

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244588 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438932**

(22) Data zgłoszenia: **2021.09.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.03.20 BUP 12/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.12 WUP 07/2024**

(51) MKP:

B62M 1/24 (2013.01)

B62M 1/26 (2013.01)

B62K 15/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ŁUKASZ BEREŚ, Warszawa, PL

PAWEŁ PYRZANOWSKI, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Oliwia Czarnocka, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Układ napędowy do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni

PL 244588 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ napędowy do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni, bazujący na mechanizmie suwnicowym. W szczególności wynalazek przeznaczony jest do stosowania w transporcie lądowym, zwłaszcza w układach rowerów poziomych oraz motorowerów, ale także w transporcie wodnym, w układach rowerów wodnych, łódek czy kajaków, jak również w pojazdach latających.

Siła ludzkich mięśni jest powszechnie stosowana do napędu różnego rodzaju pojazdów. W przypadku napędu rowerów dwu-, trzy- i czterołożowych powszechnie korzysta się z tzw. okorbowania obejmującego dwie korby, na końcach których umocowane są pedały do oddziaływania na nie siłą nóg. Podobny układ realizowany jest w przypadku rowerów poziomych, obsługiwanych siłą ludzkich rąk.

Jako alternatywę napędu korbowego stosowane mogą być również napędy suwnicowe, w których ruch posuwisto-zwrotny zmieniany jest na ruch obrotowy. Jak pokazują wstępne badania – mechanizm suwnicowy zapewniać może znacznie zwiększoną sprawność napędu aniżeli ma to miejsce w przypadku tradycyjnych układów korbowych.

Przykładowo, w opisie polskiego zgłoszenia wynalazku nr P.429502 A ujawniony jest układ napędowy do rowerów trzy- i czterołożowych, w którym zakończony płytą naciskową wózek wykonuje ruchy posuwisto-zwrotne, wymuszane przez oddziaływanie siłą nóg użytkownika opartego o siedzenie fotela. Wózek, sprzężony jest z przekładnią zębatą do przekazania ruchu obrotowego na koło jezdne roweru. Podobne rozwiązanie znane jest również z dokumentu GB654743 A. W obydwu układach według przytoczonych dokumentów ze stanu techniki, płyta naciskowa, o którą opierają się stopy użytkownika jest nieruchoma względem przesuwnej wzdłuż prowadnicy i wykonującej ruchy posuwisto-zwrotne wózka.

Jak wykazały badania nad tzw. linią maksymalnych sił generowanych przez człowieka w zależności od kąтового położenia korpusu człowieka względem ud oraz kąтового położenia ud względem łydek człowieka – linia maksymalnych sił, dla poziomego siedziska fotela i oparcia ustawionego pod kątem prostym względem siedziska jest pewną krzywą, którą można przybliżyć do fragmentu łuku.

Bazując na powyższym, celem wynalazku jest opracowanie nowego i bazującego na mechanizmie suwnicowym układu napędowego do pojazdów zasilanych siłą ludzkich mięśni, w którym możliwe jest uzyskanie maksymalnych sił nacisku przy równoczesnym zapewnieniu optymalnej i możliwie w minimalnym stopniu obciążającej pozycji użytkownika.

Zgodnie z wynalazkiem układ napędowy do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni od użytkownika zawiera zamocowane na ramie oraz zorientowane zasadniczo naprzeciwko siebie fotel użytkownika oraz napęd nożny obejmujący płytę naciskową, przy czym napęd nożny sprzężony jest z układem odbioru energii. Układ napędowy charakteryzuje się tym, że płyta naciskowa jest osadzona na wózku, który zamocowany jest ruchomo na prowadnicach mających kształt fragmentu łuku oraz osadzonych na ramie. Wózek połączony jest z elementem odbierającym energię mechaniczną od użytkownika w układzie odbioru energii.

Korzystnie, gdy płyta naciskowa osadzona jest obrotowo na wózku, co powoduje, że podczas wyciskania mechanizmu suwnicy tworzy się zasadniczo zamknięty układ reakcji występujących na powierzchniach oparcia i siedziska fotela użytkownika oraz powierzchni płyty naciskowej. Obrotowo zainstalowana płyta umożliwia wygenerowanie większych sił niż w przypadku płyty naciskowej utwierdzonej względem wózka oraz powoduje, że szkielet człowieka może układać się zgodnie z zasadą minimum energii, co – zgodnie z założeniami – będzie powodowało mniejsze obciążenie stawów, mięśni i ścięgien użytkownika podczas korzystania z suwnicowego układu napędowego. Zwiększenie sił nacisku bez zasadniczego zwiększenia obciążenia człowieka powoduje wzrost sprawności układu napędowego.

Korzystnie jest również, gdy wózek posiada ramiona boczne połączone podstawą, przy czym na ramionach bocznych obrotowo zawieszona jest płyta naciskowa, gdzie punkty zawieszenia definiują położenie osi obrotu płyty naciskowej.

Szczególnie korzystnie jest, gdy oś obrotu płyty naciskowej jest przesunięta liniowo względem powierzchni płyty naciskowej o wymiar a . Takie odsunięcie powoduje łatwe utrzymanie płyty naciskowej w stanie równowagi podczas jej wyciskania oddziaływaniem siły mięśni nóg użytkownika.

Korzystnie także, gdy pomiędzy płytą naciskową oraz wózkiem zamocowane są elementy sprężyste, które utrzymują powierzchnię płyty naciskowej w położeniu zasadniczo równoległym do powierzchni oparcia fotela użytkownika, kiedy wózek zasadniczo jest ustawiony prostopadłe do po-

wierzchni siedziska fotela. Utrzymywanie płyty naciskowej w położeniu zasadniczo równoległym do powierzchni oparcia fotela użytkownika umożliwia generowanie dużych sił nacisku. Elementy sprężyste umożliwiają pochylanie się płyty względem wózka, co również powoduje, że generowane siły nacisku są wyższe niż w przypadku gdyby płyta naciskowa była nieruchoma.

Korzystnie, gdy elementy sprężyste stanowią płaskie elementy sprężyste zakończone rolkami.

W korzystnym ukształtowaniu ramiona boczne wózka zawieszane są na prowadnicach pomiędzy parami rolek tocznych.

Ponadto korzystnie jest, gdy element odbierający energię mechaniczną od użytkownika stanowi koło zębate.

Korzystnie jest wówczas, gdy wózek jest trwale połączony z fragmentem koła zębatego o uzębieniu wewnętrznym, które jest kinematycznie związane z kołem zębatym.

Korzystnie, gdy koło zębate jest osadzone na wałku odbiorczym, który jest połączony ze sprzęgłem jednokierunkowym. Sprzęgło jednokierunkowe umożliwia rozłączenie napędu i swobodne wycofanie wózka.

Również korzystnie, gdy w kole zębatym jest zainstalowane sprzęgło jednokierunkowe, przy czym sprzęgło jednokierunkowe jest osadzone na wałku odbiorczym. Zainstalowanie sprzęgła jednokierunkowego w kole zębatym powoduje, że układ odbioru energii ma zwartą konstrukcję i występują niskie opory podczas wycofywania wózka.

Dodatkowo korzystnie jest, gdy wózek jest połączony z elementem ustalającym, który przy braku oddziaływania siłą na płytę naciskową przywraca jej pozycję neutralną. Zastosowanie takiego elementu zasadniczo ułatwia użytkowanie bazującego na mechanizmie suwnicy układu napędu. Wózek wraz z płytą naciskową są wycofywane bez konieczności przyciągania suwnicy nogami użytkownika.

Korzystnie, gdy element ustalający połączony jest z wózkiem za pośrednictwem sprężyny taśmowej.

Podobnie korzystnie jest, gdy element ustalający połączony jest z wózkiem za pośrednictwem linki.

Ponadto korzystnie, gdy fotel użytkownika ma powierzchnię oparcia w położeniu zasadniczo pionowym względem siedziska. Jak wykazały testy, w przypadku występowania zasadniczo zamkniętego układu reakcji użytkownik jest w stanie wygenerować największe siły nacisku oddziałujące na płytę naciskową. Ponadto okazało się, że znaczne pochylenie oparcia fotela (np. o kąt 135° względem poziomego siedziska) i wyciskanie płyty powoduje, że człowiek może się ślizgać względem fotela, więc ograniczeniem w takim przypadku jest częściowo siła tarcia statycznego pomiędzy oparciem fotela, a plecami człowieka. Następnie testy pokazały, że duże pochylenie oparcia fotela powoduje, że na powierzchni skóry pleców pojawia się znaczna siła ścinająca, która w długim użytkowaniu suwnicy może powodować ból. Ponadto badania wykazały, że odchylenie oparcia fotela powoduje przesunięcie linii największych sił w obszary znacznie odsunięte w kierunku prostopadłym do powierzchni siedziska fotela. Takie przeniesienie linii największych sił niekorzystnie wpływa na przestrzeń jaką zajmuje układ napędowy. Co istotne również, usytuowanie suwnicy w znacznej odległości od siedziska powoduje, że człowiek pracując na suwnicy wykonuje niepotrzebną pracę nogami, które poruszają się w polu grawitacyjnym. Finalnie można powiedzieć, że najkorzystniejsze ułożenie fotela to takie, w którym siedzisko jest ustawione poziomo, a oparcie fotela jest prostopadłe do powierzchni siedziska.

Zaproponowana według wynalazku konstrukcja układu napędowego do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni umożliwia nadażanie płyty naciskowej po linii maksymalnych sił uzyskanych z testów statycznych jak również zasadniczo zapewnia możliwość uzyskania maksymalnej sprawności układu bazującego na mechanizmie suwnicowym.

Przedmiot wynalazku wskazany został w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok aksonometryczny układu napędowego według wynalazku, fig. 2 przedstawia widok aksonometryczny układu napędowego według wynalazku w przedstawieniu bez ramy, fig. 3 przedstawia widok z boku układu napędowego według wynalazku w przedstawieniu bez ramy, fig. 4 przedstawia schematyczny, powiększony widok z boku współpracujących ze sobą napędu nożnego oraz układu odbioru energii, fig. 5 przedstawia widok aksonometryczny na płytę naciskową i wózek według fig. 1, fig. 6 przedstawia powiększony widok układu odbioru energii według pierwszego przykładu wykonania, w przedstawieniu od strony użytkownika, fig. 7 przedstawia powiększony widok układu odbioru energii według drugiego przykładu wykonania, w przedstawieniu od strony użytkownika, fig. 8 przedstawia widok z boku na położenie płyty naciskowej, które zapewnia wygenerowanie maksymalnych sił według

badania Twórców, oraz fig. 9 przedstawia wykres aproksymacji linii największych sił za pomocą fragmentu okręgu.

Zgodnie z fig. 1, 2 i 3, układ napędowy do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni zawiera ramę 2, na której umocowany jest fotel 1 użytkownika z siedziskiem 1.3 oraz powierzchnią 1.2 oparcia 1.1. Naprzeciwko fotela 1 użytkownika osadzony jest na ramie 2 napęd nożny współpracujący z układem odbioru energii, tworząc – jak pokazano na fig. 4 – mechanizm suwnicowy.

Napęd nożny zawiera płytę naciskową 3, obrotowo zamocowaną na wózku 5. Miejsca umocowania płyty naciskowej 3 na wózku 5 stanowią położenie osi obrotu I płyty naciskowej 3. Zgodnie z wynalazkiem położenie osi obrotu I jest przesunięte względem powierzchni 3.1 płyty naciskowej 3 o liniowy wymiar a , co zwiększa stabilność napędu nożnego oraz pozwala na utrzymanie płyty naciskowej 3 w stanie równowagi podczas jej wyciskania oddziaływaniem siły mięśni nóg użytkownika 4.

Zgodnie z prezentowanym szczegółowo na fig. 5 przykładem wykonania wózek 5 posiada ramiona boczne 5.1 połączone podstawą 5.2. Na ramionach bocznych 5.1 wózka 5 zawieszona jest obrotowo płyta naciskowa 3. Obrót płyty naciskowej 3 realizowany jest za pomocą osiek trwale związanych z wózkiem 5, przy czym płyta naciskowa 3 wyposażona w dedykowane wycięcia współpracujące z ośkami w ramionach bocznych 5.1 wózka 5. Dla znawcy dziedziny wynalazku oczywistym będzie, że – oprócz umocowania w ośkach – mieszczące się w zakresie wynalazku oraz możliwe z technicznego punktu widzenia są też inne tryby zawieszenia, przykładowo z zastosowaniem łożysk (nie pokazano na rysunku), co dodatkowo może wpłynąć na zwiększenie płynności obrotu płyty naciskowej 3 względem wózka 5. Dodatkowo, w przypadku prezentowanego przykładu wykonania na ramionach bocznych 5.1 wózka 5 mocowane są płaskie elementy sprężyste 14, 14', które utrzymują powierzchnię płyty naciskowej 3.1 w położeniu zasadniczo równoległym do powierzchni 1.2 oparcia 1.1 fotela 1. Elementy sprężyste 14, 14' dociskane są do płyty naciskowej 3 za pomocą rolek 14'', które korzystnie wpływają na płynność działania. Dla znawcy dziedziny wynalazku jasnym w tym przypadku również będzie, że elementami sprężystymi utrzymującymi płytę naciskową 3 w wymaganym położeniu mogą być również sprężyny skrętne lub sprężyny zegarowe (nie pokazano na rysunku), odpowiednio zainstalowane pomiędzy wózkiem 5 oraz płytą naciskową 3.

W celu zapewnienia możliwości przywracania wyjściowej pozycji płyty naciskowej 3 – przy braku oddziaływania na nią siłą – wózek 5 połączony jest z elementem ustalającym 15. Jako przykład wykonania jest przedstawiony układ wyposażony w sprężynę taśmową 16, która generuje stałą siłę bez względu na położenie wózka 5. Elementem ustalającym 15 dodatkowo i w ramach zakresu ujawnienia może być również ciężarek połączony z wózkiem 5 za pomocą linki, przy czym linka jest przerzucona przez bloczek, dzięki czemu można wykorzystać siłę ciężkości ciężarka w celu ustawiania wózka 5 w pozycji neutralnej (nie pokazano na rysunku).

Jak pokazano w przykładzie wykonania, wózek 5 jest w przedmiotowym i bazującym na suwnicy układzie napędu przesuwany wzdłuż prowadnic 6, 6' mających kształt fragmentu łuku. Prowadnice 6, 6' są trwale osadzone na ramie 2 za pomocą płyt 17, których górne krawędzie ukształtowane są również łukowo, tj. zgodnie z obwiednią umieszczonych na nich prowadnic 6, 6'. Ramiona boczne 5.1 wózka 5 zawieszane są na prowadnicach 6, 6' pomiędzy parami rolek tocznych 6''. Dodatkowo, od spodniej strony podstawy 5.2 wózek 5 jest trwale połączony z fragmentem koła zębatego 8 o uzębieniu wewnętrznym. Fragment koła zębatego 8 o uzębieniu wewnętrznym jest przy tym kinematycznie związany z kołem zębatym 9, stanowiącym w prezentowanym przykładzie wykonania element odbierający 7 energię mechaniczną od użytkownika 4 w układzie odbioru energii, z którym współpracuje napęd nożny.

Koło zębate 9 jest osadzone na wałku odbiorczym 10, który – zgodnie z pierwszym przykładem wykonania układu odbioru energii według fig. 6 – połączony jest ze sprzęgłem jednokierunkowym 11. Napęd ze sprzęgła jednokierunkowego 11 jest przekazywany dalej na kolejny element będący kolejnym wałkiem. Zgodnie z fig. 7, na której przedstawiono drugi możliwy przykład wykonania układu odbioru energii, sprzęgło jednokierunkowe 12 zainstalowane jest bezpośrednio w kole zębatym 9, przy czym sprzęgło jednokierunkowe 12 osadzone jest na wałku odbiorczym 13. Oprócz omówionych w tym zakresie przykładów wykonania zgodnie z fig. 6 i 7 – również i w tym przypadku dla znawcy dziedziny wynalazku dopuszczalnym będzie, że układu odbioru energii realizowany może być przykładowo przez ciągnio przekazujące napęd w obszar w otoczeniu mechanizmu suwnicowego, popychacz przekazujący napęd w obszar w otoczeniu mechanizmu suwnicowego, ruchoma część prądnicy elektrycznej generująca prąd elektryczny, przekładnia kątowa przekazująca napęd na śmigło pojazdu latającego, wał zakończony łopatkami w przypadku zastosowania napędu do pojazdu wodnego itp.

Na fig. 8 przedstawiono charakterystyczne położenia płyty naciskowej, które podczas statycznych badań umożliwiły wygenerowanie maksymalnych sił nacisku. Badania przeprowadzone na stanowisku testowym do pomiarów maksymalnych sił, jakie jest w stanie człowiek wygenerować, wykazały, że optymalne położenie katowe płyty naciskowej jest zmienne (kąt α zmienia się podczas ruchu płyty naciskowej). Podczas badania zmieniano położenie osi obrotu I płyty naciskowej 3 w płaszczyźnie $x - y$. Płyta naciskowa 3 – zgodnie z wynalazkiem – była zamocowana obrotowo, a zatem przedstawione na fig. 8 położenia płyty naciskowej 3 są to położenia, przy których szkielet i mięśnie człowieka były w stanie niewymuszonej równowagi (układ nie był przeszywniony).

Na fig. 9 przedstawiono wykres aproksymacji linii największych sił za pomocą fragmentu okręgu. Warto zaznaczyć tu, że linia maksymalnych sił może podlegać deformacji podczas zmiany konstrukcyjnego liniowego wymiaru a w zakresie przesunięcia położenia osi obrotu I względem powierzchni 3.1 płyty naciskowej 3. Badania wykazują, że charakterystyczne położenia płyty naciskowej 3 gwarantują maksymalizację siły nacisku generowanej przez mięśnie człowieka. Charakterystyczne położenia płyty naciskowej 3 uzyskane z testów są przedstawione na fig. 8 i są to położenia płyty naciskowej 3 dla dokładnie zdefiniowanego liniowego wymiaru a . Po zmianie liniowego wymiaru a , jednocześnie chcąc zachować maksymalne siły nacisku na płycie naciskowej 3 należy w konstrukcji napędu wykonać korektę osi obrotu I płyty naciskowej 3 – przykładowa korekta osi obrotu I płyty naciskowej 3 została pokazana na fig. 9. Finalnie linia największych sił jest krzywą przebiegającą przez punkty reprezentujące charakterystyczne położenia osi obrotów I płyty naciskowej 3. Wykonanie korekty liniowego wymiaru a zasadniczo nie zmienia charakterystyki krzywej opisującej linię największych sił, wciąż można ją z wystarczającą dokładnością przybliżać fragmentem okręgu.

Jak wskazano powyżej, przedmiotowy wynalazek nie ogranicza się tylko do przedstawionych powyżej przykładów wykonania. Możliwe są różne jego modyfikacje i rozwinięcia w ramach załączonych zastrzeżeń patentowych, bez odejścia od istoty wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ napędowy do pojazdu zasilanego siłą ludzkich mięśni od użytkownika zawierający zamocowane na ramie 2 oraz zorientowane zasadniczo naprzeciwko siebie fotel 1 użytkownika oraz napęd nożny obejmujący płytę naciskową 3, przy czym napęd nożny sprzężony jest z układem odbioru energii, **znamienny tym**, że płyta naciskowa (3) jest osadzona na wózku (5), który zamocowany jest ruchomo na prowadnicach (6, 6') mających kształt fragmentu łuku oraz osadzonych na ramie (2), oraz tym, że wózek (5) połączony jest z elementem (7) odbierającym energię mechaniczną od użytkownika w układzie odbioru energii.
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płyta naciskowa (3) osadzona jest obrotowo na wózku (5).
3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wózek (5) posiada ramiona boczne (5.1) połączone podstawą (5.2), przy czym na ramionach bocznych (5.1) obrotowo zawieszona jest płyta naciskowa (3), gdzie punkty zawieszenia definiują położenie osi obrotu (I) płyty naciskowej (3).
4. Układ według zastrz. 2 albo 3, **znamienny tym**, że oś obrotu (I) płyty naciskowej (3) jest przesunięta liniowo względem powierzchni (3.1) płyty naciskowej (3) o wymiar (a).
5. Układ według zastrz. 2 albo 3 albo 4, **znamienny tym**, że pomiędzy płytą naciskową (3) oraz wózkiem (5) zamocowane są elementy sprężyste (14, 14').
6. Układ według zastrz. 5, **znamienny tym**, że elementy sprężyste (14, 14') stanowią płaskie elementy sprężyste zakończone rolkami (14'').
7. Układ według któregokolwiek z zastrzeżeń 1 do 6, **znamienny tym**, że ramiona boczne (5.1) wózka (5) zawieszane są na prowadnicach (6, 6') pomiędzy parami rolek tocznych (6'').
8. Układ według któregokolwiek z zastrzeżeń 1 do 7, **znamienny tym**, że element (7) odbierający energię mechaniczną od użytkownika stanowi koło zębate (9).
9. Układ według zastrz. 8, **znamienny tym**, że wózek (5) jest trwale połączony z fragmentem koła zębatego (8) o uzębieniu wewnętrznym, które jest związane z kołem zębatym (9).
10. Układ według zastrz. 9, **znamienny tym**, że koło zębate (9) jest osadzone na wałku odbiorczym (10), który jest połączony ze sprzęgłem jednokierunkowym (11).

11. Układ według zastrz. 9, **znamienny tym**, że w kole zębatym (9) jest zainstalowane sprzęgło jednokierunkowe (12), przy czym sprzęgło jednokierunkowe (12) jest osadzone na wałku odbiorczym (13).
12. Układ według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń, **znamienny tym**, że wózek (5) jest połączony z elementem ustalającym (15).
13. Układ według zastrz. 12, **znamienny tym**, że element ustalający (15) połączony jest z wózkiem (5) za pośrednictwem sprężyny taśmowej (16).
14. Układ według zastrz. 12, **znamienny tym**, że element ustalający (15) połączony jest z wózkiem (5) za pośrednictwem linki.
15. Układ według któregokolwiek z powyższych zastrzeżeń, **znamienny tym**, że fotel (1) użytkownika ma powierzchnię (1.2) oparcia (1.1) w położeniu zasadniczo pionowym względem siedziska (1.3).

Rysunki

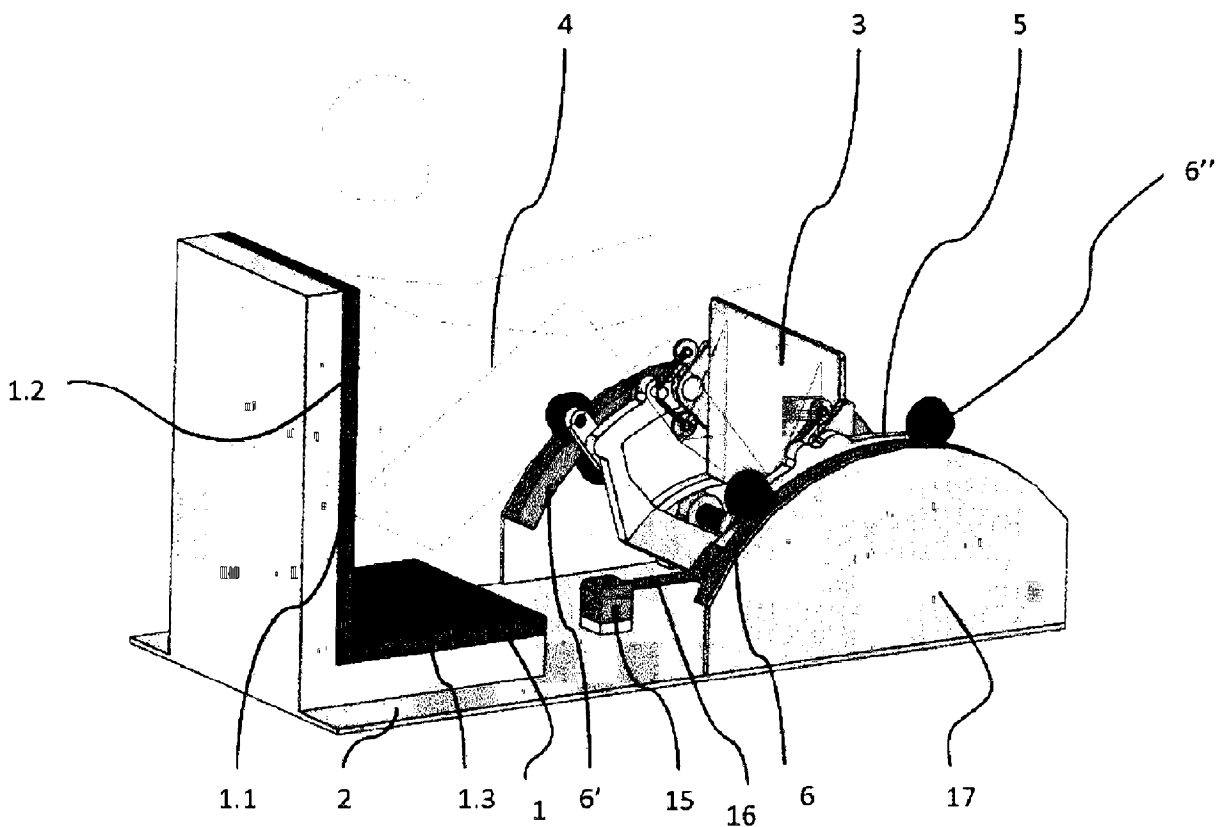


Fig. 1

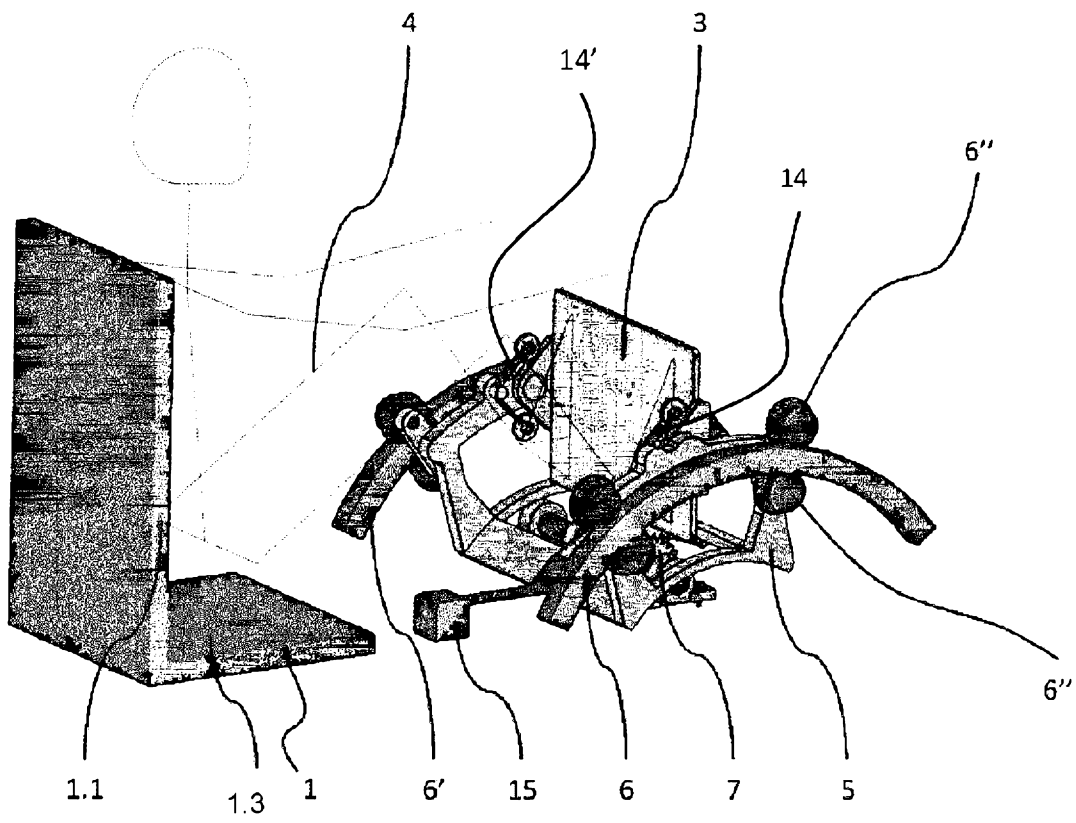


Fig. 2

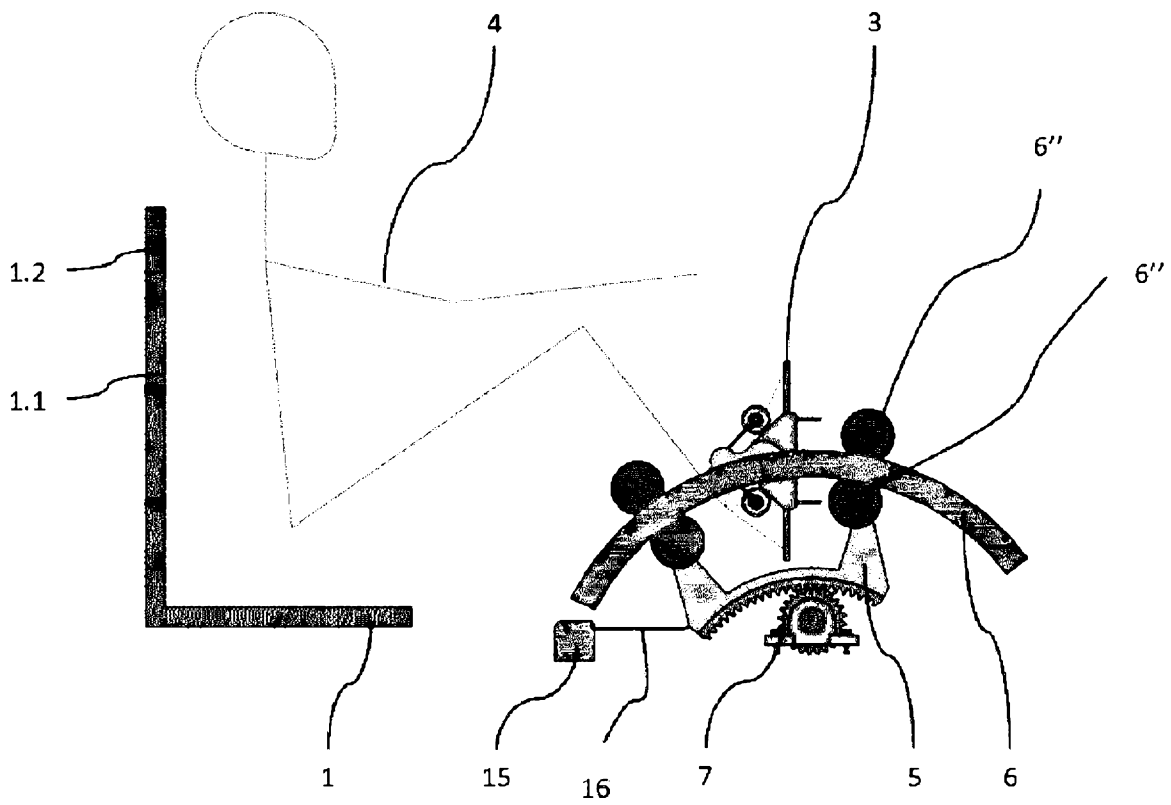


Fig. 3

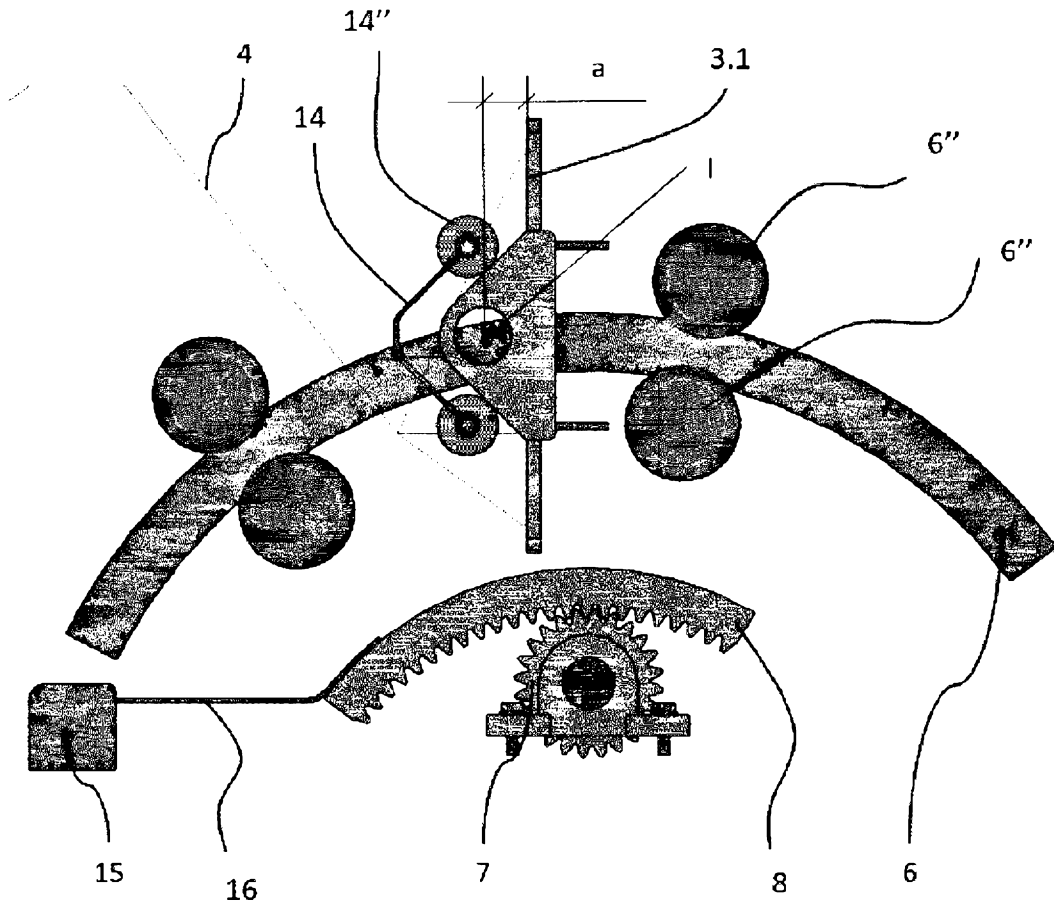


Fig. 4

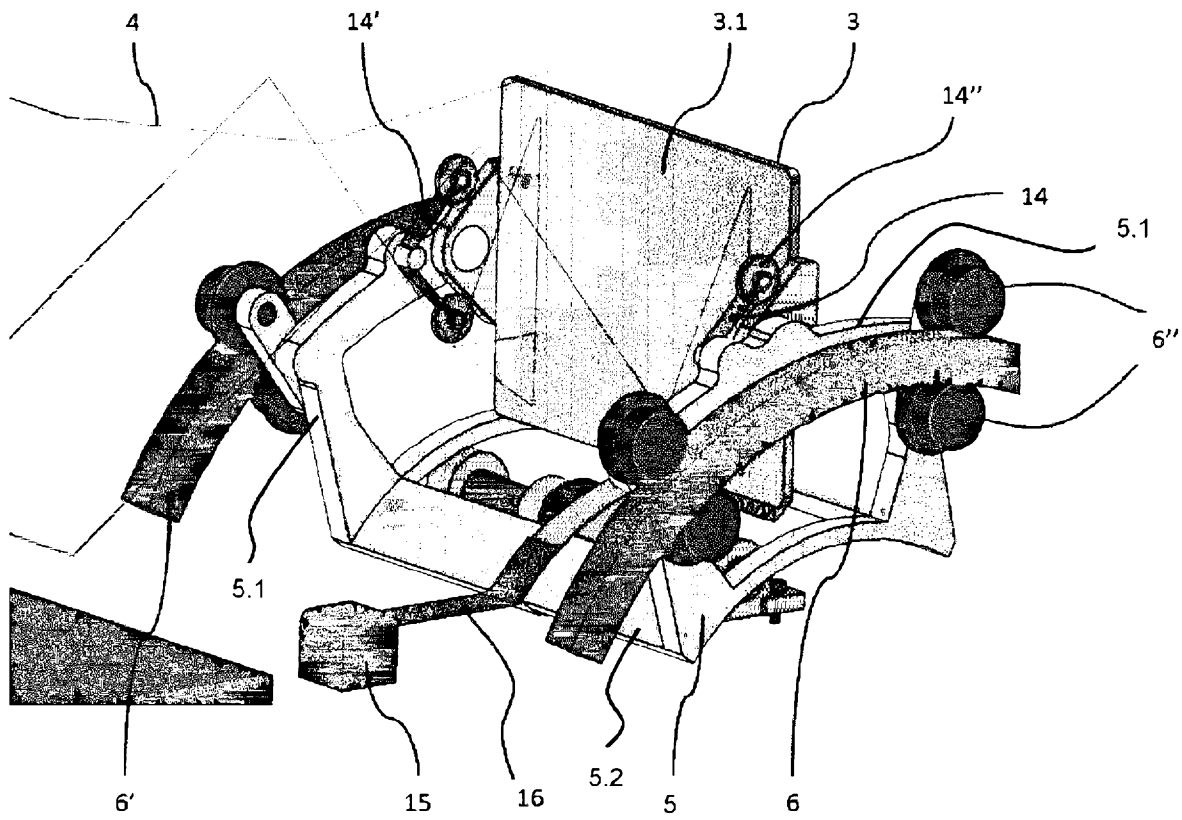


Fig. 5

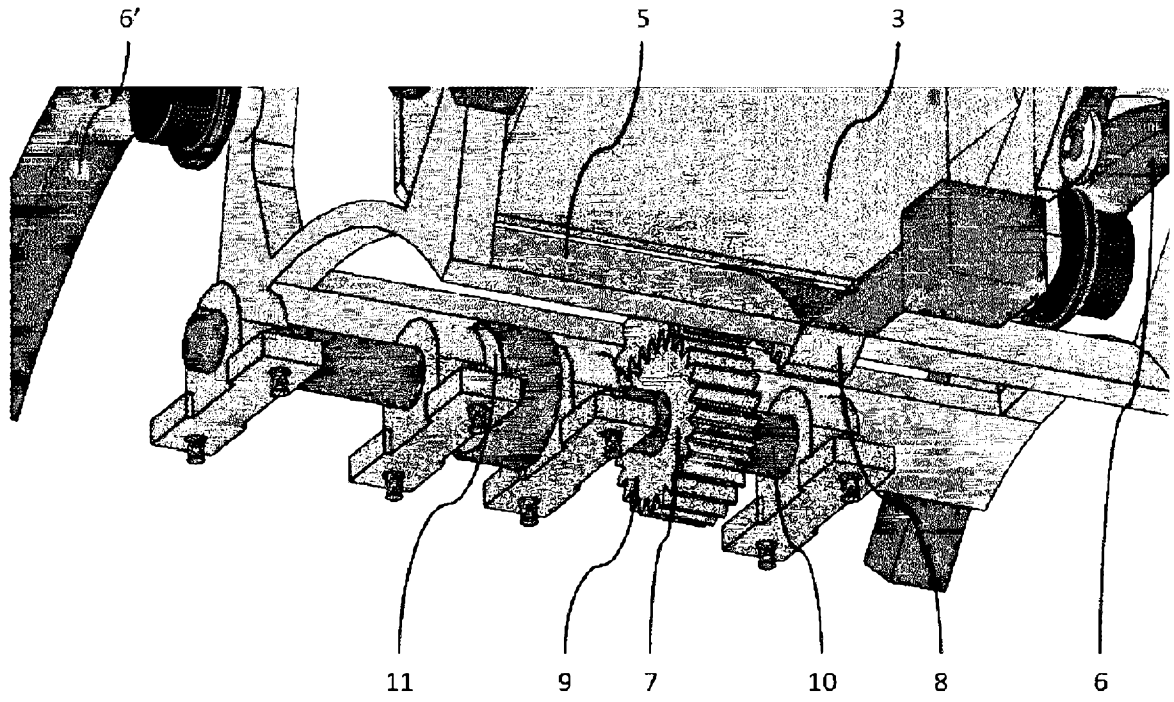


Fig. 6

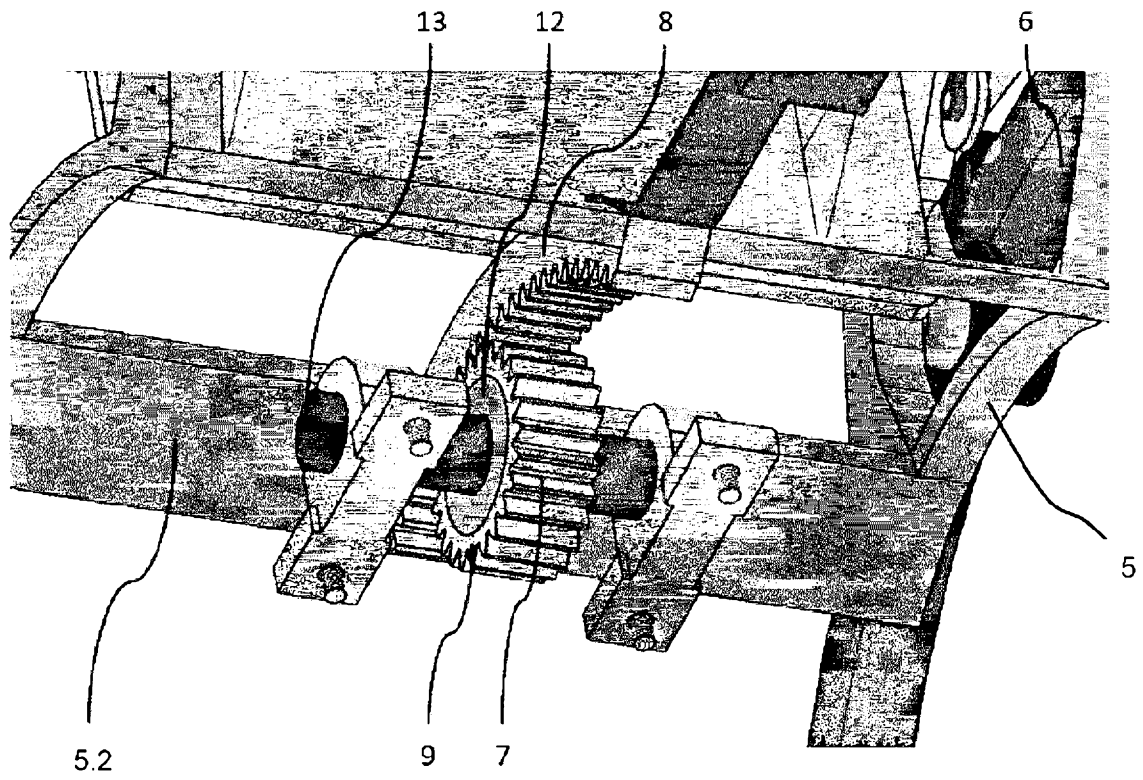


Fig. 7

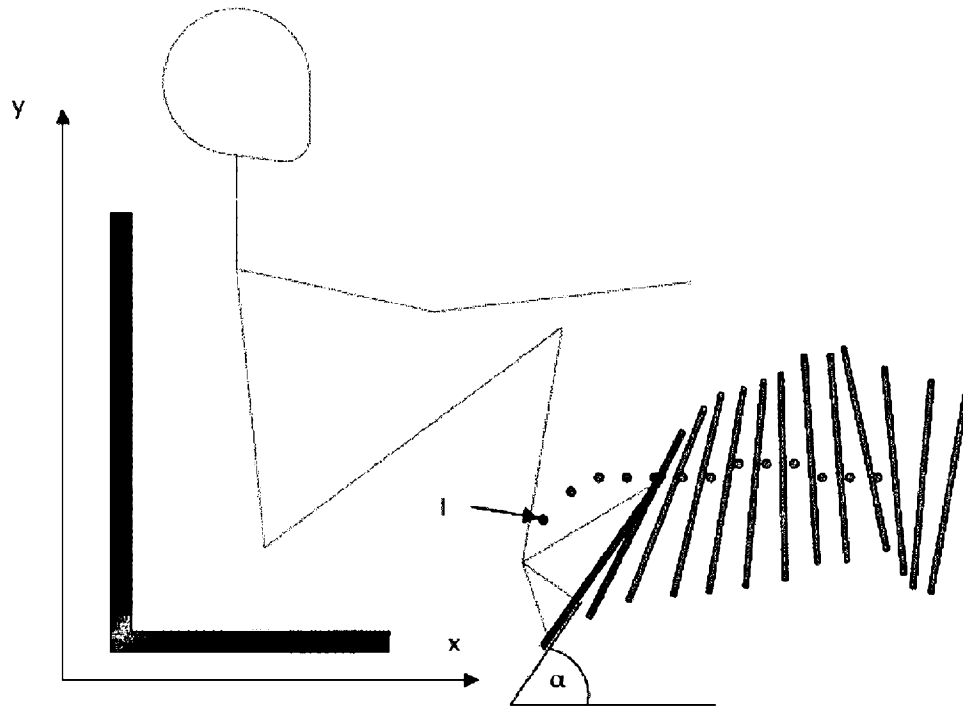


Fig. 8

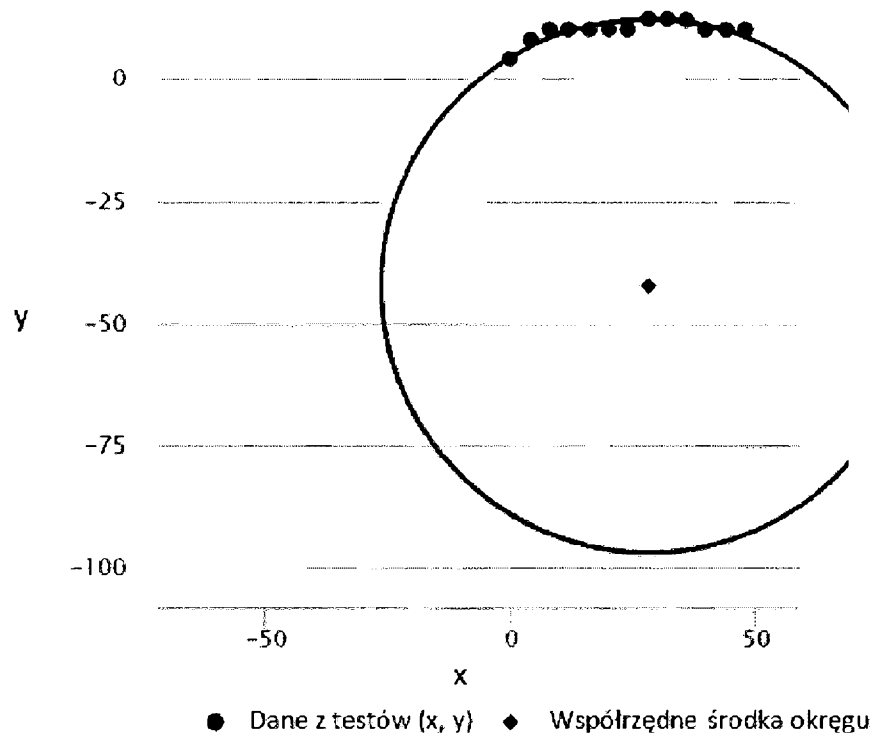


Fig. 9