(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 250413 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **446273**
(22) Data zgłoszenia: **2023.09.29**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2025.03.31 BUP 13/2025**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2026.10.19 WUP 42/2026**

(51) MKP:
B61K 9/08 *(2006.01)*
B61K 9/12 *(2006.01)*
G01B 11/24 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
INSTYTUT KOLEJNICTWA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
ROBERT KONOWROCKI, Otwock, PL
SŁAWOMIR WALCZAK, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Łukasz Sommer, Warszawa, PL

(54) Tytuł:
Modułowy przyrząd do badania uniesienia i pozycji koła lub zestawu kołowego, zwłaszcza platform kolejowych i pojazdów szynowych

PL 250413 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest modułowy przyrząd do badania uniesienia i pozycji koła lub zestawu kołowego, zwłaszcza platform kolejowych i pojazdów szynowych. Przyrząd według wynalazku umożliwia wyznaczanie względnego, pionowego uniesienia koła zestawu kołowego względem główki szyny podczas ruchu pojazdu szynowego. Ponadto przyrząd pozwala na określenie zmiany kątowej pozycji koła lub zestawu kołowego w poziomej płaszczyźnie równoległej do podłoża toru, po którym porusza się pojazd. Przyrząd według wynalazku znajduje zastosowanie głównie w kolejnictwie, aczkolwiek może także być wykorzystany przy suwnicach pomostowych natorowych. W związku z powyższym przedmiot wynalazku kwalifikuje się do dziedziny Inżynierii Mechanicznej wg klasyfikacji OECD.

Znakomitym źródłem wiedzy na temat konstrukcji i sposobu działania urządzeń mierzących wznios kół oraz pozycję kątową zestawów kołowych pojazdów są, oprócz baz patentowych, artykuły naukowe. W pracy zatytułowanej „*A basic study on wheel flange climbing using model wheelset*" opublikowanej w czasopiśmie IJR International Journal of Railway Vol. 3, No. 2 na stronach 60–67 w roku 2010, autorzy przedstawiają wyniki pomiaru uniesienia modelu zestawu kołowego pojazdu szynowego w skali 1/5 umieszczonego na platformie rolkowej stanowiska laboratoryjnego. W tym przypadku wysokość podnoszenia uzyskano pośrednio, mierząc pionowe przemieszczenie ramy wózka zmontowanego nad mierzonym kołem za pomocą optycznego czujnika przemieszczenia. Czujnik ten zmontowano do nieruchomej bazy stanowiska badawczego. Taka metoda nie umożliwia jednak dokonywania pomiaru poza laboratorium, zwłaszcza podczas jazdy.

W publikacji zatytułowanej *Aktualny stan wiedzy dotyczący zagadnienia bezpieczeństwa przed wykolejeniem*, opisano pomiar uniesienia koła kolejowego, autorstwa D. Kalinowskiego, opublikowanej w czasopiśmie Pojazdy Szynowe, Nr 4, strony 44–53 w roku 2013, wznios koła zestawu kołowego wykonano przy użyciu prowizorycznie połączonych wsporników z maźnicą zestawu kołowego, do których zamocowano układ pomiarowy oraz pręty z rolkami. Taki układ pomiarowy składa się z dwóch czujników indukcyjnych mierzących pozycje dwóch prętów z rolkami względem tych wsporników. Ruch wspornika powoduje obniżenie położenia prętów z rolkami, które są podłączone oddzielnie do czujnika. Rolka podczas ruchu pojazdu cały czas toczy się po szynie. Ruch pręta z rolką powoduje ruch tłoczka w urządzeniu pomiarowym, co generuje impuls elektryczny, odbierany przez przetwornik pomiarowy. Sygnał po przetworzeniu z dwóch czujników jest zamieniany na informację o zmianie położenia koła względem szyny. Podczas takich pomiarów z racji różnych odległości między maźnicą a główką szyny przy różnych typach pojazdach szynowych przed rozpoczęciem pomiarów uniesienia koła wymagana jest kalibracja zastosowanych urządzeń pomiarowych. Ponadto podczas pomiarów, w miarę unoszenia się koła zmienia się nachylenie rolek względem powierzchni tocznej szyny / główki szyny. Wykorzystanie podczas tej metody zmiany kąta rolki bazującej na zmiennym profilu główki szyny wpływa na znaczne zmniejszeniem dokładności pomiarów uniesienia.

W treści opisu patentowego WO2015165560 przedstawiono urządzenie do pomiaru zestawu kołowego pojazdów szynowych. Służy ono do sprawdzania, kontroli zestawów kołowych pojazdów szynowych pod kątem stanu bezpiecznego pod względem operacyjnym i do spełnienia limitów operacyjnych podczas użytkowana pojazdów szynowych. W celu ułatwienia kontroli, urządzenie do pomiaru zestawu kołowego ma dwie oddzielne podjednostki urządzenia, które można przesuwać indywidualnie i które można popchnąć poprzecznie do zestawu kołowego oraz ustawić w pozycji dociśniętej do zestawu kołowego. Te podjednostki urządzenia lub jego podwozie są skonfigurowane tak, że podczas ich ustawiania względem zestawu kołowego mogą być podparte na powierzchni ziemi na dużym obszarze. Podwozie podjednostek urządzenia to wózki paletowe, których dalsze końce wideł zawierają łapy wsporcze mające przeciwny profil główki szyny, za pomocą których podjednostki urządzenia można ustawić w kierunku osi zestawu kołowego. Użycie dwóch podjednostek i konieczność ich instalacji po obu stronach zestawu kołowego przy użyciu wózków paletowych znacząco zwiększa pracochłonność pomiarów. Ponadto pomiary mogą być prowadzone pod warunkiem występowania, po obu stronach badanego pojazdu, nawierzchni odpowiedniej dla wózków paletowych.

Z opisu amerykańskiego patentu US7755774B2 znany jest bezkontaktowy system i metoda pomiarowa stosowana do pomiaru pionowej sztywności toru leżącego pod pojazdem szynowym. System zawiera dwa czujniki optyczne zamontowane na pojeździe. Czujniki emitują wiązki światła, które są wykrywalne na powierzchni szyny toru, po którym porusza się pojazd szynowy. Metoda ta polega na rejestracji ugięcia szyny poprzez odbicie wiązki światła od główki szyny. Ugięcie określonej części powierzchni szyny wywołane jest obciążeniem przejeżdżającego pojazdu. Z ugięcia szyny, przy zadanym

ciężarze przypadającym na pojazd określana jest z podanych zależności matematycznych sztywności toru pionowego oraz moduł sprężystości danego odcinka toru znajdującego się pod pojazdem pomiarowym. Urządzenie to nie umożliwia pomiaru uniesienia koła, jak również zmiany kąta skrętu zestawu kołowego względem główki szyny, pomimo użycia dwóch optycznych czujników mierzących przemieszczenie pionowego tylko dla części toru względem ramy wózka, do którego zamocowano czujniki.

Z patentu PL/EP 1774275 znane jest urządzenie i sposób do detekcji kołysania i kąta natarcia zestawu kołowego pojazdu szynowego. Zastosowane tutaj podejście i urządzenie wykorzystuje system przytorowy mający wiele czujników wykrywających obecność koła kolejowego. Czujniki te przylegając do obu toków szynowych toru, na tym samym przekroju poprzecznym toru, wykrywają koło każdego zestawu kołowego mijającego czujnik. Każdy czujnik przekazuje swój moment aktywacji i czas trwania aktywacji wywołany mijaniem koła do jednostki monitorującej. Informacje te pozwalają na określenie kąta natarcia mijanego koła zestawu kołowego pojazdu kolejowego. Oszacowany kąt natarcia zestawu kołowego w różnych miejscach wzdłuż toru może być wykorzystany do wykrycia kołysania zestawu kołowego pojazdu szynowego.

Z opisu amerykańskiego patentu US20070185623A1 znany jest sposób wykrywania uniesienia koła pojazdu. Sposób ten opiera się o analizę informacji z czujników zamontowanych na pojeździe. Czujniki te dostarczają informacji o prędkość koła, przemieszczeniu lub prędkość amortyzatora, prędkość odchylenia pojazdu, prędkość pojazdu, kąta skrętu i przyspieszenia bocznego pojazdu. Na podstawie tych danych wykrywany jest stan kół pojazdu. Przemieszczenie koła określa się główne, wykorzystując pomiar przemieszczenie sprężyny amortyzatora wykonany przez czujnik zaminowany w zawieszenia danego koła. Stany kół pojazdu są następnie porównywane z ustalonymi progami, w celu wykrycia uniesienia koła. Po wykryciu uniesienia koła informacje te przekazywane są do systemu kontroli stabilności jazdy pojazdu. W opisywanym sposobie hamowanie koła nie jest wymagane do określenia uniesienia koła pojazdu. System ten służy do wykrywania samego faktu uniesienia koła na podstawie szybkości i zachowania się zawieszenia, nie zaś do pomiaru wartości uniesienia.

Z opisu dwóch polskich patentów PL241046 i PL241715 znany jest sposób i urządzenie do pomiaru unoszenia się koła. Sposób ten polega na wykorzystywaniu podczas jazdy pojazdu szynowego przyrządu pomiarowego mocowanego nieprzesuwnie do maźnicy oraz, prowadzonych po obu stronach mierzonego koła pojazdu rolek zamontowanych ruchomo względem przyrządu pomiarowego. Urządzenie zawiera mocowany nieprzesuwnie do maźnicy (obudowy łożyska zestawu kołowego) przyrząd pomiarowy i prowadzone po obu stronach koła pojazdu rolki zamontowane ruchomo względem przyrządu pomiarowego. Rolki te charakteryzują się tym, że mają płytę mocującą, na której powierzchni zamocowany jest bezkontaktowy laserowy (PL241715) lub indukcyjny (PL241046) czujnik przemieszczenia poziomej belki skierowany do płytki refleksyjnej przymocowanej do belki poziomej. Do płyty mocującej jest przytwierdzone przegubowo ramię skośne poprzez układ łożyskujący. Ramię to także przegubowo za pośrednictwem układu łożyskującego jest połączone z belką poziomą, do której są przymocowane prostopadle na jej końcach dwie rolki. Urządzenia te wykorzystują pojedyncze laserowe lub indukcyjne czujniki przemieszczenia i nie umożliwiają pomiaru kąta natarcia koła lub zestawu kołowego.

Znane rozwiązania dotyczące badań unoszenia się kół pojazdów szynowych wymagają w niektórych przypadkach znacznego zaangażowania obsługi przy montażu urządzeń pomiarowych do pojazdu, w tym kalibracji mającej na celu dostosowanie odległości między maźnicą a główką szyny, która to odległość zależy od rodzaju pojazdu lub od zużycia elementów zawieszenia. Szczególnie problematyczne są rozwiązania wymagające montażu czujników do ramy wózka. Ponadto zastosowanie w niektórych przypadkach rozpatrywanych powyżej rozwiązań rolki zmieniające swoje nachylenie względem szyny podczas ruchu pojazdu wpływa niekorzystnie na dokładność pomiaru. Wiele znanych rozwiązań pozwala na dokonywanie pomiarów jedynie w warunkach laboratoryjnych, a wyniki takich badań pozwalają oszacować ryzyko wykolejenia się pojazdu w bardzo ograniczonym stopniu. Ponadto żadne z wyżej wymienionych urządzeń nie ma możliwości równoczesnego skorelowania pomiarów uniesienia i kąta natarcia koła lub zestawu kołowego jako samodzielny przyrząd.

Celem wynalazku jest opracowanie przyrządu pomiarowego dostosowanego do różnych rozmiarów zestawów kołowych, bez konieczności kalibracji, przy jednoczesnej wysokiej dokładności pomiarów dokonywanych podczas jazdy pojazdu, które ma możliwość dokonywania w tym samym czasie, skorelowanych ze sobą pomiarów zarówno uniesienia, jak i kąta natarcia koła lub zestawu kołowego.

Istotą wynalazku jest modułowy przyrząd do badania uniesienia i pozycji koła lub zestawu kołowego, zwłaszcza platform kolejowych i pojazdów szynowych zawierający konstrukcję nośną przymocowaną do obudowy łożyska zestawu kołowego, w skład której wchodzi podłużny element równoległy

do szyny kolejowej, po której porusza się badany zestaw kołowy, wyposażone w laserowe czujniki przemieszczenia, poza tym charakteryzujący się tym, że posiada płytę mocującą, której dolna krawędź jest połączona nieruchomo z belką poziomą, za pośrednictwem wsporników ukośnych. Każdy ze wsporników ukośnych jest przymocowany z jednego końca do płyty mocującej a z drugiego końca do belki poziomej. Obydwa końce belki poziomej są połączone prostopadle z poziomymi wspornikami poprzecznymi. Każdy z poziomych wsporników poprzecznych jest wyposażony w płytkę mocującą laserowe czujniki pomiarowe, których wiązki laserowe są skierowane w kierunku główki szyny, po której porusza się badany zestaw kołowy.

Korzystnie przyrząd według wynalazku charakteryzujące się tym, że każdy ze wsporników ukośnych jest przymocowany z jednego końca do dolnej krawędzi płyty mocującej śrubą a z drugiego końca do belki poziomej śrubą.

Korzystnie przyrząd według wynalazku charakteryzujące się tym, że każda z płytek mocujących jest wyposażona w dwa laserowe czujniki pomiarowe, przy czym wiązka laserowa jednego z nich jest skierowana w kierunku powierzchni tocznej szyny, po której porusza się badany zestaw kołowy. Wiązka laserowa drugiego laserowego czujnika pomiarowego jest skierowana w kierunku bocznej powierzchni główki szyny, po której porusza się badany zestaw kołowy, prostopadle do wiązki laserowej pierwszego z nich.

Korzystnie przyrząd według wynalazku charakteryzujące się tym, że laserowe czujniki pomiarowe są laserowymi profilomierzami.

Pomiar uniesienia koła zestawu kołowego jest dokonywany dzięki zastosowaniu dwóch czujników pomiarowych, których wiązki laserowe są skierowane w kierunku powierzchni tocznej szyny, po której porusza się badany zestaw kołowy. Jeden z czujników jest umieszczony przed a drugi za kołem jadącym po szynie, a wznios koła jest wyznaczany jako różnica odległości czujników od powierzchni tocznej szyny w danym momencie pomiaru i odległości bazowej, wyznaczonej podczas postoju badanego pojazdu.

Pomiar kąta natarcia koła lub zestawu kołowego jest dokonywany dzięki zastosowaniu dwóch czujników pomiarowych, których wiązki laserowe są skierowane w kierunku bocznej części zewnętrznej główki szyny, po której porusza się badany zestaw kołowy. Jeden z czujników jest umieszczony przed a drugi za kołem jadącym po szynie a kąt natarcia koła lub zestawu kołowego jest wyznaczany poprzez pomiar różnicy minimalnej odległości pomiędzy każdym z tych czujników a bocznym profilem zewnętrznym główki szyny i odniesienie tej różnicy do odległości pomiędzy czujnikami.

Rozwiązanie tych dwóch zagadnień poprzez użycie przyrządu według wynalazku poszerza zakres jego stosowalności, ułatwia i przyspiesza realizację badań, szczególnie związanych z określeniem warunków bezpieczeństwa przed wykolejeniem pojazdów szynowych (Norma PN-EN 14363+AI:2019-02).

Modułowość przyrządu według wynalazku polegająca na połączeniu rozłącznym modułu mocującego w postaci płyty mocującej z modułem pomiarowym w postaci belki poziomej wyposażonej w zespół czujników umożliwia łatwiejszą wymianę modułu pomiarowego między zestawami kołowymi, bez konieczności demontażu całego przyrządu.

Zastosowanie wsporników ukośnych pozwoliło na uzyskanie większej sztywności układu, jak również poprzez to na eliminację niektórych modów drgań całej struktury przyrządu według wynalazku, co poprawia precyzję rejestracji odległości od powierzchni główki szyny przez laserowe czujniki dystansu.

Zastosowanie w przyrządzie według wynalazku dwóch zestawów laserowych czujników po dwa w każdym i odpowiedniej ich orientacji umożliwia jednoczesne prowadzenie pomiarów zarówno unoszenia się koła, jak też zmiany jego kąta i zestawu kołowego względem szynowego toku torowego, w dużym zakresie zmian wartości. Poza tym przyrząd według wynalazku nie wymaga demontażu żadnego z elementów zestawu kołowego. Ponadto zastosowanie względnego pomiaru przemieszczenia z co najmniej 4 czujników przemieszczenia, eliminuje potrzebę kalibracji przyrządu, bez względu na rodzaj pojazdu, w którym dokonywany jest pomiar wniosku i kąta natarcia koła lub zestawu kołowego. Taka konfiguracja czujników umożliwia pomiar uniesienia oraz kąta natarcia nawet w przypadku całkowitego oderwaniu się koła od powierzchni główki szyny. Warto także podkreślić, że zastosowanie jako laserowego czujnika dystansu profilometru laserowego pozwala na precyzyjne określenie uniesienia oraz kąta natarcia bazując na minimalnych wartościach odległości od czujników profili główki szyny, jak również jej profilu powierzchni bocznej. Efekt ten uzyskujemy poprzez ciągły pomiar odległości między czujnikami a szyną – rejestracja całego profilu główki (powierzchnia toczna i powierzchnia boczna) i wybór z niego do obliczeń minimalnej wartości odległości zarejestrowanej przez ten profilomierz. Przewagą

ww. podejścia, w porównaniu do użycia w takim przyrządzie klasycznego laserowego czujnika odległości jest to, że przy klasycznym czujniku laserowym podczas dużych zmian uniesienia oraz kąta natarcia zestawu kołowego istnieje możliwość wyjścia pojedynczej wiązki lasera poza obrys główki szyny. W takim przypadku będzie brakowało danych pomiarowych, co skutkować będzie nie ciągłością pomiaru uniemożliwiającą wyznaczenia pełnego przebiegu w czasie uniesienia oraz zmiany kąta natarcia koła lub zestawu kołowego.

Ponadto wykorzystanie do pomiaru bezkontaktowych czujników laserowych przemieszczenia eliminuje dotychczasowe limity prędkości przejazdu badanego pojazdu szynowego lub platformy szynowej, wynikające z toczenia lub tarciowego ślizgania się elementów pomiarowych po szynie. W zależności od zastosowanego czujnika pomiarowego, a tym samym częstotliwości rejestracji przez niego pomiarowego profilu (300 ÷ 64000 profili/s), znacząco zwiększyła się prędkość przejazdu z 30 km/h do 200 km/h podczas pomiaru uniesienia i kąta natarcia koła, przy zastosowaniu takiego podejścia.

Przedmiot wynalazku przedstawiono bliżej na rysunku, na którym:

fig. 1 przedstawia przyrząd w widoku perspektywicznym;

fig. 2 przedstawia przyrząd w widoku z przodu;

fig. 3 przedstawia przyrząd w widoku perspektywicznym od strony tylnej;

fig. 4 przedstawia przyrząd w widoku z boku;

fig. 5 przedstawia przyrząd osadzony na zestawie kołowym w widoku perspektywicznym;

fig. 6 przedstawia przyrząd osadzony na zestawie kołowym w widoku z przodu;

fig. 7 przedstawia przyrząd osadzony na zestawie kołowym w widoku z boku.

W jednym z korzystnych przykładów wykonania przyrząd według wynalazku posiada płytę mocującą **1**, której dolna krawędź jest połączona nieruchomo z belką poziomą **2**, za pośrednictwem wsporników ukośnych **3**, z których każdy jest przymocowany z jednego końca do płyty mocującej **1** a z drugiego końca do belki poziomej **2**. Obydwa końce belki poziomej **2** są połączone prostopadle z poziomymi wspornikami poprzecznymi **4**. Każdy ze poziomych wsporników poprzecznych **4** jest wyposażony w płytkę mocującą **5** laserowe czujniki pomiarowe **6**, których wiązki laserowe są skierowane w kierunku główki szyny **11**, po której porusza się badany zestaw kołowy **10**. Każdy ze wsporników ukośnych **3** jest przymocowany z jednego końca do dolnej krawędzi płyty mocującej **1** śrubą **7** a z drugiego końca do belki poziomej **2** śrubą **8**. Każda z płytek mocujących **5** jest wyposażona w dwa laserowe czujniki pomiarowe **6**. Wiązka laserowa jednego z laserowych czujników pomiarowych **6** jest skierowana w kierunku powierzchni tocznej szyny **11**, po której porusza się badany zestaw kołowy **10**. Wiązka laserowa drugiego laserowego czujnika pomiarowego **6** jest natomiast skierowana w kierunku bocznej powierzchni główki szyny **11**, po której porusza się badany zestaw kołowy **10**, prostopadle do wiązki laserowej pierwszego z nich. Laserowe czujniki pomiarowe **6** są laserowymi profilomierzami. Są to skanery laserowe 2D/3D LJ-X800 o częstotliwości pomiaru 20000 profili/sekundę i rozdzielczości 3200 punktów/profil.

W drugim korzystnym przykładzie wykonania przyrząd według wynalazku różni się od poprzedniego tym, że laserowymi czujnikami pomiarowymi **6** w postaci profilomierzy są profilometry LJ-V7000 o częstotliwości pomiaru 64000 profili/sekundę i rozdzielczości 3200 punktów/profil.

W trzecim korzystnym przykładzie wykonania przyrząd według wynalazku różni się od poprzedniego tym, że laserowymi czujnikami pomiarowymi **6** w postaci profilomierzy są profilometry laserowe scanCONTROL 2610-50 o częstotliwości pomiaru 300 profili/sekundę i rozdzielczości 1200 punktów/profil.

W czwartym korzystnym przykładzie wykonania przyrząd według wynalazku różni się od poprzedniego tym, że laserowymi czujnikami pomiarowymi **6** w postaci profilomierzy są profilometry laserowe scanCONTROL 30x2 o częstotliwości pomiaru 5000 profili/sekundę i rozdzielczości 1024 punktów/profil.

Zastrzeżenia patentowe

1. Modułowy przyrząd do badania uniesienia i pozycji koła lub zestawu kołowego, zwłaszcza platform kolejowych i pojazdów szynowych zawierający konstrukcję nośną przymocowaną do obudowy łożyska zestawu kołowego, w skład której wchodzi podłużny element równoległy do szyny kolejowej, po której porusza się badany zestaw kołowy, wyposażone w laserowe czujniki przemieszczenia, **znamienny tym,** że posiada płytę mocującą (1), której dolna krawędź jest połączona nieruchomo z belką poziomą (2), za pośrednictwem wsporników

ukośnych (3), z których każdy jest przymocowany z jednego końca do płyty mocującej (1) a z drugiego końca do belki poziomej (2), przy czym obydwa końce belki poziomej (2) są połączone prostopadle z poziomymi wspornikami poprzecznymi (4), natomiast każdy z nich jest wyposażony w płytkę mocującą (5) laserowe czujniki pomiarowe (6), których wiązki laserowe są skierowane w kierunku główki szyny (11), po której porusza się badany zestaw kołowy (10).

2. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym,** że każdy ze wsporników ukośnych (3) jest przymocowany z jednego końca do dolnej krawędzi płyty mocującej (1) śrubą (7) a z drugiego końca do belki poziomej (2) śrubą (8).
3. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym,** że każda z płytek mocujących (5) jest wyposażona w dwa laserowe czujniki pomiarowe (6), przy czym wiązka laserowa jednego z nich jest skierowana w kierunku powierzchni tocznej szyny (11), po której porusza się badany zestaw kołowy (10), zaś wiązka laserowa drugiego laserowego czujnika pomiarowego (6) jest skierowana w kierunku bocznej powierzchni główki szyny (11), po której porusza się badany zestaw kołowy (10), prostopadle do wiązki laserowej pierwszego czujnika laserowego.
4. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym,** że laserowe czujniki pomiarowe (6) są laserowymi profilomierzami.

Rysunki

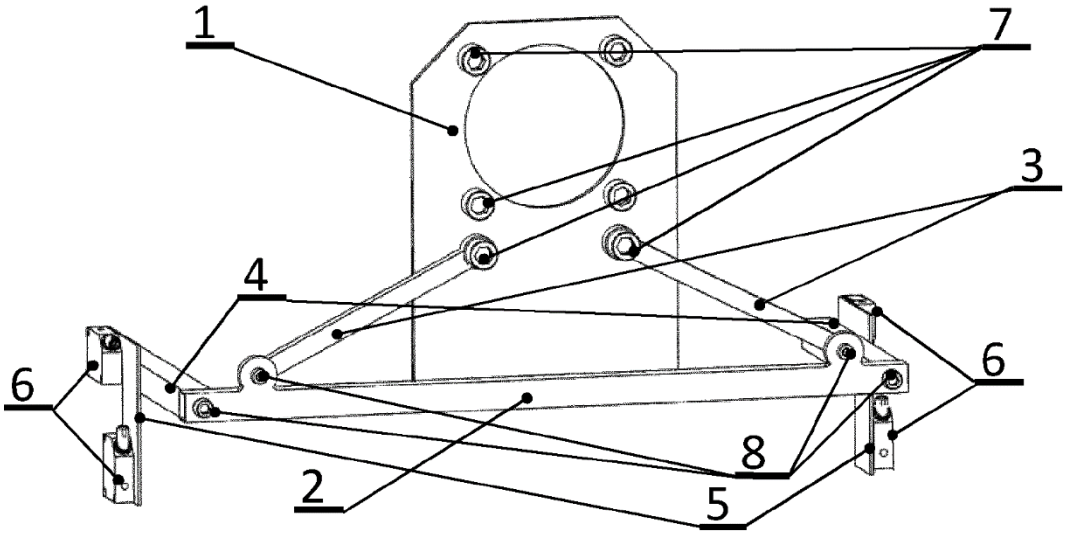

Fig. 1

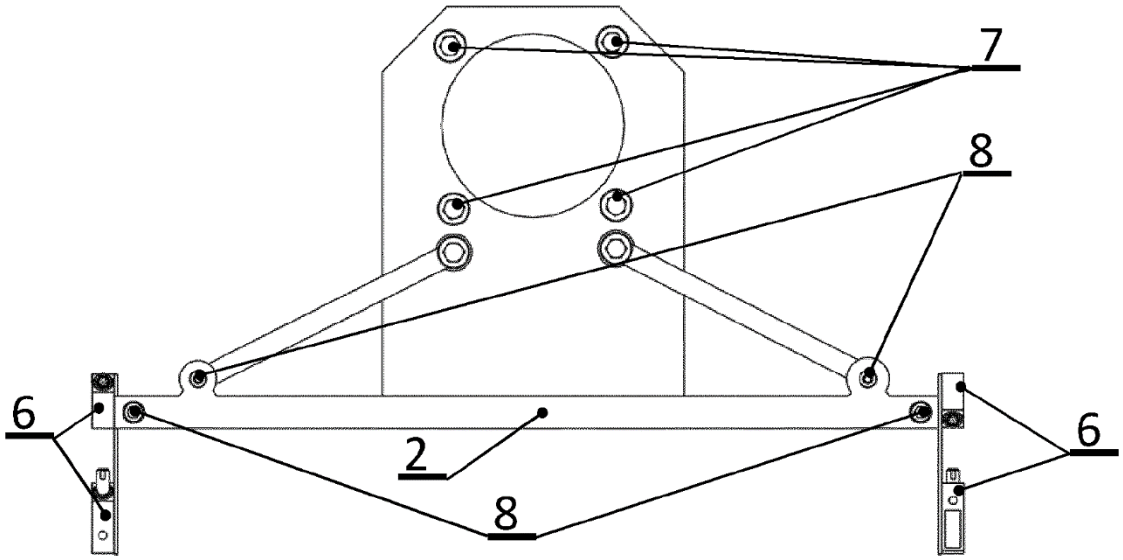

Fig. 2

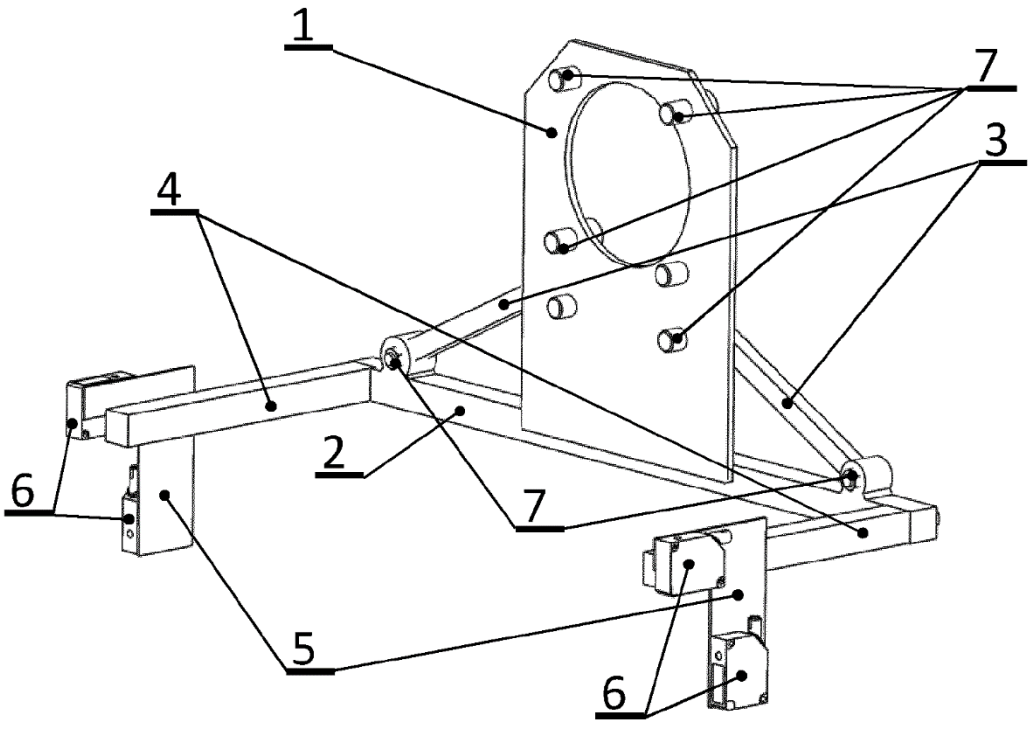

Fig. 3

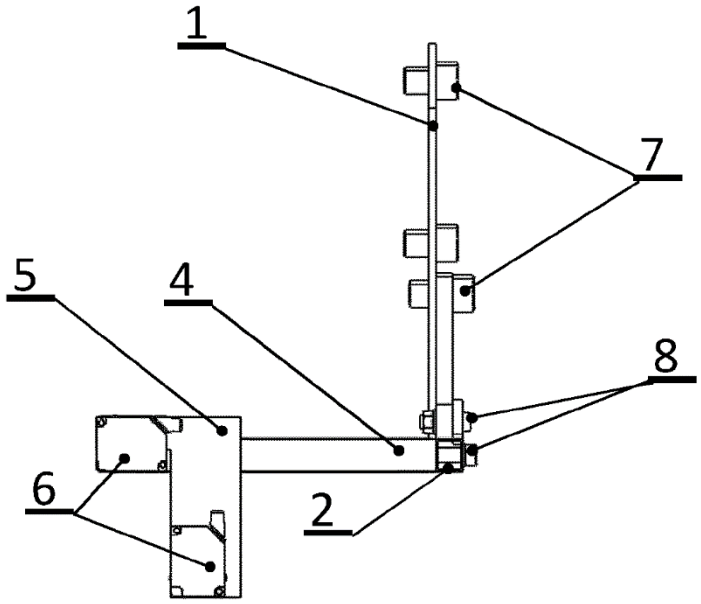

Fig. 4

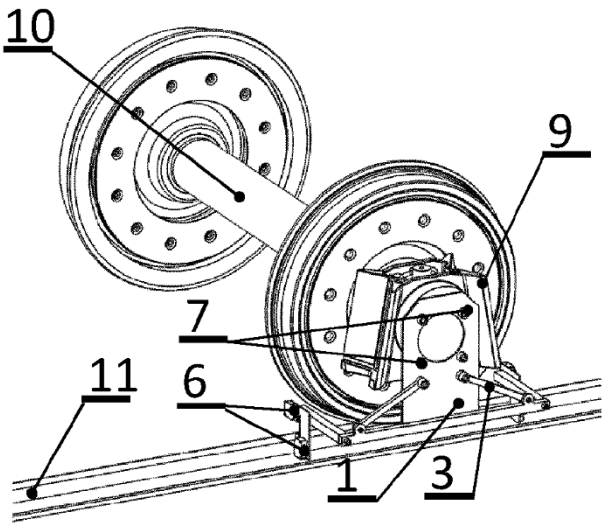

Fig. 5

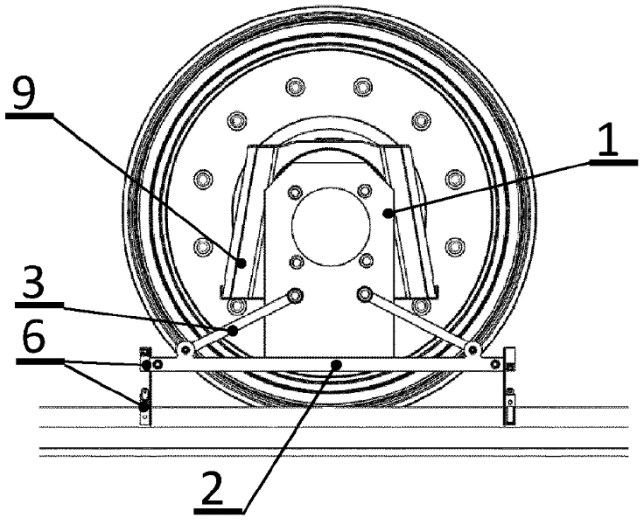

Fig. 6

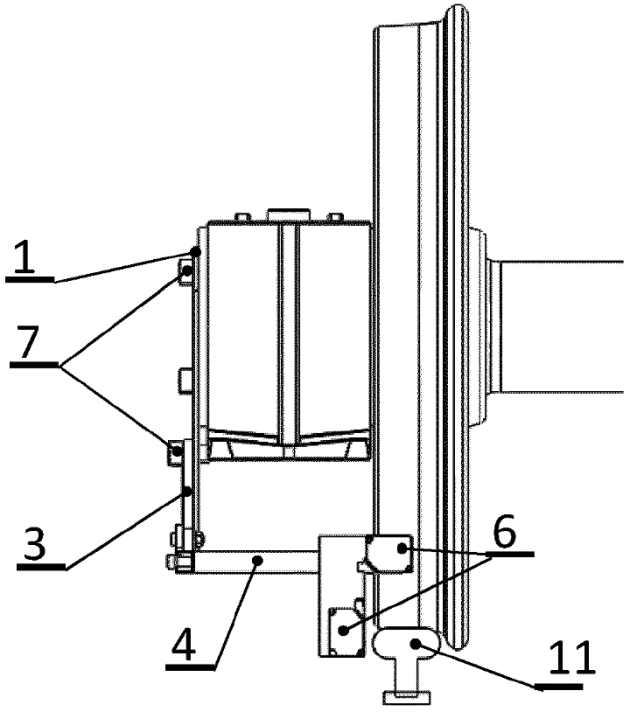

Fig. 7