

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244006 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **429915**

(22) Data zgłoszenia: **2019.05.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.11.16 BUP 24/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.11.20 WUP 47/2023**

(51) MKP:

E01B 35/04 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

G01B 11/14 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO
USŁUGOWO-TECHNICZNE GRAW SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Gliwice, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**JACEK BURGHARDT, Gliwice, PL
MARCIN KOWALSKI, Tychy, PL
ZBIGNIEW SZOT, Gliwice, PL
MAREK ŻACZEK, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Marta Miczkowska, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do bezdotykowego wyznaczania geometrii toru

PL 244006 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do bezdotykowego wyznaczania geometrii toru, przy czym urządzenie przeznaczone jest do instalacji na pojazdach szynowych wolnobieżnych, w szczególności platformach szynowych, wózkach, drezynach i podobnych.

Utrzymanie infrastruktury kolejowej wymaga okresowych kontroli, podczas których dokonuje się bezstykowego pomiaru geometrii układu torowego (geometrii toru), zwłaszcza odkształceń jego szerokości i przechyłki toru, nierówności pionowych i poziomych oraz zużycia szyn i pomiaru drogi. Zużycie szyn powodowane jest eksploatacją, ale występują również czynniki związane ze zmęczeniem lub starzeniem materiału, pęknięciami materiału lub są wynikiem innych procesów.

Znane są systemy pomiarowe, które mierzą rzeczywistą pozycję wysokości toru i rzeczywistą pozycję kierunku toru oraz rzeczywistą pozycję przechyłki toru, które następnie są porównywane z wartościami docelowymi położenia toru, obliczanymi komputerowo i wykorzystywane do sterowania i regulacji urządzeń do korekcji położenia toru.

Jest również znane, że w urządzeniach inercyjnych żyroskopy mierzą prędkość kątową a akcelerometry przyspieszenie liniowe, a dla wyliczenia kątów należy scałkować wskazania pierwszych a do uzyskania przesunięć scałkować podwójnie wskazania drugich. W przypadku żyroskopów do poprawnego działania wystarczy stabilność wskazania wartości zera i liniowość charakterystyki, natomiast wskazania akcelerometrów wymagają układów całkujących w szerokim zakresie amplitud i częstotliwości. Z tak uzyskanych danych otrzymuje się wystarczająco dokładnie wyliczone kąty obrotu oraz w przybliżeniu określone przesunięcia.

Sposób bezstykowego pomiaru profilu poprzecznego lub odstępu szyn toru kolejowego, w szczególności w obszarze rozjazdu, znany jest z opisu patentu PL212085 B1. Sposób polega na tym, że próbkuje się każdą szynę za pomocą znajdującego się nad nią i poruszającego się w sposób ciągły w kierunku podłużnym toru czujnika pomiarowego skanującego płaszczyznę próbkowania przebiegającą prostopadle do kierunku podłużnego toru i rejestruje się niewrażliwe punkty pomiaru na szynie, określające w sposób miarodajny geometrię rozjazdu, jako wartości mierzone w układzie współrzędnych biegunowych. Następnie przelicza się współrzędne biegunowe dla wartości zmierzonych na współrzędne kartezjańskie i przechowuje w pamięci wartości zmierzone w powiązaniu z ciągłym pomiarem drogi za pomocą koła do pomiaru przebytego odcinka drogi. Na podstawie zarejestrowanych wartości zmierzonych wyznacza się za pomocą obliczeń profil poprzecznego rozjazdu, po czym porównuje się wyznaczone bieżące wartości zmierzone w określonych punktach pomiaru z przechowywanymi w pamięci wartościami zadanymi, dla co najmniej dwóch parametrów: szerokości rowka szyny rowkowej, rowka ciągłego, szerokości prowadzenia, szerokości toru i/lub odstępu powierzchni prowadzących kierownic i wyznacza się wymiar odchyłki od wartości zadanych.

Z opisu patentu EP2176465B1 znany jest sposób pomiaru toru kolejowego, którego położenie rejestrowane jest względem cięciwy, jako prostej odniesienia pomiarowego układu, z utworzeniem następujących kolejno po sobie pomiarowych odcinków przez dwa pojazdy pomiarowe. Utworzony przez laserową wiązkę pomiarowy odcinek ograniczony jest z jednej strony początkiem jazdy pomiarowej a z drugiej strony końcem jazdy pomiarowej. Natomiast w celu utworzenia sąsiedniego pomiarowego odcinka – wagon przesuwany jest do przodu względem kierunku jazdy. Jeden wagon pomiarowy wyposażony jest w układ pomiarowy z laserowym układem odniesienia do rejestracji położenia toru, a na przedniej pomiarowej osi drugiego wagonu umieszczony jest bezwładnościowy układ pomiarowy oraz laserowy odbiornik współpracujący z laserowym nadajnikiem. Bezwładnościowy układ pomiarowy rejestruje współrzędne przestrzenne cięciw i mierzy kąt α zawarty między dwoma pomiarowymi odcinkami utworzonymi przez obydwie cięciwy. Poszczególne pomiarowe odcinki nanoszone są na obraz przestrzenny za pomocą danych wartości pomiarowych kąta, z których obliczana jest długofalowa pomocnicza krzywa jako zadane położenie toru.

Pomiar toru dwoma niezależnymi od siebie, jezdnymi pojazdami pomiarowymi znany jest z opisu patentu PL201967B1 i polega na tym, że pierwszy ruchomy pojazd pomiarowy ustawiany jest na jednym z dwóch punktów końcowych mierzonego odcinka toru a drugi stacjonarny pojazd pomiarowy jest ustawiany względem swojej pozycji lokalnej w układzie współrzędnych w trakcie procesu pomiarowego, a natomiast prosta odniesienia w postaci optycznego promienia pomiarowego, ustawiana jest pomiędzy tymi pojazdami. Każda zmiana położenia jednostki odbiorczej pierwszego pojazdu pomiarowego rejestrowana jest względem prostych odniesienia jako korygująca wartość pomiarowa, a cykl pomiarowy

realizowany jest za pomocą odbiornika satelity pomiarowego. Prosta odniesienia utworzona jako promień laserowy pomiędzy nadajnikiem stacjonarnego pojazdu pomiarowego, a jednostką odbiorczą ruchomego pojazdu pomiarowego jest nakierowywana na ruchomy pojazd pomiarowy i podczas jego jazdy do przodu, przeprowadza się pomiar toru przez pomiar położenia prostej odniesienia względem rzeczywistego położenia toru.

Z opisu patentu PL224065B1 znany jest układ monitorowania stanu i diagnozowania pojazdów szynowych oraz toru zawierający czujniki przyspieszenia zainstalowane na wózku pojazdu szynowego i na nadwoziu pojazdu szynowego. Czujniki przyspieszenia usytuowane są na ramie wózka pojazdu szynowego po jednej z przekątnych wózka, a po parze czujników przyspieszenia kierunku poprzecznego i pionowego znajduje się z przodu oraz z tyłu wózka. Ponadto na każdej obudowie łożyska usytuowany jest czujnik przyspieszenia do badania stanu toru i czujnik temperatury, przy czym czujniki przyspieszenia nadwozia pojazdu usytuowane są na przecięciu przekątnych wózka.

Znany jest również wózek pomiarowy szyn dający się przestawiać na wysokość, połączony z ramą podwozia i posiadający koła z obrzeżami. Na tylnym końcu ramy jest umieszczone siedzenie oraz urządzenie sterujące. Wózek wyposażony jest w napęd oraz układy pomiarowe szyn z miernikami pochylenia poprzecznego, a także wideokamery służące do przeszukiwania odcinka szyny znajdującego się w obszarze każdego koła z obrzeżem. Ponadto ma urządzenie do pomiaru drogi z rolką wodzącą, która toczy się po główce szyny.

Z publikacji WO9600159(A1) znane jest urządzenie do pomiaru jakości szyny, które posiada standardowy wózek z kołami zamontowanymi na stałe na sztywnej osi oraz ramą, która jest podstawą do zawieszenia ramy pomiarowej. Rama pomiarowa jest zawieszona w ramie wózka poniżej osi kół za pomocą regulowanych elementów zawieszenia oraz sprzężona w pozycji z ramą wózka za pomocą układu pomiarowego. Na ramie pomiarowej zamontowane są skanery laserowe oraz co najmniej jedno bezwładnościowe urządzenie pomiarowe lub system wyposażony w co najmniej jeden żyroskop i akcelerometr.

Urządzenie pomiarowe do bezdotykowego wyznaczania geometrii toru, przeznaczone do współpracy z pojazdem szynowym wolnobieżnym, wyposażone w konstrukcję wsporczą z profili, usytuowaną w płaszczyźnie poziomej pojazdu szynowego i do połączenia z którym ma środki mocujące, przy czym na konstrukcji wsporczej znajdują się główce profilowe z układami optycznymi do pomiaru położenia szyn, układ inercyjny z czujnikiem przyspieszenia oraz żyroskopami do pomiaru prędkości kątowej, oraz ma miernik przebytej drogi przez mobilną platformę i jednostkę centralną, charakteryzuje się tym, że konstrukcję wsporczą tworzą dwa kształtowe profile pierwszy i drugi, w położeniu poprzecznym w stosunku do osi szyny, połączone z usytuowanym między nimi wzdłużnie profilem rurowym, przy czym co najmniej jeden koniec każdego kształtowego profilu jest swobodny. Konstrukcja ma łączniki do utworzenia z podłogą pojazdu szynowego trzech punktów podparcia tworzących literę V, połączone rozłącznie przegubowo tak że, jeden kształtowy profil oraz łączniki mają dwa punkty podparcia rozmieszczone symetrycznie lub niesymetrycznie względem osi profilu rurowego. W konstrukcji wsporczej łącznik usytuowany w osi wzdłużnej profilu rurowego, w jego części końcowej po stronie drugiego kształtowego profilu, tworzy punkt podparcia stanowiący wierzchołek litery V.

Na profilu rurowym zabudowane są układ inercyjny i jednostka centralna.

Korzystnie w profilu rurowym wymiar jego średnicy lub dłuższego boku jest 1,2 do 3 razy większy od wymiaru dłuższego boku kształtowego profilu.

Profil rurowy oraz kształtowe profile wykonane są ze stopu lekkiego o gęstości w zakresie 1,8–2,9 g/cm³ lub tworzywa sztucznego konstrukcyjnego.

Położenie kształtowych profili oraz profilu rurowego ustalają obustronnie elementy montażowe, a ponadto ma człon mocujący połączony z przylegającym elementem montażowym oraz profilem rurowym.

Dwa z łączników, rozmieszczone symetrycznie względem osi profilu rurowego, połączone są z członem mocującym.

Łącznik, po stronie drugiego kształtowego profilu, połączony jest z elementem montażowym usytuowanym w części końcowej profilu rurowego.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia bezstykowy pomiar geometrii układów torowych tzw. drugorzędnych i znaczenia miejscowego. Zastosowane w urządzeniu rozwiązania konstrukcyjne zwiększają dokładność pomiarów, eliminują wpływ odkształceń zewnętrznych na elektroniczne wyposażenie pomiarowe. Ponadto konstrukcja urządzenia umożliwia jego stosowanie w różnego typu pojazdach szynowych, użytkowanych na torach o mniejszym natężeniu i szybkości jazdy pociągów.

Wynalazek zostanie wyjaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 i fig. 5 przedstawiają urządzenie pomiarowe w widoku ogólnym, fig. 2 przedstawia odmianę urządzenia w układzie pomiarowym na pojeździe szynowym, fig. 3 przedstawia urządzenie pomiarowe na pojeździe szynowym, fig. 4 przedstawia urządzenie pomiarowe w widoku od dołu, fig. 6 przedstawia urządzenie pomiarowe na pojeździe szynowym w widoku od dołu.

Bezdotykowe wyznaczanie geometrii układu torowego, realizowane jest za pomocą urządzenia pomiarowego, które przemieszcza się po torach na pojeździe szynowym wolnobieżnym w rodzaju mobilnej platformy, wózka, drezyny lub innych.

Urządzenie posiada konstrukcję wsporczą 1, 1' usytuowaną w płaszczyźnie poziomej pojazdu szynowego 2 lub 2a, utworzoną przez kształtowe profile pierwszy 3 lub 3' i drugi 4 lub 4', usytuowane poprzecznie w stosunku do osi toru 9 (szyny) oraz znajdujący się między nimi wzdłużny profil rurowy 5, jak pokazano na fig. 2 i 3. Profile wykonuje się z lekkich stopów o gęstości w zakresie 1,8–2,9 g/cm³ - np. aluminium lub z tworzywa konstrukcyjnego np. poliamidu. W profilu rurowym 5 wymiar jego średnicy lub dłuższego boku jest 1,2 do 3 razy większy od wymiaru dłuższego boku kształtowych profili 3, 3' i 4, 4'. Kształtowe profile mają konstrukcję przystosowaną do suwliwego mocowania na niej elementów.

Położenie wzajemne profili ustalają obustronnie elementy montażowe 6, a profil rurowy 5 jest rozłącznie połączony z kształtowym profilem pierwszym 3 i drugim 4 elementami wspornikowymi, jak pokazano na fig. 1. Ponadto profil rurowy 5 połączony jest z członem mocującym 7 płytkowym, który połączony jest również z przylegającym elementem montażowym 6, gdzie zastosowano złożony z kształtowników element wspornikowy.

Na obydwu częściach końcowych, po stronie zewnętrznej, pierwszego kształtowego profilu 3 zamocowane są belki 8 z parą wsporników 12. Wsporniki 12 mocują głowice profilowe 10 tak, że między głowicami profilowymi 10 usytuowana jest jedna szyna 9 toru, a osie głowic profilowych 10 nachylone są do siebie pod kątem mniejszym od 90° i obustronnie mierzą profil szyny. Natomiast na każdym końcu drugiego kształtowego profilu 4 znajduje się jedna głowica profilowa 10. Podobnie w rozwiązaniu, przedstawionym na fig. 2 głowice profilowe 10 zamocowane są na obydwu końcach kształtowych profili 3' i 4'.

Głowice profilowe 10 wyposażone są w układy optyczne do pomiaru położenia toru 9 (szyn) skonfigurowane w sieci z jednostką centralną 15.

W zależności od cech konstrukcyjnych pojazdu szynowego, co determinuje wielkość powierzchni dostępnej dla montażu urządzenia, profil rurowy 5 jest skonfigurowany z kształtowymi profilami 3, 3' i 4, 4', tak że tworzą układ zbliżony do dwuteowego lub układ z jedną osią symetrii np. w kształcie litery U.

W każdym z układów co najmniej jeden koniec kształtowego profilu jest swobodny, a punkty podparcia mogą być niesymetrycznie względem osi profilu rurowego 5. Możliwe jest również zastosowanie dodatkowego punktu podparcia.

W układzie przygotowanym do pracy pomiarowej konstrukcja wsporcza i podłoga 2' pojazdu szynowego 2, połączone są przegubowo rozłącznie, i mają trzy punkty podparcia tworzące literę V, zarówno w rozwiązaniu pokazanym na fig. 3 i 6, jak i w rozwiązaniu pokazanym na fig. 2.

W tym celu konstrukcja wsporcza 1, 1' ma trzy łączniki 11 do utworzenia połączeń rozłącznych przegubowych.

Dwa z tych łączników 11, rozmieszczone symetrycznie względem osi profilu rurowego 5, połączone są z członem mocującym 7 płytkowym, a koniec każdego kształtowego profilu 3 oraz 4 jest swobodny, jak na fig. 6 oraz na fig. 1. Natomiast trzeci punkt podparcia stanowiący wierzchołek litery V, tworzy łącznik 11 połączony z elementem montażowym 6, usytuowany w części końcowej profilu rurowego 5, i po stronie drugiego kształtowego profilu 4.

Natomiast na fig. 2, przedstawiającej układ przygotowany do pracy pomiarowej, konstrukcja wsporcza 1' i podłoga pojazdu szynowego 2a połączone są rozłącznie przegubowo łącznikami 11 tak, że pierwszy kształtowy profil 3' oraz łączniki 11 mają dwa punkty podparcia rozmieszczone symetrycznie i mogą znajdować się w dowolnej odległości względem osi wzdłużnego profilu rurowego 5, ograniczonej długością kształtowego profilu 3' oraz wymogiem stabilności. Po stronie przeciwnej profil rurowy 5 połączony jest z podłogą pojazdu szynowego 2a łącznikiem 11 usytuowanym w osi wzdłużnej profilu tak, że wierzchołek litery V znajduje się w jego części końcowej po stronie drugiego kształtowego profilu 4'.

Jako łącznik 11 stosuje się np. sprężysty łącznik wibroizolacyjny z elementami gumowymi. Opisane trzypunktowe zamocowanie profili nie przenosi momentów skrętnych na profile.

Na konstrukcji wsporczej 1 znajdują się głowice profilowe 10 z układami optycznymi do pomiaru położenia szyn toru, a także układ inercyjny 13 oraz układy zasilające 14. Układ inercyjny 13, z czujnikiem przyspieszenia i żyroskopami do pomiaru prędkości kątowej, gdzie stosuje układ inercyjny IMU, zabudowany jest na pierwszym kształtowym profilu 3 między belkami 8. Układ inercyjny 13 wyposażony jest w trzy żyroskopy i przechyłomierz, gdzie stosuje się poziomice elektroniczne lub przyspieszeniomierze.

Urządzenie ma również jednostkę centralną 15 z panelem dotykowym, która w wariancie pokazanym na fig. 3 dostępna jest z pozycji siedzisk. Natomiast w rozwiązaniu pokazanym na fig. 2, układ inercyjny 13 oraz jednostka centralna 15 zabudowane są bezpośrednio na profilu rurowym 5 konstrukcji wsporczej 1'. Miernik przebytej drogi przez pojazd szynowy, stanowi element wewnętrzny pojazdu szynowego.

Podczas pomiarów urządzenie ma co najmniej trzy lub cztery głowice profilowe 10.

W urządzeniu pomiarowym głowice profilowe 10 mierzą położenie toru 9 (szyny) znajdującego się pod nimi, a układ inercyjny (IMU) ustala bieżące pochylenia (skręcenie) lokalnego układu głowic profilowych 10 względem układu toru na podstawie sygnałów wyjściowych żyroskopów i poziomicy.

Wszystkie elementy pomiarowe połączone są z jednostką centralną 15 zbierającą i przetwarzającą dane. Jednostka centralna 15 oblicza, analizuje dane pomiarowe oraz przechowuje rekordy zawierające informacje o konfiguracji szyny i lokalizacji powiązanej z odcinkiem toru, które wizualizuje się następnie jako linie toru. Ponadto mierzy się drogę przebytą przez pojazd szynowy 2 lub 2a w czasie, a dane przesyła do jednostki centralnej 15.

Podczas przejazdu rejestrowane są obrazy z głowic profilowych 10 wraz ze zmianami położenia kątowego profili szyn toru, a zapisy synchronizowane są impulsami z czujnika drogi. Impuls zapisu generowany jest po przejechaniu stałej drogi o długości L.

Zestawienie oznaczeń

1, 1'	konstrukcja nośna
2, 2a	pojazd szynowy
2'	podłoga pojazdu szynowego
3, 3'	kształtowy profil pierwszy
4, 4'	kształtowy profil drugi
5	profil rurowy
6	elementy wspornikowe
7	człon mocujący
8	belki
9	tor (szyny)
10	głowice profilowe
11	łącznik
12	wsporniki
13	układ inercyjny
14	układy zasilające
15	jednostka centralna

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie pomiarowe do bezdotykowego wyznaczania geometrii toru, przeznaczone do współpracy z pojazdem szynowym wolnobieżnym, wyposażone w konstrukcję wsporczą z profilami, usytuowaną w płaszczyźnie poziomej pojazdu szynowego i do połączenia z którym ma środki mocujące, przy czym na konstrukcji wsporczej znajdują się głowice profilowe (10) z układami optycznymi do pomiaru położenia szyn, układ inercyjny (13) z czujnikiem przyspieszenia oraz żyroskopami do pomiaru prędkości kątowej, oraz ma miernik przebytej drogi przez mobilną platformę i jednostkę centralną (15), **znamiennie tym**, że konstrukcję wsporczą (1, 1') tworzą dwa kształtowe profile pierwszy (3, 3') i drugi (4, 4'), w położeniu poprzecznym w stosunku do osi szyny (9), połączone z usytuowanym między nimi wzdłużnie profilem rurowym (5), przy czym co najmniej jeden koniec każdego kształtowego profilu (3, 3') i (4, 4') jest swo-

bodny, a konstrukcja wsporcza (1, 1') ma łączniki (11) do utworzenia z podłogą pojazdu szynowego (2, 2a) trzech punktów podparcia tworzących literę V, połączone rozłącznie przegubowo tak że, jeden kształtowy profil (3, 3') oraz łączniki (11) mają dwa punkty podparcia rozmieszczone symetrycznie lub niesymetrycznie względem osi profilu rurowego (5).

2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w konstrukcji wsporczej (1, 1') łącznik (11), usytuowany w osi wzdłużnej profilu rurowego (5) w jego części końcowej po stronie drugiego kształtowego profilu (4, 4'), tworzy punkt podparcia stanowiący wierzchołek litery V.
3. Urządzenie, według zastrz. 1 albo 2, **znamiennie tym**, że na profilu rurowym (5) zabudowane są układ inercyjny (13) i jednostka centralna (15).
4. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w profilu rurowym (5) wymiar jego średnicy lub dłuższego boku jest 1, 2 do 3 razy większy od wymiaru dłuższego boku kształtowego profilu (3, 3') i (4, 4').
5. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że profil rurowy (5) oraz kształtowe profile (3, 3') i (4, 4') wykonane są ze stopu lekkiego o gęstości w zakresie 1,8–2,9 g/cm³ lub tworzywa sztucznego konstrukcyjnego.
6. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że położenie kształtowych profili (3, 3') i (4, 4') oraz profilu rurowego (5) ustalają obustronnie elementy montażowe (6).
7. Urządzenie, według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że ma człon mocujący (7) połączony z przylegającym elementem montażowym (6) oraz profilem rurowym (5) a dwa z łączników (11), rozmieszczone symetrycznie względem osi profilu rurowego (5), połączone są z członem mocującym (7).
8. Urządzenie, według zastrz. 2 albo 6 albo 7, **znamiennie tym**, że łącznik (11), po stronie drugiego kształtowego profilu (4, 4'), połączony jest z elementem montażowym (6) usytuowanym w części końcowej profilu rurowego (5).

Rysunki

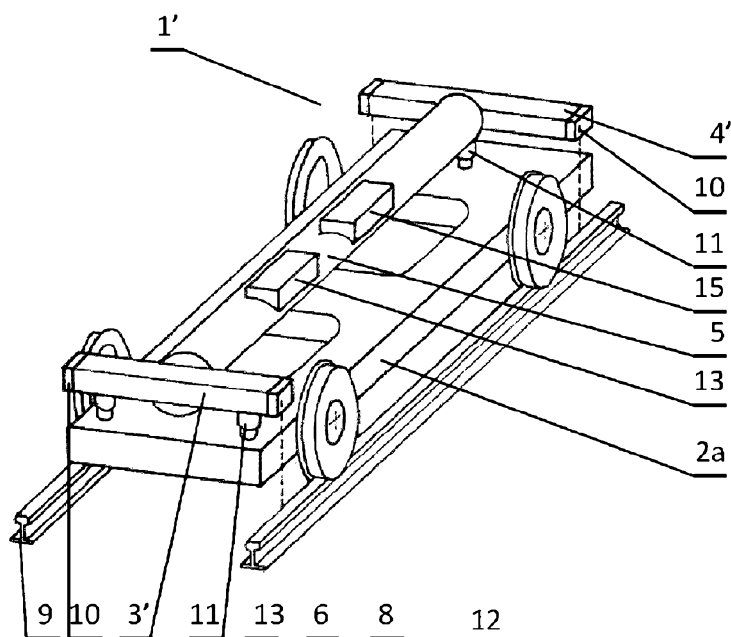


Fig.2

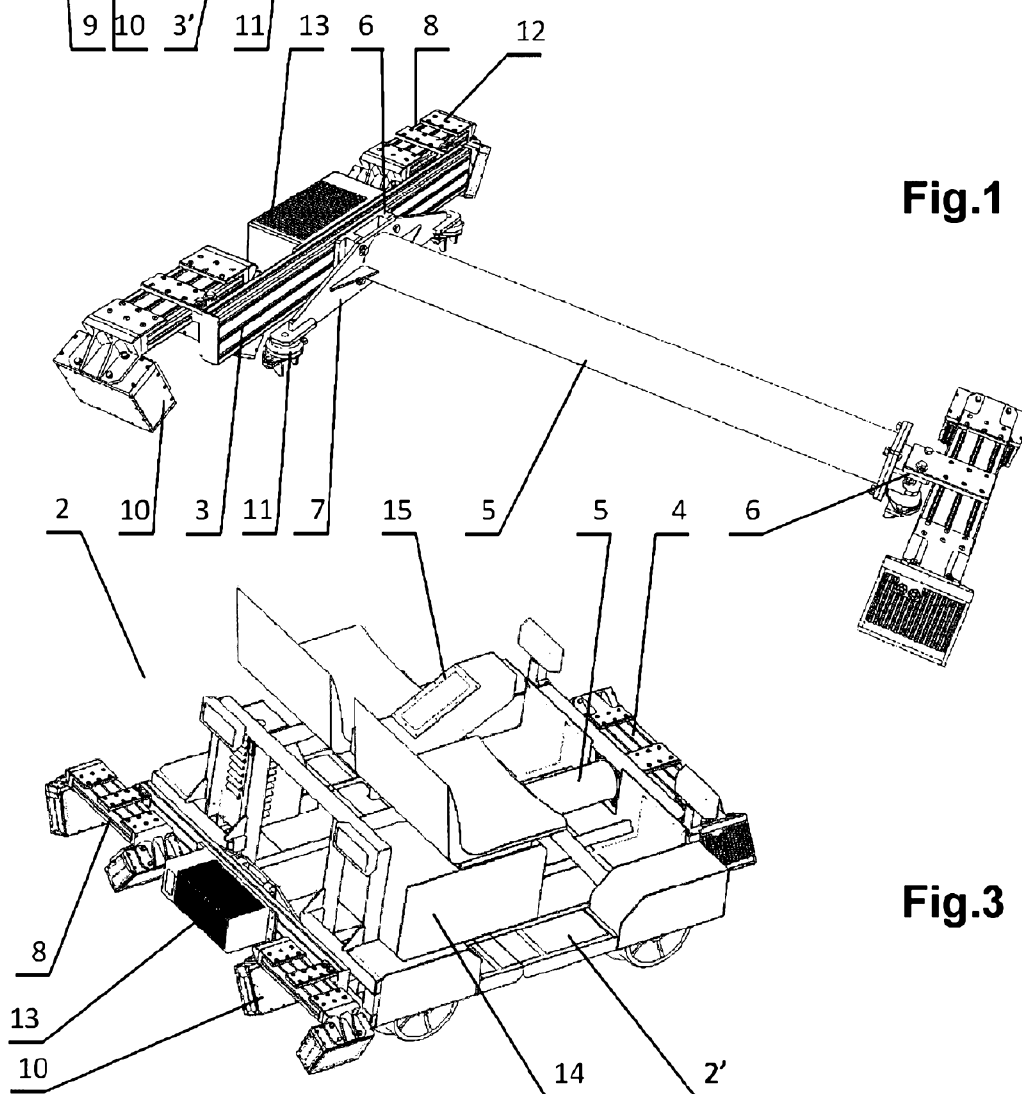


Fig.1

Fig.3

