

Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego charakteryzujące się możliwością odwzorowania warunków otoczenia, w których porusza się wózek inwalidzki, przy jednoczesnym pomiarze parametrów dynamicznych wynikających z napędzania wózka inwalidzkiego.

Znane są rozwiązania poruszające problematykę urządzeń obciążających koła napędowe wózka oraz mierzących wybrane parametry dynamiczne wózka inwalidzkiego, do tych rozwiązań należą: US 4233844 A, WO 1997007739 A1, US 20110015045 A1, US 6716143 B1, US 6645127 B1, US 5643143 A. W przytoczonych rozwiązaniach poruszono problematykę stabilizacji wózka na platformach umożliwiających jego napędzanie w miejscu oraz pomiar momentu napędowego bez efektu w postaci przemieszczania się wózka inwalidzkiego. W takim przypadku konieczne jest unieruchomienie ramy i umieszczenie kół napędowych na odpowiednich elementach tocznych umożliwiających wykorzystanie ciągów lub dźwigni do napędzania wózka. Dodatkowo przytoczone rozwiązania pozwalają obciążyć koła napędowe momentem oporowym i dostarczyć im krętu wynikającego z zastosowania kół zamachowych. W wybranych rozwiązaniach umożliwiono sterowanie momentem oporowym. Niektóre z przytoczonych wynalazków pozwalają analizować wybrane parametry dynamiki napędzania wózka inwalidzkiego takie jak moment napędowy generowany przez kończynę górną.

Urządzenie opisane w patencie US 4233844 A przedstawia ergometr dla wózków inwalidzkich. Urządzenie to umożliwia stacjonarne ćwiczenia po przez obciążanie kół napędowych wózka inwalidzkiego. Obciążenie jest efektem dołączenia do kół napędowych kół zamachowych za pomocą wałów połączonych z piastą oryginalnego koła napędowego wózka inwalidzkiego. Zmiana momentu oporów jest efektem mocowania ciężarów w różnych miejscach na kole zamachowym oraz po przez wykorzystanie hamulców ciernych. Wynalazek ten umożliwia również pomiar momentu napędowego po przez wychylenie kół zamachowych wywołane skrętem wałów łączących koła zamachowe z kołami wózka inwalidzkiego.

Patent WO 1997007739 A1 opisuje urządzenie będące również ergometrem dla wózków inwalidzkich. W rozwiązaniu tym zastosowano specjalną ramę za pośrednictwem której wywoływany jest opór na kołach napędowych. Rama ta mocowana może być do różnego rodzaju elementów napędowych takich jak ciągi lub dźwignie napędowe. W urządzeniu tym pomiar parametrów dynamicznych nie jest uzależniony od masy człowieka i właściwości wynikających z konfiguracji samego wózka, co jest dużym uproszczeniem. Dodatkowo wynalazek ten zakłada usuwanie kół wózka podczas jego badania.

Rozwiązanie opisane w patencie US 20110015045 A1 przedstawia aparaturę do ćwiczeń na wózku inwalidzkim. Stanowi ono rodzaj bieżni dla wózków inwalidzkich. Rozwiązanie to nie wykonuje żadnych pomiarów, jedynie zapewnia stały opór wynikający z zastosowania koła zamachowego o określonej masie. Urządzenie to mocuje przednią część wózka do ramy urządzenia, natomiast tylne koła spoczywają na rolkach. Rolki te za pomocą przekładni cięgnowej połączono z kołem zamachowym.

Paten US 6716143 B1 przedstawia wielofunkcyjne urządzenie do wykonywania ćwiczeń na wózku inwalidzkim. Posiada ono wyposażenie umożliwiające ćwiczenie kończyn górnych i dolnych. W rozwiązaniu tym wózek inwalidzki znajduje się na platformie posiadającej dwie rolki na których znajdują się koła napędowe wózka inwalidzkiego. Umożliwia to napędzanie wózka przy jednoczesnym jego unieruchomieniu. Opór obciążający koła napędowe wózka wynika z wykorzystania hamulca ciernego wywołującego tarcie między klockiem hamulcowym a rolkami, na których spoczywają koła wózka inwalidzkiego.

Urządzenie przytoczone w patencie US 6645127 B1 przedstawia trener umożliwiający ćwiczenia na wózku inwalidzkim. W tym przypadku są one związane z napędzaniem wózka na specjalnej platformie uniemożliwiającej ruch wózka. W wynalazku wózek przymocowany jest do platformy za pomocą ramion montowanych do ramy wózka inwalidzkiego. Koła napędowe wózka spoczywają na rolkach, umożliwiających napędzanie kół napędowych wózka inwalidzkiego. Opór w tym rozwiązaniu jest stały i wynika z połączeniem jednej rolki za pomocą przekładni pasowej z kołem zamachowym.

Patent US 5643143 A ukazuje urządzenie trenujące ruch napędowy na wózku inwalidzkim. W rozwiązaniu tym koła przednie zamocowane są do platformy za pomocą specjalnej obejmy trzymającej jednocześnie dwa wahacze przednich kół samonastawnych. Przy takim ich zamocowaniu koła tylne spoczywają na jednej rolce która umożliwia ich obrót podczas napędzania. Do urządzenia może być dołączany generator momentu oporów napędzania. Moment oporowy dostarczany jest na rolkę na poprzedzającą rolkę na której znajduje się koło napędowe wózka inwalidzkiego.

Przedmiot wynalazku pozwala na sterowanie momentem napędowym kół napędowych wózka inwalidzkiego w celu symulacji oporów wynikających z poruszania się po rzeczywistych nawierzchniach nośnych. Dodatkowo stanowisko umożliwia na pochylanie ramy wózka symulując w ten sposób podjazdy lub zjazdy z wzniesień. Pochylanie wózka przy dodatkowym symulowaniu oporów toczenia pozwala wymusić zmianę pozycji ciała człowieka co odzwierciedla w sposób dokładny warunki rzeczywiste. Urządzenie pozwala również na pomiar takich parametrów dynamicznych jak droga, prędkość, przyspieszenie, moment napędowy generowany przez kończynę górną oraz rozkład nacisków na poszczególne koła wózka inwalidzkiego. Pomiar rozkładu nacisków na koła jest niezbędny do określenia sił oporów podczas napędzania wózka, ponieważ każde koło wózka posiada różne współczynniki tarcia tocznego. Ponadto pomiar rozkładu nacisków na koła wózka inwalidzkiego

pozwała w sposób pośredni wyznaczyć położenia środka ciężkości badanego układu antropotechnicznego w płaszczyźnie czołowej.

Istotą urządzenia do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego jest to, że posiada ramę połączoną za pomocą czterech wag tensometrycznych oraz trzech zespołów prowadnic liniowych z szalą wagą. Rama stanowi element nośny stabilizujący całe urządzenie oraz umożliwia jego wypoziomowanie względem podłoża. Szala wagowa stanowi zaś układ odpowiedzialny za symulację warunków poruszania się po różnych nawierzchniach nośnych oraz dodatkowo funkcję elementu pomiarowego zbierającego dane o parametrach biomechanicznych i dynamicznych wynikających z napędzania wózka inwalidzkiego. Istotnym jest połączenie ramy z szalą wagową jednocześnie za pomocą wag tensometrycznych i prowadnic liniowych. Szale wagowe umożliwiają pomiar rozkładu nacisków na poszczególne koła wózka inwalidzkiego, natomiast wykorzystanie prowadnic liniowych blokuje poziome ruchy szali wagowej względem ramy. Zabezpiecza to układ przed zakłóceniami pomiarów wykonywanych za pomocą szal wagowych. Ponad to prowadnice liniowe zabezpieczają wagi tensometryczne przed uszkodzeniem powstałym w wyniku wystąpienia sił poprzecznych. Szala wagowa jest wyposażona w platformę obrotową oraz cztery rolki trakcyjne połączone z dwoma zespołami napędowymi. Platforma obrotowa podtrzymuje przednie samonastawne koła wózka inwalidzkiego oraz umożliwia unoszenie lub opuszczanie ich względem poziomu szali wagowej. W efekcie czego możliwe staje się odwzorowanie poruszania się po nawierzchniach nośnych znajdujących się pod kątem względem poziomu. Zadaniem rolek trakcyjnych jest podtrzymywanie i stabilizacja tylnych kół napędowych wózka inwalidzkiego. Rolki trakcyjne umożliwiają napędzanie kół napędowych wózka inwalidzkiego bez jego rzeczywistego przemieszczenia, ponieważ obroty koła napędowego są bezpośrednio przekształcane w obroty rolek trakcyjnych. Połączenie rolek trakcyjnych z zespołami napędowymi umożliwia dostarczanie do nich momentu obrotowego. Jest to niezbędne aby symulować rzeczywiste warunki występujące podczas poruszania się na wózku inwalidzkim.

Korzystnym jest, że do szali wagowej przy użyciu zespołów łożyskowych zamontowane są rolki trakcyjne. Do rolek trakcyjnych dołączono koła pasowe zębate i połączono ze sobą pasem zębatym. Zastosowanie zespołów łożyskowych umożliwia zamontowanie rolek trakcyjnych na szali wagowej przy jednoczesnym umożliwieniu im swobodnych obrotów. Sprzęgnięcie rolek trakcyjnych pasem zębatym zapewnia taką samą prędkość rolek trakcyjnych podpierających jedno koło napędowe. Jest to istotne ponieważ rolki trakcyjne wykorzystywane są do wykonywania pomiarów i symulacji obciążeń. Dlatego koniecznym jest unikanie zróżnicowania ich prędkości obrotowych, które wynikać mogą z poślizgów koła napędowego względem pojedynczej rolki trakcyjnej. Rolki trakcyjne korzystnie połączono sprzęgłami z zespołami napędowymi. Zabezpiecza to jednostki napędowe zespołów napędowych przed przeciążeniem.

Korzystnym jest aby kształt nawierzchni nośnej rolek trakcyjnych był wklęsły. Wklęsłość ta powstaje wyniku zmniejszania się średnicy walca tworzącego nawierzchnię nośną w kierunku połowy wysokości tego walca. Ukształtowanie rolki trakcyjnej z wklęsłą nawierzchnią nośną zapewnia samo centrowanie się kół wózka inwalidzkiego do połowy wysokości walca tworzącego nawierzchnię nośną.

Korzystnym jest to aby szale wagowej posiadały tarcze blokady położenia kątownego wyposażone w otwory rozmieszczone kątowno znajdujące się na obwodzie tarcz. Platforma obrotowa posiada również otwory rozmieszczone kątowno. Tarcza blokady i otwory rozmieszczone kątowno umieszczone na szali wagowej i platformie obrotowej są trwale z nimi połączone i nie zmieniają one swojego położenia względem tych elementów. Pozwala to na określenie położenia platformy obrotowej względem szali wagowej. Ponadto platforma obrotowa musi być zamontowana do szali wagowej przy użyciu zespołów łożyskowych. Zespoły łożyskowe umożliwiają obrót platformy obrotowej względem szali wagowej, a tym samym obracanie względem siebie w tej samej osi tarczy blokady zamocowanej do szali wagowej i otwory rozmieszczone kątowno umieszczone na platformie obrotowej.

Korzystnym podczas blokowania położenia platformy obrotowej jest to aby jeden z otworów rozmieszczone kątowno w platformie obrotowej i jednym z otworów rozmieszczonych kątowno w tarczy blokady położenia kątownego umieścić sworznie. Przy czym platforma obrotowa posiada dwa zestawy otworów rozmieszczonych kątowno, jak i szala wagowa posiada dwie tarcze blokady. Tak więc do blokady położenia platformy obrotowej względem szali wagowej wykorzystywane są dwa sworznie lewy i prawy.

W wersji optymalnej platforma obrotowa jest wyposażona w dwa zespoły ramion. Na końcu ramion prostopadle do nich znajduje się zespół podpór przednich kół samonastawnych wózka inwalidzkiego. Na zespole podpór przednich kół samonastawnych podparte są bieżnie koła samonastawnego. Przy czym koło samonastawne jest połączona z podporą przednich kół samonastawnych przy użyciu cięgna dociskowego.

Korzystne jest umożliwienie wjazdu wózka inwalidzkiego na szalę wagową poprzez umieszczenie podjazdów kół tylnych wózka inwalidzkiego oraz osobnych podjazdów kół przednich wózka inwalidzkiego. Podjazdy kół tylnych połączone są z ramą za pomocą zawiasów. Natomiast podjazdy kół przednich połączone są z platformą obrotową za pomocą haków zahaczanych o podpory przednich kół samonastawnych.

Rama urządzenia, stanowi podstawę do zabudowy pozostałych komponentów. Ponadto jest ona wyposażona w układ czterech podpór nastawnych połączonych z nią po przez gwintowany pręt wkręcany w tuleję gwintowaną, znajdującej się w ramie, oraz nakrętkę kontruującą. Każda z podpór ma niezależnie regulowaną głębokość wkręcenia w ramę. Dodatkowo zastosowanie połączenia gwintowego umożliwia bezstopniową regulację wysokości podpór. Elementy te są istotne ponieważ do prawidłowego funkcjonowania urządzenia niezbędne jest ustawienie szali wagowej w poziomie.

W wersji alternatywnej urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego umożliwia także samodzielny wjazd wózkiem inwalidzkim na platformę badawczą przez użytkownika wózka inwalidzkiego. Pozwala to na badanie wielu typów wózków inwalidzkich w takiej konfiguracji w jakiej do tej pory były eksploatowane. Dodatkowo do obsługi stanowiska potrzebny jest tylko jeden badacz.

Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego także opcjonalnie umożliwia samoczynne centrowanie się wózka względem platformy po przez zastosowanie rolek trakcyjnych z wklęsłą nawierzchnią nośną walca tworzącego. Zapewnia to utrzymywanie wózka w pozycji wyśrodkowanej nawet podczas napędzania go z dużą częstotliwością odepchnięć elementów napędowych wózka inwalidzkiego.

Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego umożliwia niezależne sterowanie obciążeniami i wykonywanie pomiarów na lewej oraz prawej stronie wózka inwalidzkiego. Możliwe jest to dzięki rozdzieleniu rolek trakcyjnych na te obsługujące prawą i lewą stronę platformy pomiarowej.

Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego pozwala na pomiar podstawowych parametrów dynamicznych takich jak droga, prędkość, przyspieszenie i moment napędowy. Pozwala to na kompleksowe porównywanie różnych konstrukcji wózków inwalidzkich. Dodatkowo umożliwia konfigurację wózka do indywidualnych predyspozycji fizycznych użytkownika.

Korzystnym jest, że urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego posiada platformę wyposażoną w cztery rolki trakcyjne. Z czego po dwie przypadają na jedną stronę ramy. Jedna rolka z każdej strony połączona jest z kołem zamachowym, silnikiem i hamulcem. Inną korzyścią jest pochylenie rolek do środka platformy pomiarowej względem poziomu.

Korzystnym jest, że opór generowany przez hamulce i silnik nie jest zależny od prędkości ruchu napędowego, tak jak ma to miejsce w przypadku zastosowania samego koła zamachowego. Pozwala to utrzymywać stałe opory, a nie jak w ergometrze zwiększać je proporcjonalnie do wzrostu prędkości obrotu koła zamachowego.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskano następujące efekty techniczno-użytkowe:

- możliwość symulowania oporów toczenia obciążających koło napędowe wynikających z miejsca eksploatacji,
- możliwość symulowania wymuszeń oddziałujących na koło napędowe wynikających z miejsca eksploatacji,

- pochylanie wózka na stanowisku pomiarowym i wykonywanie ruchu napędowego w pozycji pochylonej,
- niezależne obciążanie i wymuszanie koła napędowego lewego i prawego wózka inwalidzkiego.
- umożliwia ciągły pomiar parametrów dynamicznych takich jak droga, prędkość, przyspieszenie i moment napędowy,
- umożliwia samodzielny wjazd przez osobę niepełnosprawną wózkiem na platformę pomiarową,
- umożliwia pomiar nacisków na poszczególne koła wózka inwalidzkiego.

Wynalazek został przedstawiony w ujęciu całościowym, pokazującym kolejność połączeń poszczególnych elementów urządzenia, na Fig 1 i Fig 2. Zasadniczy i najważniejszy element, jakim jest szala wagowa z zmontowaną platformą obrotową, wagami tensometrycznymi oraz napędami elektrycznymi został przedstawiony na Fig. 3. Ilustracja Fig. 4 przedstawia układ napędowy wraz z rolkami trakcyjnymi, które mają zamontowane koła zębate połączone pasem zębatym. Przy pomocy sprzęgła podatnego rolki wraz z kołami i pasem zostały połączone z napędem elektrycznym i przekładnią. Na Fig 5. zilustrowano rolkę trakcyjną połączoną z zespołem łożyskowym zamontowanym na szali wagowej. Natomiast na Fig. 6 ilustruje tarczę blokady położenia kąтового, zamocowaną do szali wagowej, oraz rozkład otworów wykonanych w ranieniach platformy obrotowej. Na ilustracji widoczny jest również sworzeń, który blokuje wzajemne położenie obu elementów urządzenia. Sposób zamocowania podjazdu tylnego koła wózka inwalidzkiego do ramy urządzenia przy pomocy zawiasów został przedstawiony na Fig. 7. Na Fig. 8 zilustrowano jedną z czterech podpór nastawnych służących do regulacji ustawienia stanowiska względem poziomego podłoża na którym został zamocowany przedmiot wynalazku. Fig. 9, przedstawia połączenie kształtowe podjazdu kół przednich z platformą obrotową, w postaci haków. Na ostatniej z ilustracji Fig. 10 zobrazowano metodę przymocowania przednich kół samonastawnych do podpór kół przednich wózka inwalidzkiego przy użyciu dwóch cięgien elastycznych.

Urządzenie zbudowane jest z ramy (1) do której po przez cztery wagi tensometryczne (4) (5) (6) (7) zamontowana jest szala wagowa (2). Ruch szali wagowej (2) względem ramy (1) jest możliwy tylko w kierunku normalnym do płaszczyzny podstawy w wyniku zastosowania trzech zespołów prowadnic liniowych (8) (9) (10). Na szali wagowej znajduje się platforma obrotowa (3) wraz z zespołami do blokady położenia kąтового platformy (15) (16) oraz cztery rolki trakcyjne (11) (12) (13) (14) połączone z sobą zespołami napędowymi (17) (18). W skład zespołu napędowego wchodzi pas zębaty (19), koła zębate (20) (21), napęd elektryczny z przekładnią (22) i sprzęgło (23). Konstrukcja urządzenia umożliwia wprowadzenie wózka inwalidzkiego pomiędzy rolki trakcyjne bez wykorzystywania dodatkowych

urządzeń dźwignicowych. Jest to możliwe po przez zastosowanie podjazdów dla kół przednich (24) (25) i podjazdów dla kół tylnych (26) (27).

Przed wprowadzeniem wózka inwalidzkiego na szale wagową (2), należy sprawdzić spoziomowanie ramy (1) względem podłoża i dokonać ewentualnych korekt poziomu przy wykorzystaniu układu czterech podpór nastawnych (28) (29) (30) (31). Następnie wskazane jest sprawdzenie czy platforma obrotowa (3) znajduje się w pozycji zerowej, w której powinna być zablokowana przy użyciu zespołów blokady położenia kątownego platformy (15) (16). Zespoły składają się z sworznia (32) oraz tarczy blokady położenia kątownego (33). W kolejnym kroku wskazane jest wyzerowanie odczytywanych wartości przez układ pomiarowy z wag tensometrycznych (4) (5) (6) (7). Tak przygotowane urządzenie jest gotowe do wprowadzenia wózka inwalidzkiego na platformę pomiarową (3).

Przy założonych podjazdach kół przednich (24) (25) i zamontowanych podjazdach kół tylnych (26) (27) operator wózka może powoli wjechać na urządzenie. Podczas wtaczania wózka inwalidzkiego pomiędzy rolki trakcyjne (11) (12) (13) (14). Wskazana jest asysta osoby trzeciej. Ma ona zabezpieczać urządzenie przed gwałtownym uderzeniem kół tylnych wózka inwalidzkiego o rolki trakcyjne, gdyż może ono prowadzić do uszkodzenia wag tensometrycznych (4) (5) (6) (7). Po wprowadzeniu tylnych kół wózka inwalidzkiego między rolkami trakcyjnymi (11) (12) (13) (14), należy zdemontować podjazdy kół przednich (24) (25) i zablokować pozycje przednich kół samonastawnych wózka (50) przy pomocy cięgna elastycznego (51). Następnie przysunąć do obu kół tylnych zespół pomiarowy do odczytu prędkości obwodowej kół wózka inwalidzkiego.

W kolejnym etapie platformę pomiarową (3) wraz z wózkiem inwalidzkim należy ustawić w pożądaną pozycję kątową, odzwierciedlającą pochylenie terenu w którym będą symulowane warunki eksploatacji i dokonywane pomiary parametrów dynamicznych. W kolejnym kroku ustawia się w układzie sterującym określoną wartość momentu obrotowego na rotorach silników elektrycznych (22), wchodzących w skład zespołów napędowych (17) (18) oraz założoną maksymalną wartość obrotową wału.

Po uruchomieniu zespołów napędowych (17) (18) należy uruchomić pomiarowy dokonujący akwizycji danych z wag tensometrycznych (4) (5) (6) (7) oraz prędkości obwodowej koła tylnego. Po zakończonych pomiarach należy zapisać zarejestrowane dane. Następnie obrócić platformę obrotową (3) do pozycji zerowej i odblokować przednie koła samonastawne wózka (50). Następnie należy zamontować podjazdy kół przednich (24) (25) i przy asyście osoby trzeciej należy wyprowadzić wózek inwalidzki (z operatorem) z urządzenia pomiarowego.

REKTOR
POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ

prof. dr hab. inż. Tomasz Łodygowski