(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 521894 A2 2020-06-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 51047/2019
(22) Anmeldetag: 02.12.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2020

(51) Int. Cl.: ***E01B 35/00*** (2006.01)
G01K 13/00 (2006.01)

(30) Priorität:
10.12.2018 PL P.428116 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
AKADEMIA GÓRNICZO HUTNICZA IM. STANISLAWA STASZICA W KRAKOWIE
30-059 Krakau (PL)

(74) Vertreter:
Barger Werner Dipl.Ing., Israiloff Peter Dipl.Ing. Dr. techn.,
1010 Wien (AT)

AT 521894 A2 2020-06-15

(54) **Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Schienentemperatur der Stadtbahngleise, während des Schienenfahrzeugbetriebs**

(57) Die Vorrichtung enthält ein Funkgateway zur Übertragung von Signalen von Sende- und Empfangsantennen (3A, 4A): - einen Temperatursensor (3), der induktiv gespeist wird und einen eingebauten Wandler in seinem Dorngehäuse aufweist, der mit einer integrierten Schaltung unter Verwendung von akustischen Oberflächenwellen mit temperaturabhängiger Funktion verbunden ist, und - einer Zentraleinheit mit einem elektronischen Analysator und einem Rekorder für reflektierte Radarsignale. Das Wesen dieser Lösung beruht darauf, dass sie einen Thermostecker (5) aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als Stahl enthält, der durch eine an den Schienensteg (2) angrenzende Oberfläche befestigt ist, wobei ein Temperatursensor (3) an der Oberseite des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene (2) montiert ist und die Vorderseite seiner Antenne (3A) direkt neben und unter der Ebene des Schienenkopfes (2) angeordnet ist. Die Antenne der Zentraleinheit (4A) ist koaxial am Fahrgestellrahmen (8) der Straßenbahn und oberhalb der Sensorantenne (3A) mit einem Abstand (x) zwischen den Vorderflächen beider Antennen (3A, 4A) im Bereich von 30 bis 80 mm befestigt, der nicht kleiner ist als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens (8) der Straßenbahn (1).

FIG.2

Zusammenfassung

Die Vorrichtung enthält ein Funkgateway zur Übertragung von Signalen von Sende- und Empfangsantennen (3A, 4A): – einen Temperatursensor (3), der induktiv gespeist wird und einen eingebauten Wandler in seinem Dorngehäuse aufweist, der mit einer integrierten Schaltung unter Verwendung von akustischen Oberflächenwellen mit temperaturabhängiger Funktion verbunden ist, und – einer Zentraleinheit mit einem elektronischen Analysator und einem Rekorder für reflektierte Radarsignale. Das Wesen dieser Lösung beruht darauf, dass sie einen Thermostecker (5) aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als Stahl enthält, der durch eine an den Schienensteg (2) angrenzende Oberfläche befestigt ist, wobei ein Temperatursensor (3) an der Oberseite des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene (2) montiert ist und die Vorderseite seiner Antenne (3A) direkt neben und unter der Ebene des Schienenkopfes (2) angeordnet ist. Die Antenne der Zentraleinheit (4A) ist koaxial am Fahrgestellrahmen (8) der Straßenbahn und oberhalb der Sensorantenne (3A) mit einem Abstand (x) zwischen den Vorderflächen beider Antennen (3A, 4A) im Bereich von 30 bis 80 mm befestigt, der nicht kleiner ist als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens (8) der Straßenbahn (1).

(Abb.2)

Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Schienentemperatur der Stadtbahngleise, während des Schienenfahrzeugbetriebs

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung von Straßenbahngleisen während des Schienenfahrzeugbetriebs, die zur Überwachung der Temperatur des berührungslosen Gleises, insbesondere der Rillenschienen einer der Fahrbahn einer öffentlichen Straße gemeinsamen Gleisanlage, verwendet wird.

Straßenbahngleise in dicht bebauten Stadtgebieten mit in die öffentliche Fahrbahn eingebauten Schienen sind durch die lineare Ausdehnung von Stahlschienen bei Hitze besonders anfällig für Verformungen. Die in der Rille der Gleis-Unterbauplatte eingeschlossene Schiene kann sich mit hoher Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung des Kopfes auf Temperaturen über 50 ^{o}C, d.h. etwa 25 ^{o}C über der Neutraltemperatur erwärmen, ohne dass Längskräfte auftreten. Das bedeutet in etwa, dass bei den derzeit eingesetzten berührungslosen Spurweiten mit geschweißten Schienenprofilen die Längenzunahme durch thermische Materialausdehnung über eine Entfernung von 1 km ca. 30 cm beträgt. In einer durch Weichen und Übergänge dicht versteiften Stadtbahngleise stellt das Problem der Gleiserweiterung ein erhebliches Risiko dar, Befestigungen durch Verziehen und Wölben von Gleisen herauszureißen, was zu für Fahrgäste und Umgebung gefährlichen Straßenbahnentgleisungen führt. Die Kühlung der Schienen durch Gießen von Wasser, Geschwindigkeitsbegrenzung und sogar das Stoppen des Verkehrs wird als Vorsichtsmaßnahme eingesetzt. In Zeiträumen hoher Lufttemperaturen und Sonnenschein in schlecht belüfteten Bereichen mit dichten Gebäuden sind Schutzmaßnahmen auf der Grundlage einer kontinuierlichen Überwachung der Schienentemperatur zu ergreifen.

Die in der Bahnindustrie verwendeten Schienentemperatur-Messsysteme, wie beispielsweise die von der italienischen Firma Marini Impianti Industriali angebotene Lösung mit Sensoren, die an den Schienen in den kriechbeanspruchten Gleisabschnitten angebracht sind und von denen aus das Temperatursignal über Kabel an den lokalen peripheren Kontrollpunkt und dann per Funk an die Zentraleinheit übertragen wird, sind sehr teuer und unter Bedingungen des städtischen Straßenbahnnetzes nicht sinnvoll.

Es gibt auch bekannte Lösungen für die Ferntemperaturmessung von beweglichen mechanischen Teilen, die während des Betriebs nicht zugänglich sind. Die Fernmessung erfolgt unter Verwendung einer Funksignalübertragung zwischen den sich in Relativbewegung befindenden Sender-Empfänger-Antennen von Messsystemeinheiten. Eine dieser Lösungen, die vom norwegischen Konzern Konsberg Marinetime AS, spezialisiert auf Schiffselektronik und IT-Technologien, umgesetzt wurde, ist in der Patentbeschreibung PL198143B1 dargestellt. Die berührungslose Temperaturmessung mit der Bezeichnung SENTRY basiert auf einem drahtlosen Sensor, der thermisch mit einem beweglichen Prüfkörper kurzgeschlossen ist. Der Sensor wird drahtlos und induktiv aus einer Multiplex-Zentraleinheit durch ein Hochfrequenzsignal und einen niederenergetischen Radarimpuls versorgt. Er sendet das von der Antenne der Zentraleinheit empfangene Signal zurück, dessen Eigenschaften durch die Temperatur des Bauteils klar definiert sind. Der Sensor weist ein Dorngehäuse auf, in dem das temperaturempfindliche Element über einen Wandler mit einer integrierten Schaltung unter Verwendung von akustischen Oberflächenwellen (SAW – Surface Acoustic Wave) mit temperaturabhängiger Funktion verbunden ist. Die Sender-Empfänger-Antenne ist auf der Vorderseite des Sensorschaftes montiert. In der Beschreibung des Ausführungsbeispiels wird die Temperaturmessung des Kurbelwellenlagers im Schiffsmotor dargestellt.

Die Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Bau einer Vorrichtung zur kontinuierlichen Messung der Schienentemperatur in Echtzeit während der Straßenbahnfahrt zu entwickeln, deren Ausführung und Nutzung keine nennenswerten Implementierungs- und Betriebskosten erfordert.

Nach der Erfindung nutzt die Vorrichtung die Funkübertragung von Signalen, die von Sende- und Empfangsantennen zweier sich in Relativbewegung bewegender Messsystemeinheiten ausgesendet werden, um die Temperatur von Straßenbahnschienen zu messen. Sie enthält den bekannten und vorstehend beschriebenen drahtlosen, induktiv betriebenen Temperatursensor und eine Zentraleinheit mit einem elektronischem Analysator und einen Rekorder für reflektierte Radarsignale. Das Wesen dieser Lösung beruht darauf, dass diese Vorrichtung einen Thermostecker enthält, der aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als dem von Stahl besteht und durch eine Fläche befestigt ist, die am Schienensteg angrenzt. Ein Temperatursensor ist auf der Oberseite des Thermosteckers montiert, der auf der Achse

des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene positioniert ist, sodass die Vorderseite seiner Antenne direkt an und unter der Schienenkopfebene liegt. Die Antenne der Zentraleinheit ist koaxial und oberhalb der Sensorantenne am Straßenbahnfahrgestellrahmen befestigt, wobei der Abstand zwischen den Vorderflächen beider Antennen 30 bis 80 mm beträgt und nicht kleiner als die maximale Auslenkung des Straßenbahnfahrgestellrahmens ist. Während das Fahrzeug fährt, wird der Temperatursensor von einer Multiplex-Zentraleinheit mit einem Hochfrequenzsignal und einem Niederenergie-Radarimpuls abgetastet. Der Temperatursensor reagiert auf dieses Signal, indem er einen Impuls mit einer durch die Temperatur des Thermosteckers definierten Charakteristik reflektiert, die aufgrund der guten Wärmeleitung mit der Schienentemperatur gleich ist.

Vorteilhaft ist es, wenn der Thermostecker in einer Kammer zwischen den elastischen Schienenarretierungen in der seitlichen Stützwand der Schienenrille der Gleis-Unterbauplatte installiert wird. Der dämpfende Formteil wird über die Länge der Thermostecker-Befestigung entfernt.

Es ist auch zweckmäßig, dass die Sensorkammer auf die Zuschlagstoff-Grundschicht entwässert wird und von oben, unter dem Schienenkopf mit einer für Radarstrahlung durchlässigen Abschirmung abgedeckt wird.

Die Lösung, Temperatursensoren in das Straßenbahngleis einzubauen und eine Zentraleinheit im Schienenfahrzeug zu installieren, ist einfach umzusetzen, relativ kostengünstig und sehr komfortabel zur Überwachung der Notsituation bei Hitze.

Ein vollständiges Verständnis der Erfindung ermöglicht die Beschreibung einer beispielhaften Ausführung der im Diagramm dargestellten Vorrichtung, von der die Abb.1 den Ablaufplan, die Abb.2 – die Eigenschaften des von der Zentraleinheit abgestrahlten Impulses, der den elektrischen Sensor induktiv aktiviert, die Abb.3 – die Eigenschaften des von der Sensorantenne reflektierten Signals, bestimmt in Abhängigkeit von ihrer Temperatur, und die Abb.4 – den vertikale Querschnitt des in die beispielhaften Straßenbahngleise eingebauten Temperatursensors mit einem Fragment zur Befestigung der Zentraleinheitsantenne am Straßenbahnrahmen, darstellt.

Das Gerät enthält ein Temperaturmesssystem für eine berührungslose Rillenschiene 2 in einem Straßenbahngleis, das mit einer öffentlichen Fahrbahn gemeinsam ist, deren Temperatur von der auf dem Schienenfahrzeug 1 installierten Zentraleinheit 4 beim

Durchfahren eines Gleisabschnitts mit eingebauten Temperatursensoren 3 erfasst wird. Bei den in diesem Beispiel verwendeten Temperatursensoren handelt es sich um die oben beschriebenen, auf dem Markt erhältlichen drahtlosen Temperatursensoren 3 vom Typ SAW der Fa. Kongsberg mit einem Dorngehäuse und einer Sender-/Empfängerantenne 3A auf der Vorderseite. Wie bereits erwähnt, werden die Sensoren 3 Typ SAW induktiv mit dem Signal der Sender-Empfänger-Antenne 4A der Zentraleinheit 4 versorgt. Die Zentraleinheit 4 verfügt über einen elektronischen Analysator und einen Rekorder für reflektierte Radartemperatursignale. Abb. 4 zeigt, wie der Temperatursensor 3 mit der Schiene 2 über den Thermostecker 5 aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als Stahl verbunden ist. Der Thermostecker 5 ist mit einer Fläche angrenzend an den Schienensteg 2 ausgestattet, um einen guten Wärmefluss und eine direkte Temperaturkompensation der Schiene 2 und des Steckers 5 zu gewährleisten. Unterstützt wird diese Aufgabe durch das Füllen der Sensorkammer 6 – getrennt zwischen den elastischen Arretierungen 2 der Schiene 9 in der Schienenrille der Gleis-Unterbauplatte 7 – mit Widerstandsmasse auf Basis von SBR-Butadien-Styrol-Kautschuk und durch Entfernen des elastomeren, dämpfenden Formteils 10 über die Länge des Thermosteckers 5. Der Temperatursensor 3 sitzt in einem Loch in der Oberseite des Thermosteckers 5, und ist auf der Achse des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene 2 angeordnet, sodass die Vorderfläche seiner Antenne 3A direkt neben und unter dem Niveau des Schienenkopfes 2 positioniert ist. Die Antenne der Zentraleinheit 4A ist am Fahrgestellrahmen 8 der Straßenbahn 1 in der koaxialen Position und über der Antenne des Sensors 3A befestigt, wobei der Abstand x zwischen den Vorderflächen der Antennen 3A und 4A zwischen 30 bis 80 mm liegt, und nicht kleiner als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens 8 der Straßenbahn 1 ist. Die Sensorkammer 6 wird bis zur Basisschicht des verdichteten Zuschlagstoffes entwässert 11 und von oben mit einer Abdeckung 12, die für Radarstrahlung durchlässig ist, abgedeckt, die sich unterhalb des Schienenkopfes 2 befindet.

Liste der Bezeichnungen in der Abbildung

1. Straßenbahn
2. Schiene
3. Temperatursensor

3A. Sensor-Antenne

4. Zentraleinheit mit Analysator und Recorder

4A. Antenne der Zentraleinheit

5. Thermostecker
6. Sensorkammer
7. Gleis-Unterbauplatte
8. Straßenbahnfahrgestellrahmen
9. Federhalterung der Schiene
10. Dämpfendes Formteil
11. Entwässerung
12. Sensorabschirmung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum berührungslosen Messen der Temperatur der Straßenbahngleisen, während des Schienenfahrzeugbetriebs, insbesondere der berührungslosen Rillenschienen einer der Fahrbahn einer öffentlichen Straße gemeinsamen Strecke, mit einem Funkgateway zur Übertragung von Signalen, die von Sende- und Empfangsantennen (3A, 4A) ausgesendet werden:
   - eines induktionsgetriebenen Temperatursensors (3) mit einem eingebauten Wandler im Dorngehäuse, der mit einer integrierten Schaltung unter Verwendung von akustischen Oberflächenwellen mit temperaturabhängiger Funktion verbunden ist, und
   - einer Zentraleinheit (4) mit einem elektronischen Analysator und einem Rekorder für reflektierte Radarsignale; oder
   besonders dadurch, dass
   sie einen Thermostecker (5) aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als Stahl enthält, der durch eine an den Schienensteg (2) angrenzende Fläche befestigt ist, bei dem ein Temperatursensor (3) auf der Oberseite sitzt, der an der Achse des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene (2) angeordnet ist, sodass die Vorderfläche seiner Antenne (3A) direkt neben und unter dem Niveau des Schienenkopfes (2) positioniert ist, während die Zentraleinheitsantenne (4A) koaxial und über der Sensorantenne (3A) mit einem Abstand (x) zwischen den Vorderflächen beider Antennen (3A, 4A) von 30 bis 80 mm, nicht kleiner als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens (8) der Straßenbahn (1), am Straßenbahnrahmen (8) (1) befestigt ist.

2. Das charakteristische Merkmal der Vorrichtung ist, dass der Thermostecker (5) in der Sensorkammer (6), getrennt zwischen den elastischen Arretierungen (9) der Schienen (2), in der Schienenrille der Gleis-Unterbauplatte (7) installiert ist, wobei der dämpfende Formteil (10) über die Länge des Thermosteckers (5) entfernt wird.

3. Eine Vorrichtung, nach Vorbehalt 1 oder 2, ist besonders dadurch, dass die Sensorkammer (6) auf die Zuschlagstoff-Grundschicht entwässert (11) wird und die Ober-

seite unter dem Schienenkopf (2) von einer für die Radarstrahlung durchlässigen Abschirmung (12) abgedeckt ist.

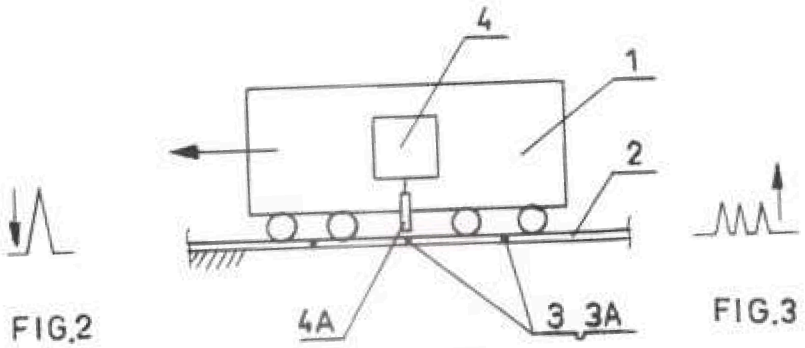

FIG.2

FIG.3

FIG.1

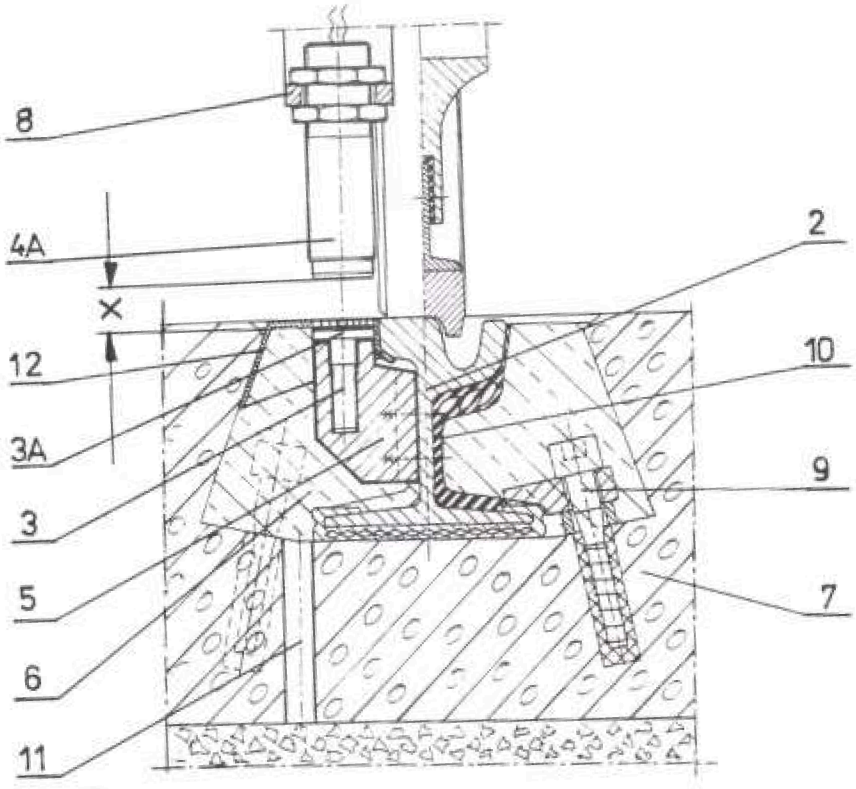

FIG.4