

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS OCHRONNY**
WZORU UŻYTKOWEGO (19) **PL** (11) **70567**

(21) Numer zgłoszenia: **125482**

(22) Data zgłoszenia: **12.08.2016**

(13) **Y1**

(51) Int.Cl.
F03D 1/04 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)

(54)

Tunelowa turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu wirnika

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

26.02.2018 BUP 05/18

(45) O udzieleniu prawa ochronnego ogłoszono:

28.02.2019 WUP 02/19

(73) Uprawniony z prawa ochronnego:

STASZÓR ROMAN JAN,
Piotrków Trybunalski, PL

(72) Twórca(y) wzoru użytkowego:

ROMAN JAN STASZÓR,
Piotrków Trybunalski, PL

PL 70567 Y1

Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest jednostopniowa, konfuzorowo-dyfuzorowa turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu wirnika, przetwarzająca energię kinetyczną powietrza na obrotową energię mechaniczną, która następnie transformowana jest na energię elektryczną w generatorze prądu.

Rozwój tunelowych turbin wiatrowych ukierunkowany jest głównie na wyeliminowanie strat wynikających z wirów pojawiających się na końcach łopatek oraz możliwości odzyskania większej ilości energii poprzez dodatkowy przyrost prędkości powietrza przepływającego przez wirnik zabudowany w gardzieli dyfuzora. Znanych jest bardzo wiele różnych rozwiązań jednostopniowych, konfuzorowo-dyfuzorowych turbin wiatrowych o poziomej osi obrotu wirnika, których konstrukcja zapewnić ma uzyskanie wysokiego wskaźnika mocy z powierzchni zakreślanej wirnikiem $[W/m^2]$. Warunkiem jest przyspieszenie i zwiększenie masy strumienia powietrza w gardzieli, co wymaga zachowania możliwie laminarnego przepływu powietrza przez dyfuzor przy dużym kącie rozwarcia. Znanych jest wiele turbin wiatrowych o rozwiązaniach wykorzystujących zawirowania do wspomagania stabilizacji strumienia powietrza przepływającego przez dyfuzor i zapobiegania odrywaniu się strumienia powietrza od ścianki w strefie rozwartej wylotu z dyfuzora, jak i w osi za gondolą piasty wirnika.

Z uwagi na cel pełnego wykorzystania energii wiatru, w dotychczasowych rozwiązaniach turbin tunelowych stosowane są dopuszczalnie małe szczeliny między górnymi końcami łopatek i powierzchnią gardzieli oraz praktycznie bezszczelinowe połączenie z piastą. W doborze wymiaru szczeliny górnej uwzględniane są tylko uwarunkowania montażowo-ruchowe: wydłużenie łopat obciążonych siłą odśrodkową i promieniowe „bicie” przy dopuszczalnym zużyciu łożyskowania piasty. Wytwarzane w tak małych szczelinach – praktycznie nie przekraczających wymiarów w zakresie od 1 mm dla konstrukcji o mniejszych średnicach, do kilkunastu milimetrów dla większych konstrukcji dyfuzorowych o średnicach oscylujących w granicach 10 m, zwykle nie przekraczających 0,05% promienia gardzieli – zawirowania powietrza mają znikomo małą energię i ich wpływ na przepływ powietrza za wirnikiem w części podciśnieniowo-rozbieżnej dyfuzora jest znikomo mały, zwykle uznawany jako niepożądany.

Znane są rozwiązania turbin tunelowych, przedstawione między innymi w opisach patentowych WO2009063599, WO2014134032 i JP2003278635, w których na końcu dyfuzora znajduje się odsadzony prostopadle na zewnątrz kołnierz, za którym powstają podciśnienie oraz obwodowe, wzdłuż krawędzi kołnierza, zawirowania o osiach leżących w płaszczyźnie prostopadłej do osi dyfuzora. Znane jest również rozwiązanie przedstawione w opisie JP2006152854 z wirnikiem usytuowanym w płaszczyźnie gardzieli dyfuzora, którego ścianka ma w przekroju poprzecznym profil lotniczy. Powierzchnia wewnętrzna ścianki dyfuzora, w pobliżu wylotu, jest perforowana wieloma dyszami, które przez kanały prowadzone przez żebra łączące dyfuzor z gondolą połączone są z dyszą ssącą, usytuowaną w osi tylnego końca gondoli. Występujące za gondolą podciśnienie powoduje zasysanie powietrza przez otwory z rozwartej strefy końcowej dyfuzora, z korzystnym skutkiem przysysania warstw przyściennych przepływającego powietrza do ścianki dyfuzora i efektem stabilizacji przepływu powietrza.

Oprócz powyżej wymienionych znane jest także rozwiązanie turbiny przedstawionej opisem patentowym US4720640, zawierające nieruchomy dyfuzor w postaci bryły obrotowej, której ścianka w przekroju osiowym ma kształt wklęsło-wypukły skierowany noskiem w stronę napływającego powietrza. W płaszczyźnie gardzieli dyfuzora usytuowany jest wirnik z łopatkami, które dolnymi końcami połączone są z łożyskowaną współosiowo z dyfuzorem piastą. Obrys piasty jest zgodny z opływowym profilem gondoli, która połączona jest promieniowymi żebrami z dyfuzorem, usytuowanymi przed wirnikiem. Górne końce łopatek połączone są z obrotowym pierścieniem usytuowanym w pierścieniowej wnęce dyfuzora, przy czym powierzchnia wewnętrzna pierścienia tworzy strefę gardzieli dyfuzora. Opis przedstawia dwa możliwe wykonania turbiny: z generatorem prądu zabudowanym w pierścieniowej wnęce dyfuzora oraz z prądnicą zabudowaną w gondoli i której rotor napędzany jest od piasty wirnika.

Rozwiązanie turbiny według niniejszego wzoru użytkowego ma zwiększyć sprawności tunelowej turbiny wiatrowej przez zintensyfikowanie korzystnego wpływu zawirowań w celu zmniejszenia sumarycznych oporów przepływu i zwiększenia strumienia masy powietrza przepływającego przez turbinę.

Turbina według wzoru ma podobnie jak w powyżej opisanych rozwiązaniach dyfuzor w postaci rurowej bryły obrotowej, o ściance mającej w przekroju osiowym kształt wklęsło-wypukłego profilu lotniczego, który skierowany jest noskiem w stronę napływającego powietrza, a tylnym końcem odchylony jest na zewnątrz, ponadto który przez kierunkowy zespół łożyskowy o pionowej osi obrotu podparty jest na maszcie turbiny. Wirnik z łopatkami obraca się w płaszczyźnie gardzieli dyfuzora, ze szczeliną górną między górnymi końcami łopatek i powierzchnią gardzieli, a dolne końce łopatek połączone są z piastą

łożyskowaną w gondoli o opływowym profilu. Gondola połączona jest współosiowo z dyfuzorem przez promieniowe żebra, zabudowane przed wirnikiem. Istota rozwiązania według wzoru polega na tym, że dolne końce łopatek połączone są z piastą przez jeden prętowy łącznik, który tworzy szczelinę dolną między łopatką i piastą. Stosunki wymiarów szczelin górnych i dolnych do długości cięciw profili na odpowiadających im końcach łopatki mają wartości w zakresie od 0,1 do 0,5.

Korzystną jest postać wzoru, w której pobocznicą gondoli ma kształt będący zwierciadlanym odbiciem odcinka profilu powierzchni wewnętrznej dyfuzora, którego końce wyznaczają punkty przecięcia się linii prostej równoległej do osi dyfuzora a prowadzonej przez czołowy punkt natarcia noska dyfuzora i punkt profilu na jego rozwartej powierzchni wewnętrznej.

Wytwornicę prądu elektrycznego w powyżej zdefiniowanych postaciach turbiny stanowi prądnica zabudowana w gondoli, której rotor napędzany jest od piasty wirnika.

W kolejnej zalecanej postaci wzoru turbina posiada obrotowy pierścień usytuowany w obwodowej wnęce dyfuzora, połączony przez dwa prętowe łączniki z górnymi końcami łopatek. Łączniki tworzą szczelinę górną, przy czym powierzchnia wewnętrzna obrotowego pierścienia ma kształt gardzieli dyfuzora.

W takiej postaci turbiny z obrotowym pierścieniem, korzystnym jest, gdy obwodową wnękę stanowi okrągła rama nośna o ceowym przekroju poprzecznym, otwartym w kierunku osi obrotu wirnika. Do ramy nośnej zamocowane są kompozytowe powłoki wyznaczające profil lotniczy dyfuzora oraz dolny człon z zespołem łożyskowania kierunku wiatru.

Wytwornicę prądu elektrycznego w turbinie z obrotowym pierścieniem stanowi generator prądu zabudowany wewnątrz ramy nośnej. Jego magnesy trwale zamocowane są na zewnętrznym obwodzie obrotowego pierścienia a cewki indukcyjne ustalone do ramy nośnej.

W turbinach wykonanych według przedstawionych postaci wzoru, elementy o znacznych wymiarach gabarytowych: dyfuzor, jego rama nośna, powłoki profilu lotniczego, obrotowy pierścień i elementy generatora prądu podzielone są na obwodowe wycinki o wymiarach maksymalnych umożliwiających transport w standardowych kontenerach. Wycinki te w miejscu montażu i pracy turbiny łączone są ze sobą w wymagany kształt roboczy.

Przedstawione rozwiązanie turbiny według wzoru użytkowego w warstwach przyściennych dyfuzora i gondoli generuje struktury wirowe o osiach zasadniczo równoległych do osi dyfuzora, mające znaczącą energię, a jednocześnie minimalizujące struktury wirowe o osiach prostopadłych. Oddziaływanie tak wywołanych zawirowań zwiększa energię warstwy przyściennej oraz tworzy zmiany ciśnieniowe przeciwdziałające odrywaniu się strug powietrza od powierzchni zarówno dyfuzora, jak i gondoli. Opory przepływu korzystnie minimalizuje obwodowa symetryzacja przepływu uzyskana przez zwierciadlane ukształtowanie dyfuzora i gondoli. Zastosowanie szczelin na obu końcach łopat wirnika pozwala na uzyskanie laminarnego przepływu przy znacznie rozwartym dyfuzorze. Efektem jest uzyskanie większej mocy z roboczej powierzchni zakreślanej wirnikiem turbiny.

Tunelowa turbina według wzoru użytkowego pokazana jest na rysunku, którego poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1 – widok czołowy turbin od strony wlotu powietrza, przedstawiający:

- na górnej połowie postać wzoru z łopatkami wirnika połączonymi na obu końcach przez łączniki z obrotowym pierścieniem i z piastą gondoli, a
- na połowie dolnej postać bez obrotowego pierścienia, z łopatkami wirnika połączonymi na dolnym końcu przez jeden łącznik z piastą,

Fig. 2 – przekrój osiowy według linii A-A z Fig. 1,

Fig. 3 – szczegół B rysunku z Fig. 2,

Fig. 4 – przekrój poprzeczny według linii C-C z Fig. 3,

Fig. 5 – szczegół D rysunku z Fig. 2,

Fig. 6 – przekrój poprzeczny według linii E-E z Fig. 5,

Fig. 7 – przekrój osiowy przez dyfuzor i gondolę z oznaczeniem charakterystycznych wymiarów,

Fig. 8 – widok perspektywiczny ramy nośnej turbiny z obrotowym pierścieniem,

Fig. 9 – szczegół F rysunku z Fig. 8,

Fig. 10 – szczegół G rysunku z Fig. 8,

Fig. 11 – widok perspektywiczny w ujęciu „rozstrzelonym”, rozczłonkowanych elementów turbiny, w postaci z obrotowym pierścieniem i generatorem prądu w dyfuzorze.

Tunelowa turbina według wzoru użytkowego ma podobnie jak w znanych rozwiązaniach, dyfuzor 1 i wirnik 2, który łożyskowany jest piastą 3 w gondoli 4 ustalonej współosiowo przez trzy promieniowe żebra 5 przed gardzielą R; dyfuzora 1. Dyfuzor 1 ma postać rurowej bryły obrotowej, której ścianka

w przekroju osiowym ma kształt wklęsło-wypukłego profilu lotniczego. Profil lotniczy dyfuzora 1 skierowany jest noskiem w stronę napływającego powietrza. Dyfuzor 1 w dolnym punkcie zewnętrznej ścianki pobocznicy ma gniazdo zespołu łożyskowego 6, którym turbina nastawiana jest na kierunek wiatru względem pionowej osi obrotu i którym jest podparta na nie pokazanym na rysunku maszcie. Wirnik 2, o przykładowo jedenastu łopatkach 7, wiruje w płaszczyźnie gardzieli R_t dyfuzora 1.

Na Fig. 1 przedstawione są dwie podstawowe postacie wykonania turbiny według wzoru użytkowego. W postaci pokazanej na górnej połówce Fig. 1 górne końce łopatek 7 połączone są dwoma prętowymi łącznikami 8 z obrotowym pierścieniem 9 usytuowanym we wnętrzu 10 dyfuzora 1. Powierzchnia wewnętrzna obrotowego pierścienia 9 ma kształt profilu gardzieli R_t dyfuzora 1. Natomiast w wykonaniu według postaci pokazanej na połówce dolnej Fig. 1 górne końce łopatek 7 są swobodne. Dolne końce łopatek 7 w obu postaciach połączone są jednym trzpieniowym łącznikiem 8 tworzącym szczelinę dolną z2 do piasty 3, mającej obrys zgodny z opływowym profilem gondoli 4. Między górnymi końcami łopatek 7 a powierzchnią gardzieli R_t dyfuzora 1 występują szczeliny górne z1, które w postaci pokazanej na górnej połówce z obrotowym pierścieniem 9 wyznaczone są długością prętowych łączników 8. Dolne końce łopatek 7 odsunięte są od powierzchni piasty 3 o wymiar szczeliny dolnej z2 wyznaczonej długością trzpienia 8, zamocowanego do dolnych końców łopatek 7 i do piasty 3. Wymiary szczeliny górnej z1 i szczeliny dolnej z2 mogą być równe względnie różne, ale zawsze ich wartości mieszczą się w zakresie od 0,1 do 0,5 długości cięciw c_1 i c_2 profili na odpowiadających im końcom łopatki 7 – co zobrazowano na figurach 4 i 6 rysunku.

Istotną dla wzoru jest obwodowa symetryzacja przepływu przez dyfuzor 1, co osiągnięte zostało w wyniku ukształtowania gondoli 4 według zwierciadlanego odbicia odcinka profilu L_h powierzchni wewnętrznej dyfuzora 1. Odcinek L_h tej krzywej wyznaczają punkty przecięcia się linii prostej l_i równoległej do osi O-O dyfuzora 1 i prowadzonej przez czołowy punkt natarcia noska 17 dyfuzora 1 oraz punkt l_h przecięcia się prostej l_i z profilem części rozwartej dyfuzora 1.

W prototypowym wykonaniu turbiny według wzoru, z dyfuzorem 1 określonym wymiarami na Fig. 7 oraz wirnikiem 2, które współpracują ze sobą przy:

szczelinach: górnej z1 = 30 mm i dolnej z2 = 20 mm

oraz dyfuzorze o

promieniu gardzieli R_t = 2353,50 mm,

promieniu otworu wlotowego R_i = 2619,25 mm,

promieniu otworu wylotowego R_o = 3650 mm,

promieniu gondoli R_h = 259 mm,

długości dyfuzora L_d = 3381 mm,

długości gondoli L_h = 2113 mm, i

długościach (według Fig. 4 i 6):

cięciwy górnego końca łopatki c_1 = 71 mm,

cięciwy dolnego końca łopatki c_2 = 161 mm,

wartości: z_1/c_1 = 0,42, a z_2/c_2 = 0,12, które występują w wyróżnionym, znamionym zakresie wzoru użytkowego: od 0,1 do 0,5.

Obwodową wnękę 10 w dyfuzorze 1 dla obrotowego pierścienia 9 tworzy okrągła rama nośna 11 o przekroju poprzecznym otwartym w kierunku osi dyfuzora O-O i do której zamocowane są: kompozytowe powłoki przednia 12 i tylna 13, wyznaczające profil lotniczy dyfuzora 1, oraz człon dolny 14 z zespołem łożyskowym 6 kierunku wiatru. W wykonaniu postaci turbiny bez obrotowego pierścienia 9, wytwornicą prądu jest prądnica 15 zabudowana w gondoli 4 z rotorem napędzanym od piasty 3 wirnika 2. Natomiast w wykonaniu wzoru w postaci z obrotowym pierścieniem 9 generator prądu 16 zabudowany jest wewnątrz ramy nośnej 11, z magnesami trwałymi zamocowanymi na zewnętrznym obwodzie obrotowego pierścienia 9 oraz z cewkami indukcyjnymi ustalonymi do ramy nośnej 11.

W turbinach według wzoru o dużej mocy, których znaczne wymiary stanowią trudności w transporcie po drogach publicznych, dyfuzor 1, jego rama nośna 11, powłoki 12, 13, 14 profilu lotniczego, obrotowy pierścień 9 i elementy generatora prądu 16 podzielone są obwodowo na wycinki o wymiarach maksymalnych umożliwiających transport w standardowym kontenerze. W miejscu zabudowy turbiny są one montażowo łączone ze sobą środkami złącznymi 18 w wymagany kształt roboczy.

Wykaz oznaczeń na rysunku

1. dyfuzor
2. wirnik

- 3. piasta
- 4. gondola
- 5. żebro
- 6. zespół łożyskowy
- 7. łopatka
- 8. łącznik
- 9. obrotowy pierścień
- 10. wnęka
- 11. rama nośna
- 12. przednia powłoka profilu
- 13. tylna powłoka profilu
- 14. człon dolny z zespołem łożyskowym
- 15. prądnica
- 16. generator prądu
- 17. nosek profilu lotniczego
- 18. środek złączny

- z1 szczelina górna
- z2 szczelina dolna
- c1 długość cięciwy górnego końca łopatki
- c2 długość cięciwy dolnego końca łopatki
- O-O oś dyfuzora
- l_i linia prosta, równoległa do osi dyfuzora
- l_h punkt przecięcia się linii p z pow. wewnętrzną dyfuzora
- R_t promień gardzieli dyfuzora
- R_i promień otworu wlotowego
- R_h promień piasty gondoli
- R_o promień otworu wylotowego
- L_d długość dyfuzora
- L_h długość gondoli

Zastrzeżenia ochronne

1. Tunelowa turbina wiatrowa o poziomej osi obrotu wirnika, zawierająca:
 - dyfuzor (1) w postaci rurowej bryły obrotowej, o ścianie mającej w przekroju osiowym kształt wklęsło-wypukłego profilu lotniczego skierowanego noskiem (17) w stronę napływającego powietrza a tylnym końcem odchylonego na zewnątrz, oraz który przez kierunkowy zespół łożyskowy (6) o pionowej osi obrotu podparty jest na maszcie turbiny, oraz
 - wirnik (2) z łopatkami (7), obracającymi się w płaszczyźnie gardzieli (R_t) dyfuzora (1), ze szczeliną górną (z1) między górnymi końcami łopatek (7) i powierzchnią gardzieli (R_t) a których dolne końce połączone są z piastą (3) łożyskowaną w gondoli (4) o opływowym profilu, przy czym gondola (4) połączona jest współosiowo z dyfuzorem (1) przez promieniowe żebra (5), zabudowane przed wirnikiem (2),

znamienna tym, że dolne końce łopatek (7) połączone są z piastą (3) przez jeden prętowy łącznik (8) tworzący szczelinę dolną (z2) między łopatką (7) i piastą (3), przy czym stosunki wymiarów szczelin górnych (z1) i dolnych (z2) do długości cięciw (c1, c2) profili na odpowiadających im końcach łopatki (7) mają wartości w zakresie od 0,1 do 0,5.
2. Turbina według zastrz. 1, **znamienna tym**, że pobocznica gondoli (4) ma kształt będący zwierciadlanym odbiciem odcinka (L_h) profilu powierzchni wewnętrznej dyfuzora (1), którego końce wyznaczają punkty przecięcia się linii prostej (l_i) równoległej do osi dyfuzora (O-O) a prowadzonej przez czołowy punkt natarcia noska (17) dyfuzora (1) i punkt (l_h) przecięcia się z profilem na jego rozwartej powierzchni wewnętrznej.
3. Turbina według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że posiada prądnicę (15) zabudowaną w gondoli (4), której rotor napędzany jest od piasty (3) wirnika (2).

4. Turbina według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że posiada obrotowy pierścień (9) usytuowany w obwodowej wnęce (10) dyfuzora (1), połączony przez dwa prętowe łączniki (8) z górnymi końcami łopatek (7) tworząc szczelinę górną (z1), przy czym powierzchnia wewnętrzna obrotowego pierścienia (9) ma kształt gardzieli (R_t) dyfuzora (1).
5. Turbina według zastrz. 4, **znamienna tym**, że obwodową wnękę (10) stanowi okrągła rama nośna (11) o ceowym przekroju poprzecznym otwartym w kierunku osi dyfuzora (1) i do której zamocowane są kompozytowe powłoki (12, 13) wyznaczające profil lotniczy dyfuzora (1) i dolny człon (14) zespołu łożyskowania (6) kierunku wiatru.
6. Turbina według zastrz. 5, **znamienna tym**, że wewnątrz ramy nośnej (11) zabudowany jest generator prądu (16), z magnesami trwałymi zamocowanymi na zewnętrznym obwodzie obrotowego pierścienia (9) i z cewkami indukcyjnymi ustalonymi do ramy nośnej (11).
7. Turbina według zastrz. 1 albo 6, **znamienna tym**, że dyfuzor (1), jego rama nośna (11), powłoki (12, 13) profilu lotniczego, obrotowy pierścień (9) i elementy generatora prądu (16) podzielone są na obwodowe wycinki o wymiarach maksymalnych umożliwiających transport w standardowym kontenerze, a które podczas montażu łączone są środkami złącznymi (18) w wymagany kształt roboczy turbiny.

Rysunki

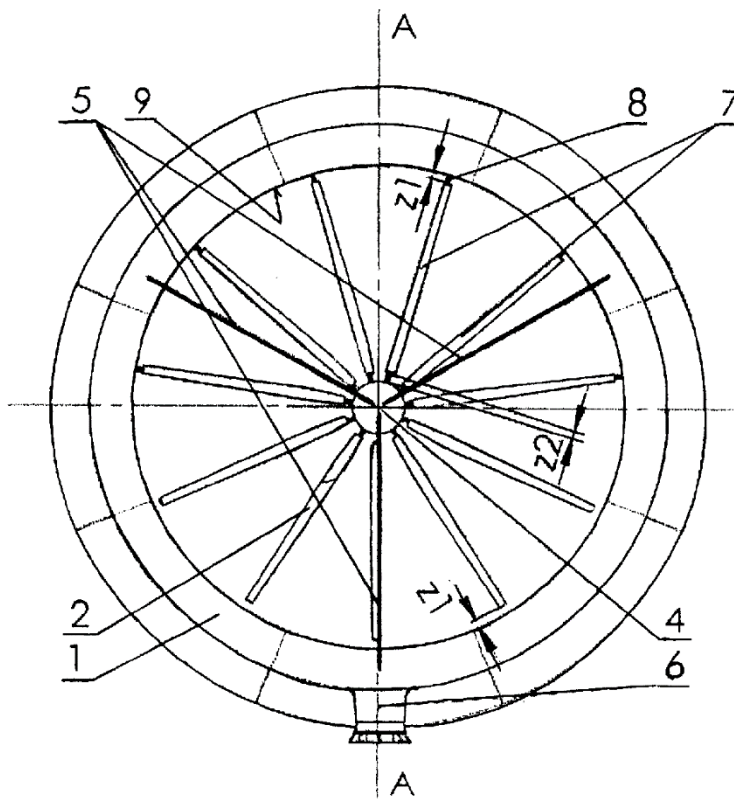


Fig.1

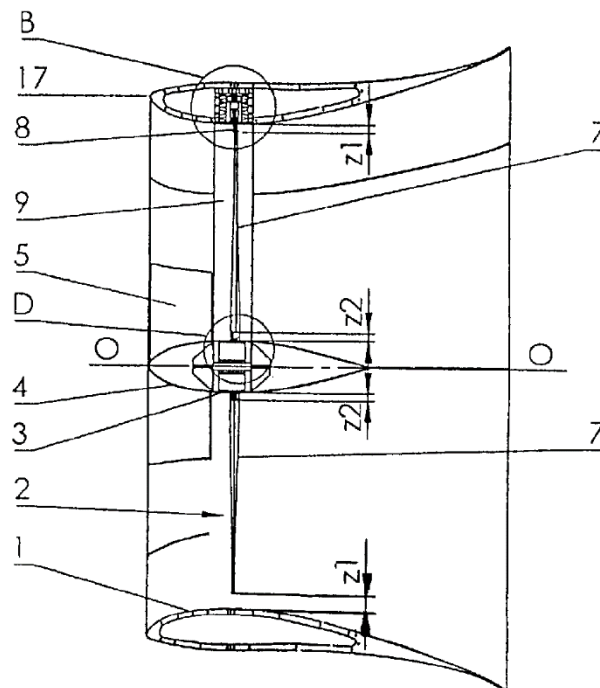


Fig.2

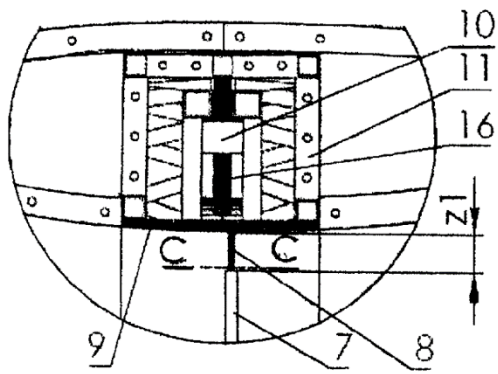


Fig. 3

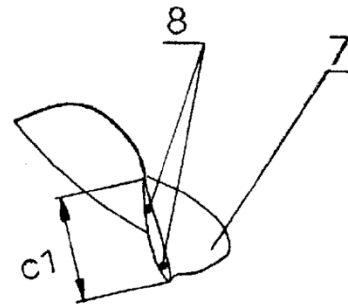


Fig. 4

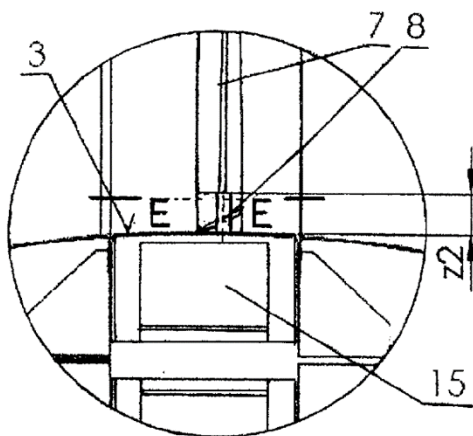


Fig. 5

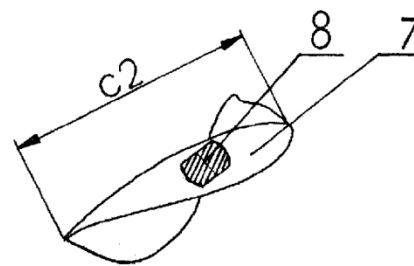


Fig. 6

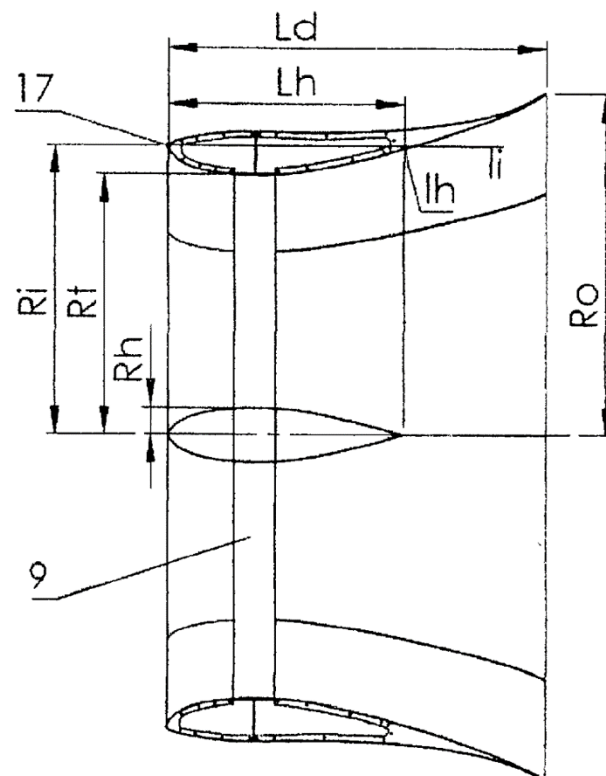


Fig. 7

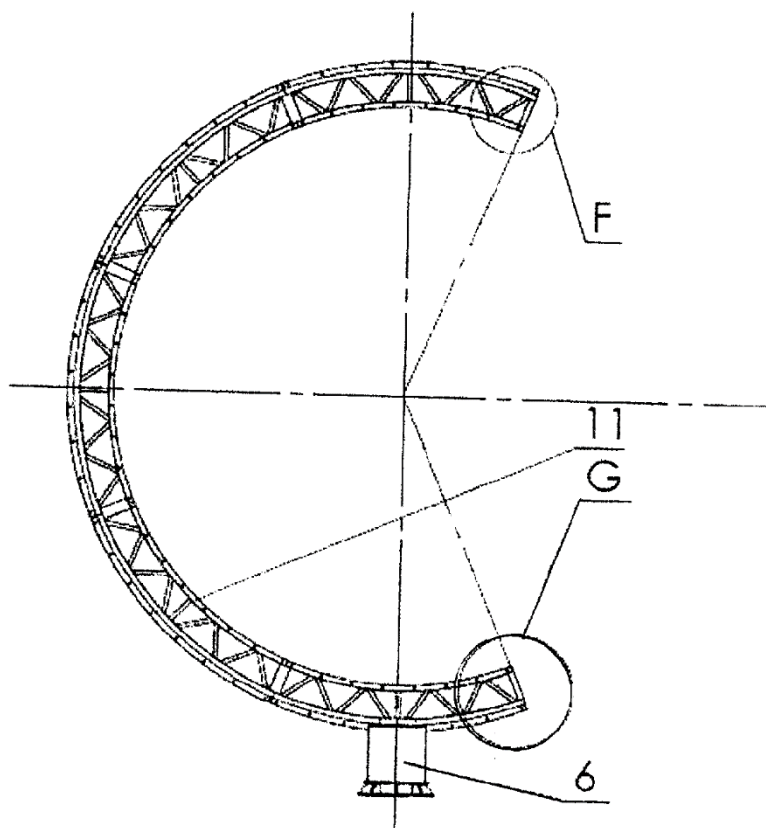


Fig.8

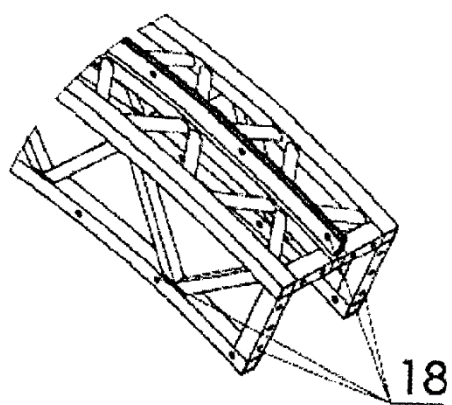


Fig.9

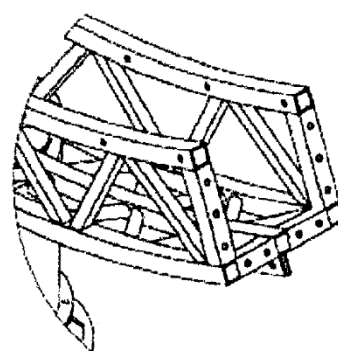


Fig.10

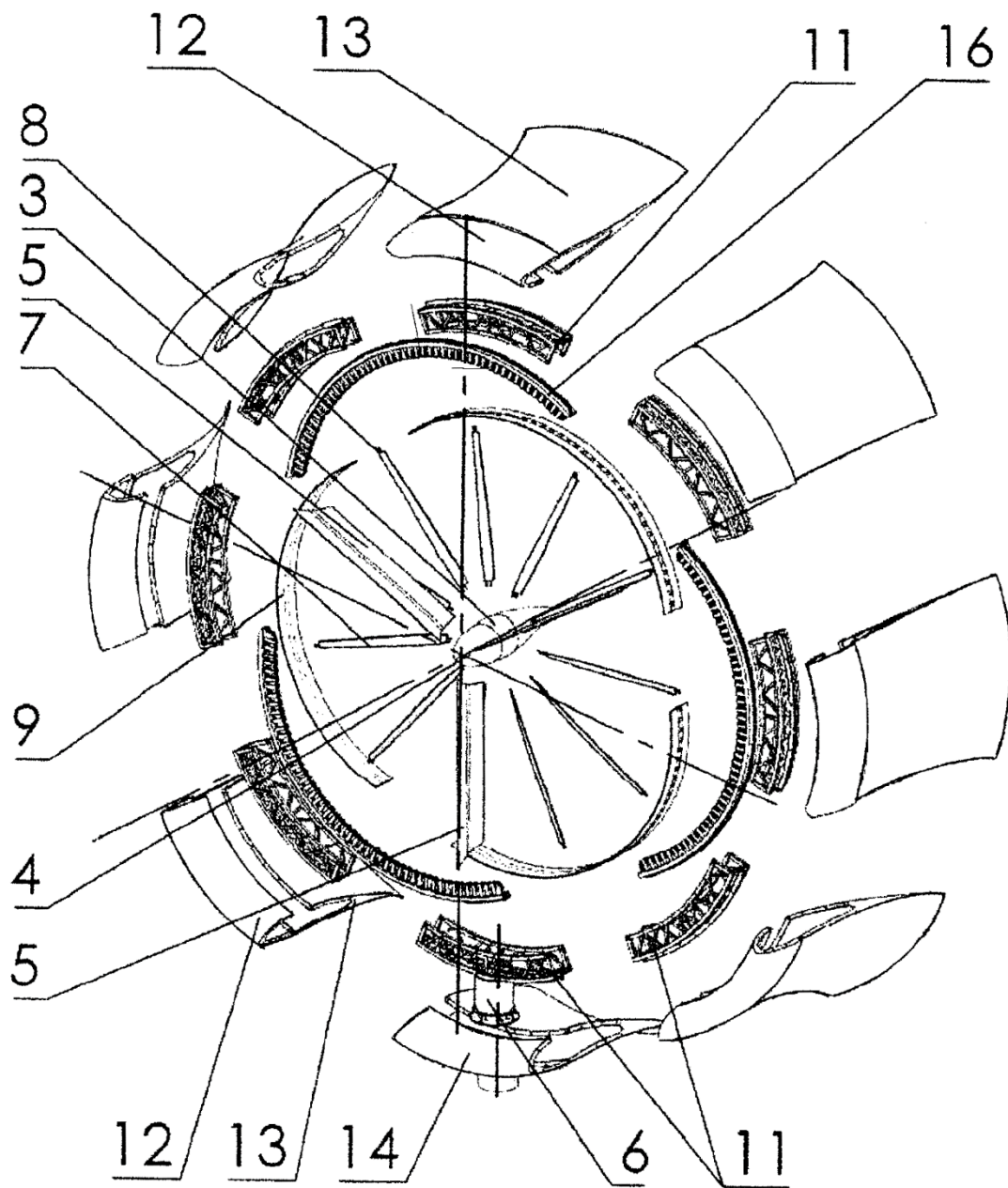


Fig.11