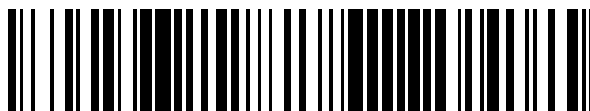


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 117**

51 Int. Cl.:

B60T 17/22 (2006.01)

F16D 66/02 (2006.01)

F16D 66/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2015 PCT/EP2015/075679**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16119929**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2015 E 15797881 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3250425**

54 Título: **Pronóstico de desgaste en guarniciones de freno**

30 Prioridad:

29.01.2015 AT 500642015

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

14.03.2019

73 Titular/es:

SIEMENS AG ÖSTERREICH (100.0%)
Siemensstrasse 90
1210 Wien, AT

72 Inventor/es:

PREHOFER, BORIS ANDRE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 704 117 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

Pronóstico de desgaste en guarniciones de freno

La invención se refiere a un procedimiento para el pronóstico del desgaste en guarniciones de freno especialmente de vehículos ferroviarios y a un dispositivo para la realización del procedimiento.

5 Las guarniciones de freno de sistemas de freno de fricción están sujetos durante el uso a un desgaste, por el que se reduce continuamente el espesor de guarnición. Cuando una guarnición de freno queda por debajo de su espesor mínimo especificado, se debe recambiar, ya que en caso contrario pueden producirse daños en el sistema de freno o una disminución del efecto de frenado.

10 La detección de la medida límite admisible requiere una supervisión constante del espesor de guarnición mediante procedimientos complejos en cuanto a la técnica, al tiempo y al coste. Además, especialmente en las guarniciones sinterizadas caras es importante una estimación precisa del espesor de guarnición, para evitar cambios de guarnición antes de alcanzar los valores límite de desgaste correspondientes y, por tanto, aprovechar totalmente la reserva de desgaste disponible de la guarnición.

15 En la supervisión de una guarnición de freno se debe tener en consideración también un posible desgaste asimétrico, el llamado desgaste oblicuo, ya que también con respecto a este fenómeno deben cumplirse valores límite especificados, con cuyo rebase puede producirse una disminución del efecto de frenado.

Por el documento EP1384638B1 se dieron a conocer un dispositivo y un procedimiento para la supervisión del estado de funcionamiento o de desgaste de guarniciones de freno o de discos de freno de un freno de vehículo.

20 Según la teoría de este documento, por medio de sensores se determinan la velocidad de deslizamiento entre las guarniciones de freno y el disco de freno durante un proceso de frenado, la temperatura de las superficies de fricción de al menos una guarnición de freno, y la fuerza de frenado durante el proceso de frenado, así como el tiempo de frenado del proceso de frenado y, a partir de la velocidad de deslizamiento, la temperatura, la fuerza de frenado, el tiempo de frenado, la superficie de guarnición de freno, así como de los parámetros específicos del material como una constante de correlación y exponentes se determina el desgaste de la guarnición de freno al cabo de la duración de frenado.

25 La invención tiene el objetivo de reducir el número de sensores necesarios para un pronóstico de desgaste en guarniciones de freno.

Según la invención, esto se realiza con un procedimiento según la reivindicación 1.

Realizaciones ventajosas de la invención resultan de las reivindicaciones subordinadas.

30 La solución técnica según la invención presenta una menor complejidad técnica y, por tanto, una alta robustez. Además, se puede realizar de forma económica, ya que se suprimen sensores caros.

Por la parametrización del modelo a través de datos de campo existen una fuerte relación con la realidad y una buena precisión en el pronóstico de desgaste.

Además, por este modo de proceder se produce directamente también una validación del modelo.

35 Sin embargo, también sería posible una parametrización del modelo mediante experimentos en un banco de ensayo.

El cálculo de pronóstico es posible también con respecto al desgaste oblicuo. Por lo tanto, por una parte, se puede detectar la llegada a valores límite para el desgaste oblicuo y, por otra parte, también se pueden sacar conclusiones con respecto a mejoras en el sistema de freno de fricción (por ejemplo, una optimización del punto de presión entre la guarnición y el disco) para la reducción del desgaste oblicuo.

40 La invención se describe en detalle con la ayuda de las figuras. Muestran a título de ejemplo:

la figura 1 un diagrama de flujo para determinar los parámetros de material y coeficientes de la fórmula según la invención para la determinación del desgaste de guarniciones de freno y

la figura 2 un diagrama de flujo para el pronóstico continuo del tiempo de duración restante de una guarnición de freno durante el funcionamiento de un vehículo.

Según la invención, el desgaste de guarniciones de freno de vehículos ferroviarios se determina con un procedimiento en el que según la fórmula

$$\tilde{W} = C \cdot A \cdot p^{\alpha} \cdot v^{\beta} \cdot t_B^{\gamma} \cdot P^{\delta} \cdot T^{\varepsilon}$$

se determina una tasa de desgaste W con

- 5 C = constante general
 A = superficie de guarnición
 p = fuerza de presión
 v = velocidad de deslizamiento
 t_B = duración de frenado
 10 P = potencia de frenado
 T = temperatura de contacto del emparejamiento de fricción
 α = parámetro de material presión
 β = parámetro de material velocidad
 γ = parámetro de material duración de frenado
 15 δ = parámetro de material potencia de frenado
 ε = parámetro de material temperatura

Los factores esenciales en la determinación de la tasa de desgaste W son la superficie de guarnición A , la fuerza de presión p , la velocidad de deslizamiento v y la duración de frenado t_B . El uso de la temperatura de contacto T y de la potencia de frenado P son opcionales, es decir que no son imprescindibles.

- 20 Mientras la superficie de guarnición A resulta de las características constructivas del freno, la fuerza de presión p , la velocidad de deslizamiento v y la duración de frenado t_B se determinan de forma continua durante el funcionamiento. La determinación de la fuerza de presión p y de la velocidad de deslizamiento se realiza a partir de la detección de la presión de cilindro y de la velocidad de marcha, usando las características geométricas y cinemáticas del sistema de frenado, una transformación por cálculo de estas magnitudes.
- 25 La temperatura de contacto T y la potencia de frenado P pueden determinarse mediante simulación en caso de la disponibilidad de modelos de cálculo adecuados y usarse opcionalmente en la fórmula indicada anteriormente. Si en determinadas condiciones de funcionamiento no están disponibles uno o ambos de los valores mencionados, esto se tiene en consideración de tal forma que se ponen los parámetros de material correspondientes ε , $\delta = 0$ y de esta manera quedan sin efecto en la fórmula las variables correspondientes que son la temperatura de contacto T y la potencia de frenado P .
- 30

La determinación de los parámetros de material α , β , γ , δ , ε y de la constante general C se realizan durante viajes de prueba o durante una observación de funcionamiento que se realizan en una red de trayectos contemplada con un vehículo de referencia equipado con un sistema adecuado para detectar la presión de cilindro y la velocidad de marcha así como, opcionalmente, para la simulación de la temperatura de contacto T y la potencia de frenado P .

- 35 Después de cada viaje de prueba además se examinan los frenos y se determina el desgaste real W_o total, es decir, el desgaste de las guarniciones de freno durante dicho viaje.

La determinación de los parámetros de material α , β , γ , δ , ε y la constante general C se realiza mediante un procedimiento relativo tal como está representado en la figura 1. Para ello, el desgaste total medido W_o se compara con un desgaste total calculado W_s .

- 40 Para ello, los resultados de cada viaje de prueba o de cada período de observación de la observación de funcionamiento, es decir, los valores determinados durante el viaje de prueba en n pasos de tiempo para la fuerza de presión p , la velocidad de deslizamiento v y la duración de frenado t_B y, opcionalmente, también los valores para la temperatura T o la potencia de frenado P se asignan a un período de medición.

- 45 Con una primera selección de parámetros de material α , β , γ , δ , ε , basada en valores empíricos, se calculan a continuación para cada momento de medición i de cada período de medición j valores de desgaste W_{sj}/C normalizados a la constante general C y, a partir de ello, sumando los valores de desgaste W_{sj}/C se determina un desgaste total W_{skum}/C normalizado acumulado. A partir de este y del desgaste total acumulado W_{okum} medido correspondiente se determina según

$$C = W_{okum} / (W_{skum}/C)$$

- 50 un valor para la constante general C .

Con el valor de la constante general C, determinado de esta manera, se determinan a partir de los valores de desgaste normalizados calculados, para cada período de medición $W_{sj}/C = \Sigma(W_{sj}/C)$, los valores de desgaste calculados para cada período de medición W_{sj} , se comparan con los valores de desgaste medidos para cada período de medición W_{oj} y, a partir de ello se determina una desviación media

$$5 \quad E_m = (\Sigma E_j)/N, \text{ para } j = 1 \dots N$$

con

$$E_j = |W_{sj} - W_{oj}|$$

para el período de medición correspondiente.

$$10 \quad \text{Adicionalmente, se determinan también desviaciones acumuladas a lo largo de todos los períodos de medición } E_k = |W_{skum} - W_{okum}| \text{ y un valor de pronóstico de la desviación}$$

$$E_p = |W_{m\acute{a}x} - W_{sp}|$$

con

$$W_{sp} = W_{skum} + \tilde{W}_{sm} \cdot \frac{W_{max} - W_{okum}}{\tilde{W}_{om}}$$

$$\tilde{W}_{om} = \frac{W_{okum}}{\sum_{j=1}^N t_{Bj}}$$

$$\tilde{W}_{sm} = \frac{W_{skum}}{\sum_{j=1}^N t_{Bj}}$$

15 Los valores de desviación E_m , E_k , E_p se comparan con valores máximos E_m^* , E_k^* , E_p^* y, solo si los tres valores son inferiores al valor máximo correspondiente, es decir, si se cumple la condición

$$E_m < E_m^* \wedge E_k < E_k^* \wedge$$

$$E_p < E_p^*$$

20 se finaliza el procedimiento y se recurre a la selección actual de parámetros de material α , β , γ , δ , ϵ para la determinación del desgaste de guarnición de freno, que ha de ser realizada en el estado de funcionamiento de – de vehículos ferroviarios comparables al vehículo de referencia empleado para la parametrización – con el procedimiento según la invención, representado en la figura 2.

25 En cambio, si no se cumple al menos una de las condiciones mencionadas, se repite el procedimiento con un nuevo juego de parámetros modificado. Para el proceso de cálculo iterativo se usa un procedimiento numérico, tal como se aplica habitualmente para la solución de sistemas de ecuación no lineales, como por ejemplo un llamado procedimiento de Newton o de bisección.

30 Como está representado en la figura 2, en el estado de funcionamiento, en intervalos de tiempo periódicos de típicamente 1 a 2 segundos, se determinan la fuerza de presión p (procedente de la presión del cilindro), la velocidad de deslizamiento v (procedente de la velocidad de marcha) y la duración de frenado t_b así como, opcionalmente, también la temperatura T o la potencia de frenado P.

Si la fuerza de presión p excede de un valor p^* predefinido y por tanto se indica un proceso de frenado que conlleva un desgaste de las guarniciones de freno, con los valores conocidos ahora de los parámetros de material α , β , γ , δ , ϵ

y de la constante C se determina según la fórmula

$$\tilde{W} = C \cdot A \cdot p^{\alpha} \cdot v^{\beta} \cdot t_B^{\gamma} \cdot P^{\delta} \cdot T^{\varepsilon}$$

una tasa de desgaste W y, a partir de esta, se determina según

$$\Delta W = C \cdot A \cdot p^{\alpha} \cdot v^{\beta} \cdot t_B^{\gamma} \cdot P^{\delta} \cdot T^{\varepsilon} \cdot \Delta t$$

- 5 un incremento de desgaste ΔW , designando Δt el intervalo de tiempo entre dos procesos de adquisición de datos o de cálculo del cálculo de pronóstico, y designando el incremento de desgaste ΔW el desgaste durante este período de tiempo.

A partir del incremento de desgaste ΔW y de un desgaste W_n anterior, según $W_{n+1} = W_n + \Delta W$ se calcula un nuevo valor para el desgaste y según

$$\tilde{W}_m = \frac{\sum_{k=1}^M W_k}{\sum_{k=1}^M t_{B_k}}$$

- 10 se determina una tasa de desgaste media $\tilde{W}_m$, designando t_{Bk} la duración de frenado y W_k el desgaste calculado de un proceso de frenado k.

Con los valores para la tasa de desgaste media $\tilde{W}_m$, el desgaste válido W_{n+1} y un desgaste máximo admisible $W_{\max}$, según

$$t_{B_T} = \frac{W_{\max} - W}{\tilde{W}_m}$$

- 15 pueden determinarse ahora una duración de frenado total T_{BT} hasta un cambio de guarnición necesario y adaptarse de manera correspondiente los intervalos de mantenimiento del vehículo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar el desgaste de guarniciones de freno de vehículos ferroviarios, **caracterizado porque** según la fórmula

$$\tilde{W} = C \cdot A \cdot p^{\alpha} \cdot v^{\beta} \cdot t_B^{\gamma} \cdot P^{\delta} \cdot T^{\varepsilon}$$

5 se determinan tasas de desgaste $\tilde{W}$ con

C = constante general
 A = superficie de guarnición
 p = fuerza de presión
 v = velocidad de deslizamiento
 10 t_B = duración de frenado
 P = potencia de frenado
 T = temperatura de contacto del emparejamiento de fricción
 α = parámetro de material presión
 β = parámetro de material velocidad
 15 γ = parámetro de material duración de frenado
 δ = parámetro de material potencia de frenado
 ε = parámetro de material temperatura

y porque a partir de las tasas de desgaste se determina un desgaste.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en un proceso de parametrización con mediciones en intervalos de tiempo predefinidos se determinan los espesores de guarnición, la velocidad de deslizamiento (v), la fuerza de presión (p), la duración de frenado (t_B), la temperatura (T), la potencia de frenado (P), la constante (C) así como los parámetros de material (α , β , γ , δ , ε).

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en un proceso de parametrización con mediciones en intervalos de tiempo predefinidos no se determinan ni se usan la temperatura (T) y/o la potencia de frenado (P), y la influencia de los valores no determinados se anula en la fórmula de cálculo mediante una elección adecuada de los parámetros de material para la temperatura (ε) y/o para la potencia de frenado (δ).

4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** el proceso de parametrización se realiza durante viajes de prueba con un vehículo de referencia.

30 5. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** el proceso de parametrización con respecto a un vehículo de referencia se realiza en un banco de pruebas.

35 6. Dispositivo que está concebido para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** están previstos medios para la determinación de los espesores de guarnición, de la velocidad de deslizamiento (v), de la fuerza de presión (p), de la duración de frenado (t_B), de las constantes (C) así como de los parámetros de material (α , β , γ , δ , ε), dado el caso, de la temperatura (T) y de la potencia de frenado (P) durante un proceso de parametrización así como medios para la determinación de tasas de desgaste ($\tilde{W}$) y de un desgaste.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** a partir de los valores para una tasa de desgaste media ($\tilde{W}_m$), un desgaste válido ($\tilde{W}_{n+1}$) y un desgaste máximo admisible ($\tilde{W}_{\max}$), según

$$t_{B_T} = \frac{\tilde{W}_{\max} - \tilde{W}}{\tilde{W}_m}$$

40 pueden determinarse una duración de frenado total (T_{BT}) hasta un cambio de guarnición necesario y adaptarse de manera correspondiente los intervalos de mantenimiento del vehículo.

45 8. Dispositivo concebido para la realización del procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** están previstos medios para la determinación de los espesores de guarnición, la velocidad de deslizamiento (v), la fuerza de presión (p), la duración de frenado (t_B), las constantes (C) así como de los parámetros de material (α , β , γ , δ , ε), dado el caso, de la temperatura (T) y de la potencia de frenado (P) durante un proceso de parametrización así como medios para la determinación de tasas de desgaste $\tilde{W}$ y de un desgaste y porque están previstos medios

para la determinación de una duración de frenado total (t_{BT}) hasta un cambio de guarnición necesario y para la adaptación de los intervalos de mantenimiento del vehículo.

