

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244538 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **433276**

(22) Data zgłoszenia: **2020.03.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.09.20 BUP 25/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.05 WUP 06/2024**

(51) MKP:

B64B 1/50 (2006.01)

B64D 45/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łomianki, PL
INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ZBIGNIEW WOŁEJSZA, Warszawa, PL
JAN HOLNICKI-SZULC, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Grzelak, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Adaptacyjny układ utwierdzenia na uwięzi zwłaszcza aerostatu oraz zawierający go statek powietrzny

PL 244538 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest adaptacyjny układ utwierdzenia na uwięzi zwłaszcza aerostatu oraz zawierający go statek powietrzny.

Aerostaty na uwięzi napełnione gazem lżejszym od powietrza utrzymują się bezproblemowo w powietrzu nad punktem mocowania ich do gruntu (ziemi) jeżeli nie ma wiatru. W przypadku wystąpienia wiatrów szczególnie wiejących z większymi prędkościami na aerostat zaczynają działać znaczne siły aerodynamiczne, których wartości głównie zależą od kształtu opływającego przez powietrze aerostatu oraz od kwadratu prędkości wiatru.

Ze stanu techniki znane są różne typy mocowania aerostatów i latawców do ziemi, np. systemy aerostatów TCOM Tactical Class (model 12M, 28M oraz 74M) wykorzystywane do monitoringu mocowane są do jednej liny kotwiącej utwierdzonej do podłoża poprzez dużą liczbę lin mocowanych bezpośrednio do powłoki aerostatu. Z kolei firma Thales wyprodukowała aerostat na uwięzi, który mocowany jest stalową liną w miejscu pod aerostatem. Natomiast firma RavenAerostar produkuje również aerostaty na uwięzi, które mocowane są do głównej liny kotwiącej poprzez dużą liczbę lin zamocowanych bezpośrednio do powłoki aerostatu.

Ponadto, ze zgłoszenia **EP2895740 A1** znany jest system Latawca skrzydłowego na uwięzi do pozyskiwania energii wiatru. Przy czym, wspomniane rozwiązanie przedstawia skrzydło nie wypełnione gazem lżejszym od otaczającego go powietrza. Skrzydło utrzymuje się w powietrzu tylko podczas wiejącego wiatru, w przypadku zaniku opada na ziemię. Skrzydło mocowane jest do ziemi przy pomocy uwięzi przedmiotowej konstrukcji skrzydłowej z wykorzystaniem rozgałęzionego układu lin cumowniczych, który zapewnia przeniesienie obciążeń oraz zmianę kąta natarcia skrzydła. Sterowanie skrzydłem może być realizowane tylko z ziemi poprzez uwięzi utrzymujące i sterujące.

Z dokumentu **EP2689130 A1** znany jest system do przekształcania energii wiatru w energię elektryczną z wykorzystaniem unoszenia się w powietrzu profili napędowych o kształcie skrzydła przywiązanych do podłoża linami o stałej długości, bez faz pasywnych i z automatycznym dostosowaniem do warunków wiatrowych. Wynalazek dotyczy głównie wykorzystania latawca typu „kitesurfing” do napędu urządzeń naziemnych, które poprzez swój ruch generują energię elektryczną.

Z dokumentu **US2014377066** znany jest aerostat na uwięzi, w którym aerostat jest przywiązany do ziemi za pomocą co najmniej trzech uwięzi, przy czym dwie z uwięzi są zamontowane z boku sterowca, a trzecia uwięź jest zamontowana w dowolnym miejscu wzdłuż wzdłużnej osi sterowca. Przy czym, uwięzie boczne pełnią podwójną rolę. Po pierwsze umożliwiają bierne unoszenie się sterowca w strumieniu powietrza, wysoko ponad poziomem gruntu, a po drugie służą jako przewodniki elektryczne, aby przepuszczać wytwarzaną energię elektryczną do poziomu gruntu. Natomiast trzecia uwięź składa się z przewodu uziemiającego dla sterowca i linii zasilania wodorem dla systemu. Wspomniany przewód uziemiający można przymocować do ziemi na stacji naziemnej za pomocą palika, świdra lub innego podobnego pręta uziemiającego.

Z dokumentu **US2014374537** znany jest aerostat na uwięzi, w którym uwięź sterowca zawiera co najmniej linię zasilania gazem wodorowym, kabel zasilania elektrycznego i kabel danych, przy czym kabel zasilania elektrycznego zawiera co najmniej przewód fazowy, przewód neutralny i przewód uziemiający. Ponadto sterowiec jest korzystnie połączony za pomocą co najmniej trzech uwięzi, które są połączone w jedną centralną uwięź, aby pomóc w równomiernym rozłożeniu obciążeń aerodynamicznych między aerostatem, a centralną częścią uwięzi. Przy czym, wspomniane co najmniej trzy uwięzie są mocowane bezpośrednio do spodniej powierzchni aerostatu.

Aerostaty mocowane do ziemi w sposób klasyczny linami przy pojawieniu się wiatru odchylają się od płaszczyzny poziomej zwiększając kąt natarcia. Zwiększenie kąta natarcia powoduje wzrost siły oporu i dalsze odchylanie od pionu będącego w powietrzu aerostatu, co z kolei powoduje kolejne powiększenie kąta natarcia i dalszy wzrost siły oporu i dalsze odchylanie od pionu położenia aerostatu. Zachowanie tak zamocowanego aerostatu powoduje konieczność sprowadzenia go na ziemię przy silnych wiatrach.

W celu uniknięcia takiego zachowania się aerostatu w powietrzu należy dążyć do utrzymania stałej wartości kąta natarcia aerostatu, tak aby stosunek generowanej aerodynamicznej siły nośnej do generowanej aerodynamicznej siły oporu aerostatu osiągał wartości maksymalne ($C_L/C_X = \max$, gdzie C_L to współczynnik aerodynamicznej siły nośnej, a C_X to współczynnik aerodynamicznej siły oporu).

Celem wynalazku jest zapewnienie nowego adaptacyjnego układu utwierdzenia na uwięzi zwłaszcza aerostatu zapewniającego utrzymanie stałej wartości kąta natarcia aerostatu.

Istotę wynalazku stanowi adaptacyjny układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego, zwłaszcza aerostatu, zawierający zasilanie oraz uwięź statku powietrznego, w którym uwięź statku powietrznego zawiera główną linę mocującą rozgałęziającą się na liny boczne, charakteryzujący się tym, że główna lina mocująca rozgałęzia się na dwie liny boczne mocowane pośrednio do powierzchni statku powietrznego za pomocą belek usytuowanych wzdłuż statku powietrznego na zewnątrz powłoki po obu jego stronach; liny boczne są mocowane do belek za pomocą węzłów (uchwytów) o kontrolowalnym przemieszczeniu wzdłuż belek o wartości X lub Y ; belki są mocowane do poprzecznych węzłów utwierdzonych do powłoki lub do struktury wewnętrznej statku powietrznego; zawiera sterownik połączony z zasilaniem oraz serwomechanizmy połączone ze sterownikiem i zasilaniem.

Korzystnie źródło zasilania stanowi środek wybrany z grupy obejmującej baterię, zestaw baterii, akumulator, przewód elektryczny umieszczony wzdłuż głównej liny mocującej i jednej z lin bocznych.

Korzystnie sterownik jest wyposażony w platformę giroskopową.

Korzystnie adaptacyjny układ według wynalazku zawiera połączony ze sterownikiem przedni czujnik prędkości i kierunku wiatru mocowany do struktury statku powietrznego poprzez element mocujący oraz połączony ze sterownikiem dolny czujnik prędkości i kierunku wiatru mocowany do głównej liny mocującej lub do jednej z dwóch lin bocznych.

Korzystnie sterownik jest połączony z uchwytami oraz steruje ustawieniem węzłów (uchwytów) wzdłuż belek.

Kolejną istotą wynalazku jest statek powietrzny zawierający układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego według wynalazku, charakteryzujący się tym, że zawiera statecznik pionowy oraz stateczniki poziome połączone ze strukturą statku powietrznego poprzez serwomechanizmy oraz sterowane serwomechanizmami.

Korzystnie statecznik pionowy wyposażony jest w ruchomą lotkę.

Korzystnie stateczniki poziome wyposażone są w ruchome lotki połączone ze statecznikami poprzez serwomechanizmy.

Wynalazek dostarcza następujących korzyści:

- umożliwia bezpieczną pracę aerostatu na uwięzi bez konieczności sprowadzania go na ziemię przy wystąpieniu silniejszych wiatrach;
- umożliwia osiągnięcie minimalnych wartości kąta odchylenia (kąta φ) aerostatu od pionu dla wiatrów wiejących z dużymi prędkościami.

Wynalazek przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 schematycznie przedstawia aerostat zamocowany do ziemi układem według wynalazku, odchylony od pionu o kąt φ odchylenia podczas wiejącego wiatru i utrzymujący optymalny kąt natarcia α ; fig. 2 przedstawia rzut boczny aerostatu z elementami układu mocowania oraz kontroli według wynalazku umożliwiającego utrzymanie aerostatu na wymaganym kącie natarcia α ; fig. 3 przedstawia widok z góry aerostatu z elementami układu mocowania oraz kontroli według wynalazku; fig. 4 przedstawia sposób utwierdzenia aerostatu przy pomocy lin stosując układ według wynalazku.

Wynalazek przedstawiono w przykładach wykonania.

Przykład 1

W tym przykładzie wykonania układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego jest stosowany w aerostacie na uwięzi. Niemniej jednak układ adaptacyjny według wynalazku może być z powodzeniem stosowany w różnego typu latawcach nie napełnionych w całości lub w części gazem lżejszym od otaczającego latawiec powietrza.

W tym przykładzie wykonania adaptacyjny układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego 1 (aerostatu) według wynalazku zawiera zasilanie 25 oraz uwięź statku powietrznego 1, w którym uwięź statku powietrznego 1 zawiera główną linę mocującą 7 rozgałęziającą się na liny boczne 8 i 9. Adaptacyjny układ według wynalazku przedstawiono na rysunku (fig. 1–4), na którym 1 oznacza statek powietrzny, 7 oznacza linę główną mocującą statek powietrzny do gruntu, 8 oznacza linę boczną prawą łączącą statek powietrzny z liną główną, 9 oznacza linę boczną lewą łączącą statek powietrzny z liną główną, 11 oznacza belkę prawą mocowania liny bocznej, 12 oznacza belkę lewą mocowania liny bocznej, 13 oznacza wspornik belki tylny prawy, 14 oznacza wspornik belki tylny lewy, 15 oznacza wspornik belki przedni prawy, 16 oznacza wspornik belki przedni lewy, 17 oznacza sterownik układu, 18 oznacza serwomechanizm usterzenia poziomego lewego, 19 oznacza serwomechanizm usterzenia poziomego prawego, 20 uchwyt mocowania liny bocznej lewej do belki lewej, 21 oznacza uchwyt mocowania liny bocznej prawej do belki prawej, 22 oznacza przedni czujnik prędkości i kierunku wiatru, 23 oznacza

element mocowania przedniego czujnika prędkości i kierunku wiatru, **24** oznacza dolny czujnik prędkości i kierunku wiatru dolny, a **25** oznacza zasilanie.

Adaptacyjny układ według wynalazku charakteryzuje się tym, że główna lina mocująca **7** rozgałęzia się na dwie liny boczne **8** i **9** mocowane pośrednio do powierzchni statku powietrznego **1** za pomocą belek **11** oraz **12** usytuowanych wzdłuż statku powietrznego **1** na zewnątrz powłoki po obu jego stronach. Przy czym, wspomniane liny boczne **8** i **9** są mocowane do belek **11**, **12** za pomocą węzłów (uchwytów) **20**, **21**, które mogą przemieszczać się w sposób kontrolowany o wartości X lub Y wzdłuż wspomnianych belek **11** i **12** (fig. 2, fig. 4).

Natomiast belki **11** i **12** są mocowane do poprzecznych węzłów **13**, **14**, **15**, **16** utwierdzonych do powłoki lub do struktury wewnętrznej statku powietrznego **1**.

Ponadto układ według wynalazku zawiera serwomechanizmy **18**, **19** połączone z sterownikiem **17** i z zasilaniem **25**.

Regulacja kąta natarcia α aerostatu (fig. 1) odbywa się przez zmianę kąta natarcia całych stateczników zasadniczo poziomych **3** i **4** w przypadku wykonania stateczników jako konstrukcje płytowe lub przy pomocy zmiany kąta ustawienia lotek **5** i **6** dla stateczników z lotkami.

Zmiana kątów natarcia całych stateczników realizowana jest poprzez serwomechanizmy **18** i **19** połączone ze sterownikiem **17** i z zasilaniem **25**.

W tym nieograniczającym przykładzie wykonania zasilanie **25** stanowi bateria, ale zasilanie **25** może stanowić zestaw baterii, akumulator lub przewód elektryczny umieszczony wzdłuż głównej liny mocującej **7** i jednej z lin bocznych **8** lub **9**. Przy czym, wspomniany sterownik **17** sterujący pracą serwomechanizmów **18** i **19** oraz przemieszczeniem węzłów (uchwytów) **20** i **21** może być wyposażony także w platformę giroskopową.

Korzystnie adaptacyjny układ według wynalazku zawiera połączony ze sterownikiem **17** przedni czujnik prędkości i kierunku wiatru **22** mocowany do struktury statku powietrznego **1** poprzez element mocujący **23** oraz połączony ze sterownikiem **17** dolny czujnik prędkości i kierunku wiatru **24** mocowany do głównej liny mocującej **7** lub jednej z lin bocznych **8** lub **9**.

Korzystnie sterownik **17** jest połączony z uchwytami **20** i **21** oraz steruje ustawieniem uchwytów **20** i **21** wzdłuż belek **11** i **12**, a tym samym położeniem punktów mocowania lin bocznych **8** i **9**.

Przykład 2

W tym przykładzie wykonania działanie adaptacyjnego układu według wynalazku zostanie omówione na przykładzie aerostatu.

Działanie adaptacyjnego układu utwierdzenia na uwięzi według wynalazku polega na utrzymaniu aerostatu na stałym optymalnym kącie natarcia α (fig. 1). Na aerostat działają wówczas oprócz siły wyporu – siły aerodynamiczne tj. siła nośna, której kierunek jest prostopadły do kierunku prędkości wiatru oraz siła oporu, której kierunek jest równoległy do kierunku prędkości wiatru. Taki układ sił powoduje, że odchylenie φ aerostatu na uwięzi od pionu jest minimalne i zależy głównie od wielkości stosunku siły nośnej do siły oporu.

Kąt α osiąga wartość optymalną α_{opt} wówczas, gdy C_L (tj. współczynnik siły nośnej dla aerostatu dla α_{opt}) ma wartość maksymalną zaś C_X (tj. współczynnik siły oporu dla aerostatu dla α_{opt}) ma wartość minimalną. Przy czym, wartość kąta φ zależy głównie od stosunku C_L/C_X .

Sterownik **17** pozyskuje informacje z czujników **22** i **24** i tak reguluje pracą serwomechanizmów **18** i **19**, aby utrzymać stałą wartość kąta natarcia α_{opt} dla aerostatu.

Sterownik **17** pozyskuje informacje z płaszczyzny giroskopowej i tak reguluje pracą serwomechanizmów **18** i **19**, aby utrzymać stałą wartość kąta natarcia α_{opt} dla aerostatu.

Przykład 3

W tym przykładzie wykonania statkiem powietrznym zawierającym układ utwierdzenia według wynalazku jest aerostat (fig. 2 i fig. 3). Natomiast układ adaptacyjny według wynalazku może być z powodzeniem stosowany w różnego typu latawcach nie napełnionych w całości lub w części gazem lżejszym od otaczającego latawiec powietrza. W takim przypadku identycznie jak dla aerostatu układ zapewnia przy wiejących wiatrach maksymalne wartości stosunku C_L/C_X dla dowolnego opływowego kształtu latawca.

W przypadku zaniku wiatru siły aerodynamiczne osiągają wartości zerowe i latawiec który nie jest wypełniony w całości lub w części gazem lżejszym od otaczającego latawiec powietrza opada na ziemię.

W tym przykładzie wykonania statek powietrzny (aerostat) zawiera układ utwierdzenia na uwięzi według przykładu 1, i charakteryzuje się tym, że zawiera statecznik pionowy **2** oraz stateczniki zasadniczo poziome **3** oraz **4**, które to stateczniki zasadniczo poziome **3** i **4** są połączone ze strukturą statku powietrznego przez serwomechanizmy **18** i **19**.

Przy czym przez zasadniczo poziome ustawienie stateczników **3** i **4** rozumie się ich ustawienie względem statecznika pionowego **2** poziomo (tj. pod kątem 90°) lub skośnie (tj. pod kątem $0-180^\circ$, korzystnie $45-135^\circ$).

Korzystnie statecznik pionowy **2** jest wyposażony w ruchomą lotkę **10**. Lotka **10** wpływa korzystnie na układ, ale nie jest konieczna do jego działania. Bez lotki **10** układ według wynalazku będzie także działał bardzo dobrze. Natomiast sam statecznik **2** służy dla ustawiania się statku powietrznego „na wiatr”. Korzystnie stateczniki zasadniczo poziome **3** i **4** również są wyposażone w ruchome lotki **5** i **6**. Ten korzystny wariant statku powietrznego przedstawiono na fig. 2, która przedstawia aerostat według wynalazku zawierający statecznik pionowy **2** wyposażony w ruchomą lotkę **10**, która może być połączona z serwomechanizmem oraz zawiera stateczniki prawy **3** i lewy **4** wyposażone w ruchome lotki **5** i **6** połączone ze statecznikami serwomechanizmami **18** i **19**. Przy czym, wspomniane ruchome lotki **5** i **6** są sterowane serwomechanizmami **18** i **19**. Natomiast w przypadku zastosowania stateczników **3** i **4** w wykonaniu płytowym (bez lotek) serwomechanizmy **18** i **19** łączą bezpośrednio stateczniki płytowe ze strukturą statku powietrznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Adaptacyjny układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego, zwłaszcza aerostatu, zawierający zasilanie oraz uwięź statku powietrznego, w którym uwięź statku powietrznego zawiera główną linię mocującą rozgałęziającą się na liny boczne, **znamienny tym**, że główna lina mocująca (**7**) rozgałęzia się na dwie liny boczne (**8**, **9**) mocowane pośrednio do powierzchni statku powietrznego (**1**) za pomocą belek (**11**, **12**) usytuowanych wzdłuż statku powietrznego na zewnątrz powłoki po obu jego stronach; liny boczne (**8**, **9**) są mocowane do belek (**11**, **12**) za pomocą węzłów (uchwytów) (**20**, **21**) o kontrolowanym przemieszczeniu wzdłuż belek o wartości X lub Y; belki (**11**, **12**) są mocowane do poprzecznych węzłów (**13**, **14**, **15**, **16**) utwierdzonych do powłoki lub struktury wewnętrznej statku powietrznego (**1**); zawiera sterownik (**17**) połączony z zasilaniem (**25**) oraz serwomechanizmy (**18**, **19**) połączone ze sterownikiem (**17**) i zasilaniem (**25**).
2. Adaptacyjny układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że źródło zasilania stanowi środek wybrany z grupy obejmującej baterię, zestaw baterii, akumulator, przewód elektryczny umieszczony wzdłuż głównej liny mocującej (**7**) i jednej z lin bocznych (**8**) lub (**9**).
3. Adaptacyjny układ według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że sterownik (**17**) jest wyposażony w platformę giroskopową.
4. Adaptacyjny układ według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń od 1 do 3, **znamienny tym**, że zawiera połączony ze sterownikiem (**17**) przedni czujnik prędkości i kierunku wiatru (**22**) mocowany do struktury statku powietrznego (**1**) poprzez element mocujący (**23**) oraz połączony ze sterownikiem (**17**) dolny czujnik prędkości i kierunku wiatru (**24**) mocowany do głównej liny mocującej (**7**) lub do jednej z lin bocznych (**8**) lub (**9**).
5. Adaptacyjny układ według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń od 1 do 4, **znamienny tym**, że sterownik (**17**) jest połączony z uchwytami (**20** i **21**) oraz steruje ustawieniem węzłów (uchwytów) (**20** i **21**) wzdłuż belek (**11**, **12**).
6. Statek powietrzny zawierający układ utwierdzenia na uwięzi statku powietrznego według dowolnego z zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że zawiera statecznik pionowy (**2**) oraz stateczniki zasadniczo poziome (**3**, **4**) połączone ze strukturą statku powietrznego (**1**) poprzez serwomechanizmy (**18**) i (**19**).
7. Statek powietrzny według zastrz. 6, **znamienny tym**, że statecznik pionowy (**2**) wyposażony jest w wyposażony w ruchomą lotkę (**10**).
8. Statek powietrzny według zastrz. 6 albo 7, **znamienny tym**, że stateczniki zasadniczo poziome (**3**, **4**) wyposażone są w ruchome lotki (**5** i **6**) połączone ze statecznikami poprzez serwomechanizmy (**18** i **19**) oraz sterowane serwomechanizmami (**18**, **19**).

Rysunki

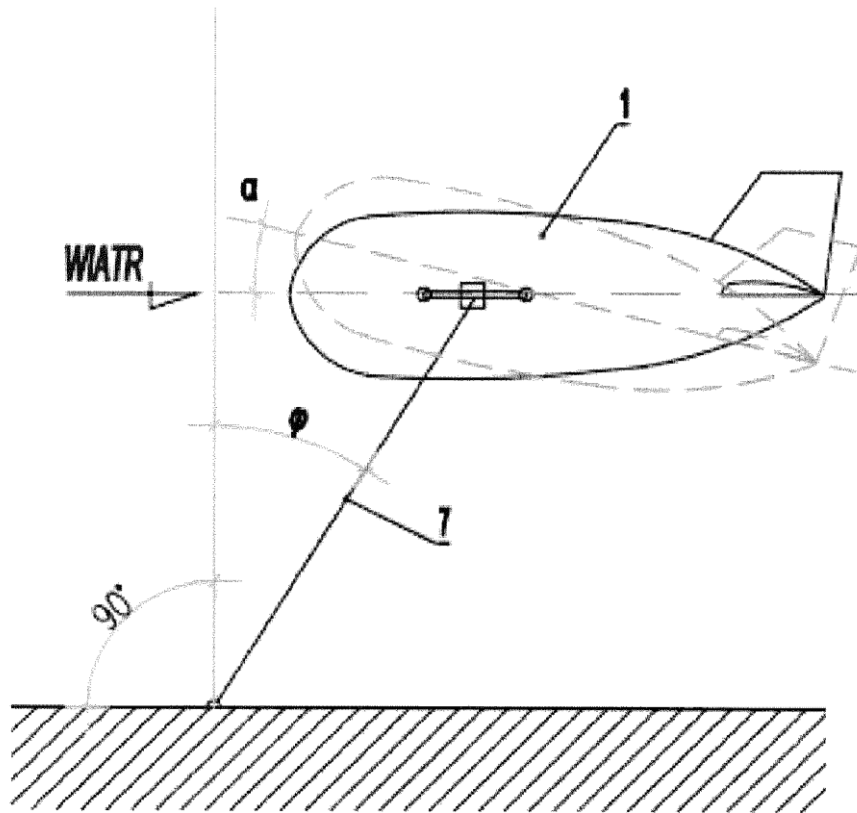


Fig. 1

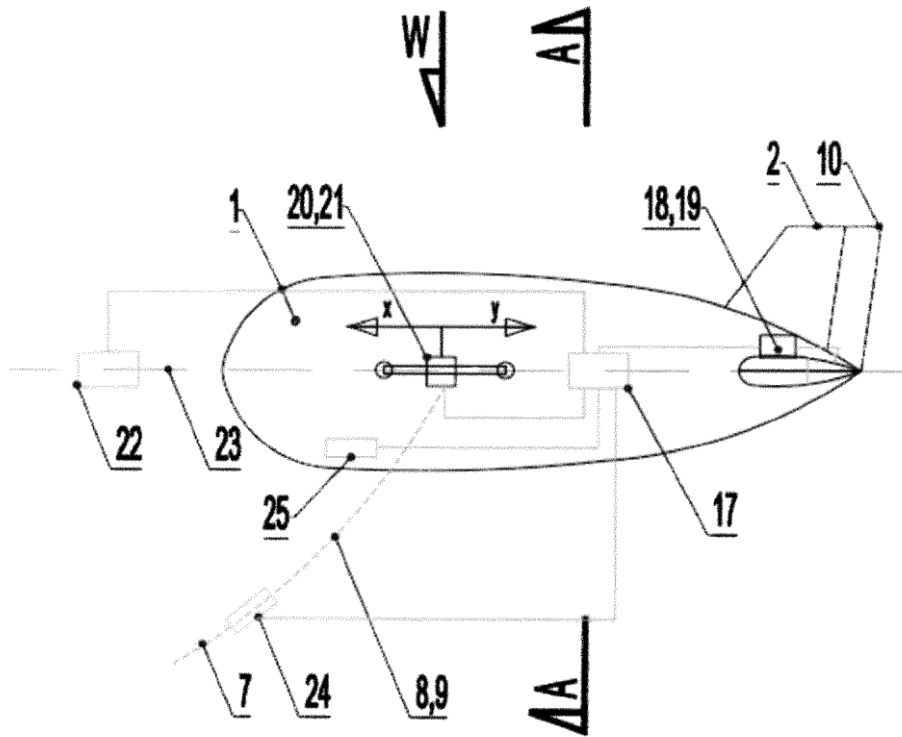


Fig. 2

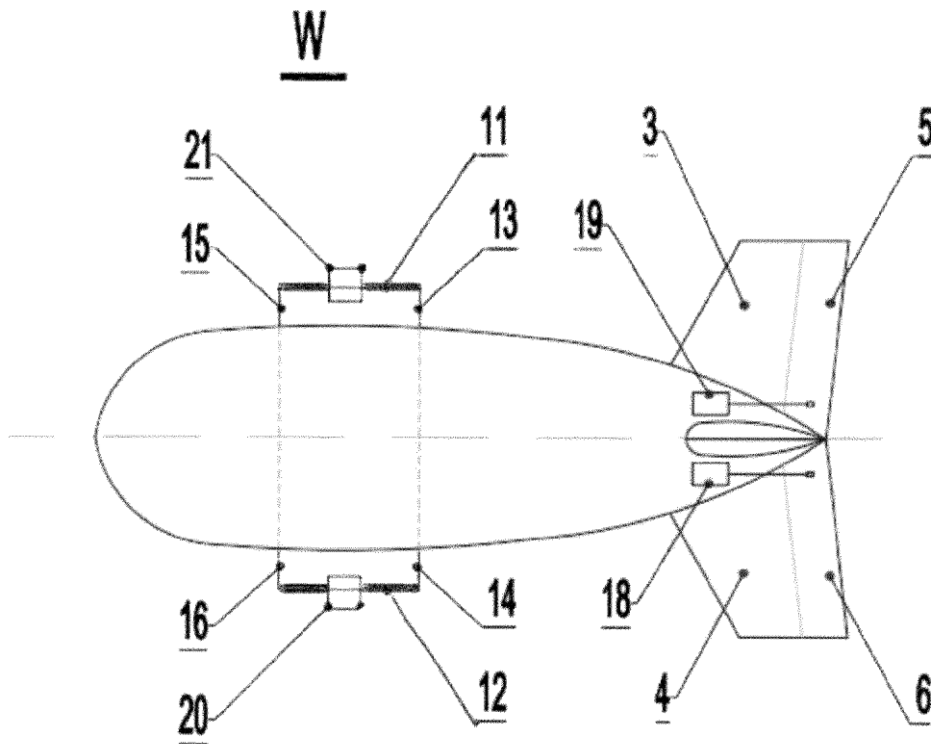


Fig. 3

A-A

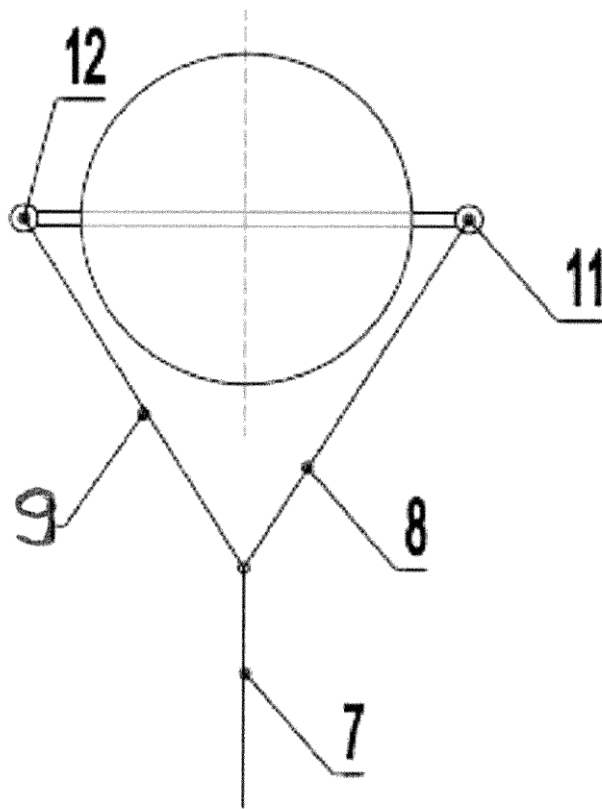


Fig. 4