

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 244046 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443345**

(22) Data zgłoszenia: **2022.12.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.05 BUP 23/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.11.20 WUP 47/2023**

(51) MKP:

**B64C 27/48** (2006.01)

**B64C 27/50** (2006.01)

**B64C 27/02** (2006.01)

**B64C 11/08** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ZBIGNIEW CZYŻ, Lublin, PL**

**MIROSŁAW WENDEKER, Lublin, PL**

**PAWEŁ KARPIŃSKI, Lublin, PL**

**KRZYSZTOF SKIBA,**

**Przedmieście Szczepreszyńskie, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Maciej Nowicki, Lublin, PL**

(54) Tytuł:

**Składane jarzmo łopat wirnika**

**PL 244046 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest składane jarzmo łopaty wirnika, zwłaszcza do wiatrakowców.

Dotychczas znane są różne rozwiązania konstrukcyjne głowic w wiatrakowcach, w których nieodłącznym elementem są uchwyty łopat zwane jarzmem. Do typowych koncepcji zaliczyć można głowice z łopatom zamocowanymi w sposób stały lub głowice umożliwiające zmianę ustawienia kąta natarcia łopat wirnika. W pierwszym z przypadków łopaty mocowane są do jarzma zazwyczaj za pośrednictwem śrub lub trzpieni przechodzących przez tuleje. Montaż lub demontaż wirnika wymaga wówczas skręcania lub rozkręcania elementów mocujących łopaty do głowicy. W opisie patentowym [US6200097B1](#) przedstawiono piastę do głowicy wirnika statku powietrznego o napędzie wirnikowym, posiadającą wiele łopat promieniowo połączonych z piastą za pomocą nasady łopaty. Piasta zawiera sztywną podstawę, zawierającą ograniczniki kuliste powiązane z łopatami. Ograniczniki mają wewnętrzną ramę połączoną z nasadą łopaty i zewnętrzną ramę połączoną z piastą. Zaproponowana piasta głowicy wirnika statku powietrznego o napędzie wirnikowym składa się z górnej płyty i dolnej płyty, tworzących dwa oddzielne elementy, przymocowane do siebie. Zewnętrzne ramiona ograniczników kulistych są umieszczone między nimi, w taki sposób, że wspomniane płyty są oddalone od siebie i wyznaczają między sobą przestrzeń, w której znajdują się ograniczniki kuliste. Wspomniane zewnętrzne ramiona są rozmieszczone na obwodzie wspomnianych płyt i są przesuwane przez środki mocujące łączące wspomniane płyty i wspomniane ograniczniki kuliste. Powstała w ten sposób piasta nie posiada ściany bocznej z otworami, której przestrzeń wewnętrzna jest dostępna od góry, po zdemontowaniu płyty górnej, w celu ułatwienia montażu i/lub demontażu łopat i związanych z nimi ograniczników kulistych. W związku z tym, możliwe jest zrezygnowanie z tulei łączących i zastosowanie łopat, które są wykonane z jednego kawałka, z uchwytem na nasadę łopaty.

W opisie patentowym [PL223598B1](#) zaprezentowano głowicę wiatrakowca, której założeniem jest wyeliminowanie wad głowic konwencjonalnych w postaci dużej masy zespołu napędowego i niedogodności wynikających z prowadzenia wału napędowego obok osi obrotu głowicy wirnika. Przedstawione rozwiązanie charakteryzuje się tym, że wał napędowy osadzony jest obrotowo w nieruchomej tulei. Na tulei osadzona jest obrotowo piasta wirnika, która połączona jest z wałem napędowym sprzęgłem jednokierunkowym w osi obrotu wirnika. Sprzęgło jednokierunkowe osadzone jest w kołpaku przymocowanym do piasty, zaś kołpak osadzony jest w górnej części wału napędowego. Nieruchoma tuleja jest zamocowana na wale napędowym pomiędzy kołpakiem a łożyskiem wzdłużnym, w którym jest osadzona dolna część wału napędowego. Półosie służą do mocowania łopat wirnika i są przymocowane do piasty za pomocą popychaczy.

W opisie patentowym [PL229202B1](#) przedstawiono łącznik służący do mocowania łopat wiatrakowca. Wynalazek składa się z belki głównej podzielonej na część środkową oraz ramiona boczne. W ramionach umieszczone są co najmniej dwa otwory przystosowane do montażu sworzni. Ramiona boczne tworzą integralną strukturę wraz z częścią centralną i są odchylone od osi poziomej o kąt około 2,8 stopnia. Łącznik posiada cztery belki mocujące zainstalowane poziomo do ramion bocznych belki głównej za pomocą sworzni. W belkach wykonane są otwory umożliwiające montaż łopat wirnika. Ponadto łącznik zawiera element nośny umożliwiający montaż do głowicy wirnika za pomocą sworzni poziomego. Zaletą przedstawionego rozwiązania jest możliwość montażu łopat pod niewielkim kątem nachylenia w stosunku do płaszczyzny wirowania, co zmniejsza naprężenia w konstrukcji wirnika podczas lotu wiatrakowca.

W opisie patentowym [PL231803B1](#) przedstawiono wirnik huśtawkowy ze zmiennym kątem natarcia łopat. Regulacja kąta natarcia jest użyteczna podczas wstępnego rozkręcania wirnika nośnego wiatrakowca. Wynalazek składa się z łącznika, łopat wirnika przymocowanych do jego ramion, okucia z przegubem huśtawkowym o osi obrotu prostopadłej do osi obrotu wirnika oraz dźwigni popychaczy do sterowania kątem natarcia łopat przy pomocy tarczy sterującej. Łącznik przymocowany jest do okucia za pomocą żeber wewnętrznych.

W opisie patentowym [US5316442A](#) przedstawiono przegubową głowicę wirnika do wiatrakowców, zawierającą sztywny centralny korpus piasty, który jest prostopadle zintegrowany z wałem napędowym. Każda łopata tej głowicy wirnika jest zamocowana promieniowo do korpusu piasty za pomocą elementów łączących i przegubowych. Do tych elementów zalicza się kulisty, laminowany ogranicznik elastomerowy składający się z dwóch sztywnych wzmocnień, pomiędzy którymi znajdują się na przemian koncentryczne i kuliste warstwy materiałów elastycznych i sztywnych. Ogranicznik ten jest umieszczony w otworze wykonanym w sztywnej części korpusu piasty centralnej, a jego zewnętrzne ramię

opiera się o usztywnioną krawędź tego otworu. Kolejnym elementem jest wydrążona tuleja, której koniec po stronie środkowej korpusu piasty otacza laminowany ogranicznik kulisty, przy czym koniec ten jest połączony z wewnętrznym sztywnym ramieniem laminowanego ogranicznika kulistego. Tuleja ta na swoim końcu po stronie przeciwnej do środka korpusu piasty i na jednej z jej bocznych powierzchni, jest również wyposażona w środki do przyłączenia elastycznego wspornika amortyzatora łopaty, przy czym drugi koniec wspornika jest połączony z zewnętrzną stroną sztywnego korpusu piasty lub ewentualnie z tuleją łączącą sąsiedniej łopaty. Kolejny element to trzpień łączący łopatę i przegub skoku, którego zewnętrzna część jest wyposażona w środki do sztywnego połączenia stopy łopaty, a którego wewnętrzna część obraca się na dwóch łożyskach wokół osi skoku wewnątrz zewnętrznej części tulei, przy czym co najmniej jedno z tych łożysk tworzy ogranicznik osiowy, który przenosi z trzpienia w tulei obciążenia oporowe pochodzące od sił odśrodkowych działających na łopatkę. Dźwignia skoku jest sztywno połączona z trzpieniem.

W opisie patentowym [US9126681B1](#) przedstawiona została głowica wirnika z możliwością zmiany skoku. Wynalazek dotyczy mechanizmu w wychylnej głowicy wirnika, która ma wałek napędowy z zabierakiem, w wydrążonym trzpieniu, w wydrążonej kolumnie centralnej, z wychylnymi ścianami bocznymi i z przykręconymi między nimi blokami kotwiczącymi łopaty wirnika oraz ze śrubami kotwiczącymi nasady łopat. Obracają się one wraz z łopatami, połączonymi 4 krótkimi prostymi dźwigniami i 2 płytami ślizgowymi, które współpracują ze sobą w celu obracania śrub i skręcania łopat, zmieniając skok. Głowica wirnika ma wydrążoną wieżę centralną z łożyskami w środku, zamontowaną na wydrążonym trzpieniu z wałkiem uruchamiającym w środku. Ściany boczne są zamontowane na śrubie obrotowej, przy czym łożyska znajdują się w górnej części kolumny, a nie w ścianach bocznych. Zamiast montować łopaty wirnika bezpośrednio pomiędzy ścianami bocznymi, montuje się tam bloki kotwiące łopaty wirnika wywiercone tak, by przechodziły przez duże śruby kotwiące nasady łopat, z ruchomymi pomocniczymi blokami łopat, które unoszą łopaty zamontowane poza ścianami bocznymi na tej samej śrubie. Dźwignie zmiany skoku nasady łopaty są przymocowane do dużych śrub kotwiących nasadę łopaty, po wewnętrznej stronie, gdzie przechodzą przez bloki kotwiące łopaty wirnika pomiędzy ścianami bocznymi, tak, że kiedy dźwignie się poruszają, śruby obracają się i przesuwają dodatkowe bloki łopat z przymocowanymi łopatami.

W publikacji [RU2763606C1](#) przedstawiono zespół mocowania tulei i piasty śmigła nośnego do pylonu z bezpośrednią kontrolą pochylenia osi obrotu dla sterowania pojazdem. Zespół składa się z wału wirnika umożliwiającego obracanie wokół niego piasty wirnika za pomocą napędu. Z piastą połączone są obrotowo łopaty przymocowane do niej. Wał wirnika jest zamocowany za pomocą zespołu zawiasów na pylonie wiatrakowca, a zespół zawiasów zawiera przegub sterujący pochyleniem i przegub sterujący przechyleniem. Osie przegubów sterujących są prostopadłe do osi wału wirnika i do siebie nawzajem. Oś przegubu piasty jest prostopadła do osi wału wirnika i znajduje się w odległości od osi przegubu sterującego przechyleniem i pochyleniem w zakresie od 0 do 50 mm. Z piastą połączone są drążki sterujące umożliwiające obrót osi wału wirnika o kąt do 10 stopni w dowolnym kierunku względem osi pionowej pylonu. Rozwiązanie umożliwia zmniejszenie obciążenia drążka sterowniczego pilota w płaszczyźnie obrotu wirnika głównego, w tym obciążeń wibracyjnych.

Dotychczasowe rozwiązania umożliwiają demontaż łopat lub głowicy wirnika, ale wymaga to odkręcenia wielu śrub (często jedna łopata przykręcona jest dwoma śrubami), co wiąże się z dłuższym czasem oraz każdorazowym zabezpieczaniem śrub przed ich poluzowaniem poprzez stosowanie specjalnych podkładek i nakrętek zabezpieczających lub nawet klejów do gwintów.

Problemem technicznym do rozwiązania jest zbyt długi czas przygotowania statku powietrznego jakim jest np. wiatrakowiec do lotu oraz jego demontaż na potrzeby transportu lub w innym celu. Jednym z modułów, który zaleca się a nawet wymaga demontować podczas transportu, jest bardzo często zespół wirnika nośnego lub jego łopat.

Przedmiotem wynalazku jest składane jarzmo łopat wirnika, montowane do piasty głowicy wirnika. Jego istotą jest to, że jarzmo składa się z pierwszej części i drugiej części posiadające kształt ceowników, których osie ułożone są równolegle oraz części kontaktują się ze sobą częściami bocznych ścian w sąsiedztwie piasty głowicy i w bocznych ścianach części od strony piasty głowicy posiadają współosiowe przelotowe otwory, w których znajduje się tuleja przechodząca przez środek piasty głowicy, prostopadłe do jej osi. W osi tulei znajduje się śruba główna, zabezpieczona nakrętką od strony zewnętrznej ściany części. Końce ścian pierwszej części jarzma od strony drugiej części jarzma i drugiej części jarzma od strony pierwszej części jarzma posiadają fragmenty ścian znajdujące się od strony

piasty głowicy, które to fragmenty ścian w pozycji rozłożonej jarzma połączone są odpowiednio ze ścianami drugiej części jarzma i pierwszej części jarzma za pomocą połączenia zapadkowego. Połączenie zapadkowe składa się z trzpienia blokującego z kołnierzem umiejscowionego pomiędzy ściankami części jarzma, na których to trzpieniach blokujących pomiędzy ścianami części jarzma osadzone są ściśnięte sprężyny a trzpień blokujący w pozycji złożonej wciśnięte są w otwory znajdujące się we fragmentach ścian części jarzma. Korzystnie kołnierz trzpienia blokującego posiada część wystającą ponad ściany części jarzma.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że w prosty i szybki sposób można złożyć do transportu lub przechowywania zespół wirnika nośnego zawierający jarzmo oraz dokręcone do niego łopaty. Wynalazek dotyczy zwłaszcza bezzałogowych statków powietrznych, których transport odbywa się bardzo często, a przewóz z zamontowanym wirnikiem nośnym jest niebezpieczny i niewygodny. Poprzez zastosowanie wynalazku złożenie zespołu wirnika nośnego zamiast jego demontowania odbywa się jedynie przez jednoczesne wciśnięcie trzpieni blokujących połączenia zapadkowego, które powoduje wypięcie i złożenie jarzma z łopatami na pół. Wynalazek wpływa na skrócenie czasu przygotowania do lotu bezzałogowego statku powietrznego. Możliwe jest także zastosowanie go w wersji załogowej.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- fig. 1 – Widok perspektywiczny zespołu głowicy wirnika nośnego z rozłożonym jarzmem,
- fig. 2 – Widok perspektywiczny zespołu głowicy wirnika nośnego ze złożonym jarzmem,
- fig. 3 – Widok od góry składanego jarzma w pozycji rozłożonej,
- fig. 4 – Widok perspektywiczny zespołu wirnika nośnego z zamocowanymi łopatami w pozycji złożonej,
- fig. 5 – Widok perspektywiczny zespołu wirnika nośnego z zamocowanymi łopatami w pozycji rozłożonej,
- fig. 6 – Widok perspektywiczny rozsuniętych części jarzma łopat wirnika,
- fig. 7 – Widok perspektywiczny ze zsuniętymi części jarzma łopat wirnika,
- fig. 8 – Widok perspektywiczny ze zsuniętymi części jarzma łopat wirnika i zamocowanymi trzpieniami blokującymi i sprężynami.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania składa się z pierwszej części 1 i drugiej części 2 posiadających kształt ceowników, których osie ułożone są równolegle oraz części 1, 2 kontaktują się ze sobą częściami bocznych ścian w sąsiedztwie piasty głowicy 3 i w bocznych ścianach części 1, 2 od strony piasty głowicy 3 posiadają współosiowe przelotowe otwory 1.1, 2.1, w których znajduje się tuleja 4 przechodząca przez środek piasty głowicy 3, prostopadle do jej osi. W osi tulei 4 znajduje się śruba główna 5, zabezpieczona nakrętką 6. Końce ścian pierwszej części 1 jarzma od strony drugiej części 2 jarzma i drugiej części 2 jarzma od strony pierwszej części 1 posiadają fragmenty ścian 1.2, 2.2 znajdujące się od strony piasty głowicy, które to fragmenty ścian 1.2, 2.2 w pozycji rozłożonej jarzma połączone są odpowiednio ze ścianami drugiej części 2 jarzma i pierwszej części 1 jarzma za pomocą połączenia zapadkowego. Połączenie zapadkowe składa się z trzpienia blokującego 7, 8 z kołnierzem 7.1, 8.1 umiejscowionego pomiędzy ściankami części jarzma 1, 2. Na trzpieniach blokujących 7, 8 pomiędzy ścianami części jarzma 1, 2 osadzone są ściśnięte sprężyny 9, 10. Kołnierz trzpienia blokującego 7.1, 8.1 posiada część wystającą ponad ściany części jarzma 1, 2. Trzpień blokujący 7, 8 w pozycji złożonej wciśnięte są w otwory 1.3, 2.3 znajdujące się we fragmentach ścian 1.2, 2.2 części 1.2 jarzma. W podstawie pierwszej części 1 jarzma, w jego osi znajdują się otwory montażowe 11.1, 11.2 pierwszej łopaty 12.1 wirnika nośnego. W podstawie drugiej części 2 jarzma, w jego osi znajdują się otwory montażowe 11.3, 11.4 drugiej łopaty 12.2 wirnika nośnego. Pierwsza łopata 12.1 wirnika nośnego zamocowana jest do pierwszej części jarzma 1 za pomocą śrub 13.1, 13.2. Druga łopata 12.2 wirnika nośnego zamocowana jest do drugiej części jarzma 2 za pomocą śrub 13.3, 13.4.

Działanie składanego jarzma wirnika nośnego polega na tym, że wywiera się poprzez kołnierze 7.1, 8.1 siłę ściskającą sprężyny 9, 10, co powoduje zwolnienie mechanizmu zapadkowego poprzez wysunięcie trzpieni blokujących 7, 8 z otworów 1.3, 2.3 znajdujące się we fragmentach ścian 1.2, 2.2 części 1, 2 jarzma. W dalszej kolejności obraca się pierwszą część 1 albo drugą część 2 jarzma na śrubie 5, stykając ze sobą łopaty 12.1, 12.2.

Wykaz oznaczeń:

- 1 pierwsza część jarzma
- 1.1 otwór przelotowy
- 1.2 fragment ściany
- 1.3 otwór

2	druga część jarzma
2.1	otwór przelotowy
2.2.	fragment ściany
2.3	otwór
3	piasta głowicy
4	tuleja
5	śruba główna
6	nakrętka
7	trzcienie blokujący
7.1	kołnierz
8	trzcienie blokujący
8.1	kołnierz
9	sprężyna
10	sprężyna
11.1	pierwszy otwór montażu łopaty
11.2	drugi otwór montażu łopaty
11.3	trzeci otwór montażu łopaty
11.4	czwarty otwór montażu łopaty
12.1	pierwsza łopata wirnika nośnego
12.2	druga łopata wirnika nośnego
13.1	śruba
13.2	śruba
13.3	śruba
13.4	śruba

### Zastrzeżenia patentowe

1. Składane jarzmo łopat wirnika, montowane do piasty głowicy wirnika **znamiennie tym**, że jarzmo składa się z pierwszej części (1) i drugiej części (2) posiadające kształt ceowników, których osie ułożone są równolegle oraz części (1, 2) kontaktują się ze sobą częściami bocznych ścian w sąsiedztwie piasty głowicy (3) i w bocznych ścianach części (1,2) od strony piasty głowicy (3) posiadają współosiowe przelotowe otwory (1.1, 2.1), w których znajduje się tuleja (4) przechodząca przez środek piasty głowicy (3), prostopadle do jej osi, **przy czym** w osi tulei (4) znajduje się śruba główna (5), zabezpieczona nakrętką (6) od strony zewnętrznej ściany części (2), **zaś** końce ścian pierwszej części (1) jarzma od strony drugiej części (2) jarzma i drugiej części (2) jarzma od strony pierwszej części (1) jarzma posiadają fragmenty ścian (1.2, 2.2) znajdujące się od strony piasty głowicy, które to fragmenty ścian (1.2, 2.2) w pozycji rozłożonej jarzma połączone są odpowiednio ze ścianami drugiej części (2) jarzma i pierwszej części (1) jarzma za pomocą połączenia zapadkowego **tudzież** połączenie zapadkowe składa się z trzcienia blokującego (7, 8) z kołnierzem (7.1, 8.1) umiejscowionego pomiędzy ściankami części jarzma (1, 2), na których to trzpieniach blokujących (7, 8) pomiędzy ścianami części jarzma (1, 2) osadzone są ściśnięte sprężyny (9, 10) a trzcienie blokujące (7, 8) w pozycji złożonej wciśnięte są w otwory (1.3, 2.3) znajdujące się we fragmentach ścian (1.2, 2.2) części (1, 2) jarzma.
2. Składane jarzmo według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że kołnierz trzcienia blokującego (7.1, 8.1) posiada część wystającą ponad ściany części jarzma (1, 2).

## Rysunki

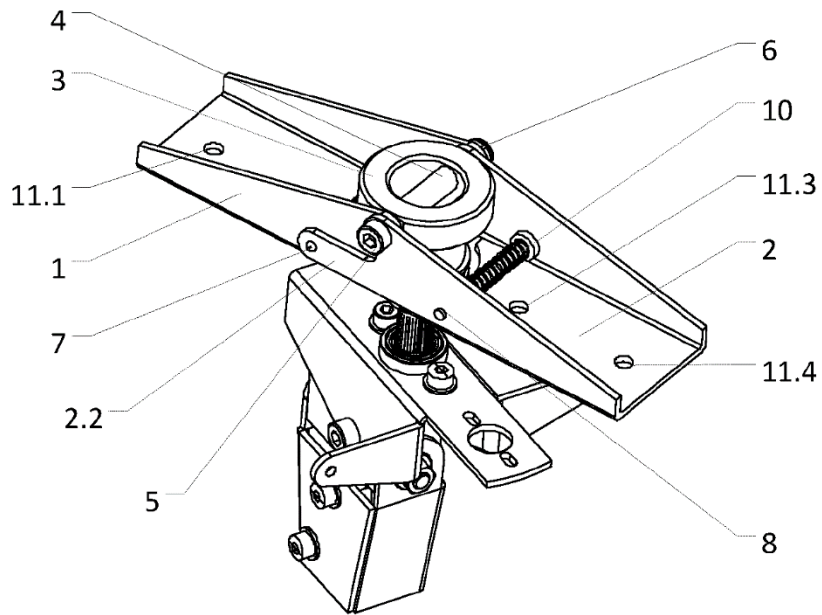


Fig. 1

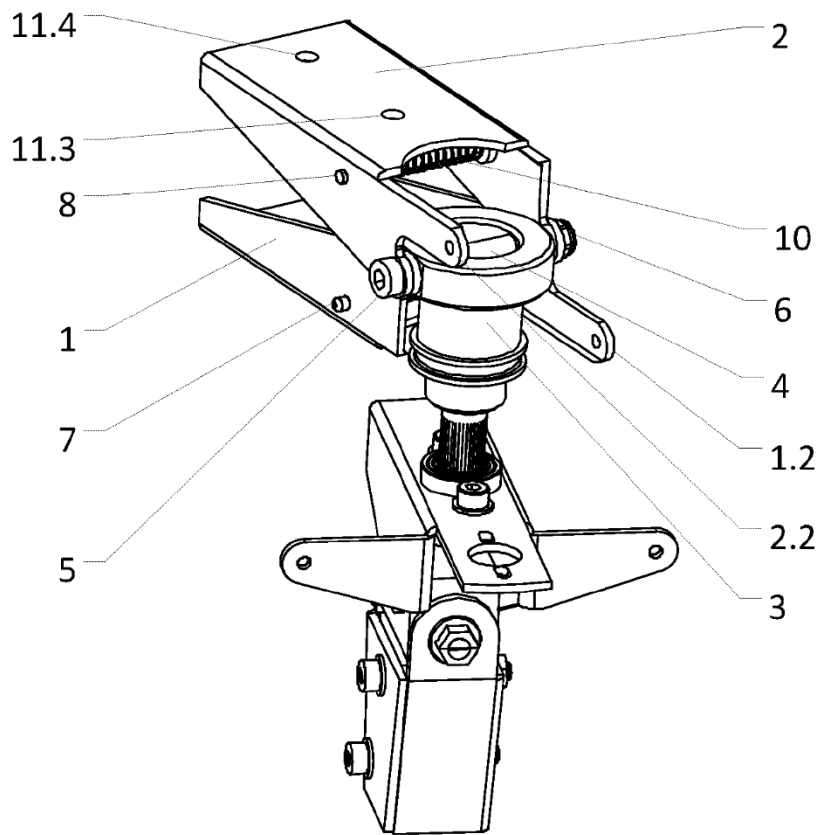


Fig. 2

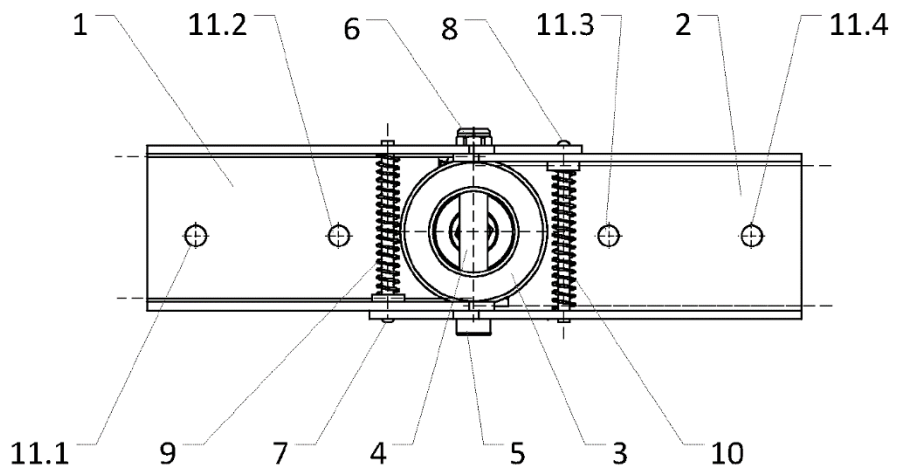


Fig. 3

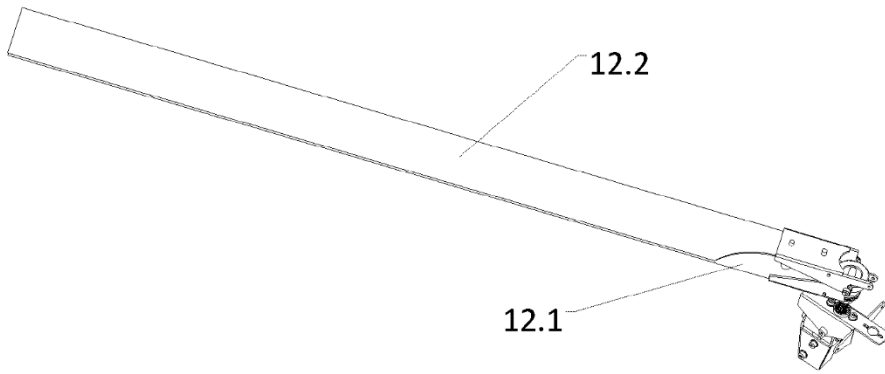


Fig. 4

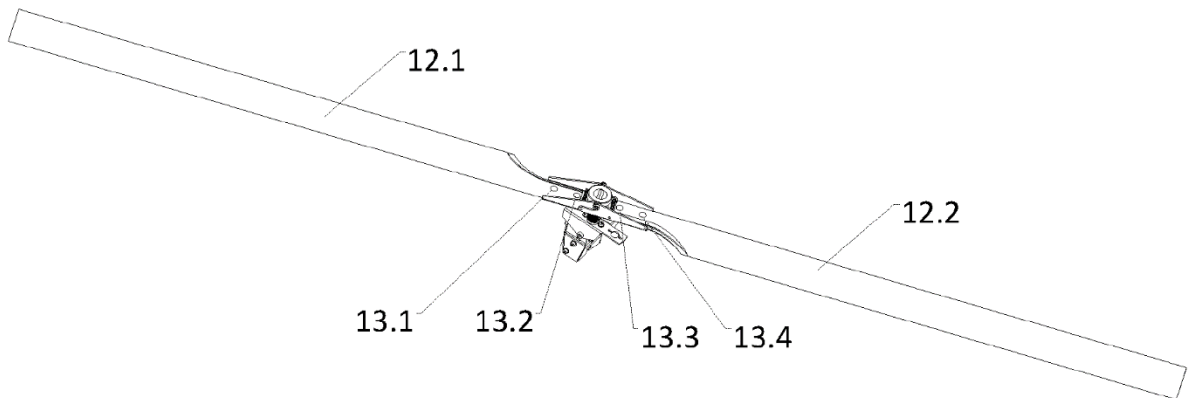


Fig. 5

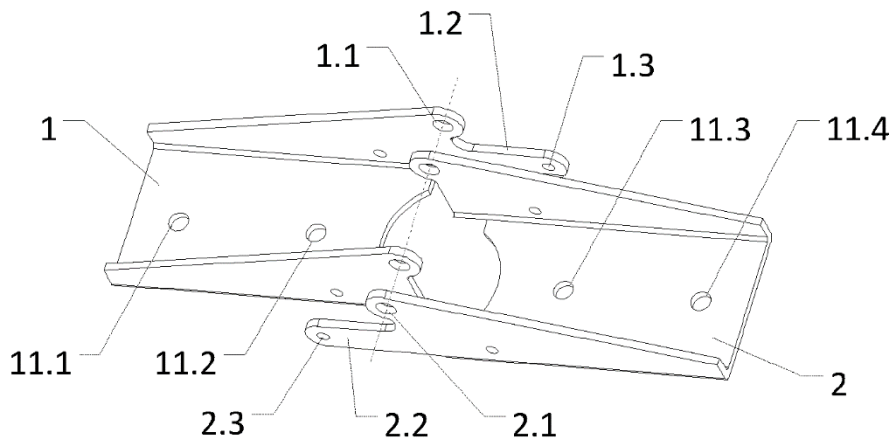


Fig. 6

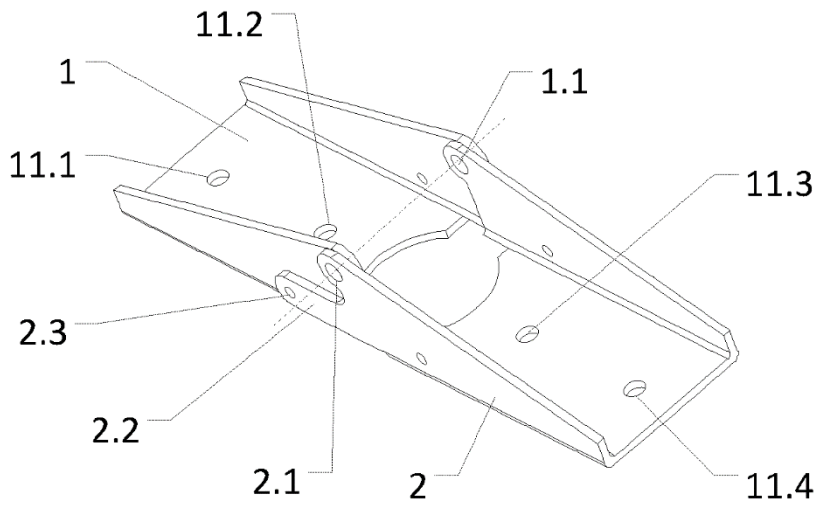


Fig. 7

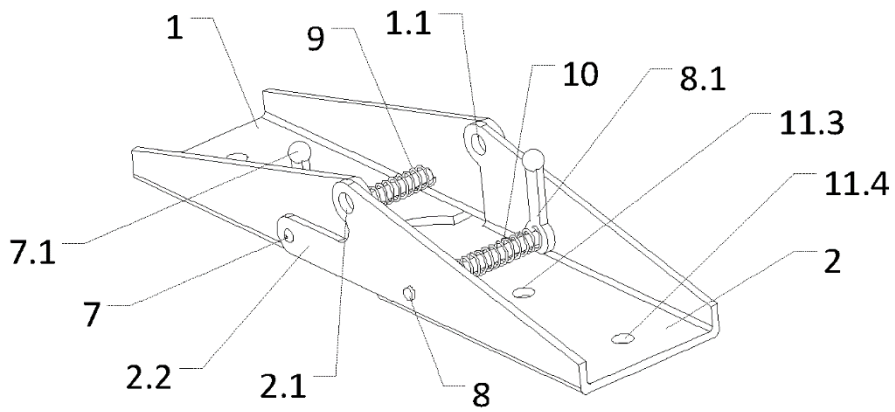


Fig. 8