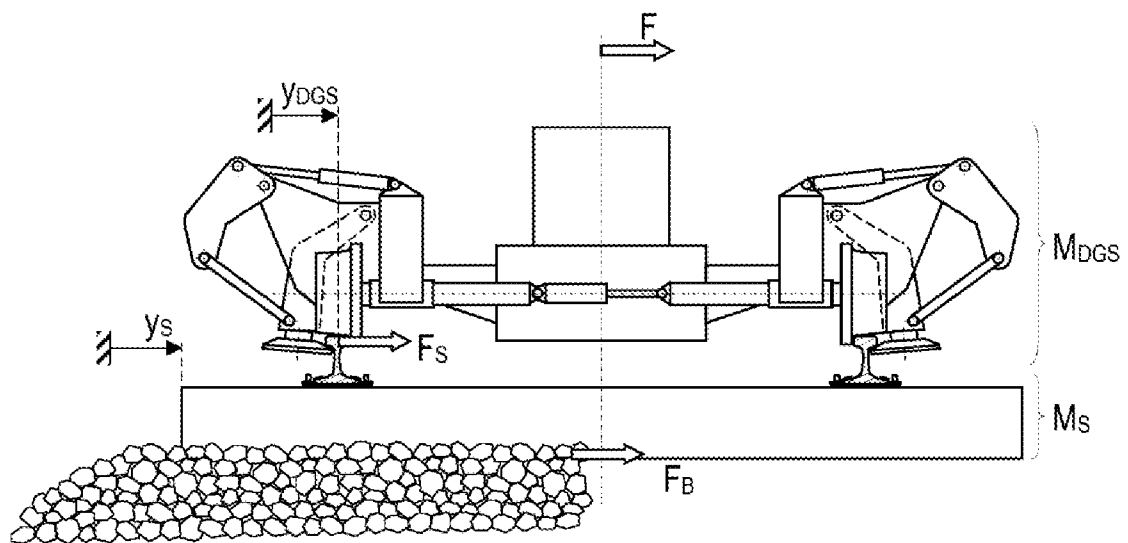


Fig. 5

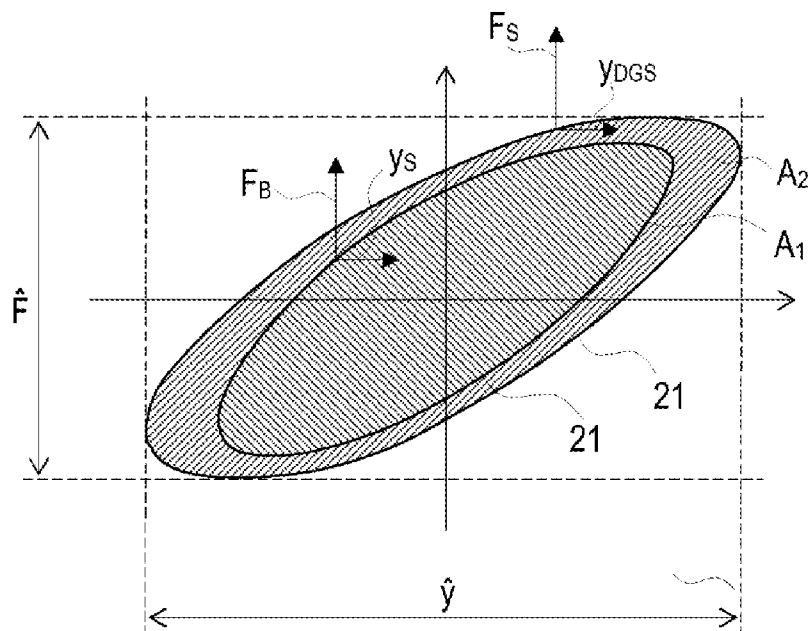


Fig. 6

