

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **233353**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419786**

(51) Int.Cl.  
**B64B 1/00 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **13.12.2016**

(54) **Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego i sposób zmiany objętości,  
zwłaszcza rozkładanej konstrukcji sterowca stratosferycznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**18.06.2018 BUP 13/18**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.10.2019 WUP 10/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW  
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,  
Warszawa, PL**

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łomianki, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

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

**RAMI FARAJ, Warszawa, PL**

**PIOTR PAWŁOWSKI, Warszawa, PL**

**ZBIGNIEW WOŁEJSZA, Warszawa, PL**

**KRZYSZTOF KAŻMIERCZAK, Łomianki, PL**

**KRZYSZTOF HINC, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Anna Bełz**

**PL 233353 B1**

## Opis wynalazku

Dotychczas wszystkie znane konstrukcje sterowców wykonywane są jako struktury sztywne, półsztywne oraz podatne (elastyczne). Sterowiec wypełniony jest lżejszym od powietrza gazem, z reguły jest to hel lub wodór. Wraz ze wzrostem wysokości lotu ciśnienie otoczenia maleje, co skutkuje koniecznością równoczesnego zmniejszania ciśnienia gazu wewnątrz sterowca. W trakcie tych operacji wymiary zewnętrzne sterowca praktycznie nie zmieniają się od jego startu do osiągnięcia docelowego pułapu, gdzie ciśnienie gazu na zewnątrz sterowca jest wielokrotnie mniejsze niż na poziomie ziemi. Ciśnienie wewnątrz sterowca można zmniejszać poprzez upust gazu wraz ze wzrostem pułapu lotu lub poprzez usuwanie powietrza z tzw. balonetów, umieszczanych wewnątrz sterowca – w ten sposób zwiększa się objętość obszaru, w którym znajduje się lekki gaz obniżając jednocześnie jego ciśnienie. We wszystkich wymienionych przypadkach sterowiec posiada praktycznie te same wymiary zewnętrzne niezależnie od wysokości na jakiej się znajduje.

Z patentu US6793180 B2 znane jest rozwiązanie sterowca, którego powłoka wyposażona jest w sprężyste listwy, które po naprężeniu i odkształceniu oraz nałożeniu odpowiednich więzów nadają powłoce jej eliptyczny kształt. Rozwiązanie to umożliwia uzyskanie półsztywnej powłoki, która może być złożona po usunięciu z jej wnętrza gazu. Patent nie przewiduje sterowania objętością powłoki w czasie lotu sterowca.

W publikacji WO2014/096559 A1 przedstawiono rozwiązanie sterowca o zmiennej objętości, który przeznaczony jest do lotów z dużymi prędkościami poziomymi. Kadłub sterowca wykonany jest ze sztywnych, nachodzących na siebie powłok metalicznych połączonych przy pomocy deformowalnych kołnierzy w kształcie litery S. Zmiana objętości sterowca w celu osiągnięcia zadanej wysokości lotu następuje poprzez wzajemne rozsuniecie sztywnych segmentów kadłuba w poziomie, które kompensowane jest poprzez deformację kołnierzy.

Z publikacji WO2007/062440 A1 znany jest sterowiec o zmiennej objętości składający się ze sztywnej gondoli oraz elastycznej powłoki o zmiennej objętości, która w stanie nienapełnionym umieszczona jest całkowicie w gondoli. Zmiana objętości części nośnej sterowca następuje poprzez napełnianie powłoki gazem lżejszym od powietrza oraz kontrolę jej kształtu poprzez sieć ortogonalnych lin mocowanych do sztywnej gondoli.

W zgłoszeniu FR2856654 A1 przedstawiono koncepcję sterowca o powłoce z elastycznego materiału, który podzielony jest na część przednią część tylną oraz określoną liczbę sekcji pośrednich, które mogą być składane lub rozkładane w celu zapewnienia zmian objętości użytkowej sterowca. Rozwiązanie proponujące podział sterowca na wiele połączonych ze sobą elastycznie zamkniętych sekcji zawarto w zgłoszeniu GB2264092A. Rozwiązanie to ma na celu umożliwienie wydzielenia pojedynczej sekcji sterowca w celu dokonania jej naprawy na ziemi.

Ze zgłoszenia CN103803049 (A) znane jest rozwiązanie zapewniające kontrolę objętości sterowca, w którym zastosowano układ wewnętrzznego ciągu ze sprężyną. Zgodnie z opisem rozwiązanie to nie pozwala na aktywną zmianę objętości a jedynie zapewnia przeniesienie nadmiernych obciążeń wywołanych zmianami temperatury i ciśnienia gazu.

W patencie US7261255 B2 przedstawiony został sterowiec przeznaczony do lotów na dużych wysokościach, który posiada możliwość zmiany objętości poprzez radialną transformację geometrii jego przekroju. Transformacja elastycznych powłok przy użyciu wewnętrznego szkieletu prowadzona jest od początkowego kształtu zbliżonego do formy krzyża do kształtu końcowego, który jest pełnym kołem. Przy zmianie geometrii sterowca wykorzystywany jest system sterowania ciśnieniem wewnątrz powłoki.

W patencie US9108712 B2 przedstawiono rozwiązanie sterowca wypełnianego gazem lżejszym od powietrza z elastyczną powłoką zewnętrzną której kształt i objętość może być zmieniana poprzez układ wewnętrznych cięgien. Zmiana objętości sterowca ma na celu optymalizację profilu aerodynamicznego jednostki, kontrolę wznoszenia i opadania oraz umożliwia przechowywanie jednostki na ziemi w hangarach o ograniczonym rozmiarze.

Patent US5005783 przedstawia statek powietrzny o zmiennej geometrii i objętości, który może być transformowany z układu aerostatu (sterowca) do układu aerodyny (samolotu) poprzez rozkładanie powłoki o dużej objętości przy kontroli ciśnienia gazu lżejszego od powietrza oraz układu cięgien.

Przedmiotem wynalazku jest rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego i sposób zmiany objętości, zwłaszcza rozkładanej konstrukcji sterowca stratosferycznego.

Według wynalazku w pierwszym etapie, podczas startu sterowiec na poziomie ziemi ma najmniejszą objętość, ponieważ gęstość powietrza, w którym sterowiec się znajduje jest największa. Wraz ze wzrostem pułapu gęstość otaczającego sterowiec powietrza maleje i uzyskanie siły wyporu większej lub równej sile ciężkości wymaga zwiększenia objętości sterowca. Inną metodą uzyskania wznoszenia sterowca może być zmniejszenie jego ciężaru poprzez usuwanie na zewnątrz powietrza zamkniętego w tzw. balonetach znajdujących się wewnątrz sterowca. Celem uniknięcia zastosowania balonetów, w niniejszym wynalazku proponuje się ciągłe lub skokowe zmiany objętości sterowca poprzez rozkładanie, w przypadku wznoszenia lub składanie, w przypadku opadania, kolejnych segmentów umiejscowionych po obu stronach niezmiennej wymiarowo części centralnej sterowca. Kontrolowanie procesu rozkładania lub składania poszczególnych segmentów możliwe jest dzięki specjalnym węzłom, których parametry pracy, a tym samym i parametry objętościowe sterowca adaptowane są do parametrów otaczającego sterowiec powietrza. Węzły połączone są parami, za pomocą łamanych zastrzałów lub prowadnic z prętami, które umożliwiają zbliżanie lub oddalanie się od siebie węzłów, łącząc część centralną sterowca ze strukturą segmentów po jednej i po drugiej stronie części centralnej oraz wręgi kolejnych segmentów między sobą. Wraz z wzajemnym oddalaniem się węzłów całkowita objętość sterowca wzrasta i sterowiec zwiększa swoją wysokość lotu, gdy węzły zbliżają się do siebie całkowita objętość sterowca maleje i sterowiec opada. Siły zapewniające rozkładanie lub składanie segmentów generowane są przez różnicę ciśnień wewnątrz i na zewnątrz sterowca.

Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego w przykładowym wykonaniu została przedstawiona na rysunkach: Fig. 1 – schematycznie w widoku ogólnym; Fig. 2 – w konfiguracji docelowej po rozłożeniu wszystkich segmentów; Fig. 3 – w trakcie rozkładania kolejnych segmentów i Fig. 4 przedstawiającą konfigurację sterowca całkowicie złożonego.

W przedstawionym na rysunkach Fig. 1–4 rozwiązaniu, konstrukcja sterowca według wynalazku oparta jest na zbiorniku (1) wypełnionym lekkim gazem i podwieszanej u jego spodu masie użytecznej (2), przy czym zbiornik (1) składa się ze sztywnego, centralnego korpusu (3) o ustalonej objętości oraz z co najmniej dwóch sekcji bocznych (4), rozkładanych i składanych wzdłuż osi sterowca (1). Sekcje boczne (4) sterowca tworzone są przez poszycie (5) oraz wręgi (6) zamykające każdy z segmentów (4). Pomiedzy centralnym korpusem (3) i pierwszymi wręgami (6) oraz między kolejnymi wręgami (6) znajdują się elementy łączące (7) o zmiennej długości, korzystnie w postaci łamanych zastrzałów lub suwliwych prętów z prowadnicami. Elementy łączące (7) mocowane są w adaptacyjnych węzłach (8), znajdujących się na wręgach (6). Węzły (8) umożliwiają lub blokują ruch względny końców elementów łączących (7), a więc sterują rozkładaniem i składaniem kolejnych sekcji bocznych (4) zbiornika (1) wypełnionego gazem. Węzły (8), stanowiące adaptacyjne sprzęgła, umożliwiają skokową lub ciągłą zmianę odległości pomiędzy wręgami (6), które znajdują się na końcach elementów łączących (7), przy czym sterowanie w różnych węzłach (8) może odbywać się jednocześnie lub sekwencyjnie.

Istotą rozwiązania jest fakt, że węzły (8) sterują ruchem elementów łączących (7) w taki sposób, aby praca na zmianie objętości zbiornika (1) wypełnionego gazem była wykonywana przez rozprężający się gaz wewnątrz sterowca – w przypadku wznoszenia lub przez powietrze atmosferyczne powodujące sprężanie gazu znajdującego się w sterowcu – w przypadku opadania. Zmiany objętości sterowca w trakcie osiągnięcia wymaganego pułapu docelowego (stratosfera) osiągniata jest poprzez odsuwanie na zewnątrz kolejnych wręg (6) od części centralnej (3), zaś w trakcie opadania sterowca zmiana objętości sterowca jest osiągniata poprzez zbliżanie wręg (6) w kierunku części centralnej (3).

Półaktywny sposób zmiany objętości, zwłaszcza rozkładanej konstrukcji sterowca z wykorzystaniem różnicy ciśnień polega na zsynchronizowanym ze zmianami ciśnienia otoczenia sterowaniu blokowaniem i aktywowaniem ruchu elementów łączących (7) poprzez adaptacyjne węzły (8), tak aby uzyskać zmianę objętości sterowca poprzez rozłożenie lub złożenie wybranych sekcji bocznych (4) pod działaniem różnicy ciśnień pomiędzy ciśnieniem gazu wewnątrz zbiornika (1) i ciśnieniem otaczającego sterowiec powietrza.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego, **znamienna tym**, że zbiornik (1) wypełniony lekkim gazem posiada centralny, sztywny korpus (3) o ustalonej objętości oraz co najmniej dwie sekcje boczne (4) po obu stronach centralnego korpusu (3), które składają się

z poszycia (5), wręg (6), elementów łączących (7) o zmiennej długości oraz adaptacyjnych węzłów (8).

2. Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego zgodnie z zastrz. 1, **znamienna tym**, że poszczególne sekcje boczne (4) połączone są układami składającymi się z minimum dwóch elementów łączących (7), których końce łączą się z adaptacyjnymi węzłami (8) mocowanymi do struktury sterowca.
3. Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego zgodnie z zastrz. 1, **znamienna tym**, że elementy łączące (7) mają postać łamanych zastrzałów lub suwliwych prętów.
4. Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego zgodnie z zastrz. 1, **znamienna tym**, że sekcje boczne (4) rozkładane i składane są wzdłuż osi zbiornika (1).
5. Rozkładana konstrukcja sterowca stratosferycznego zgodnie z zastrz. 1, **znamienna tym**, że adaptacyjne węzły (8) umożliwiają skokowe lub ciągłe sterowanie względnym ruchem końców elementów łączących (7).
6. Sposób zmiany objętości, zwłaszcza rozkładanej konstrukcji sterowca stratosferycznego, **znamienny tym**, że ruch elementów łączących (7) jest blokowany i aktywowany poprzez adaptacyjne węzły (8), tak aby uzyskać zmianę objętości zbiornika (1) sterowca poprzez rozłożenie lub złożenie wybranych sekcji bocznych (4) pod działaniem różnicy ciśnień pomiędzy wnętrzem sterowca i otoczeniem.

Rysunki

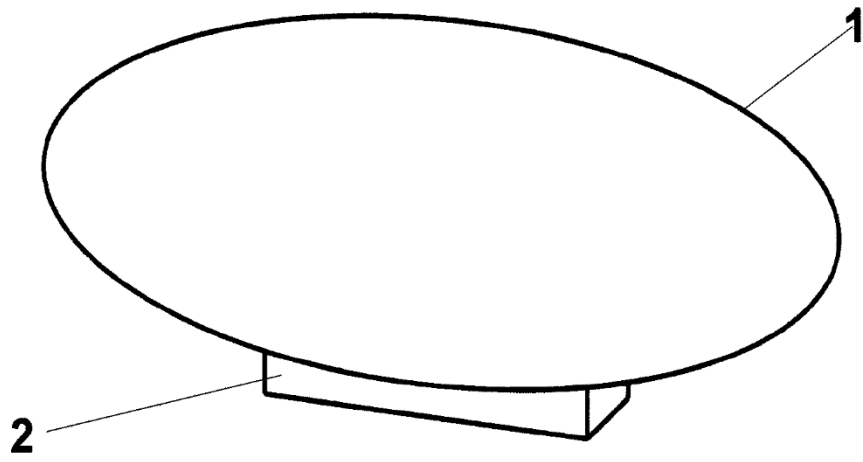


Fig. 1.

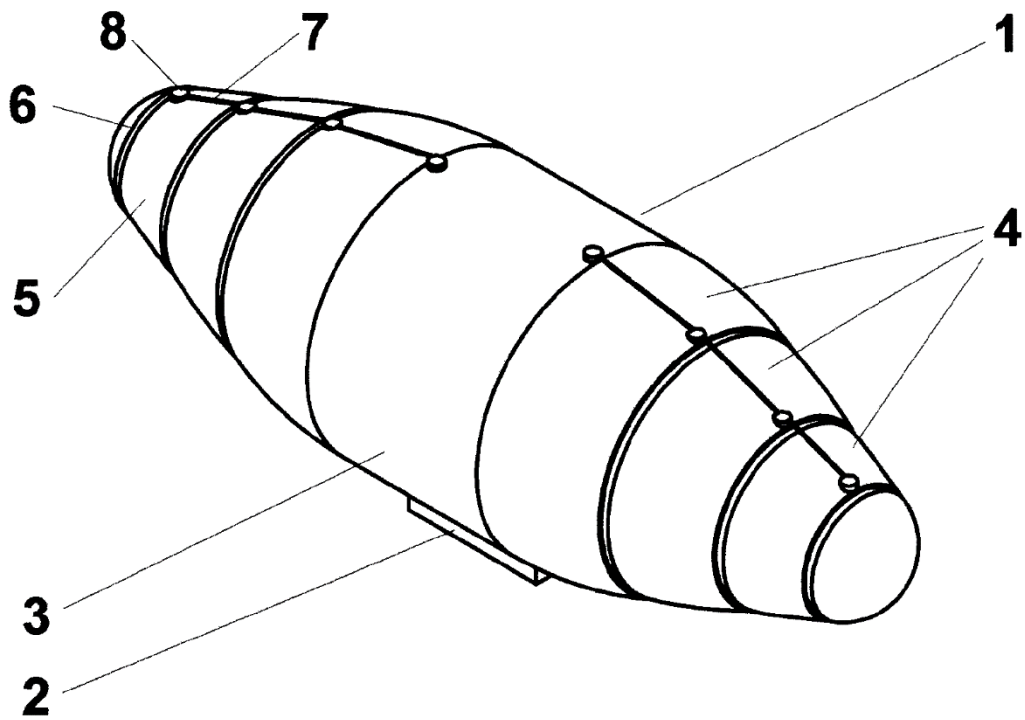


Fig. 2.

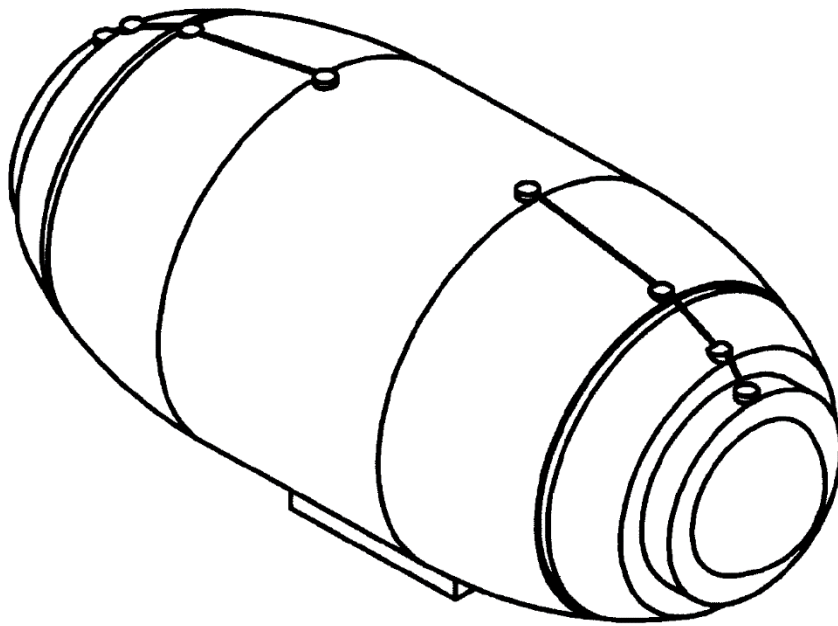


Fig. 3

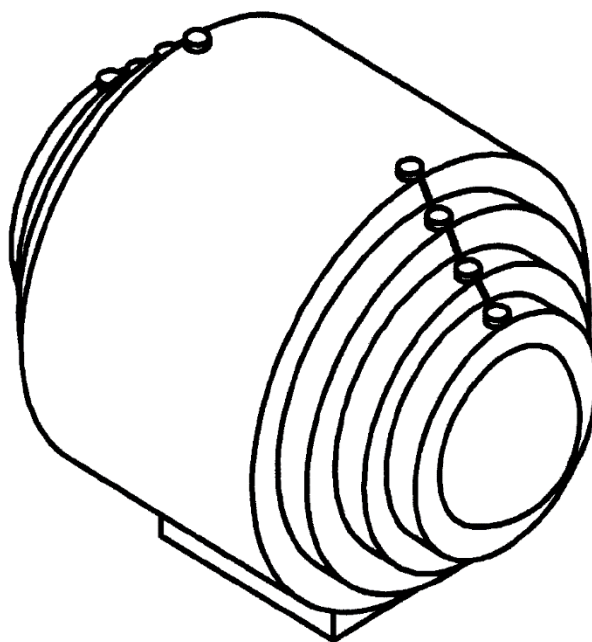


Fig. 4