RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240605**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419922**

(51) Int.Cl.
G01G 19/03 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **21.12.2016**

(54) **Układ czujnikowy do instalowania w nawierzchni drogi do pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.07.2018 BUP 14/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
09.05.2022 WUP 19/22

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

(72) Twórca(y) wynalazku:
PIOTR BURNOS, Kraków, PL
JANUSZ GAJDA, Kraków, PL
RYSZARD SROKA, Sędziszów Małopolski, PL

PL 240605 B1

Opis wynalazku

Dziedzina

Przedmiotem wynalazku jest układ czujnikowy do instalowania w nawierzchni drogi do pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu.

Stan techniki

Istota ważenia pojazdów w ruchu polega na rejestracji i przetwarzaniu sygnałów generowanych przez czujniki umieszczone w nawierzchni jezdni, pod wpływem nacisku kół poruszającego się pojazdu samochodowego. Systemy takie nazywa się WIM od anglojęzycznego skrótu Weigh in Motion (dosłownie: ważenie w ruchu). Główną cechą i podstawową zaletą tego typu systemów ważenia jest brak ograniczenia prędkości pojazdu. Taka forma pomiaru realizuje postulat dotyczący dużej efektywności kontroli i jest odpowiedzią na wzrost natężenia ruchu drogowego.

W każdym systemie WIM można wyróżnić co najmniej trzy podstawowe elementy: czujniki nacisku, układ kondycjonowania sygnałów, oraz nadrzędny układ cyfrowy, którego przeznaczeniem jest przetwarzanie danych oraz sterowanie pracą systemu. Newralgicznym elementem są zainstalowane w nawierzchni czujniki nacisku, gdyż od ich właściwości w dużej mierze zależą właściwości całego systemu ważącego. W systemach WIM czujniki pomiarowe montuje się w nawierzchni lub pod nawierzchnią jezdni prostopadle do kierunku ruchu, w taki sposób, że osie ważonego pojazdu przetaczają się przez te czujniki. Szerokość czujników najczęściej odpowiada szerokości pasa ruchu w którym są zainstalowane, jednak znane są również inne rozwiązania konstrukcyjne (np. obejmujące 1/2 szerokości pasa ruchu). Schemat stanowiska jest przedstawiony na Fig. 1.

Ponieważ czujniki nacisku są montowane w nawierzchni to staje się ona częścią systemu pomiarowego, a jej właściwości rzutują na właściwości całego systemu WIM. Szczególnie istotny wpływ ma tutaj zmieniająca się temperatura nawierzchni. Najczęściej jest ona wykonywana z betonu asfaltowego, który jest lepiszczem o właściwościach fizyko-mechanicznych zależnych między innymi od temperatury. Im jest ona większa tym beton asfaltowy jest bardziej podatny im mniejsza tym jest bardziej sztywny. Ma to bezpośredni wpływ na uzyskiwane w systemach WIM wyniki ważenia. Zjawisko to jest dobrze znane i opisane w literaturze i jest przyczyną dużych błędów ważenia w takich systemach, nawet jeśli sam czujnik obarczony jest bardzo małą niepewnością pomiaru i podatnością na wpływ temperatury. Na Fig. 2 przedstawiono doświadczalnie wyznaczoną charakterystykę temperaturową systemu WIM w zakresie od -10°C do 30°C dla czujników polimerowych. Dane rejestrowano w okresie od listopada 2005 do stycznia 2008 roku na wybranym stanowisku WIM.

Dane pomiarowe z Fig. 2 dobrze opisuje model

$$C_T(T_a) = k_T \cdot 10^{w_T \cdot (T_a)} + b_T$$

gdzie:

T_a – temperatura asfaltu [°C]

k_T – współczynnik wzmocnienia,

w_T – współczynnik nachylenia krzywej,

b_T – offset

Z powyższej charakterystyki wynika, że zmiana temperatury o 10°C może prowadzić do 15% zmiany wyników ważenia (błędów). Zjawisko to, w większym lub mniejszym stopniu, występuje dla wszystkich znanych obecnie technologii produkcji czujników nacisków. Współczynniki modelu (1) są wyznaczane indywidualnie dla każdej lokalizacji systemu ważącego.

W systemach WIM możliwe jest ograniczenie wpływu tego zjawiska na dokładność wyników ważenia poprzez zastosowanie metody korekcji temperaturowej. Jej idea polega na wykorzystaniu modelu (1) charakterystyki temperaturowej stanowiska WIM do obliczenia wartości współczynnika korekcyjnego C_T oraz na modyfikowaniu wyników ważenia zgodnie z zależnością (2) dla danej temperatury *Ta*.

$$W_{Si} = \frac{1}{C_0 \times C_T(T_a)} \times Wd_i$$

gdzie:

$C_0 = \frac{1}{c}$ to stały współczynnik kalibracji wyznaczony np. metodą pojazdu wstępnie zważonego w temperaturze T_a°,

Ws_i – skalibrowany i-ty wynik ważenia uwzględniający korektę temperaturową, tj. masa całkowita pojazdu lub nacisk statyczny wybranej osi,

Wd_i – nie kalibrowany i-ty wynik ważenia, tj. bezpośredni wynik przetwarzania sygnału nacisku z czujników WIM.

Metoda korekcji wymaga ciągłego pomiaru temperatury nawierzchni, a bieżącej korekcie podlegają wszystkie wyniki ważenia, co jest niewątpliwą zaletą metody. Wymaga to jednak zainstalowania na stanowisku WIM osobnych czujników temperatury, które mierzą temperaturę nawierzchni. Takie rozwiązanie ma kilka zasadniczych wad:

- temperatura nawierzchni może różnić się od temperatury czujnika nacisku na skutek różnych przewodności cieplnych tych dwóch elementów,
- mierzona jest temperatura nawierzchni w pobliżu czujnika, a nie samego czujnika,
- czujniki temperatury są instalowane na głębokości kilku centymetrów (zazwyczaj 5 cm) pod nawierzchnią, podczas gdy głębokość instalacji czujników nacisku jest różna w zależności od rodzaju (technologii wykonania) czujnika,
- wzdłuż i w poprzek stanowiska ważącego może występować gradient temperatury nawierzchni, więc pomiar za pośrednictwem jednego czujnika temperatury nie jest miarodajny, szczególnie w systemach WIM wyposażonych w wiele linii czujników nacisku, rozłożonych na długości kilkudziesięciu metrów. Przykładowo, na stanowisku testowym czujniki temperatury umieszczone były w odległości 16 metrów, co w przypadku wschodu słońca powodującego intensywne ale niejednorodne nagrzewanie nawierzchni wytwarzało gradient temperatury wynoszący 10°C.

Istota wynalazku polega na integracji czujnika nacisku osi pojazdu z liniowym czujnikiem temperatury. Schemat konstrukcji przedstawia Fig. 3 (dla czujnika montowanego pod powierzchnią jezdni) i Fig. 4 (dla czujnika montowanego równo z powierzchnią jezdni).

Istota

Układ czujnikowy do instalowania w nawierzchni drogi do pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu zawiera element wrażliwy na ściskanie umieszczony w obudowie przenoszącej na niego nacisk koła pojazdu, jednocześnie wzdłuż obudowy do jej zewnętrznej powierzchni zamocowany jest liniowy czujnik temperatury.

Korzystnie elementem wrażliwym na ściskanie jest czujnik pojemnościowy lub czujnik piezoelektryczny lub czujnik kwarcowy lub czujnik tensometryczny lub czujnik światłowodowy.

Korzystnie wokół obudowy umieszczona jest zalewa, która wiąże czujnik nacisku z otaczającą go nawierzchnią i przenosi nacisk na czujnik nacisku.

Korzystnie koło pojazdu ma bezpośredni kontakt z czujnikiem.

Korzystne skutki

Czujnik liniowy składa się z większej liczby, mniejszych, rozłożonych równomiernie wzdłuż jego długości czujników temperatury. Umożliwia to pomiar w wielu punktach wzdłuż czujnika liniowego – stąd jego nazwa. Integracja takiego czujnika z czujnikiem nacisku osi umożliwiałaby pomiar temperatury czujnika nacisku w miejscu jego zainstalowania. Jeżeli w systemie ważącym zastosowano więcej czujników nacisku, to pomiar wykonywany jest dla każdego czujnika. Dodatkowo dzięki pomiarowi wielopunktowemu wzdłuż czujnika liniowego rejestrowany jest gradient temperatury w poprzek stanowiska.

Pomiar wykonany za pośrednictwem zintegrowanego czujnika nacisku osi z liniowym czujnikiem temperatury, dałby pełny obraz rozkładu temperatury na stanowisku ważącym. Tak bogata informacja o rozkładzie temperatury na stanowisku zwiększyłaby skuteczność metody korekcji temperaturowej wyników ważenia, a tym samym poprawiła dokładność uzyskiwanych wyników.

Figury

Przedmiot wynalazku w przykładach (przykładzie) wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym

Fig. 3 przedstawia schematyczne przedstawienie układu czujnikowego zamocowanego w nawierzchni drogi według pierwszego przykładu wykonania, a

Fig. 4 przedstawia schematyczne przedstawienie układu czujnikowego zamocowanego w nawierzchni drogi według drugiego przykładu wykonania.

Przykłady realizacji

P r z y k ł a d 1 (*podpowierzchniowy*)

Układ czujnikowy zainstalowano w nawierzchni pod powierzchnią drogi w celu pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu. Układ ten zawiera element wrażliwy na ściskanie 1 umieszczony w obudowie 2 przenoszącej na niego nacisk koła pojazdu, jednocześnie wzdłuż obudowy 2 do jej zewnętrznej powierzchni zamocowany jest liniowy czujnik temperatury 3. Wokół obudowy 2 umieszczona jest zalewa, która wiąże czujnik nacisku z otaczającą go nawierzchnią i przenosi nacisk na czujnik nacisku. Aby pomiar z czujników temperatury był uznawany za przydatny dla systemów WIM i stanowił jeden liniowy zespół czujnikowy to odległość pomiędzy poszczególnymi czujnikami temperatury powinna wynosić do 50 cm.

P r z y k ł a d 2 (*powierzchniowy*)

Układ czujnikowy zainstalowano w nawierzchni drogi w celu pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu w taki sposób, że koło pojazdu ma bezpośredni kontakt z czujnikiem. Układ ten zawiera element wrażliwy na ściskanie 1 umieszczony w obudowie 2 przenoszącej na niego nacisk koła pojazdu, jednocześnie wzdłuż obudowy 2 do jej zewnętrznej powierzchni zamocowany jest liniowy czujnik temperatury 3.

Lista oznaczeń odsyłających

1 – element wrażliwy na ściskanie
2 – obudowa
3 – liniowy czujnik

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ czujnikowy do instalowania w nawierzchni drogi do pomiaru nacisków osi pojazdów samochodowych w ruchu, **znamienny tym**, że zawiera element wrażliwy na ściskanie (1) umieszczony w obudowie (2) przenoszącej na niego nacisk koła pojazdu, jednocześnie wzdłuż obudowy (2) do jej zewnętrznej powierzchni zamocowany jest liniowy czujnik temperatury (3).
2. Układ czujnikowy według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że elementem wrażliwym na ściskanie (1) jest czujnik pojemnościowy lub czujnik piezoelektryczny lub czujnik kwarcowy lub czujnik tensometryczny lub czujnik światłowodowy.
3. Układ czujnikowy według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że wokół obudowy (2) umieszczona jest zalewa, która wiąże czujnik nacisku z otaczającą go nawierzchnią i przenosi nacisk na czujnik nacisku.
4. Układ czujnikowy według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że koło pojazdu ma bezpośredni kontakt z czujnikiem.

Rysunki

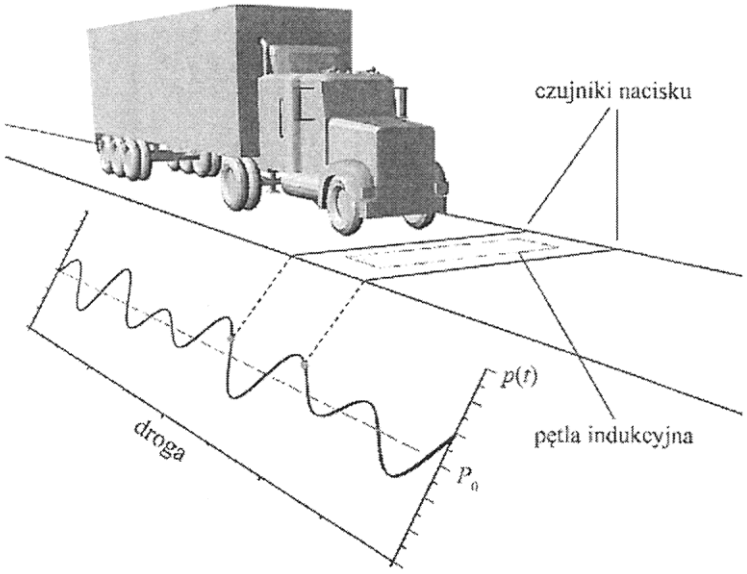

Fig. 1

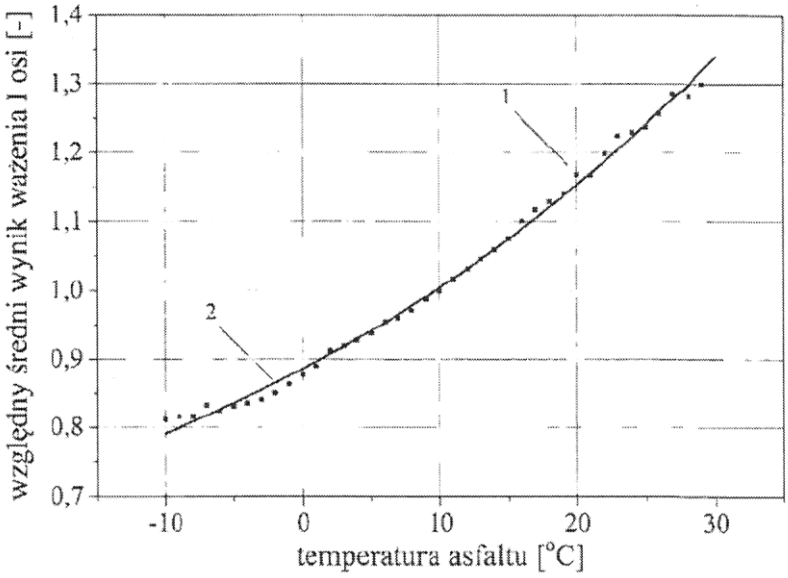

Fig. 2

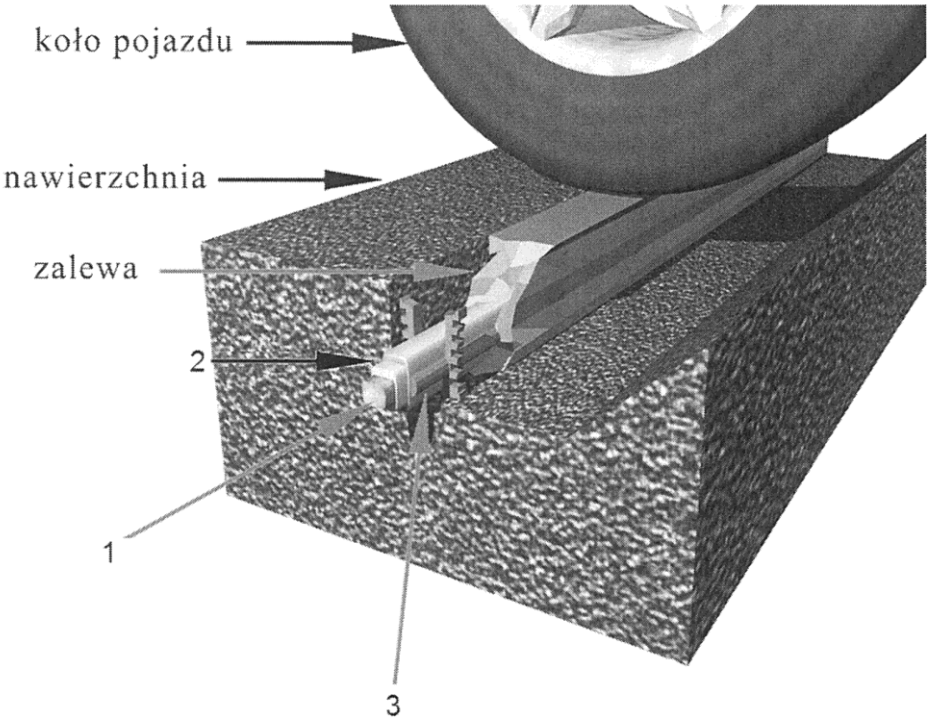
koło pojazdu
nawierzchnia
zalewa
2
1
3

Fig. 3

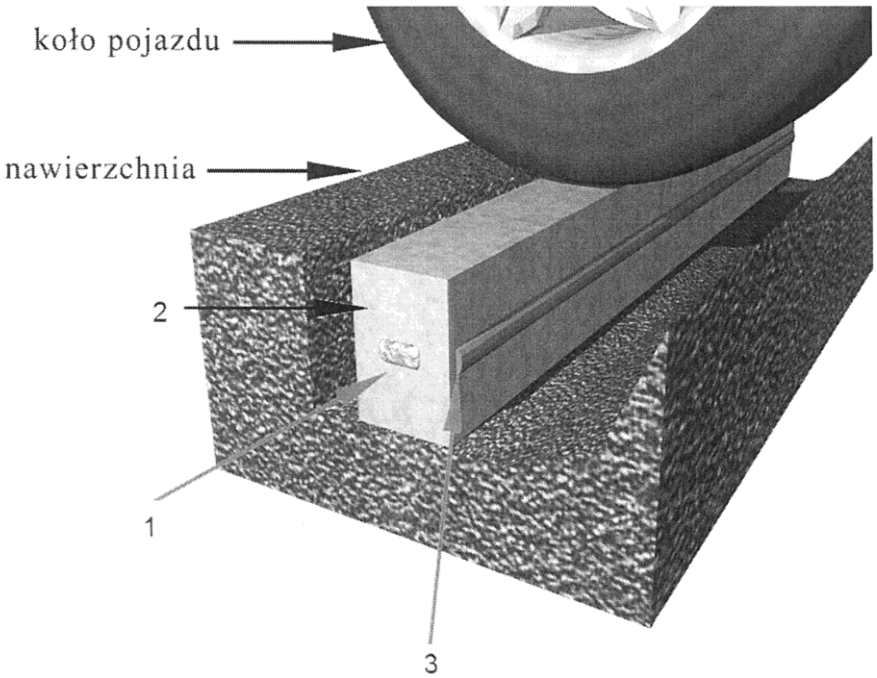
koło pojazdu
nawierzchnia
2
1
3

Fig. 4