

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **230137**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413628**

(51) Int.Cl.

G01M 5/00 (2006.01)

E01D 15/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **12.08.2015**

(54) **Urządzenie pomiarowe do monitorowania stanu technicznego
obiektów inżynierskich i dzieł sztuki**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.02.2017 BUP 04/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.09.2018 WUP 09/18

(73) Uprawniony z patentu:

SKŁODOWSKI MAREK, Warszawa, PL
PAWŁOWSKI PIOTR, Warszawa, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MAREK SKŁODOWSKI, Warszawa, PL
PIOTR PAWŁOWSKI, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Zofia Zatorska

PL 230137 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie pomiarowe do monitorowania stanu technicznego obiektów inżynierskich i dzieł sztuki, przeznaczone do ciągłego monitorowania parametrów fizycznych i mechanicznych charakteryzujących stan techniczny obiektów i dzieł sztuki, zwłaszcza takich jak obrazy, rzeźby, pomniki, mosty, nasypy, falochrony, dźwigi, pochylnie, pojazdy kołowe i szynowe.

Zarówno dzieła sztuki jak i konstrukcje inżynierskie w długim okresie czasu ulegają deformacji i zniszczeniu. Przy monitorowaniu tych zmian istotny jest pomiar parametrów takich jak odkształcenia, rozwarcia szczelin, pochylenie i odchylenie od pionu, ugięcie, osiadanie, częstość drgań, a także zmiany wilgotności i temperatury. Wymienione parametry są mierzone różnymi sposobami poprzez użycie różnych rodzajów czujników i różnych układów pomiarowych. Istotnym problemem przy monitorowaniu stanu obiektu jest jednoczesne stosowanie różnych układów pomiarowych mierzących określone parametry.

Z literatury patentowej znane są rozwiązania, w których występuje zdalne, ciągłe monitorowanie stanu obiektu polegające na zastosowaniu czujników umożliwiających jednoczesny pomiar kilku parametrów w tym samym czasie.

Z patentu US6487914 znane jest urządzenie do ciągłego monitorowania stanu dużych obiektów budowlanych takich jak mosty, wysokie budynki. Urządzenie zawiera zespół wielu czujników połączonych bezprzewodowo z modułem/panelem/zespołem nadawczo/odbiorczym dla odbierania i nadawania danych/sygnatów elektromagnetycznych. Co najmniej jeden czujnik działa dwukierunkowo tzn. jest zdolny do przesyłania i odbierania sygnału z modułu nadawczo-odbiorczego.

Z kolei z patentu US7343136 (zgłoszenie US2005017873) znane jest urządzenie do ciągłego monitorowania warunków otoczenia obiektu budowlanego, które zawiera co najmniej jeden czujnik do wykrywania panujących warunków i wytwarzania jednego lub więcej sygnałów, bezprzewodowy nadajnik do transmisji sygnałów do zdalnego urządzenia, źródło zasilania czujników i bezprzewodowego nadajnika. Czujniki, nadajnik i źródło zasilania są integralnie włączone w konstrukcję obiektu. Zazwyczaj urządzenie jest wyposażone w czujnik drgań i czujnik przechyłu oraz urządzenia zasilające i magazynujące energię. Najczęściej czujniki oraz bezprzewodowy nadajnik są umieszczone w obudowie, która stanowi element konstrukcyjny obiektu np. cegłę.

W zgłoszeniu patentowym US2014309767 przedstawione jest rozwiązanie dotyczące zintegrowanego urządzenia do przeprowadzenia synchronicznej operacji podnoszenia mostu. Urządzenie zawiera zespół monitorujący połączony z zespołem kontroli ciśnienia oleju w wielu podnośnikach oraz szereg czujników. Przesunięcie mostu jest sygnalizowane przez czujniki i przekazywane do zespołu monitorującego, co umożliwi dokładną regulację ciśnienia oleju.

W zgłoszeniu patentowym CN104777815 jest przedstawiony system i sposób zdalnego monitorowania stanu lin mostu wiszącego. System zawiera urządzenie wykrywające wyposażone w szereg czujników, mikrosterowniki i wskaźniki częstotliwości radiowej oraz zespół odczytu i zapisu, zespół transmisji bezprzewodowej z nadajnikiem i mikrosterownikiem oraz terminal zdalnego sterowania. Terminal zdalnego sterowania otrzymuje i analizuje dane informacyjne przekazywane przez bezprzewodowy nadajnik/odbiornik i przeprowadza kompleksową ocenę stanu bezpieczeństwa każdego połączenia liny.

Zgodnie z wynalazkiem urządzenie pomiarowe do monitorowania stanu technicznego obiektów inżynierskich i dzieł sztuki stanowi telefon komórkowy korzystnie smartfon lub tablet, zawierający moduł pomiarowy sprzężony z modułem przetwarzania danych i modułem nadawczo – odbiorczym transmitującym dane do zdalnego serwera za pomocą protokołów transmisji danych w sieciach GSM lub w lokalnej sieci bezprzewodowej lub przewodowej. Urządzenie jest zasilane z zewnętrznych źródeł napięcia sieci lub akumulatorów lub ogniw fotowoltaicznych. Telefon komórkowy lub tablet zawiera zespół przekalibrowanych czujników oraz dwie kamery przednią i tylną, do pomiaru przemieszczeń i odkształceń monitorowanych obiektów i jest połączony bezprzewodowo z serwerem zewnętrznym. Korzystne jest rozwiązanie, w którym telefon komórkowy lub tablet jest zaopatrzone w zespół dodatkowych czujników, dołączonych przewodowo przez złącze USB lub mikrofonowe lub bezprzewodowo poprzez IrDa lub Bluetooth. Najczęściej urządzenie jest wyposażone w obudowę, w której znajduje się telefon komórkowy lub tablet, zespół dodatkowych czujników oraz korzystnie układy optoelektroniczne przetwarzania sygnałów z czujników światłowodowych na sygnały elektryczne, analogowe lub cyfrowe. Obudowa jest połączona z monitorowanym obiektem poprzez sztywny uchwyt. Urządzenie jest zaopatrzone w znacznik optyczny, który znajduje się na obudowie lub jest wyświetlany na ekranie telefonu komórkowego lub

tabletu. Zwykle stosuje rozwiązanie, w którym urządzenie stanowi element układu zawierającego co najmniej dwa współpracujące ze sobą urządzenia do jednoczesnego monitorowania stanu technicznego i kształtu obiektu lub obiektów.

Urządzenie pomiarowe według wynalazku pozwala na unifikację systemu monitorowania poprzez wyeliminowanie różnych układów pomiarowych przeznaczonych do mierzenia różnych parametrów występujących jednocześnie w systemie. Zapewnia uproszczenie budowy systemów monitorowania dzięki wykorzystaniu telefonów komórkowych lub tabletów z przekalibrowanymi czujnikami z wykorzystaniem oprogramowania operacyjnego tych telefonów systemu Android, iOS i Windows. Zestawienie kilku urządzeń w układzie tworzącym sieć pozwala na jednoczesny pomiar wielu parametrów jednego lub kilku obiektów. Zewnętrzna obudowa z uchwytem zapewnia łatwe połączenie z badanym obiektem oraz zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi i działaniem warunków atmosferycznych. Ponadto możliwość wykorzystania używanych telefonów komórkowych przyczynia się do poprawy ekologicznej gospodarki produktami wycofywanymi z użycia ze względu na wprowadzanie nowych, zmodernizowanych modeli.

Przedmiot wynalazku jest bliżej wyjaśniony w przykładzie wykonania i na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie pomiarowe w schemacie blokowym, fig. 2 – urządzenie pomiarowe w widoku z przodu, fig. 3 – urządzenie pomiarowe w widoku z tyłu, fig. 4 – układ urządzeń do jednoczesnego monitorowania stanu technicznego mostu oraz zabytkowego obiektu budowlanego w schemacie ogólnym.

Zgodnie z rysunkiem urządzenie pomiarowe do monitorowania stanu technicznego konstrukcji mostu, zabytkowego obiektu budowlanego oraz dzieła sztuki, stanowi smartfon **T**, zawierający moduł **MP** pomiarowy sprzężony z modułem **MD** przetwarzania danych i modułem **MNO** nadawczo – odbiorczym, zespół **ZS** przekalibrowanych czujników i znacznik **ZO** optyczny oraz kamerę **K₁** przednią i kamerę **K₂** tylną, do pomiaru przemieszczeń i odkształceń monitorowanych obiektów. Smartfon **T** jest połączony bezprzewodowo z serwerem **S** zewnętrznym. Urządzenie jest zaopatrzone w zespół **ZS₁** dodatkowych czujników dołączonych przez złącze USB. Urządzenie jest wyposażone w obudowę **1** połączoną z monitorowanym obiektem poprzez sztywny uchwyt **2**. W obudowie **1** znajduje się smartfon **T**, układy **UO** optoelektroniczne przetwarzania sygnałów z czujników światłowodowych na sygnały elektryczne, analogowe lub cyfrowe. Zespół **ZS₁** dodatkowych czujników jest umieszczony na zewnątrz obudowy **1**. Znacznik **Z** optyczny do monitorowania obiektu jest wyświetlany na ekranie smartfonu **T**. Urządzenie jest zasilane z zewnętrznego źródła **US** napięcia sieci.

Zgodnie z fig. 4 układ urządzeń pomiarowych do jednoczesnego monitorowania stanu technicznego mostu **3** oraz zabytkowego budynku **4** budowlanego zawiera sześć współpracujących ze sobą smartfonów: **T₁**, **T₂**, **T₃**, **T₄**, **T₅**, **T₆**. Każde z urządzeń zawiera smartfon **T** umieszczony w obudowie **1** i połączony z pomiarowym punktem obiektu **3**, **4** za pomocą sztywnego uchwyty **2**.

Smartfon **T₁** jest umieszczony na stalowej konstrukcji mostu **3** i wyposażony w czujnik ACCID pomiaru przyspieszeń w kierunku pionowym, czujnik **TMP** temperatury, czujnik **MAG** zmian pola magnetycznego oraz znacznik optyczny wyświetlany na ekranie.

Smartfon **T₂** umieszczony na przyczółku mostu **3** ma kamerę i jest wyposażony w układ **UO** korelacji obrazu. Smartfon **T₃** z kamerą i układem **UO** korelacji obrazu umieszczony na dźwigarze konstrukcji mostu **3** w pobliżu drugiego przyczółka ma czujnik **TMP** pomiaru temperatury i czujnik ACC3D przyspieszenia drgań w trzech kierunkach. Smartfon **T₄** umieszczony na wieży i smartfon **T₅** umieszczony przy podstawie wieży budynku **4** są wyposażone w układy optoelektroniczne i czujniki **TMP** pomiaru temperatury i ACC3D przyspieszenia drgań w trzech kierunkach oraz znaczniki optyczne wyświetlane na ekranie.

Smartfon **T₆** umieszczony wewnątrz zabytkowego budynku **4** jest wyposażony w czujniki ACC3D przyspieszenia drgań, czujnik **TMP** temperatury oraz czujnik RH% pomiaru wilgotności powietrza i monitoruje stan zabytkowego obrazu olejnego, zawieszzonego na ścianie.

Stałe znaczniki **Z₁** i **Z₂** znajdują się na przyczółku mostu **3**, a znacznik **Z₃** znajduje się w środkowej części wieży budynku **4**.

Smartfon **T₁** dokonuje pomiaru przyspieszeń w kierunku pionowym, temperatury oraz zmian pola magnetycznego wynikających ze zużycia konstrukcji mostu **3** w długim okresie.

Smartfon **T₂** wykorzystuje wbudowaną kamerę i stałe znaczniki **Z₁**, **Z₂** i **Z₃** do optycznego pomiaru dwukierunkowych i jednokierunkowych przemieszczeń na przyczółku mostu **3** i budynku **4** zabytkowego oraz śledzenia zmian rozmiarów szczeliny **5** w czasie przy użyciu układu **UO** korelacji obrazu. Smartfon **T₃** monitoruje zmiany rozwarcia szczeliny **5** oraz dokonuje pomiaru temperatury i przyspieszenia drgań w trzech kierunkach dźwigara konstrukcji mostu **3**.

Smartfony T_4 i T_5 na podstawie optycznej analizy stałego znacznika Z_2 przyczołka mostu i znacznika wyświetlanego na ekranie smartfonu T_1 monitorują względne przemieszczenia w czasie oraz dokonują pomiaru temperatury i przyspieszenia drgań w trzech kierunkach w miejscu ich zamocowania. Wszystkie optyczne pomiary przemieszczeń są odniesione do wybranego repera.

Smartfon T_6 z wykorzystaniem kamery monitoruje w sposób ciągły deformacje wyznaczonych punktów rozmieszczonych na płótnie malowidła umieszczonego wewnątrz budynku 4.

Wszystkie pomiary ze smartfonów T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6 są przekazywane bezprzewodowo za pomocą lokalnej sieci GSM do serwera S zewnętrznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie pomiarowe do monitorowania stanu technicznego obiektów inżynierskich i dzieł sztuki, zawierające zespół czujników do wykrywania zmian parametrów stanu technicznego, połączonych z modułem pomiarowym sprzężonym z modułem przetwarzania danych oraz z modułem nadawczo – odbiorczym transmitującym dane do zdalnego serwera za pomocą protokołów transmisji danych w sieciach GSM lub w lokalnej sieci bezprzewodowej lub przewodowej i zasilane z zewnętrznych źródeł napięcia, **znamiennie tym**, że stanowi telefon komórkowy (T) korzystnie smartfon lub tablet, zawierający moduł (MP) pomiarowy sprzężony z modułem (MD) przetwarzania danych i modułem (MNO) nadawczo – odbiorczym, zespół (ZS) przekalibrowanych czujników oraz dwie kamery (K_1 , K_2) przednią i tylną, do pomiaru przemieszczeń i odkształceń monitorowanych obiektów, przy czym telefon (T) komórkowy lub tablet jest połączony bezprzewodowo z serwerem (S) zewnętrznym, i korzystnie jest zaopatrzony w zespół (ZS_1) dodatkowych czujników dołączonych przewodowo przez złącze USB lub mikrofonowe lub bezprzewodowo poprzez IrDa lub Bluetooth.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jest wyposażone w obudowę (1), w której znajduje się telefon (T) komórkowy lub tablet, oraz korzystnie układy (UO) optoelektroniczne przetwarzania sygnałów z czujników światłowodowych na sygnały elektryczne, analogowe lub cyfrowe, przy czym obudowa (1) jest połączona z monitorowanym obiektem (3 , 4) poprzez sztywny uchwyt (2).
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jest zaopatrzone w znacznik (Z) optyczny, który znajduje się na obudowie (1) lub jest wyświetlany na ekranie telefonu (T) komórkowego lub tabletu.
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że stanowi element układu zawierającego co najmniej dwa współpracujące ze sobą urządzenia do jednoczesnego monitorowania stanu technicznego oraz kształtu obiektu (3), (4) lub obiektów (3 , 4).

Rysunki

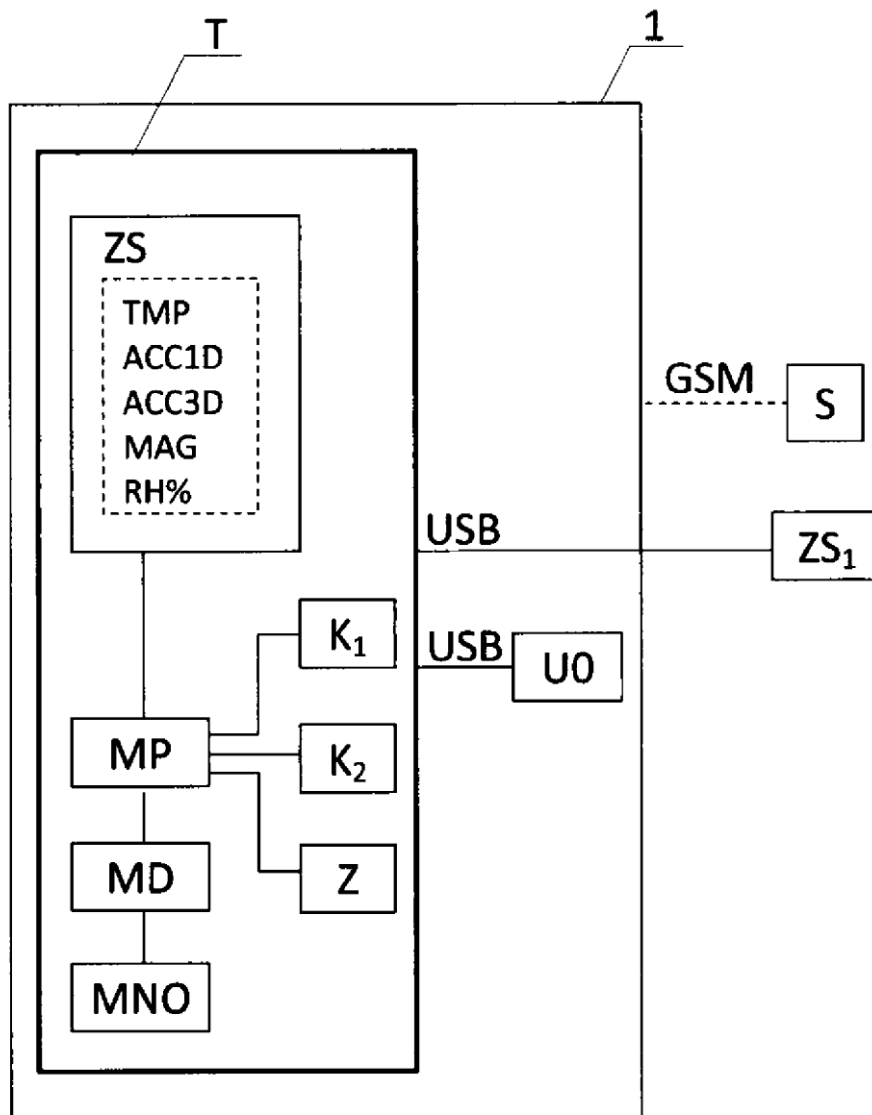


fig. 1

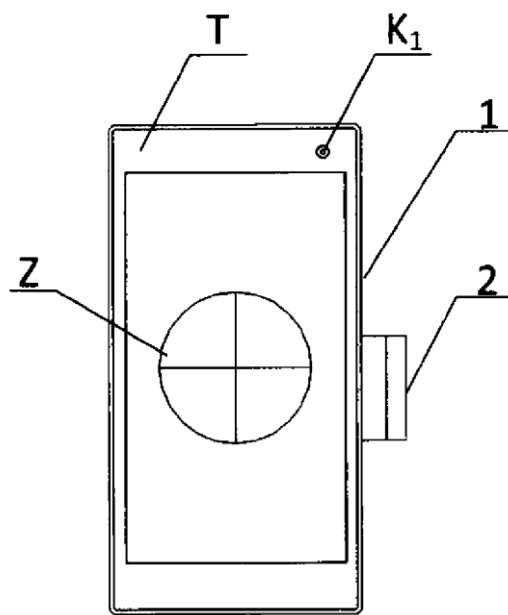


fig. 2

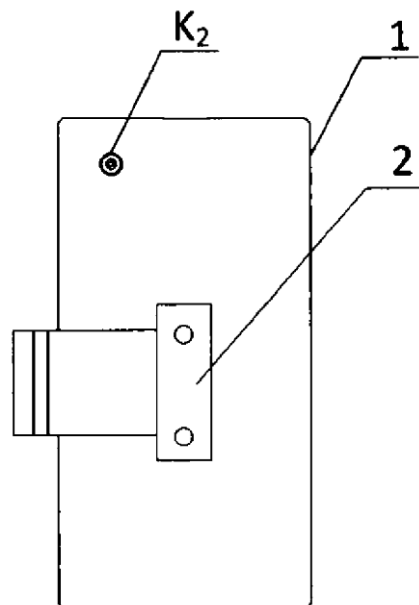


fig. 3

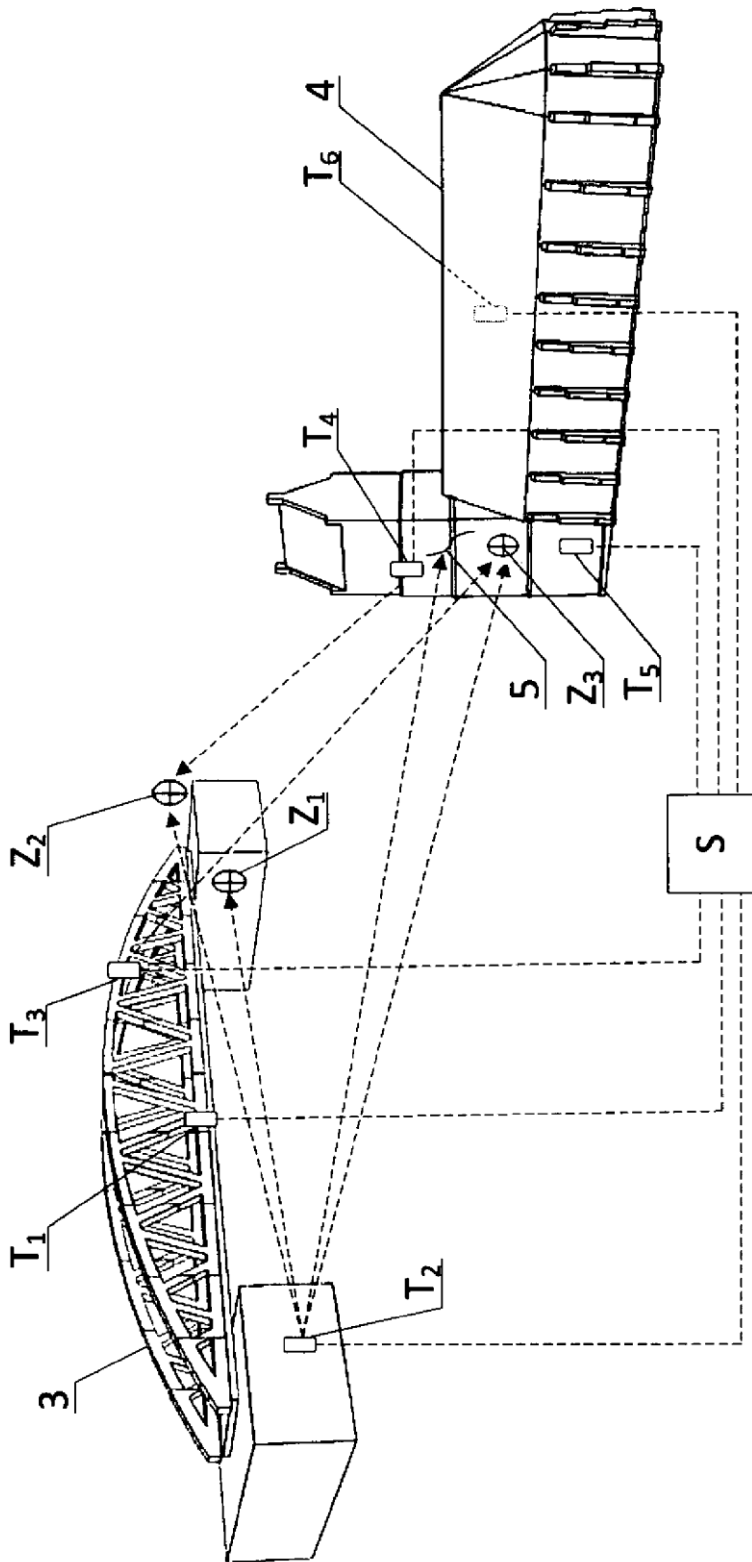


fig. 4

