

GŁOWICA WIATRAKOWCA IL-28 UMOŻLIWIAJĄCA PIONOWY START

Mirosław Delega
Instytut Lotnictwa

Streszczenie

W artykule przedstawiono projekt głowicy do wiatrakowca projektowanego w Instytucie Lotnictwa, w ramach grantu współfinansowanego przez Unię Europejską.

1. CEL PUBLIKACJI

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie konstrukcji głowicy wiatrakowca, projektowanego w ramach tematu „Technologia wdrażania do praktyki gospodarczej nowego typu wiropłatowego statku powietrznego”. Projekt współfinansowany jest przez Unię Europejską – Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, w ramach Projektu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

W większości dotychczasowych światowych rozwiązań konstrukcyjnych wiatrakowców mają zastosowanie głowice umożliwiające wyłącznie start poziomy. Przedmiotowy projekt stanowi opracowanie odmiennego rozwiązania konstrukcyjnego głowicy, które zapewnia start pionowy wiatrakowca.

2. ELEMENTY UKŁADU GŁOWICY

- Element mocowania wirnika.
- Przekładnia do prejotacji.
- Hamulec głowicy.
- Tarcza sterująca.

Wirnik nośny jest to zespół konstrukcyjny wiatrakowca, którego celem jest wytworzenie siły nośnej – spełnia więc rolę skrzydła samolotu.

Wirnik ma też możliwość pochylania się do przodu i do tyłu oraz na boki. Daje to możliwość pochylania się całego wiatrakowca do przodu, do tyłu oraz na boki. Wirnik nośny składa się z łopat metalowych, drewnianych bądź kompozytowych. W wiatrakowcu zastosowano wyciskane łopaty duralowe o profilu NACA-9H12 o średnicy 8800 mm i cięciwie 200 mm oraz elementy łączące. Łopaty wirnika będą wyważone oraz wytorowane.

3. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE GŁOWICY WIATRAKOWCA IL-28

Projekt głowicy wiatrakowca powstaje według następujących założeń:

1. Głowica wiatrakowca powinna przechylać się do przodu i do tyłu o kąt 10° oraz na lewo i na prawo o kąt 10° .

2. Głowica wiatrakowca powinna posiadać tarczę sterującą, która zapewni ustalenie łopaty – $1,5^\circ$ do 8° w sposób płynny. Sterowanie skokiem łopaty realizowane jest za pomocą bowdenów.
3. Głowica wiatrakowca powinna posiadać elementy zapewniające jej możliwość prejotacji, to znaczy musi posiadać przekładnię (założono przekładnię zębatą) oraz napęd tej przekładni. Przekładnia jest napędzana z silnika wałem sztywnym, posiadającym dwa kardany. Jeden z kardanów ma możliwość ruchu wzdłużnego.
4. Głowica wiatrakowca posiada też hamulec, którego celem jest wytracenie obrotów po wylądowaniu.

Konstrukcja nowego wiatrakowca musi spełniać wymagane kryteria bezpieczeństwa oraz niezawodności statków powietrznych. Ze względu, iż w Polsce nie ma określonych przepisów dotyczących wiatrakowców, analizę i obliczenia konstrukcyjne głowicy wiatrakowca oparto na przepisach amerykańskich ASTM International standard specification for design and performance of light sport gyroplane aircraft oraz przepisów CS-VLR.

4. WYMAGANIA STAWIANE UKŁADOWI GŁOWICY

4.1. Kryteria niezawodności głowicy

1. Spełnienie wymogu pracy płynnej i bezawaryjnej.
2. Siły przykładane przez pilota powinny uwzględniać dopuszczalne normy.
3. Niezawodność głowicy powinna być niezależna od ewentualnych usterek innych elementów.
4. Uniezależnienie reakcji sił aerodynamicznych na głowicy od prędkości i wysokości lotu wiatrakowca.

4.2. Wymagania dotyczące wirników

1. Wymagania aerodynamiczne
 - duża sprawność w czasie pracy (pracuje cały czas w autorotacji),
 - minimalne odkształcenia profilu łopaty podczas pracy,
 - prędkość końcówki łopaty – $0,75 Ma$, poniżej prędkości krytycznej,
 - małe momenty w przegubach głowicy.
2. Wymagania dotyczące sztywności i trwałości
 - brak rezonansów i flutteru,
 - odporność na uszkodzenia zmęczeniowe,
 - brak odkształceń trwałych,
 - odpowiednia sztywność łopat na zginanie i skręcanie,
 - duży moment bezwładności (duża energia kinetyczna wirnika).
3. Wymagania produkcyjne i eksploatacyjne
 - łatwość wyważenia,
 - zamienność.

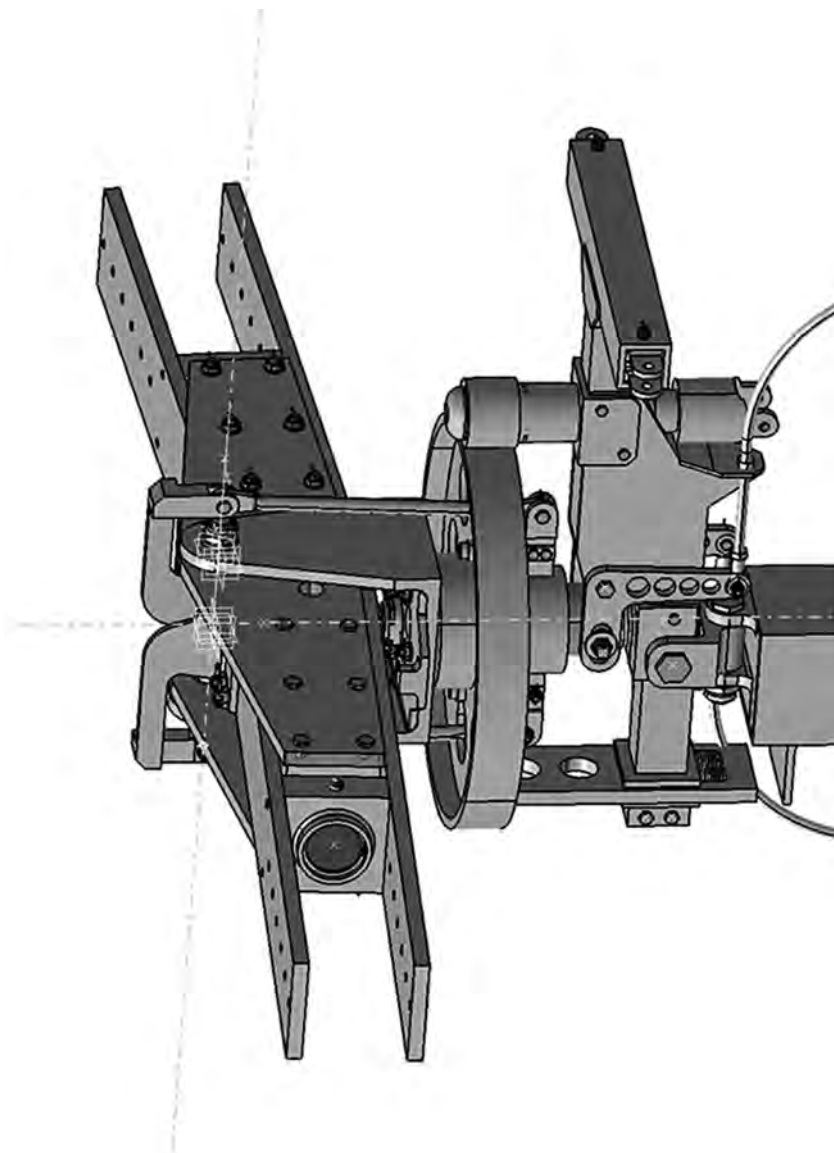
5. WARTOŚCI DOPUSZCZALNYCH OBCIĄŻEŃ URZĄDZEŃ STERUJĄCYCH

Na podstawie przepisów CS-VLR – certyfikowanych wiroplątów bardzo lekkich, wybrano następujące wielkości maksymalnych sił działających na sterownice do sterowania głowicą:

- maksymalna siła na sterownice drążkowe do tyłu i do przodu – 445 [N],
- maksymalna siła na sterownice drążkowe w bok – 298 [N],
- maksymalna siła na sterownice nożne – 578 [N].

6. OPIS BUDOWY GŁOWICY KOMPLETNEJ (rys. 1, 2, 3)

Głowica kompletna składa się z wirnika kompletnego. W skład wirnika wchodzi dwie wyważone łopaty, tak aby ich środek ciężkości znajdował się w odległości stanowiącej 25% cięciwy, licząc od krawędzi natarcia łopaty.

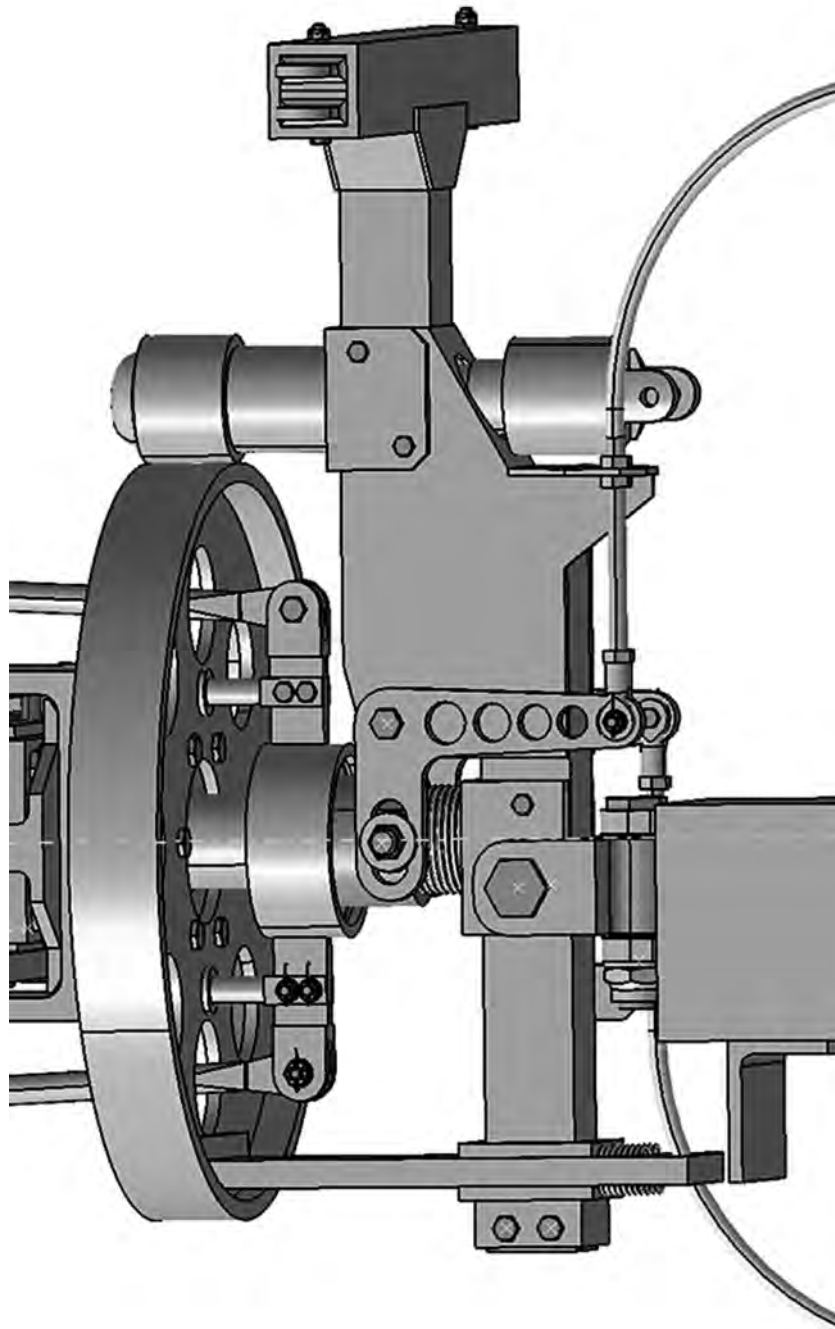


Rys. 1. Ogólny widok głowicy

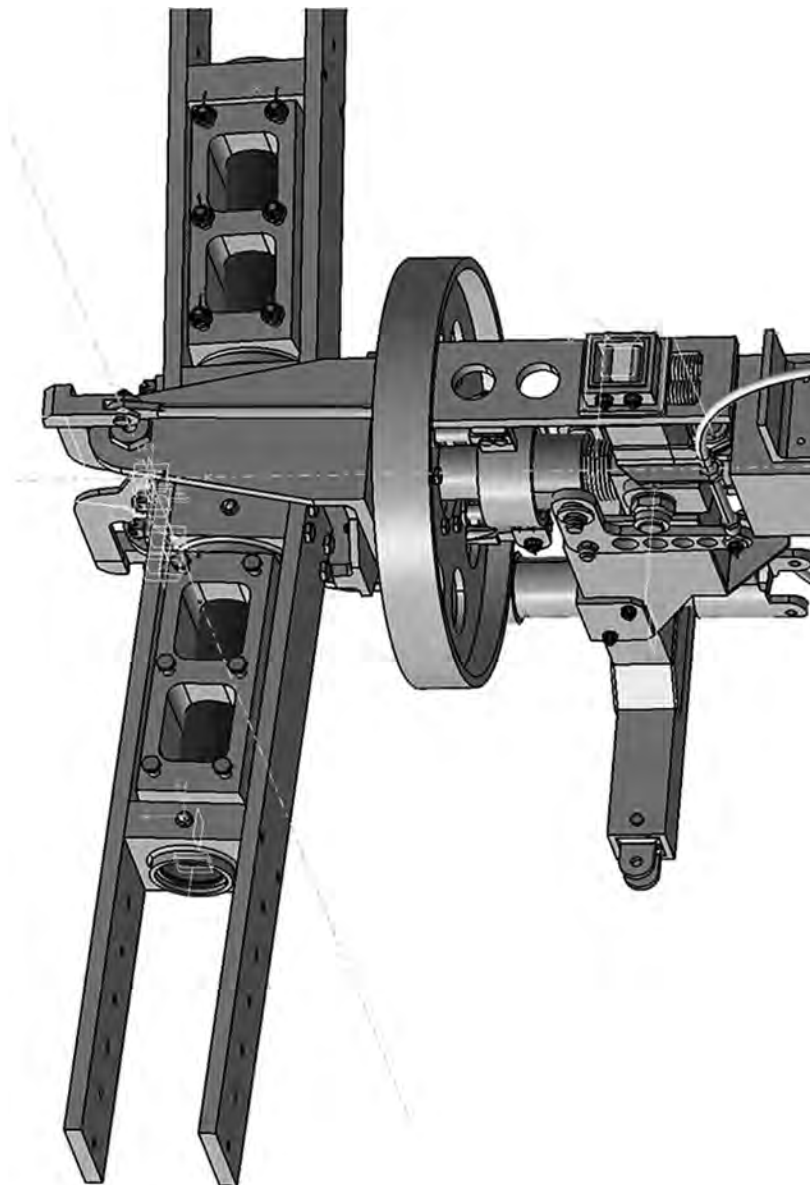
Do łopaty przykręcone są dwie nakładki, między którymi znajdują się dwie kostki. W tych kostkach są zamocowane łożyska igiełkowe, oringi uszczelniające oraz kalamitki do smarowania łożysk. Całość nałożona jest na oś, która z kolei wciśnięta jest w kostkę. Kostka mocowana jest do dwóch blach wahliwie zamocowanych na ceowniku. Ceownik obraca się na łożysku zamocowanym na osi. Oś z kolei mocowana jest przegubowo na dźwigni, która poprzez przegub mocowana jest do struktury związanej z kadłubem wiatrakowca. Do łopat przymocowane są dźwignie, które napędzane popychaczami powodują zmianę kąta ustawienia łopat.

Do ceownika, od góry, mocowana jest płytka, która spełnia także rolę zderzaka. Zderzak ten ogranicza obrót łopat od kąta $-1,5^\circ$ do kąta 8° , oraz ogranicza wahania łopat do kąta $\pm 10^\circ$. Do ceownika, od dołu przymocowane jest koło zębate, które jest jednocześnie tarczą hamulcową. Powyższe części zamocowane są na osi i względnie niej mogą się obracać. Poniżej koła zębatego, na osi, znajduje się tuleja, na którą poprzez łożysko nanizana jest tarcza sterująca. Tarcza sterująca może przemieszczać się względem tulei. Jednocześnie przemieszcza się względem koła

zębatego i obraca się razem z nim. Do tarczy sterującej podpięte są popychacze. Na tulei znajduje się oś, na którą nakłada się dźwignię sterującą skokiem łopaty. Jedno ramię dźwigni związane jest z końcówką bowdena, a drugie ramię z popychaczem. Ciągnąc za bowden, powodujemy zmianę skoku łopat wirnika. Dla bezpieczeństwa zastosowano dwa bowdeny, tak aby pracowały tylko na rozciąganie. Na dźwigni przed osią obrotu znajduje się prowadnica, w której może przemieszczać się wspornik szczęki hamulca. Pomiędzy dźwignią a wspornikiem szczęki hamulca znajdują się sprężyny, zapewniające szczelinę w czasie normalnej pracy wirnika. Po wylądowaniu wirnik pochyla się do przodu i likwidując tę szczelinę następuje hamowanie wirnika. Na dźwigni za osią obrotu znajduje się wspornik, w którym na dwu łożyskach obraca się wał. Na wale tym znajduje się sprzęgło jednokierunkowe, które osadzone jest w małym kole zębatego. Po przeciwnej stronie koła znajduje się przegub Cardana z możliwością przesuwu wzdłużnego.



Rys. 2. Widok na tarczę sterującą, dźwignię sterującą, hamulec



Rys. 3. Widok na głowicę po ukryciu bocznych blach wirnika

7. OPIS DZIAŁANIA GŁOWICY KOMPLETNEJ

Głowica przed startem posiada łopaty wirnika ustawione na kąt $-1,5^\circ$. Daje to zerową siłę nośną i najmniejsze opory aerodynamiczne, czyli potrzebna jest najmniejsza moc do rozpędzenia wirnika. Po rozpędzeniu wirnika do określonej prędkości możemy odłączyć napęd od silnika. W tym momencie zacznie działać sprzęgło jednokierunkowe i wał, który wcześniej napędzał wirnik, przestaje się kręcić. Obraca się duże i małe koło zębate. Gdy przestawimy łopaty pojawi się siła nośna na łopatach i spowoduje uniesienie się wiatrakowca. Jednocześnie, przy pracującym śmigle ciągnącym, wiatrakowiec zacznie przemieszczać się do przodu. Ze względu, że łopata wirnika posiada tylko jeden stopień swobody – nie licząc obrotu wokół osi głowicy (brak przegubów poziomych i pionowych) – w czasie rozpędzania występuje duży moment zginający, co znacząco wpływa na gabaryty, a tym samym i na masę głowicy.

Głowica wiatrakowca o zmiennym skoku łopaty jest konstrukcyjnie prostsza od głowicy śmigłowcowej. Natomiast jej masa jest większa od masy typowej głowicy wiatrakowca, ponieważ musi odebrać bardzo duży moment gnący, który nie występuje w głowicy z przegubami. Z tego powodu konieczne jest zastosowanie dość dużych łożysk igiełkowych o dużej średnicy i o dużym rozstawie.

8. PODSUMOWANIE

Głowica wiatrakowca jest nowatorskim rozwiązaniem, umożliwiającym start pionowy tego środka transportu. Przy starcie nie są wymagane długie pasy startowe ani nie są konieczne duże lotniska. Dzięki temu wiatrakowce mogą znaleźć szersze zastosowanie jako środek transportu wykorzystywany w celach rekreacyjnych przez prywatne osoby lub w celach gospodarczych, np. w turystyce, służbach ratowniczych itp.

LITERATURA

- [1] **Bratuchin J. P.:** *Projektowanie i konstrukcje śmigłowców.* PWT 1958.
- [2] **Witkowski R.:** *Budowa i pilotaż śmigłowców.* WKiŁ Warszawa 1986.
- [3] **Szabelski K., Jancelewicz B., Łucjanek W.:** *Wstęp do konstrukcji śmigłowców.* WKiŁ 1995.
- [4] *Ilustrowany Leksykon Lotniczy: Napędy.* WKiŁ 1993.

M. Delega

ROTOR HEAD OF GYROPLANE WITH VERTICAL TAKE OFF POSSIBILITY

Abstract

Following publication shows the design of gyroplane head designing by Institute of Aviation under grant supported by European Community.