RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236925**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428116**

(22) Data zgłoszenia: **10.12.2018**

(51) Int.Cl.
G01K 13/04 (2006.01)
G01K 1/14 (2006.01)
B61L 23/04 (2006.01)
B61K 9/08 (2006.01)

(54) **Urządzenie do bezdotykowego pomiaru temperatury szyn miejskiego torowiska tramwajowego, podczas jazdy pojazdu szynowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
15.06.2020 BUP 13/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
22.02.2021 WUP 04/21

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JERZY KWAŚNIEWSKI, Kraków, PL
SZYMON MOLSKI, Kraków, PL

PL 236925 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do bezdotykowego pomiaru temperatury szyn miejskiego torowiska tramwajowego, podczas jazdy pojazdu szynowego, stosowane w celu monitorowania temperatury bezstykowego toru, zwłaszcza szyn rowkowych torowiska wspólnego z jezdnią drogi publicznej.

Torowisko tramwajowe prowadzone w gęstej zabudowie miast, z szynami wbudowanymi w jezdnię drogi publicznej jest w okresach występowania upałów szczególnie narażone na wypaczenia związane z liniową rozszerzalnością stalowych szyn. Szyna zamknięta w rowku płyty podtorowej, przy wysokiej temperaturze powietrza oraz nasłonecznieniu główki może nagrzewać się do temperatur powyżej 50°C, czyli około 25°C ponad temperaturę neutralną bez występowania sił podłużnych. W przybliżeniu oznacza to, że w stosowanych aktualnie tokach bezstykowych ze spawanymi odcinkami szyn, przyrost długości wynikający z termicznej rozszerzalność materiałowej na odcinku 1 km stanowi około 30 cm. W torowisku miejskim, gęsto usztywnionym przez zwrotnice i krzyżownice, problem rozszerzalności szyn stanowi istotne zagrożenie wyrywania przytwierdzeń z wypaczeniami i wybrzuszeniami torów powodującymi wykolejenia tramwaju niebezpieczne dla pasażerów i otoczenia. Zaradczo stosowanym jest chłodzenie szyn przez polewanie wodą, ograniczenie prędkości a nawet zatrzymaniem ruchu. W okresach występowania wysokich temperatur powietrza i nasłonecznienia mało przewiewnej strefy z gęstą zabudową, muszą być podejmowane działania zabezpieczające oparte o ciągły monitoring temperatury szyn.

Stosowane w kolejnictwie systemy pomiarowe temperatury szyn, przykładowo według rozwiązania oferowanego przez włoską firmę Marini Impianti Industriali, z czujnikami mocowanymi do szyny na odcinkach toru narażonych na pełzanie i z których sygnał temperatury przekazywany jest przewodowo do lokalnego punktu kontroli peryferyjnej i dalej drogą radiową do jednostki centralnej – jest bardzo kosztowny i w warunkach miejskiej sieci tramwajowej nieprzydatny.

Znane są również rozwiązania zdalnego pomiaru temperatury ruchomych elementów mechanicznych które są niedostępne podczas pracy urządzenia. Zdalny pomiar prowadzony jest z wykorzystaniem radiowej transmisji sygnałów między będącymi w ruchu względnym nadawczo-odbiorczymi antenami zespołów układu pomiarowego. Jedno z takich rozwiązań – dokonane w norweskim koncernie Konsberg Marinetime AS, specjalizującym się w elektronice morskiej i technologiach informatycznych – przedstawione jest w opisie patentowym PL198143B1. Bezdotykowy pomiar temperatury o nazwie SENTRY oparty jest o bezprzewodowy czujnik zwarty termicznie z ruchomym elementem badanym. Czujnik zasilany jest bezprzewodowo w sposób indukcyjny z multipleksowej jednostki centralnej sygnałem o wysokiej częstotliwości i niskim impulsem radarowym energii. Zwrotnie emituje sygnał odbierany przez antenę jednostki centralnej, którego charakterystyka jest jednoznacznie określona temperaturą elementu zabudowy. Czujnik ma trzpieniową obudowę w której element wrażliwy na temperaturę połączony jest przez przetwornik z układem scalonym wykorzystującym powierzchniowe fale akustyczne (SAW – Surface Acoustic Wave) z funkcją zależną od temperatury. Na powierzchni czołowej trzpienia czujnika osadzona jest antena nadawczo-odbiorcza. W opisie przykładu wykonania przedstawiony jest pomiar temperatury łożyska korbowodowego w silniku okrętowym.

Zadaniem niniejszego wynalazku jest opracowanie konstrukcji urządzenia do ciągłego pomiaru temperatury szyn w czasie rzeczywistym podczas przejazdu tramwaju, którego wykonanie i stosowanie nie będzie wymagało znacznych kosztów wdrożeniowych i eksploatacyjnych.

Urządzenie według wynalazku wykorzystuje do pomiaru temperatury szyn tramwajowych radiową transmisję sygnałów emitowanych przez nadawczo-odbiorcze anteny dwóch, poruszających się ruchem względnym zespołów układu pomiarowego. Zawiera znany i powyżej opisany bezprzewodowy czujnik temperatury zasilany indukcyjnie i jednostkę centralną z elektronicznym analizatorem i rejestratorem odbitych sygnałów radarowych. Istota rozwiązania polega na tym, że urządzenie zawiera złącze termiczne, wykonane z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła nie mniejszym od współczynnika stali i które jest zamocowane przez powierzchnię przystającą do powierzchni szyjki szyny. Na górnej powierzchni złącza termicznego osadzony jest czujnik temperatury usytuowany osią trzpieniowej obudowy równolegle do pionowej osi szyny oraz tak, że powierzchnia czołowa jego anteny położona jest bezpośrednio obok i poniżej poziomu główki szyny. Antena jednostki centralnej jest zamocowana do ramy podwozia tramwaju współosiowo i powyżej anteny czujnika, z odstępem między powierzchniami czołowymi obu anten w zakresie od 30 do 80 mm, oraz nie mniejszym od maksymalnego ugięcia eks-

ploatacyjnego ramy podwozia tramwaju. Podczas przejazdu pojazdu czujnik temperatury jest skanowany przez multipleksową jednostkę centralną sygnałem o wysokiej częstotliwości i z niskim impulsem radarowym energii. Czujnik temperatury reaguje na ten sygnał odbijając impuls o charakterystyce określonej przez temperaturę złącza termicznego, która w wyniku dobrego przewodzenia ciepła jest równa temperaturze szyny.

Korzystnym jest gdy, złącze termiczne zabudowane jest w komorze wykonanej na odcinku między sprężystymi utwierdzeniami szyny, w bocznej ścianie oporowej rowka szynowego płyty podtorowej. Na długości zamocowania złącza termicznego usunięta jest kształtka amortyzująca.

Również celowym jest gdy, komora czujnika ma odwodnienie do warstwy podkładowej kruszywa, a od góry, poniżej główki szyny przesłonięta jest osłoną przenikliwą dla promieniowania radarowego.

Rozwiązanie polegające na wbudowaniu w torowisko tramwajowe czujników temperatury i zainstalowaniu w pojeździe szynowym jednostki centralnej jest łatwe do wdrożenia, względnie tanie oraz bardzo wygodne w czynnościach dozorowania stanu zagrożenia podczas upałów.

Pełne zrozumienie wynalazku umożliwi opis przykładowego wykonania pokazanego na rysunku, którego Fig. 1 przedstawia schemat blokowy urządzenia, Fig. 2 – charakterystykę impulsu emitowanego z jednostki centralnej, aktywującego indukcyjnie czujnik elektryczny, Fig. 3 – charakterystykę sygnału odbitego od anteny czujnika, wyznaczoną w funkcji jego temperatury, a Fig. 4 – przekrój pionowy przez czujnik temperatury wbudowany w przykładowy tok szynowy torowiska tramwajowego z fragmentem zamocowania anteny jednostki centralnej do ramy podwozia tramwaju.

Urządzenie zawiera układ pomiaru temperatury bezstykowej szyny rowkowej 2 w torowisku tramwajowym wspólnym z jezdnią drogi publicznej, temperatury której wartość odczytywana jest przez jednostkę centralną 4 zabudowaną na pojeździe szynowym 1 podczas przejazdu przez odcinek torowiska z wbudowanymi czujnikami temperatury 3. Zastosowanymi w tym przykładowym wykonaniu czujnikami temperatury są dostępne na rynku, powyżej opisane bezprzewodowe czujniki temperatury 3 typu SAW firmy Kongsberg, z trzpieniową obudową i anteną nadawczo-odbiorczą 3A na powierzchni czołowej. Jak już poprzednio powiedziano, czujniki 3 typu SAW zasilane są indukcyjnie sygnałem emitowanym z anteny nadawczo-odbiorczej 4A jednostki centralnej 4. Jednostka centralna 4 ma elektroniczny analizator i rejestrator odbitych radarowych sygnałów temperaturowych. Na Fig.4 pokazany jest sposób połączenia czujnika temperatury 3 z szyną 2 za pośrednictwem złącza termicznego 5, wykonanego z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła nie mniejszym od współczynnika stali. Złącze termiczne 5 zamocowane jest powierzchnią przystającą do powierzchni szyjki szyny 2, co ma zapewnić dobry przepływ strumienia ciepła i bezpośrednie wyrównanie temperatur szyny 2 i złącza 5. Zadanie to wspomagane jest przez wypełnienie komory czujnika 6 – wydzielonej między sprężystymi utwierdzeniami 9 szyny 2 w rowku szynowym płyty podtorowej 7 – masą oporową na bazie kauczuku butadienowo-styrenowego SBR, oraz przez usunięcie elastomerowej kształtki amortyzującej 10 na długości zamocowania złącza termicznego 5. Czujnik temperatury 3 osadzony jest w otworze na górnej powierzchni złącza termicznego 5, usytuowany osią trzpieniowej obudowy równolegle do pionowej osi szyny 2 oraz tak, że powierzchnia czołowa jego anteny 3A położona jest bezpośrednio obok i poniżej poziomu główki szyny 2. Antena jednostki centralnej 4A jest zamocowana do ramy podwozia 8 tramwaju 1 w położeniu współosiowym i powyżej anteny czujnika 3A, z odstępem x między powierzchniami czołowymi obu anten 3A i 4A w zakresie od 30 do 80 mm, nie mniejszym od maksymalnego ugięcia ramy podwozia 8 występującego podczas jazdy tramwaju 1. Komora czujnika 6 jest odwodniona 11 do warstwy podkładowej zagęszczonego kruszywa, a od góry przesłonięta osłoną 12 przenikliwą dla promieniowania radarowego, usytuowaną poniżej główki szyny 2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do bezdotykowego pomiaru temperatury szyn miejskiego torowiska tramwajowego, podczas jazdy pojazdu szynowego, zwłaszcza bezstykowego toru szyn rowkowych torowiska wspólnego z jezdnią drogi publicznej, zawierające bramkę radiowej transmisji sygnałów emitowanych przez nadawczo-odbiorcze anteny (3A, 4A):
   - czujnika temperatury (3) zasilanego indukcyjnie i mającego wbudowane w trzpieniowej obudowie przetwornik połączony z układem scalonym wykorzystującym powierzchniowe fale akustyczne z funkcją zależną od temperatury, oraz

– jednostki centralnej (4) z elektronicznym analizatorem i rejestratorem odbitych sygnałów radarowych,

znamienne tym, że

– zawiera złącze termiczne (5), wykonane z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła nie mniejszym od współczynnika stali, zamocowane przez powierzchnię przystającą do powierzchni szyjki szyny (2), i w którym na górnej powierzchni osadzony jest czujnik temperatury (3) usytuowany osią trzpieniowej obudowy równolegle do pionowej osi szyny (2) oraz tak, że powierzchnia czołowa jego anteny (3A) położona jest bezpośrednio obok i poniżej poziomu główki szyny (2), natomiast antena jednostki centralnej (4A) jest zamocowana do ramy podwozia (8) tramwaju (1) współosiowo i powyżej anteny czujnika (3A) z odstępem (x) między powierzchniami czołowymi obu anten (3A, 4A) w zakresie od 30 do 80 mm, nie mniejszym od maksymalnego ugięcia eksploatacyjnego ramy podwozia (8) tramwaju (1).

2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamienne tym**, że złącze termiczne (5) zabudowane jest w komorze czujnika (6), wydzielonej między sprężystymi utwierdzeniami (9) szyny (2) w rowku szynowym płyty podtorowej (7), gdzie na długości zamocowania złącza termicznego (5) usunięta jest kształtka amortyzująca (10).
3. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2 **znamienne tym**, że komora czujnika (6) ma odwodnienie (11) do warstwy podkładowej kruszywa, a od góry, poniżej główki szyny (2) przesłonięta jest osłoną (12) przenikliwą dla promieniowania radarowego.

Rysunki

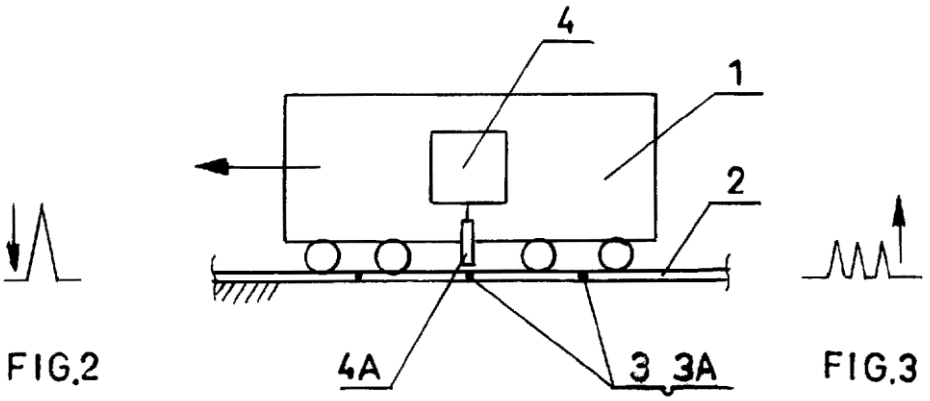

FIG.1

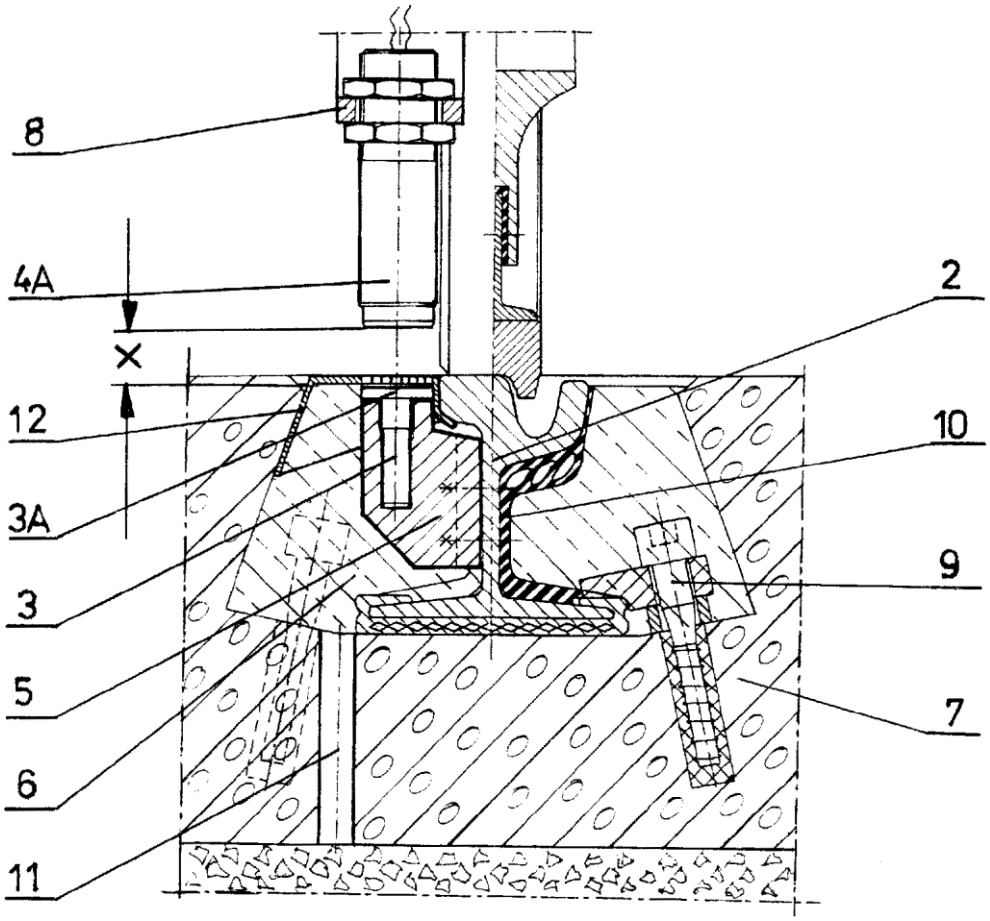

FIG.4