

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244123 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430204**

(22) Data zgłoszenia: **2019.06.11**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.12.14 BUP 26/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.12.04 WUP 49/2023**

(51) MKP:

B60V 1/11 (2006.01)

B60V 1/14 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ-INSTYTUT
LOTNICTWA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
KRZYSZTOF SZAFRAN, Nadarzyn, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maciej Młodkowski, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Układ i sposób kierowania poduszkowcem

PL 244123 B1

Opis wynalazku

Dziedzina wynalazku

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest układ kierowania poduszkowcem, zwłaszcza poduszkowcem ratowniczym, oraz sposób kierowania poduszkowcem.

Stan techniki

Poduszkowce, tj. pojazdy poruszające się na poduszce powietrznej nad powierzchnią wody lub lądu, mają zastosowanie w np. desancie wojsk, patrolowaniu bagien i grzęzawisk czy ratownictwie w trudno dostępnych miejscach. Poduszkowce są z reguły napędzane poprzez umieszczony na nich co najmniej jeden wentylator, który zapewnia zarówno poduszkę powietrzną do unoszenia się nad powierzchnią, jak i napęd do przemieszczenia się.

Najprostsze znane w stanie techniki układy kierowania poduszkowcami zawierają stery kierunku, umieszczone w strumieniu powietrza za wentylatorem. Takie układy mają jednak znaczącą wadę w postaci bardzo małej zwrotności.

Znane są również układy kierowania poduszkowcami, w których ciąg wsteczny (rewers) nadawany jest poprzez rewers łopat wentylatora. Przełączenie kierunku ciągu wymaga jednakże zatrzymania wentylatora, przestawienia łopat i ponownego uruchomienia, co jest czasochłonne i mało praktyczne.

Publikacja CN202080269 (U) ujawnia układ kierowania poduszkowcem zawierający dwa boczne chwyty powietrza. Kierowanie poduszkowcem odbywa się poprzez odchylenie części strumienia powietrza za wentylatorem, powodując powstawanie ciągu wstecznego. Inny przykład kierowania poduszkowcem poprzez operowanie tylko ciągiem wstecznym jest ujawniony w publikacji FR2618391 A1.

Publikacja US2006169508 A1 ujawnia natomiast układ kierowania poduszkowcem, który zawiera dwie powierzchnie aerodynamiczne kształtujące przepływ za wentylatorem. Przedstawiony w publikacji układ nie pozwala jednakże na kierowanie poduszkowcem w momencie załączenia pełnego ciągu wstecznego (pełnego hamowania), gdyż stery kierunku odpowiadają za zamknięcie przepływu za wentylatorem i nadanie ciągu wstecznego.

Istnieje również rozwiązanie układu kierowania poduszkowcem zawierające stery kierunku i umieszczone za nimi boczne uchwyty powietrza. Rozwiązanie to, podobnie jak poprzednie, nie pozwala na kierowanie poduszkowcem w momencie załączenia pełnego ciągu wstecznego.

Publikacja JPH02182567 (A) ujawnia z kolei sposób kierowania poduszkowcem za pomocą układu, który składa się z jednej dźwigni, która ma dwa stopnie swobody, połączonej z powierzchniami aerodynamicznymi zmieniającymi kierunek przepływu powietrza za wentylatorem. Jeden stopień swobody (obróć) odpowiada za skręcanie poduszkowcem, natomiast drugi stopień swobody (przód–tył) odpowiada za powstawanie ciągu wstecznego. Kierowanie poduszkowcem z takim układem wymaga od użytkownika znaczącej uwagi i skupienia.

Istota wynalazku

Celem wynalazku jest opracowanie ulepszonego układu sterowania poduszkowcem, dzięki któremu możliwe jest zwiększenie bezpieczeństwa wykonywania manewrów zmiany kierunku lotu.

Układ kierowania poduszkowcem, według wynalazku, zawierający co najmniej jeden tunel o osi wzdłużnej, na którego jednym końcu usytuowany jest co najmniej jeden wentylator generujący strumień powietrza równoległe do osi wzdłużnej, usytuowany za wentylatorem co najmniej jeden ster kierunku ruchomy wychylnie w pewnym zakresie kątowym względem wzdłużnej osi, do odchylenia części strumienia powietrza, człon sterujący sprzęgnięty ze sterem kierunku, do zmiany położenia kąowego steru kierunku, oraz co najmniej dwa boczne, usytuowane przeciwległe elementy rewersowe, ruchome wychylnie niezależnie względem siebie, mające położenie spoczynkowe, w którym nie zakłócają przepływu powietrza, oraz co najmniej jedno położenie robocze, w którym odchylają część strumienia powietrza, charakteryzuje się tym, że każdy element rewersowy jest sprzężony ze sterem kierunku za pośrednictwem zespołu wspomagania, przy czym zespół wspomagania jest skonfigurowany do przemieszczania elementu rewersowego pomiędzy jego położeniami roboczymi i spoczynkowym w zależności od położenia kąowego steru kierunku.

Korzystnie, elementy rewersowe są usytuowane pomiędzy wentylatorem i sterem kierunku.

Korzystnie, elementy rewersowe stanowią część ściany tunelu.

Korzystnie, maksymalna wartość kąta wychylenia steru kierunku wynosi $\pm 60^\circ$ względem osi wzdłużnej.

Korzystnie, człon sterujący jest dźwignią sterującą lub kołem sterowym.

Korzystnie, zespół wspomagania zawiera co najmniej jeden czujnik położenia kąowego steru kierunku, co najmniej jeden układ logiczny do przetwarzania danych o położeniu kąowym steru kierunku z czujnika położenia i co najmniej dwa elementy wykonawcze, każdy sprzężony z jednym z elementów rewersowych, do wychylania elementów rewersowych pomiędzy położeniami spoczynkowym i roboczym.

Korzystnie, układ kierowania poduszkowcem zawiera ponadto co najmniej jeden ster poziomy do dynamicznego wyważenia poduszkowca przy locie na wprost.

Korzystnie, układ kierowania poduszkowcem zawiera dwa stery kierunku, przy czym z elementami rewersowymi i sterami kierunku jest połączony dodatkowy człon sterujący, powodujący wychylenie sterów kierunku do ich maksymalnego położenia, symetrycznego względem osi wzdlużnej, przy jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich elementów rewersowych do jednakowych położeń roboczych.

Sposób kierowania poduszkowcem, według wynalazku, w którym za pomocą wentylatora wytwarza się w tunelu napędzający poduszkowiec strumień powietrza skierowany do tyłu wzdluż osi wzdlużnej wentylatora, a następnie zmienia się kierunek przemieszczania poduszkowca odchylając część strumienia powietrza za pomocą umieszczonego za wentylatorem steru kierunku oraz odchylając część strumienia powietrza za pomocą elementów rewersowych, charakteryzuje się tym, że ustala się wartość położenia kąowego steru kierunku względem osi wzdlużnej, od której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana równocześnie przez część i część strumienia powietrza, a poniżej której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana tylko przez część strumienia powietrza, następnie bada się położenie kąowe steru kierunku, a gdy wartość położenia kąowego steru kierunku przyjmuje ustaloną wartość położenia kąowego lub większą, odchyla się część strumienia powietrza za pomocą co najmniej jednego spośród elementów rewersowych, przemieszczając element rewersowy do położenia roboczego, tak że część strumienia powietrza wspomaga działanie części strumienia powietrza odchylanej przez ster kierunku, natomiast gdy wartość położenia kąowego steru kierunku jest poniżej wspomnianej ustalonej wartości położenia kąowego, przemieszcza się elementy rewersowe do położenia spoczynkowego, w którym nie oddziałują na strumień powietrza, kierując poduszkowcem tylko za pomocą steru kierunku.

Korzystnie, wartość położenia kąowego steru kierunku wynosi $\pm 40^\circ$.

Korzystnie, sposób obejmuje ponadto wychylenie sterów kierunku do ich maksymalnego symetrycznego położenia względem osi wzdlużnej, przy jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich elementów rewersowych do jednakowych położeń roboczych.

Zastosowanie układu i sposobu według wynalazku pozwala uzyskać zwiększenie bezpieczeństwa wykonywania manewrów zmiany kierunku lotu i zwiększenie manewrowości w locie na wprost i manewrach portowych.

Sprzężenie elektromechaniczne sterów kierunku i bocznych powierzchni rewersu umożliwia w prosty i niezawodny sposób kierowanie kursem oraz stabilizowanie lotu w zmiennych warunkach podłoża i atmosfery.

Ponadto, poduszkowiec zawierający układ według wynalazku może obracać się wokół własnej osi pionowej, dzięki czemu manewry portowe są znacząco poprawione.

Zastosowanie elementów rewersowych i sterów kierunku, umieszczonych w takiej kolejności za wentylatorem, pozwala zachować możliwość manewrowania poduszkowcem nawet w przypadku potrzeby pełnego ciągu wstecznego (np. gwałtownego hamowania czy lotu do tyłu).

Automatyczne załączanie elementów rewersowych przy gwałtownym skręcaniu, które poza co najmniej dwukrotnym zmniejszaniem promienia skrętu poduszkowca wyhamowuje również, w sposób kontrolowany, jego prędkość w manewrze zakrętu, pozwala na zastosowanie jedynie jednej dźwigni sterowania mającej tylko jeden stopień swobody (obróć). Dzięki temu, sterowanie poduszkowcem staje się intuicyjne i użytkownik może skupić uwagę na innych czynnościach związanych z prowadzeniem takiego pojazdu. Ponadto, znacząco poprawia to precyzyjność podejścia do zadanego punktu na wodzie czy lodzie.

Krótki opis figur

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przykład wykonania układu według wynalazku w ustawieniu do lotu na wprost z małymi zmianami kierunku, fig. 2 – układ z fig. 1 w ustawieniu do obrotu w miejscu wokół osi pionowej poduszkowca, fig. 3 – układ według wynalazku w konfiguracji do lotu do tyłu.

Opis szczegółowy przykładów wykonania wynalazku

Na fig. 1 pokazany jest schematycznie przykład wykonania układu kierowania poduszkowcem według wynalazku. Układ zawiera kolejno wentylator 2 umieszczony w otaczającym go, zasadniczo

cyldrycznym tunelu 1 mającym oś wzdłużną X i generujący w tunelu strumień powietrza Q1, dwa stery kierunku 5 umieszczone za wentylatorem 2, w strumieniu powietrza Q1, dwa przeciwległe, ruchome wychylne, boczne elementy rewersowe 3, 4 usytuowane pomiędzy wentylatorem 2 i sterami kierunku 5, oraz dźwignię 7 sterowania umieszczoną w kabinie poduszkowca i połączoną ze sterami kierunku 5. Dwa elementy rewersowe 3, 4 są połączone poprzez zespół wspomagania 8 ze sterami kierunku 5. Dźwignia 7 sterowania połączona jest bezpośrednio ze sterami kierunku 5, a za pośrednictwem co najmniej jednego zespołu wspomagania 8 pośrednio z elementami rewersowymi 3, 4. Operowanie dźwignią sterowania 7 powoduje zsynchronizowane wychylanie obydwu sterów kierunku 5.

W przedstawionym na fig. 1 przykładzie wykonania elementy rewersowe 3, 4 są usytuowane w ścianie tunelu 1.

Wentylator 2 jest standardowym wentylatorem używanym do napędu poduszkowców, tj. nie posiada zmiennego kąta ustawienia łopát, co umożliwiałoby zmianę wektora generowania strumienia powietrza Q1 na przeciwny.

Elementy rewersowe 3 i 4 oraz stery kierunku 5 obracają się wokół osi prostopadłych do powierzchni podłoża, po którym porusza się poduszkowiec oraz prostopadłych do osi wentylatora 2. Elementy rewersowe 3 i 4 mają kształt zaokrąglony, dopasowany do tunelu osłaniającego wentylator 2, zaś stery kierunku 5 rozciągają się w kierunku swojej osi obrotu i mają opływowy, aerodynamiczny kształt w przekroju równoległym do powierzchni, po której porusza się poduszkowiec.

Kąt wychylenia α steru kierunku 5 może przyjmować wartość maksymalnie $\pm 60^\circ$, zaś elementy rewersowe 3, 4 wychylają się, niezależnie względem siebie, od położenia spoczynkowego, w którym są ustawione zasadniczo równoległe do strumienia Q1 i nie powodują jego zaburzania, do położenia roboczego, w którym są ustawione pod kątem β (patrz fig. 2).

Wartość kąta zapisaną w powyższej postaci ($\pm$) należy interpretować w ten sposób, że wychylenie może odbywać się w obie strony od osi wzdłużnej X, tj. zarówno zgodnie z ruchem wskazówek zegara jak i przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Przykładowo, na fig. 2 pokazano kierunek wychylenia sterów kierunku 5 przeciwny do ruchu wskazówek zegara.

Zespół wspomagania 8 zawiera czujnik położenia kąтового steru kierunku 5, układ logiczny i dwa elementy wykonawcze przyporządkowane do odpowiednich elementów rewersowych 3, 4 i z nimi połączone. Układ logiczny przetwarza dane otrzymane od czujnika położenia kąтового sterów kierunku 5 i, jeśli dane te wskazują na wartość kąta wychylenia α sterów kierunku 5 wynoszącą co najmniej $\alpha_1 = \pm 40^\circ$, wysyła sygnał sterujący uruchamianiem elementów wykonawczych. Element wykonawczy powoduje wychylenie odpowiedniego elementu rewersowego 3, 4 o kąt β przemieszczając go do położenia roboczego, w którym następuje zdławienie części strumienia powietrza Q1 generowanego przez wentylator i przechodzącego przez tunel 1 oraz wytworzenie odchylonego strumienia powietrza Q3. Odchylony strumień Q3 generuje boczną siłę działającą na poduszkowiec, która powoduje jego obrót i wspomaga skręt poduszkowca wywołany wychyleniem sterów kierunku 5 w głównym strumieniu powietrza Q1.

Możliwe jest także określenie więcej niż jednego położenia roboczego elementów rewersowych 3, 4. Każde kolejne położenie robocze określone przez większy kąt β jest w takim przypadku uzależnione od kolejnych ustalonych wartości kąta wychylenia α steru kierunku 5. Na przykład, dla kąta $\alpha_1 = \pm 40^\circ$ kąt β położenia roboczego odpowiedniego elementu rewersowego 3, 4 wynosi 25° względem położenia spoczynkowego, natomiast gdy wartość kąta α wyniesie $\alpha_2 = \pm 50^\circ$ lub więcej, odpowiedni element rewersowy przyjmuje położenie robocze o kącie wychylenia β wynoszącym 60° względem położenia spoczynkowego.

Dzięki takiemu stopniowaniu kąta β położenia roboczego elementów rewersowych 3, 4, można uzyskać stopniowe wyhamowanie poduszkowca podczas skrętu uzależnione od kąta wychylenia steru kierunku 5.

Układ według przykładu wykonania wynalazku zawiera również ster poziomy 6 pozwalający na statyczne lub dynamiczne wyważenie poduszkowca przy locie na wprost.

Odpowiednie wyważenie w ruchu poduszkowca jest istotne w chwili przekraczania prędkości wejścia w ślizg, która wynosi ok. 50–60 km/h. Przekroczenie tej prędkości powoduje gwałtowną zmianę wartości oporu hydrodynamicznego, co z kolei skutkuje tzw. nurkowaniem poduszkowca. Ster poziomy wychylany ręcznie przy wyważaniu statycznym zapobiega temu zjawisku, jednak wymaga wysokich umiejętności pilota. Dlatego można zastosować również automatyczny system wychylania steru poziomego, który pozwala szybciej reagować na pojawiający się moment pochylający, co wyważa dynamicznie położenie podłużne. Ster poziomy 6 wykonany jest z profilowanych powierzchni ukształtowanych aerodynamicznie. Umieszczony jest poziomo w strumieniu powietrza za wentylatorem, a jego wychylenie powoduje zmianę wektora ciągu. Ster poziomy 6 wychylany jest w górę o $+30^\circ$ i w dół o -10° , co

pozwala wyważyć poduszkowiec w zależności od stopnia załadowania masowego. Przy wyważaniu statycznym położenie steru blokowane jest manualnie w dowolnym miejscu zakresu kąтового, na podstawie oceny pilota.

Fig. 1 przedstawia schemat układu podczas poruszania się poduszkowcem do przodu, przy niewielkich zmianach kierunku. Liniami przerywanymi zaznaczono pozycję wychyloną sterów kierunku 5 oraz odchylenie części Q2 strumienia powietrza Q1. Wartość kąta wychylenia α sterów kierunku nie przekracza wartości α_1 . Elementy rewersowe 3, 4 pozostają w położeniu spoczynkowym.

Fig. 2 przedstawia schemat układu z fig. 1 podczas gwałtownego skręcania lub obracania się poduszkowca wokół osi pionowej. Wartość położenia kąowego α ma tutaj wartość maksymalnego wychylenia steru kierunku 5 przeciwnie do ruchu wskazówek zegara względem osi wzdłużnej X. Wartość kąta wychylenia α jest większa niż α_1 , w związku z czym element rewersowy 3 znajduje się w położeniu roboczym.

Fig. 3 przedstawia kolejny przykład wykonania układu według wynalazku. Dodatkowa dźwignia sterowania 9 jest połączona elektromechanicznie ze sterami kierunku 5 oraz elementami rewersowymi 3, 4. Uruchomienie dźwigni 9 powoduje symetryczne względem osi wzdłużnej X ustawienie sterów kierunku 5 oraz przemieszczenie wszystkich elementów rewersowych do położenia roboczych, tak jak to przedstawiono na figurze.

Takie ustawienie wszystkich tych elementów znacząco utrudnia swobodny przepływ strumienia powietrza wygenerowanego przez wentylator w kierunku osi wzdłużnej X, wskutek czego znacząca jego część Q3 zostaje skierowana skośnie do przodu, powodując ruch poduszkowca do tyłu.

Przedstawiony wariant sterowania realizuje odejście w tył od przeszkody pionowej przed poduszkowcem np. drzewo, słup cumowniczy lub ciasny kanał nie pozwalający wykonać obrotu wokół osi. Niezbędna jest pomoc zewnętrzna w celu wyprowadzenia poduszkowca z krytycznego położenia. Zastosowanie całkowitego odwrócenia ciągu eliminuje zabudowę na poduszkowcu wyciągarek lub innych urządzeń wspomagających.

W sposobie kierowania poduszkowcem według wynalazku, ustala się wartość kąta wychylenia α_1 steru kierunku 5, od której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana równocześnie przez część Q2 i część Q3 strumienia powietrza Q1, a poniżej której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana tylko przez część Q2 strumienia powietrza Q1, następnie bada się położenie kątowe steru kierunku 5, a gdy wartość kąta wychylenia α steru kierunku 5 przyjmuje ustaloną wartość położenia kąowego α_1 lub większą, odchyła się część Q3 strumienia powietrza Q1 za pomocą co najmniej jednego spośród elementów rewersowych 3, 4, przemieszczając element rewersowy 3, 4 do położenia roboczego, tak że część Q3 strumienia powietrza Q1 wspomaga działanie części Q2 strumienia powietrza Q1 odchylanej przez ster kierunku 5, natomiast gdy wartość kąta wychylenia α steru kierunku 5 jest poniżej wspomnianej ustalonej wartości kąta wychylenia α_1 , przemieszcza się elementy rewersowe 3, 4 do położenia spoczynkowego, w którym nie oddziałują na strumień powietrza Q1, kierując poduszkowcem tylko za pomocą steru kierunku 5.

Innymi słowami, w pewnym zakresie działania dźwigni 7, elementy rewersowe 3, 4 pozostają nieaktywne (lot poduszkowcem na wprost/łagodne skręcanie), a operowanie dźwignią 7 skutkuje jedynie zmianą położenia kąowego sterów kierunku 5. Gdy czujnik położenia kąowego odczyta wartość kąta wychylenia sterów kierunku 5 wynoszącą α_1 lub większą, obwód logiczny wysyła sygnał uruchamiający element wykonawczy wychylający dodatkowo odpowiednie elementy rewersowe 3 i 4.

Sposób według wynalazku obejmuje ponadto wychylenie sterów kierunku 5 do ich maksymalnego symetrycznego położenia względem osi wzdłużnej X przy jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich elementów rewersowych 3, 4 do tych samych położenia roboczych, dzięki czemu możliwe jest skuteczne hamowanie poduszkowcem.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ kierowania poduszkowcem zawierający co najmniej jeden tunel (1) o osi wzdłużnej (X), na którego jednym końcu usytuowany jest co najmniej jeden wentylator (2) generujący strumień powietrza (Q1) równoległy do osi wzdłużnej (X), usytuowany za wentylatorem (2) co najmniej jeden ster kierunku (5) ruchomy wychylony w pewnym zakresie kąta wychylenia (α) względem wzdłużnej osi (X), do odchylania części (Q2) strumienia powietrza (Q1), człon sterujący (7) sprzęgnięty ze sterem kierunku (5), do zmiany położenia kąowego steru kierunku

- (5), oraz co najmniej dwa boczne, usytuowane przeciwległe elementy rewersowe (3, 4), ruchome wychylne niezależnie względem siebie, mające położenie spoczynkowe, w którym nie zakłócają przepływu powietrza (Q1), oraz co najmniej jedno położenie robocze, w którym odchylają część (Q3) strumienia powietrza (Q1), **znamienny tym**, że każdy element rewersowy (3, 4) jest sprzężony ze sterem kierunku (5) za pośrednictwem co najmniej jednego zespołu wspomagania (8), przy czym zespół wspomagania (8) jest skonfigurowany do przemieszczania elementu rewersowego (3, 4) pomiędzy jego położeniami roboczymi i spoczynkowym w zależności od wartości kąta wychylenia (α) steru kierunku (5).
2. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy rewersowe (3, 4) są usytuowane pomiędzy wentylatorem (2) i sterem kierunku (5).
 3. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 2, **znamienny tym**, że elementy rewersowe (3, 4) stanowią część ściany tunelu (1).
 4. Układ kierowania poduszkowcem według któregośkolwiek z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że maksymalna wartość kąta wychylenia (α_1) steru kierunku (5) wynosi $\pm 60^\circ$ względem osi wzdłużnej (X).
 5. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 1, **znamienny tym**, że człon sterujący (7) jest dźwignią sterującą lub kołem sterowym.
 6. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół wspomagania (8) zawiera co najmniej jeden czujnik położenia kąтового steru kierunku (5), co najmniej jeden układ logiczny do przetwarzania danych o położeniu kątowym steru kierunku (5) z czujnika położenia i co najmniej dwa elementy wykonawcze, każdy sprzężony z jednym z elementów rewersowych (3, 4), do wychylania elementów rewersowych (3, 4) pomiędzy położeniami spoczynkowym i roboczymi.
 7. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera ponadto co najmniej jeden ster poziomy (6) do dynamicznego wyważenia poduszkowca przy locie na wprost.
 8. Układ kierowania poduszkowcem według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera dwa stery kierunku (5), przy czym z elementami rewersowymi (3, 4) i sterami kierunku (5) jest połączony dodatkowy człon sterujący (9), powodujący wychylenie sterów kierunku (5) do ich maksymalnego położenia, symetrycznego względem osi wzdłużnej (X), przy jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich elementów rewersowych (3, 4) do jednakowych położen roboczych.
 9. Sposób kierowania poduszkowcem, w którym za pomocą wentylatora (2) wytwarza się w tunelu (1) napędzający poduszkowiec strumień powietrza (Q1) skierowany do tyłu wzdłuż osi wzdłużnej (X) wentylatora (2), a następnie zmienia się kierunek przemieszczania poduszkowca odchylając część (Q2) strumienia powietrza (Q1) za pomocą umieszczonego za wentylatorem (2) steru kierunku (5) oraz odchylając część (Q3) strumienia powietrza (Q1) za pomocą elementów rewersowych (3, 4), **znamienny tym**, że ustala się wartość kąta wychylenia (α_1) steru kierunku (5) względem osi wzdłużnej (X), od której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana równocześnie przez część (Q2) i część (Q3) strumienia powietrza (Q1), a poniżej której zmiana kierunku przemieszczania poduszkowca jest powodowana tylko przez część (Q2) strumienia powietrza (Q1), następnie bada się położenie kątowe steru kierunku (5), a gdy wartość położenia kąтового steru kierunku (5) przyjmuje ustaloną wartość kąta wychylenia (α_1) lub większą, odchyla się część (Q3) strumienia powietrza (Q1) za pomocą co najmniej jednego spośród elementów rewersowych (3, 4), przemieszczając element rewersowy (3, 4) do położenia roboczego, tak że część (Q3) strumienia powietrza (Q1) wspomaga działanie części (Q2) strumienia powietrza (Q1) odchylanej przez ster kierunku (5), natomiast gdy wartość położenia kąтового steru kierunku (5) jest poniżej wspomnianej ustalonej wartości kąta wychylenia (α_1), przemieszcza się elementy rewersowe (3, 4) do położenia spoczynkowego, w którym nie oddziałują na strumień powietrza (Q1), kierując poduszkowcem tylko za pomocą steru kierunku (5).
 10. Sposób kierowania poduszkowcem według zastrz. 9, **znamienny tym**, że wartość kąta wychylenia (α_1) steru kierunku (5) wynosi $\pm 40^\circ$.
 11. Sposób kierowania poduszkowcem według zastrz. 9, **znamienny tym**, że obejmuje ponadto wychylenie sterów kierunku (5) do ich maksymalnego symetrycznego położenia względem osi wzdłużnej (X), przy jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich elementów rewersowych (3, 4), do jednakowych położen roboczych.

Rysunki

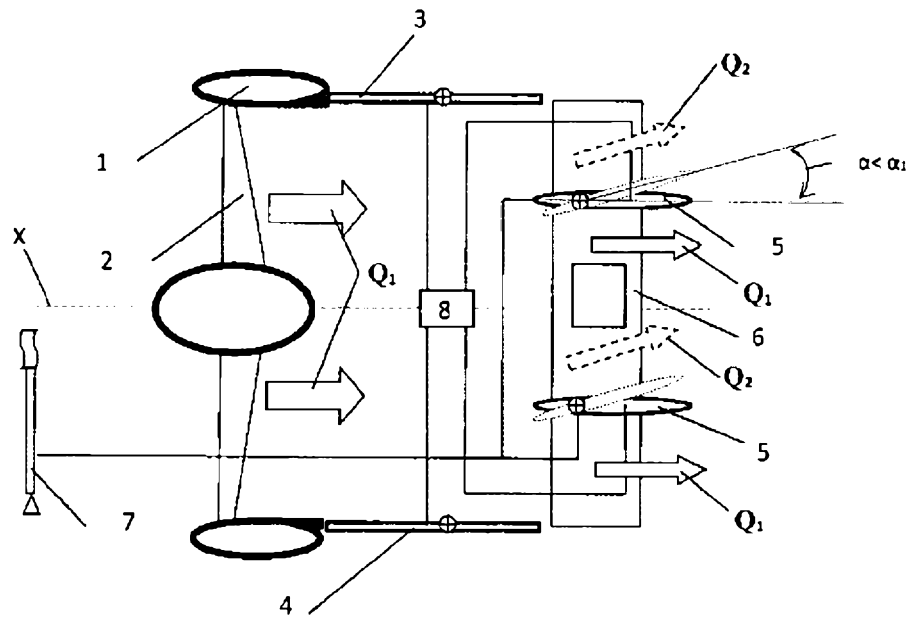


Fig. 1

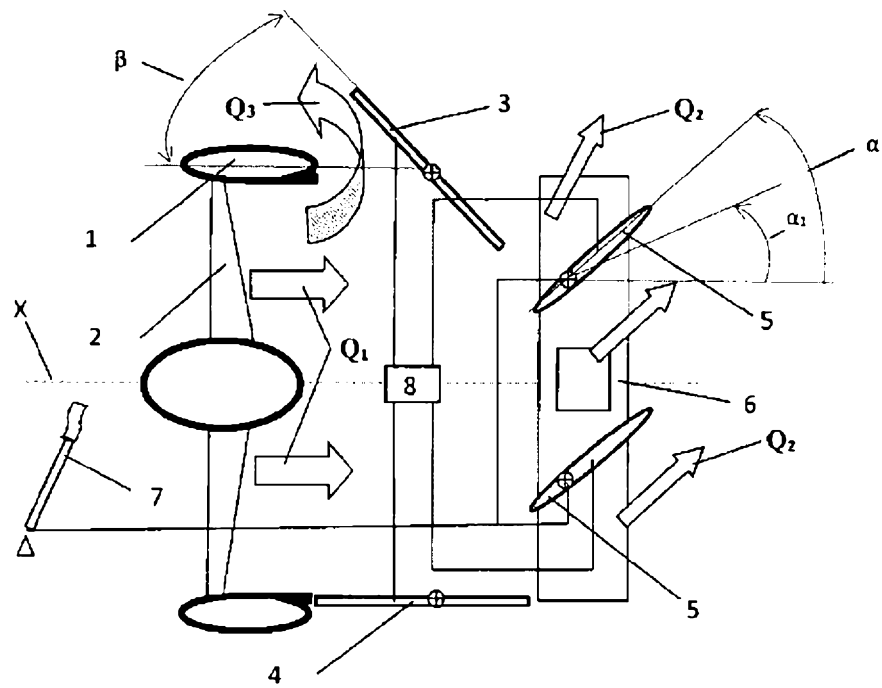


Fig. 2

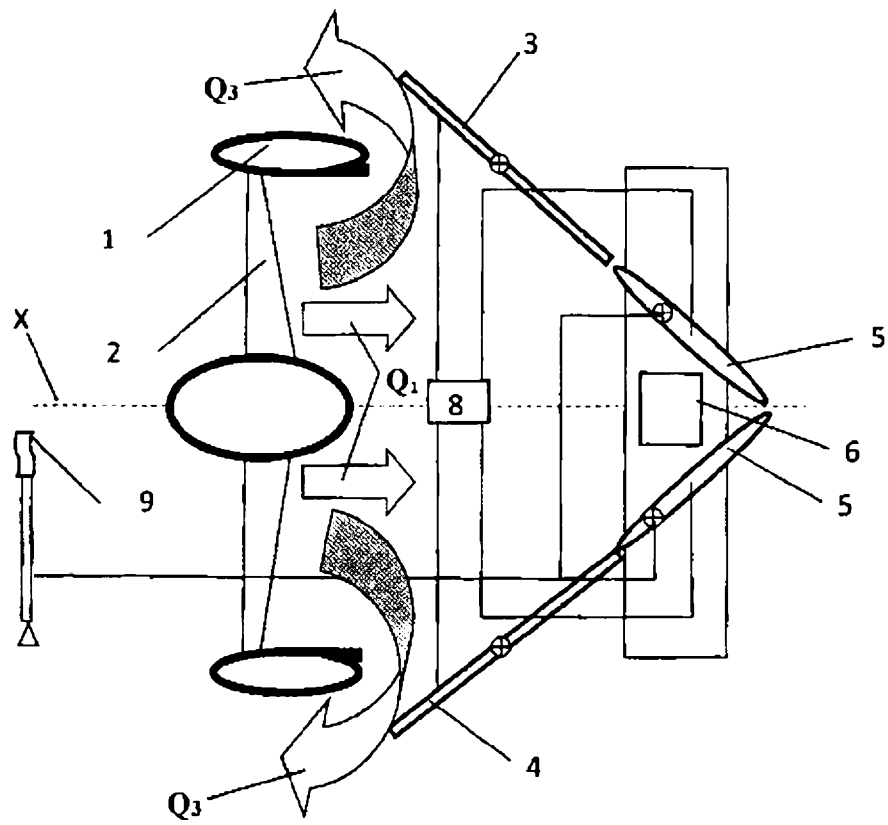


Fig. 3