



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 272252

51 IntCl⁵:
F03D 3/00
F03B 13/14

22 Data zgłoszenia: 03.05.1988

54

Ciepłownia wiatrowa i fali morskiej

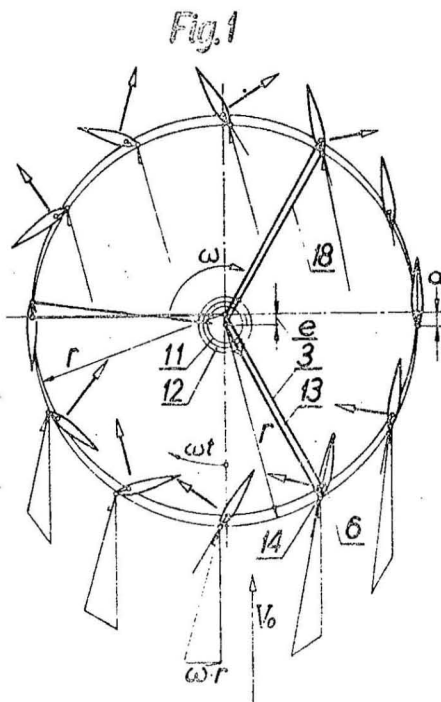
43 Zgłoszenie ogłoszono:
20.02.1989 BUP 04/89

45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.1992 WUP 07/92

73 Uprawniony z patentu:
Politechnika Lubelska, Lublin, PL

72 Twórca wynalazku:
Wacław Mączka, Lublin, PL

57 Ciepłownia wiatrowa i fali morskiej składająca się z wirnika wiatrowo-wodnego napędowego z pionowymi łopatkami o profilu lotniczym, z którego wał rurowy jest z wałem maszyny grzewczej połączony i posiada wirnik napędowy o długości par poziomych ramion równej r między osią wału z nimi połączonych i osadzonego na maszcie a osią łożyskowania łopaty w parze ramion wyposażony w przestrzeni między końcami dolnymi łopat a podstawą masztu w obrotową poziomo platformę z wysięgnikiem i płatem orientującym oraz z pierścieniem stałym osadzonym w jej prowadnicach, na który nałożony jest obrotowo pierścień korby głównej o długości r między środkami pierścienia i tulei tej korby, połączonych jej łącznikami nałożonej jednocześnie na czop dolnego końca łopaty z zachowaniem odległości „ a ” między osiami czopa i jej łożyskowania w parze ramion mierzonych równoległe do cięciwy profilu łopaty w kierunku jej krawędzi natarcia i mechanizm rozrządu stabilizacji obrotów wirnika wiatrowo-wodnego składający się z kompletnego cylindra przymocowanego do korby głównej, przy czym maszyna grzewcza ma wirnik łopatkowy z płaszczem cylindrycznym opasującym sztywno łopatkę bezpośrednio sprzężony z wałem wirnika wiatrowo-wodnego umieszczonego w cylindrze korpusu maszyny grzewczej razem z dwoma wirnikami pięciowrębowymi o średnicach równych połowie średnicy wirnika łopatkowego równej średnicy wewnętrznej jego płaszcza z luzem między sobą, sprzężonymi kołami zębatymi z wirnikiem łopatkowym, zaamienna tym, że maksymalna wartość mimośrodka (e) stałego pierścienia (11) mierzona od osi wału (2) jest mniejsza od wielkości (a) i wynosi



CIEPŁOWNIA WIATROWA I FALI MORSKIEJ

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Ciepłownia wiatrowa i fali morskiej składająca się z wirnika wiatrowo-wodnego napędowego z pionowymi łopatomy o profilu lotniczym, z którego wał rurowy jest z wałem maszyny grzewczej połączony i posiada wirnik napędowy o długości par poziomych ramion równej r między osią wału z nimi połączonymi i osadzonego na maszcie a osią łożyskowania łopaty w parze ramion wyposażony w przestrzeni między końcami dolnymi łopat a podstawę masztu w obrotową poziomo platformę z wysięgnikiem i płatem orientującym oraz z pierścieniem stałym osadzonym w jej prowadnicach, na który nałożony jest obrotowo pierścień korby głównej o długości r między środkami pierścienia i tulei tej korby, połączonych jej łącznikiem nałożonej jednocześnie na czop dolnego końca łopaty z zachowaniem odległości "a" między osiami czopa i jej łożyskowania w parze ramion mierzonej równoległe do cięciwy profilu łopaty w kierunku jej krawędzi natarcia i mechanizm rozrządu stabilizacji obrotów wirnika wiatrowo-wodnego składający się z kompletnego cylindra przymocowanego do korby głównej, przy czym maszyna grzewcza ma wirnik łopatkowy z płaszczem cylindrycznym opasującym sztywno łopatki bezpośrednio sprzężone z wałkiem wirnika wiatrowo-wodnego umieszczonego w cylindrze korpusu maszyny grzewczej razem z dwoma wirnikami pięciowrębowymi o średnicach równych połowie średnicy wirnika łopatkowego równej średnicy wewnętrznej jego płaszcza z luzem między sobą, sprzężonymi kołami zębatymi z wirnikiem łopatkowym, z n a m i e n n a t y m, że maksymalna wartość mimośrodu $/e/$ stałego pierścienia $/11/$ mierzonego od osi wału $/2/$ jest mniejsza od wielkości $/a/$ i wynosi $\sim 0,9a$ i jest nastawialną podataką płaskiego czworoboku przegubowego sterującego kątem $/\beta/$ nastawiania łopat $/6/$, zaś cylinder rozrządu $/21/$ sprzężony jest z tuleją $/22/$ gwintem kulkowym, w którego ściankach znajdują się trzy otwory $/x, y, z/$ w pionowej płaszczyźnie osiowej w neutralnym położeniu osiowym i kątowym tulei $/22/$ względem cylindra rozrządu $/21/$ i rozmieszczone są w trzech przekrojach poprzecznych otworów $/x, y, z/$ w ten sposób aby otwór $/z/$ był otworem górnym, a otwory dolne $/x$ i $/y/$ do niego symetryczne przysięgnięte jednocześnie parę tłoczków $/23$ i $24/$ w tej tulei w ich położeniu neutralnym, która to para tłoczków z lewego końca poprzez eprężynę $/25/$ łączy się z cylindrem rozrządu $/21/$ a prawy jej koniec łączy się z wałkiem $/27/$ sprzęgającym tuleję $/22/$ poprzez rolkę $/29/$ zaś wałek $/27/$ zakończony jest ciężarkiem $/31/$ na ramieniu $/32/$ osłoniętym owlewką $/67/$, natomiast każdy wręb wirnika wrębowego $/38/$ ma zarys dwóch łuków dwóch cykloid przechodzących stycznie przy jego krawędzi w łuki okręgów $/B,C/$ zaokrąglenia o środkach na powierzchni zewnętrznej wirników wrębowych, a rzeczywisty zarys współpracującej łopatki $/36/$ z wrębem zawiera dwa odcinki prostych $/b, c/$ przechodzących przez najbliższe sobie punkty styczności z okręgami $/B,C/$ i przecinającymi się w punkcie między tą łopatką a okręgiem $/K/$ zaokrąglenia, do którego są styczne, umieszczonym współśrodkowo z osią wirnika łopatkowego.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest ciepłownia wiatrowa i fali morskiej przetwarzająca energię wiatru i fali morskiej w energię cieplną w pneumatycznej maszynie grzewczej bezpośrednio sprzężonej z wałem wirnika wiatrowo-wodnego.

Dotychczas współczesne siłownie wiatrowe produkowane seryjnie w Europie Zachodniej i USA są nastawione na produkcję energii elektrycznej niezależnie od ich mocy, a ciepło uzyskuje się z grzejników elektrycznych oporowych lub z instalacji obiegu parowego ze sprężarką grzejną napędzaną silnikiem elektrycznym. Typowym układem konstrukcyjnym jest śmigło typu lotniczego dwu lub trójłopatkowe o zmiennym skoku sterowane procesorem, sprzęgnięte poprzez dwustopniową przekładnię zębatą z wolnobieżną sześciobiegunową prądnicą, przy czym cały układ mieści się w głowicy z platformą orientacji na wiatr sterowaną procesorem i umieszczoną na szczycie wieży. Konstrukcje te charakteryzują się współczynnikiem

sprawności od 0,40 do 0,50 przy wyróżniku szybkobieżności końca łopaty w granicach od 7 do 12. Niedogodnością tych konstrukcji jest duża masa i strata uzyskanej przez śmigło energii w przekładni, w prądniccy oraz w procesie tyrystorowego przekształcania energii elektrycznej przesyłanej do sieci energetycznej. Odmienne rozwiązanie konstrukcyjne siłowni jest przedstawione w patencie USA nr 4 648 801, w którym śmigło przez przekładnię obiegową napędza sprężarkę odśrodkową powietrza. Cały układ jest umieszczony w obrotowej nastawialnej głowicy osadzonej na szczycie wieży z wewnętrznym kanałem odprowadzającym sprężone powietrze na dół do zbiornika lub przetwarzania na energię elektryczną. Niedogodnością tej konstrukcji jest konieczność stosowania przekładni o dużym przełożeniu i niskie ciśnienie powietrza sprężonego. Znane są również siłownie typu Darrieus zbudowane w 1986 roku przez firmę Flo Wind i zainstalowane w Kalifornii w USA. Wirnik o pionowej osi stanowią dwie wstęgi aluminiowe wygięte w łuki, których końce przymocowane są do rurowego wału osadzonego na maszcie z odciegami linowymi. Konstrukcja ma mniejszy wyróżnik szybkobieżności i niską wartość współczynnika sprawności poniżej 0,35. Znany jest wirnik złożony z dwóch gwiazd dwu lub trójramiennych połączonych wałem o pionowej osi, których końce równoległych dwóch lub trzech par ramion poziomych zawierają łożyska dwóch lub trzech prostych łopat o profilu lotniczym symetrycznym, zmieniających samoczynnie swój kąt nastawienia dwa razy na jeden obrót wirnika.

W Polsce znane są siłownie konstrukcji K. Klecki, Charzelewskiego oraz konstrukcja F. Głuckiego, które są budowane w małych seriach. Niedogodnością tych konstrukcji jest ich zbyt wysoka cena za 1 kWh spowodowana małym współczynnikiem sprawności wirników wiatrowych o małych mocach i dużej materiałochłonności oraz zbyt mała seria produkcji. Wśród prototypów już zbudowanych siłowni fal morskich jest pływająca tratwa Christophera Cockerella z Wielkiej Brytanii o mocy 1 MW badana od 1971 roku. Konstrukcja ta składa się z dwóch sztywnych płyt ruchomych przyłączonych zawiasami do centralnej części, w której umieszczone są pompy sprężone z płytami ruchomymi napędzające generatory. Niedogodnością tych konstrukcji jest brak udziału grzbietu fali i wiatru w przetwarzaniu energii. Innym rozwiązaniem jest konstrukcja brytyjska Roberta Russella, którą stanowi skrzynia z dwoma zbiornikami usytuowane jeden nad drugim. Górny zbiornik połączony jest z basenem morza układem kłap otwieranych tylko przy prądzie wznoszącym fali powodując napełnienie zbiornika wodą, która przepływając do zbiornika dolnego napędza turbinę. Odprowadzanie wody z dolnego zbiornika odbywa się przez układ zasorów otwieranych tylko przy prądzie opadającym fali. Niedogodnością tej konstrukcji jest konieczność fundamentów i brak udziału grzbietu fali i wiatru w przetwarzaniu energii.

Istotą ciepłowni wiatrowej i fali morskiej składającej się z wirnika wiatrowo-wodnego napędowego z pionowymi łopatkami o profilu lotniczym, z którego wał rurowy jest z wałem maszyny grzewczej połączony i posiada wirnik napędowy o długości par poziomych ramion równej r między osią wału z nimi połączonego i osadzonego na maszcie a osią łożyskowania łopaty w parze ramion wyposażony w przestrzeni między końcami dolnymi łopat a podstawą masztu w obrotową poziomo platformę z wysięgnikiem i płatem orientującym oraz z pierścieniem stałym osadzonym w jej prowadnicach, na który nałożony jest obrotowo pierścień korby głównej o długości r między środkami pierścienia i tulei tej korby, połączonych jej łącznikiem nałożonej jednocześnie na czop dolnego końca łopaty z zachowaniem odległości "a" między osiami czopa i jej łożyskowania w parze ramion mierzonej równolegle do ciężkiemu profilu łopaty w kierunku jej krawędzi natarcia i mechanizm rozrządu etabilizacji obrotów wirnika wiatrowo-wodnego składający się z kompletnego cylindra przymocowanego do korby głównej, przy czym maszyna grzewcza ma wirnik łopatkowy z płaszczem cylindrycznym opasującym sztywno łopatki bezpośrednio sprzężony z wałem wirnika wiatrowo-wodnego umieszczonego w cylindrze korpusu maszyny grzewczej razem z dwoma wirnikami pięciowębowymi o średnicach równych połowie średnicy wirnika łopatkowego równej średnicy wewnętrznej jego płaszczą z luzem między sobą, sprzężonymi kołami zębatymi z wirnikiem łopatkowym jest to, że maksymalna wartość momentu stałego pierścienia mierzonego od osi wału jest mniejsza od wielkości "a" i wynosi $\sim 0,9a$ i jest nastawialną podstawą płaskiego czworoboku przegubowego sterującego kątem β nastawiania łopat.

Cylinder rozrządu sprzężony jest z tuleją gwintem kulkowym, w którego ściankach znajdują się trzy otwory w pionowej płaszczyźnie osiowej w neutralnym położeniu osiowym i kątowym tulei względem cylindra rozrządu i rozmieszczone są w trzech przekrojach poprzecznych otworów w ten sposób aby jeden z otworów był górnym, a dwa pozostałe dolne do niego symetryczne przysłonięte jednocześnie parą tłoczków w tej tulei w ich położeniu neutralnym. Para tłoczków z lewego końca poprzez sprężynę łączy się z cylindrem rozrządu a prawy jej koniec łączy się z wałkiem sprzęgającym tuleję poprzez rolkę, zaś wałek zakończony jest ciężarkiem na ramieniu osłoniętym owiewką. Każdy wręb wirnika wrębowego ma zarys dwóch łuków dwóch cykloid przechodzących stycznie przy jego krawędzi w łuki okręgów zaokrąglenia o środkach na powierzchni zewnętrznej wirników wrębowych, a rzeczywisty zarys współpracującej łopatki z wrębem zawiera dwa odcinki prostych przechodzących przez najbliższe sobie punkty styczności z okręgami i przecinającymi się w punkcie między tą łopatką a okręgiem zaokrąglenia, do którego są styczne, umieszczonym współśrodkowo z osią wirnika łopatkowego.

Korzystnym skutkiem stosowania wynalazku jest zwiększenie sprawności efektywnej szybkiego wirnika wiatrowo-wodnego przez intensywny przepływ przez jego wnętrze. Zastosowanie maszyny grzewczej obiegu powietrza wielokrotni ilość energii cieplnej wytworzonej z wirnika wiatrowo-wodnego, który jest modyfikacją wirnika typu Darrieus wprowadzającą nowe elementy bez utraty zalet tego typu konstrukcji z rur, taśm, lin i materiałów kompozytowych co z bezpośrednim sprzężeniem wirnika łopatkowego maszyny grzewczej z wirnikiem wiatrowo-wodnym zadecyduje o małej masie konstrukcji na jednostkę mocy grzewczej do mieszkań, szklarni lub suszarni i obniży koszt całej instalacji. Wirnik według wynalazku może pracować jako napędzany poziomy wentylator nośny pionowzlotu z ciągiem profilowanych ramion tego wentylatora.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia konstrukcję geometryczną czworoboku sterującego kątem β łopat przy dużym mimośrodku e , fig. 2 - konstrukcję geometryczną czworoboku sterującego kątem β łopat przy małym mimośrodku e , fig. 3 - przekrój osiowy wirnika wiatrowego, fig. 4 - przekrój osiowy wirnika wiatrowego u podstawy w powiększeniu, fig. 5 - przekrój osiowy cylindra rozrządu układu stabilizacji obrotów, fig. 6 - dwuwirnikową maszynę grzewczą w przekroju poprzecznym, fig. 7 - tabelę do opisu działania układu stabilizacji obrotów wirnika wiatrowego, fig. 8 - przekrój osiowy trójwirnikowej maszyny grzewczej, fig. 9 - schemat instalacji grzewczej, fig. 10 - pracę wirnika fali morskiej w fazie przejścia fali przez wirnik, fig. 11 - wirnik w fazie prądu wznoszącego fali, fig. 12 - wirnik w fazie przechodzenia grzbietu fali, fig. 13 - wirnik w fazie prądu opadającego fali, fig. 14 - przekrój poprzeczny trójwirnikowej maszyny grzewczej, fig. 15 - powiększony szczegół geometrii zarysów łopatki i wrębu w przekroju poprzecznym trójwirnikowej maszyny grzewczej.

Wirnik wiatrowy ciepłowni wiatrowej w górnej części ułożony jest na nieruchomym pionowym rurowym maszcie 1 przechodzącym przez wnętrze rurowego wału 2 o długości większej od $2 \cdot r$ połączonego sztywno z piastami dwóch płaskich trójramiennych gwiazd 3 z podziałką kątową 120° , prostopadłych do osi obrotu wału 2 i odległych od siebie na odległości około $2 \cdot r$ z zachowaniem równoległości par ramion gwiazd 3, których swobodne końce zawierają łożyska osiowe - promieniowe 4 o osiach pionowych 0 odległych od osi wału 2 o odległość r , służące do łączenia poprzez okucia 5 każdej z trzech łopat 6 o profilu lotniczym, wydłużonych i wygiętych w łuki skierowanych wypukłością na zewnątrz wirnika a os pionowa o łożyskowania każdej łopaty 6 przechodzi przez jej środek masy i środek aerodynamiczny równoległe do pionowej cięciwy jej łuku. Dolne łożysko promieniowe - osiowe wału 2 wirnika umieszczone jest w górnym końcu tulei podstawy 20. Wirnik jest usztywniony taśmami 54 a rurowy maszt 1 odciągami linowymi 55. Na tulei podstawy 20 jest osadzona obrotowo nastawialna platforma 7 w płaszczyźnie dolnych końców łopat 6, wyposażona w poziomy wysięgnik 8 o długości większej od r zakończony pionowym płatem orientującym 9 z cięciwą wzdłuż wysięgnika 8 zawierająca równoległe do niego dwie prowadnice 10 stałego pierścienia 11 ze śrubą

samohamowną 15 przymocowaną sztywno do jego poboczniczy zewnętrznej wzdłuż średnicy i równoległe do prowadnic 10, a współpracującą z nakrętką - tuleją wałka 16 silnika pneumatycznego 17 ze zmiennym kierunkiem obrotów i korpusem przymocowanym do platformy 7.

Na stały pierścień 11 nałożony jest obrotowo pierścień 12 korby głównej o długości r między środkami pierścienia 12 i tulei 14 tej korby połączonych łącznikiem 13 z zamocowanym na niej cylindrem rozrządu 21, nałożonej jednocześnie na czop 19 jednej łopaty 6 z zachowaniem odległości a między osią jej czopa 19 i osią pionową 0 łożyskowania mierzonej równoległe do cięciwy profilu łopaty 6 w kierunku krawędzi natarcia. Maksymalna wartość mimośrod e odsuniętego najdalej stałego pierścienia 11 od płata orientującego 9 mierzonego od osi wału 2 jest mniejsza od odległości a , wynosi $\sim 0,9a$ i jest podstawą nastawialną czworoboku przegubowego sterującego kątem nastawienia β łopat 6. Bardziej zbliżona wartość e do a musi być dokonana z uwzględnieniem luzów, odkształceń sprężystych i promieni tarcia, tak aby czworobok nie przestawił się w równoległobok z martwymi położeniami członów. Każda z dwóch pozostałych łopat połączona jest poprzez czop o takim samym układzie i wymiarach z korbą doczepną 18, której drugi koniec umocowany jest przegubowo do pierścienia 12 korby głównej, której łącznik 13 tworzy z łącznikami korb doczepnych 18 kąty $\sim 120^\circ$. Dolny koniec wału 2 leżący poniżej tulei podstawy 20 z jego łożyskiem osiowo - promieniowym sprzężony jest bezpośrednio za pomocą kołnierza z tarczą hamulca z wałem - tuleją tarczy 47 wirnika maszyny grzewczej ciepłowni umieszczonej w podstawie 20. Do łącznika 13 korby głównej przymocowany jest cylinder rozrządu 21 z osią do niego równoległą w pobliżu jej pierścienia 12 i zawiera wewnątrz gładź, do której przylega obrotowo i suwliwie tuleja 22 z prawym gwintem o skoku równym około trzech średnic gładzi o dwóch połówkowych zwojach poprzez kulki sprzężona z prawym końcem gładzi cylindra rozrządu 21, w którego ścianie w gładkiej części wykonane są trzy otwory x, y, z w pionowym przekroju osiowym, przechodzące również przez ściankę tulei ustawionej w osiowym i kątowym położeniu neutralnym względem cylindra rozrządu 21.

Jeden otwór z górny w przekroju poprzecznym oraz w przekrojach odległych od siebie o wielkość średnicy tej gładzi położonych symetrycznie względem przekroju otworu z dwa dolne otwory x, y , które są przysłonięte jednocześnie parą tłoczków 23 i 24 umieszczonych suwliwie wewnątrz tulei 22 z otworami wentylacyjnymi u ustawionych w neutralnym położeniu osiowym względem cylindra rozrządu 21 sprzężonych łącznikiem 30, którego prawy koniec przechodzi sztywno w wałek 27 z prostopadłym do niego trzpieniem 28 o długości promienia gładzi skierowanym w dół z rolką 29 na jego końcu sprzęgającą tylko obrotowo wałek 27 z tuleją 22 przez umieszczenie rolki 29 między płaszczyznami wykroju w kształcie poziomo wydłużonej litery "C" wykonanym w ścianie tulei 22 na dole w prawym jej końcu symetrycznie do osi rolki 29. Na prawym końcu wałka 27 podwieszono przez konsolę 33 do łącznika 13 korby głównej zamocowane jest sztywno ramię 32 ciężarka kulistego 31 skierowane swobodnie w dół prostopadle do osi wałka 27 w kątowym neutralnym położeniu i osłonięte owiewką 67 przymocowaną do korby głównej. Lewy tłoczek 24 pary połączony jest napiętą wstępnie sprężyną śrubową 25 z denkiem 26 posiadającym otwory wentylacyjne v i nakręconym na lewy nagwintowany koniec cylindra rozrządu 21. Każdy otwór x, y i z cylindra rozrządu 21 połączony jest oddzielnym giętkim przewodem powietrza biegnącym wzdłuż osi wału 2 na jego powierzchni z oddzielnym rowkiem obwodowym wykonanym w zewnętrznej poboczniczy zgrubienia wału 2 między pierścieniem 12 korby głównej a tuleją podstawy 20, zamkniętym poboczniczą wewnętrzną górnego końca tulei platformy 7 tworzącą z trzech rowków trzy obwodowe kolektory górny, środkowy i dolny.

Kolektor dolny połączony jest przewodem z otworem z cylindra rozrządu 21 i z przewodem tulei platformy 7 poprzez kolektor dolnego czoła tej tulei z naziemnym zbiornikiem sprężonego powietrza, natomiast kolektory górny i środkowy połączone są przewodami oddzielnie z dwoma króćcami silnika pneumatycznego 17 na platformie 7 i odpowiednio z otworami x i y cylindra rozrządu 21 dwoma oddzielnymi przewodami giętkimi. Wał 2 wirnika napędowego ciepłowni fali morskiej jest ułożyskowany poziomo na dwóch kolumnach 56 z odciągami liniowymi wspartych na płaskiej ramie 57 z pływakami 58 w jej rogach, zakotwiczonej

poprzez liny 59 i kotwice 60 w gruncie dna, a zorientowanej i zanurzonej tak aby łopaty 6 wirnika w najniższym położeniu nieznacznie dotykały wody spokojnego basenu, a wał 2 był ustawiony prostopadle do najczęściej występującego kierunku wiatru i biegu fali. W nieruchomym cylindrze korpusu maszyny grzewczej 34 o średnicy równej jego długości o pionowej osi umieszczony jest sztywny wirnik maszyny grzewczej złożony z dziesięciu łopatek 36 płytkowych i obrysie prostokątnym i długości cylindra korpusu maszyny grzewczej 34 rozmieszczonych promieniowo i równomiernie, przymocowanych jednymi końcami do płaskiej tarczy obrotowej 35 ze współosiową tuleją z jednej strony, przelotowym centralnym otworem i wgłębieniem walcowym współosiowym o głębokości $2/3$ grubości tarczy obrotowej 35 od strony łopatek 36, których drugie końce przymocowane są do płaskiego pierścienia 46 obrotowego o grubości $2/3$ grubości tarczy obrotowej 35 połączonego sztywno z płaską tarczą 47 wyposażoną w tuleję od strony przeciwnej stronie łopatkowej i przelotowy otwór poprzez wieniec 45 koła zębatego o zarysie wewnętrznym tak, że powierzchnie wierzchołków łopatek 36 z pobocznkami zewnętrznymi tarczy obrotowej 35 i pierścienia 46 przylegają do gładzi wewnętrznej płaszczka 37 opasującego nieruchomo wirnik, którego stopy łopatek 36, pobocznica wewnętrzna pierścienia 46 i wgłębienia walcowego w tarczy obrotowej 35 o średnicach około $2/3$ średnicy wewnętrznej gładzi płaszczka 37 tworzą jedną powierzchnię współosiową z gładzią zewnętrzną płaszczka 37 wyposażonego w okna przepływowe prostokątne w pobliżu każdej łopatki 36.

Od tarczy obrotowej 35 do połowy długości łopatki 36 wykonane jest okno zasilania S za każdą łopatką 36, a od jej środka do pierścienia 46 okno tłoczna t przed każdą łopatką 36 uwzględniając prawe obroty wirnika. Wewnątrz wirnika łopatkowego umieszczone są dwa wirniki pięciowrębowe 38 o długościach łopatek 36 i średnicach rzeczywistych równych połowie średnicy gładzi wewnętrznej płaszczka 37 z zachowaniem luzu między nimi, których każdy wręb ma zarys dwóch symetrycznych łuków cyklloid zataczanych przez krawędzie stopy łopatki 36, przechodzących stycznie przy krawędziach wrębu w łuki okręgów B i C zaokrąglenia o środkach na pobocznicy wirnika wrębowego 38. Rzeczywisty zarys współpracującej z wrębem łopatki 36 zawiera dwa odcinki prostych b i c przechodzących przez najbliższe sobie punkty styczności z okręgami B i C, a przecinającymi się w punkcie między tą łopatką 36 a okręgiem K zaokrąglenia, do którego są styczne, umieszczonym współśrodkowo z wirnikiem łopatkowym. Wieniec 45 zębaty sprzężony jest z kołami zębatymi synchronizacji 63 osadzonymi na przedłużonych górnych czopach wirników wrębowych 38 ułożonych w dwóch współosiowych krążkach 40 i 61 o średnicach około $2/3$ średnicy wewnętrznej gładzi płaszczka 37 połączonych sztywno dwoma drążonymi wewnątrznie pryzmatami 39 o długości łopatki 36 o bocznych ściankach walcowych symetrycznie wklęsłych do wypukłej podstawy ich przekroju poprzecznego ustawionymi tak aby ich wklęsłe ścianki boczne przylegały do pobocznicy wirników wrębowych 38 a wypukłe ścianki przylegały do powierzchni stóp łopatek 36 oraz do zewnętrznych pobocznicy krążków 40 i 61 i mają okna przepływowe w o długości około $3/4$ długości łopatki 36 o obrysie prostokątnym łączące międzyłopatkowe komory robocze poprzez dwa otwory w krążku 40 z wnętrzem jego tulei - króćca f o średnicy zewnętrznej równej średnicy centralnego otworu w tulei wirnika łopatkowego, połączonej sztywno z odcinkiem rurowego masztu 1 pod cylindrem maszyny grzewczej 34. Odcinek masztu 1 nad cylindrem maszyny grzewczej 34 połączony jest poprzez tuleję i dodatkowy krążek 62 z górnymi przedłużeniami pryzmatów 39 a jej średnica zewnętrzna jest średnicą centralnego otworu w tulei wirnika łopatkowego.

W płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny średnicowej wirników w cylindrze maszyny grzewczej 34 wykonane są dwa okna przepływowe o długości $3/4$ długości łopatki 36 na przeciwko parę okien w płaszczu 37 przy łopatkce 36 przechodzące w dwa króćce promieniowe k. W przecięwległych sobie ćwiartkach cylindra maszyny grzewczej 34 w strefie wzrostu objętości komór roboczych międzyłopatkowych, przy ściance płaszczyzny średnicowej wirników wrębowych 38 na wysokości płaszczyzny okien zasilania s wykonane są dwa króćce i zasilania i każdy wyposażony jest w gniazdo zaworowe o powierzchni walca z osią równoległą do osi cylindra maszyny grzewczej 34 i odległą od ścianki o promień wirnika wrębowego 38 połączone bezpośrednio z gładzią cylindra maszyny grzewczej 34 czterema krótkimi szczelinowymi

kanalami p równoległymi do ścianki, w którym umieszczone jest wrzeciono zaworu 41 o półkolistym przekroju poprzecznym. Po przeciwnej stronie ścianki na wysokości płaszczyznowych okien tłocznych t wykonane jest w gładzi okno tłoczne przechodzące w króciec tłoczny n w obu przeciwległych ćwiartkach cylindra maszyny grzewczej 34 zamkniętego dwoma czołowymi pokrywami 43 i 44 z centralnymi otworami łożyskowania tulei wirnika łopatkowego i przymocowanego do podstawy 20 wirnika napędowego ciepłowni. Maszyna grzewcza połączona króćcem tłoczonym n i króćcem zasilania i dwoma oddzielnymi przewodami przez zawór 53 z użytkowym wymiennikiem ciepła 49 u odbiorcy, natomiast jej króćce promieniowe k połączone są z dopływem do wymiennika dolnego źródła ciepła 48 a odpływ z niego łączy się z króćcem ssawnym sprężarki turbinowej 51, zaś jej króciec tłoczny łączy się z króćcem osiowym f maszyny grzewczej.

Turbina 50 sprężarki turbinowej 51 sprzężona wspólnym wałem z prądnicą 52 króćcem zasilania połączona jest z króćcem zasilania i maszyny grzewczej, a odpływowy króciec z turbiny 50 połączony jest z króćcami promieniowymi k maszyny grzewczej poprzez dopływ do wymiennika ciepła 48 dolnego źródła ciepła. Uszczelnienie jednostronne między łopatką a wrębem stanowi nasadka 64 w kształcie litery "V" z blachy cienkiej i podatnej, korzystnie wypukłej obustronnie w przekroju poprzecznym łopatki 36 i wewnątrz wyłożonej warstwą 66 podatnego polimeru, natomiast uszczelnienie między krawędzią łopatkową przyzmatu 39 a wirnikiem wrębowym 38 stanowi listwa 65 z labiryntem prostokątnym. Płat orientujący 9 ustawia platformę 7 ze stałym pierścieniem 11 tak aby jego środek O_1 leżał przed osią wału 2 od strony zewnętrznej a mimośród $e = O_1O_2$ leży na linii wiatru. Hamulec zostaje zwolniony, otwarty zawór 42 i następuje rozruch. Przez dwukorbowy mechanizm czworoboku przegubowego, który steruje kątem β nastawienia łopat 6 w sposób ciągły uzyskuje się intensywny przepływ przez wnętrze wirnika w odróżnieniu od wirnika typu Darrieus i całkowita moc na wale 2 składa się z dwóch części. Pierwsza główna część powstaje podczas przepływu pierwotnego strumienia powietrza o prędkości V_0 przez półpowierzchnię linii środków aerodynamicznych biegnących przed osią wału 2 od strony zewnętrznej a opuszczającego tę powierzchnię z prędkością $V_1 \sim 2/3V_0$, natomiast druga część powstaje z przepływu wtórnego strumienia powietrza z prędkością $V_1 \sim 2/3V_0$ przez półpowierzchnię linii środków aerodynamicznych biegnących od strony zewnętrznej wału 2, które opuszcza wirnik z prędkością $V_2 \sim 1/2V_0$.

Moment obrotowy pochodzi od sił nośnych P_z powstających wskutek optymalnego opływu łopat 6, których prędkość obwodowa jest większa σ razy od prędkości wiatru V_0 w warunkach obliczeniowych, gdzie: $V_0 = V_0 \text{ obl} \cdot e_{\text{opt}} \cdot \sigma = \sigma \text{ obl} \cdot e$. Praca wirnika wiatrowego przy prędkościach wiatru V_0 większej od $V_0 \text{ obl}$ przy stałych obrotach odbywa się przez powiększenie momentu napędowego i mimośrodu $e > e_{\text{opt}}$ co powoduje zmniejszenie wyróżnika szybkobieżności σ oraz sprawności energetycznej wirnika wiatrowego. Gdy prędkość wiatru przekroczy prędkość dopuszczalną dla konstrukcji, wirnik zostaje zahamowany automatycznie a łopaty 6 zostają ustawione w położenie zbliżone do choregiewki dla wartości $e_{\text{max}} = 0,9a$. Konstrukcja powinna mieć mimośród e_{max} zbliżony do a z uwzględnieniem luzów, odkształceń spęstyjących członów czworoboku oraz promieni tarcia w jego przegubach. Wirnik wiatrowo-wodny fali morskiej pracuje z udziałem wiatru przy $e = 0,9a$. Wówczas energia wiatru przetwarzana jest przy $\sigma < 1$ a główna część momentu obrotowego powstaje z grzbietu fali przez parcie napływającej wody na łopaty 6 w górnej strefie ich położenia. Przy zbyt niskiej fali korzystnie jest przestawić łopaty do pracy na wietrze z $e < e_{\text{max}} \cdot \sigma > 1$. Działanie rozrządu układu pneumatycznej regulacji obrotów wirnika wiatrowo-wodnego ilustruje tabela-fig.7. Zmiana osiowego położenia pary tłoczków 23 i 24 względem stałego cylindra 21 powstaje przez różną od wartości równowagi siłę naciągu sprężyny 25 pochodzącą od siły odśrodkowej F_r działającej na układ tłoczków 23 i 24 z wałkiem 27 i masą kulistą 31 na ramieniu 32, gdy prędkość kątowa ω wirnika wiatrowego jest różna od wartości obliczeniowej ustalonej dla konstrukcji. Zmiana osiowego położenia tulei 22 sprzężonej z cylindrem 21 gwintem kulowym od płaszczyzny pionowej równowagi siłą bezwładności pochodzącą od przyspieszenia kątowego $\mathcal{E} = d\omega/dt$ wirnika wiatrowego.

Niezależnie od siebie przesunięcia pary tłoczków 23 i 24 i tulei 22 sumują się lub odejmują w zależności od znaku przyspieszenia ξ i przesunięcia tłoczków 23 i 24 a układ stabilizacji obrotów ma cechy układu z ujemnym sprzężeniem zwrotnym z członem różniczkującym reagującym na liniowe przyspieszenie $r \cdot \xi$ rzędu przyspieszenia ziemskiego g i zwiększa szybkość reakcji układu na skok jednostkowy prędkości wiatru.

Poszczególne stany rozrzędu przedstawia tabela - fig.7, gdzie stan 1 odpowiada ustalonym parametrom pracy wirnika wiatrowego w warunkach obliczeniowych i ustalonym momencie biernym maszyny grzewczej, wiersz a odpowiada stanowi zaburzenia parametrów przed regulacją, wiersz b odpowiada stanowi parametrów po reakcji układu regulacji, stan 2 - wzrost prędkości wiatru $V_0 > V_0 \text{ obl}$, stan 3 - spadek prędkości wiatru $V_0 < V_0 \text{ obl}$, stan 4 - zaburzenie szybkim wzrostem prędkości wiatru V_0 przy niskich obrotach, gdy $\omega < \omega_{obl}$, stan 5 - zaburzenie szybkim spadkiem prędkości wiatru V_0 przy dużych obrotach, gdy $\omega > \omega_{obl}$, stan 6 - zaburzenie szybkim wzrostem prędkości wiatru V_0 przy ustalonych obrotach, gdy $\omega = \omega_{obl}$, stan 7 - zaburzenie szybkim spadkiem V_0 wiatru przy ustalonych obrotach, gdy $\omega = \omega_{obl}$, gdzie: ω - obroty silnika sterującego, l - lewe, 0 - silnik nieruchomy, p - obroty prawe, φ - kąt wiatru pozornego, α - kąt natarcia, Cz - współczynnik siły nośnej P_{z1} , P_{z2} , S - powierzchnia łopaty, ρ - gęstość powietrza $dCz/d\alpha$ - współczynnik kąta α , $d\omega/dt$ - pochodna ω względem czasu t, M - moment napędowy, ω_{max} - prędkość kątowa maksymalna.

Działanie wolnobieżnej maszyny grzewczej polega na tym, że sprężarka turbinowa 51 zasysa powietrze z wymiennika dolnego źródła ciepła 48, gdzie pobrało moc cieplną q i tłoczy go przez króciec osiowy f i okna w do międzyłopatkowych komór roboczych maszyny grzewczej ciepłowni, wydmuchując z nich przez okna przepływowe t i s płaszcz 37 i kłódce promieniowe k powietrze, które zostało rozprężone i ochłodzone. Nowa porcja powietrza wtłoczonego do komór roboczych zostaje sprężona kosztem pracy wirnika wiatrowo-wodnego sprzężonego z wirnikiem łopatkowym maszyny grzewczej, wytłoczona przez króciec n do wymiennika odbioru ciepła 49, gdzie oddało moc cieplną $q + M \cdot \omega$ równą wielokrotności mocy $M \cdot \omega$ odbiorcy i wraca do komór roboczych rozprężania przez króciec zasilania i maszyny grzewczej. Rozprężone i ochłodzone powietrze zostaje wytłoczone przez sprężarkę 51 do wymiennika 48 dolnego źródła ciepła i cykl się zamyka. Do napędu sprężarki 51 użyte jest powietrze odpływające z wymiennika odbioru ciepła 49 zasilające turbinę 50 sprzężoną wspólnym wałkiem ze sprężarką 51 i prądnicą elektryczną 52. Wzrost temperatury i momentu biernego maszyny grzewczej uzyskuje się przez dławienie zaworu 41 sprzężonego z układem zmodyfikowanym stabilizacji obrotów zwiększającego stopień sprężania i rozprężania powietrza.

Maszyna grzewcza ciepłowni realizuje obieg zbliżony do gazowego obiegu Diesel watoez, który może być zamknięty z możliwością uzupełnienia ubytku powietrza. Teoretyczny skutek grzewczy obiegu jest odwrotnością współczynnika sprawności teoretycznej obiegu silnikowego o tym samym stopniu sprężania jest większy od 1 i w warunkach ogrzewania mieszanki równy ok.4, natomiast średnica cylindra korpusu 34 maszyny grzewczej jest rzędu 8% średnicy wirnika wiatrowego, przy odbiorze mocy elektrycznej $N_{e1} \sim 0,2 M \cdot \omega$, gdy $V_0 \sim 15$ m/s. Sprężone powietrze po oddaniu ciepła w wymienniku 49 może być wytłoczone częściowo do zbiornika akumulacyjnego.

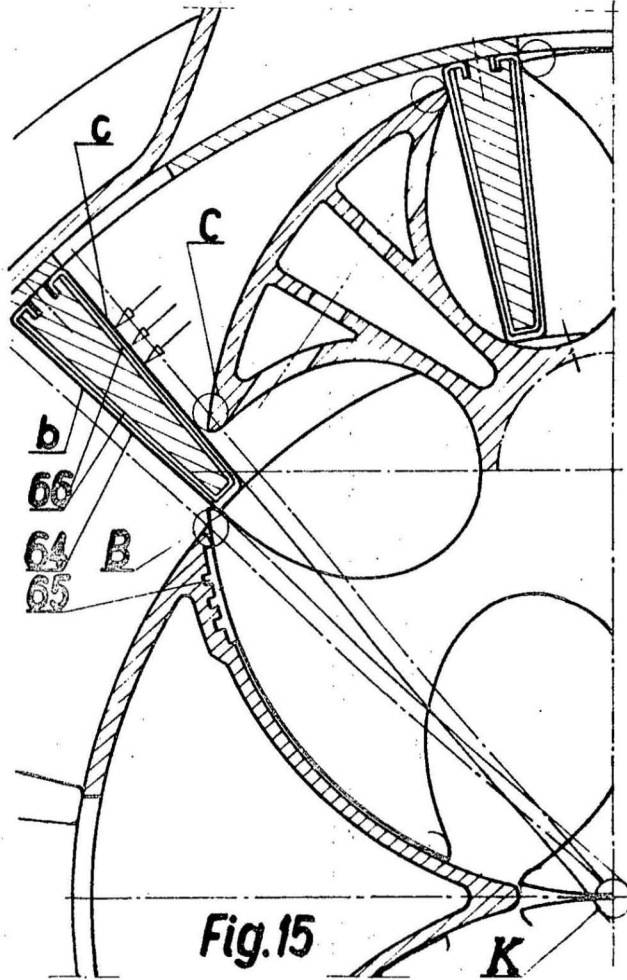


Fig.15

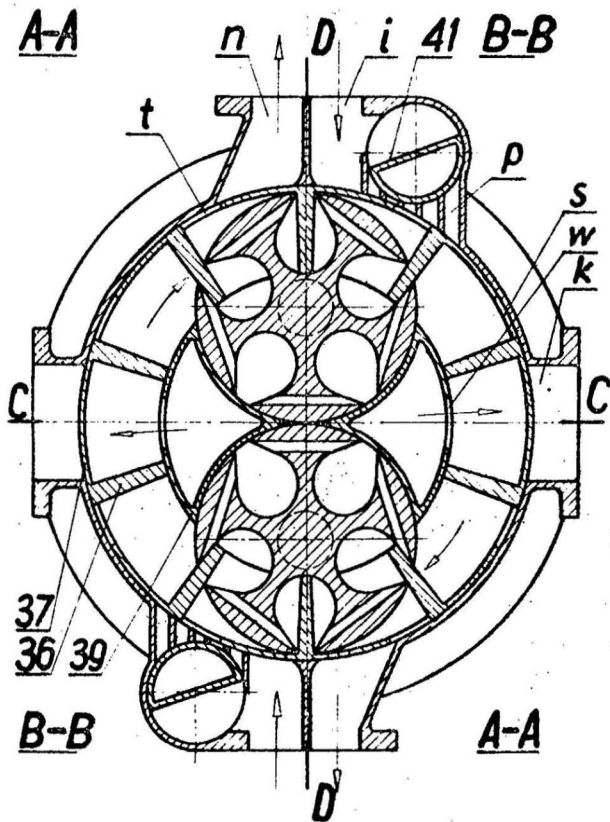


Fig.14

Fig.10

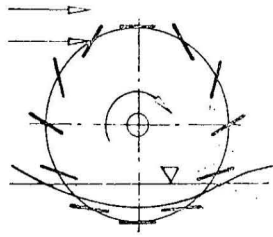


Fig.11

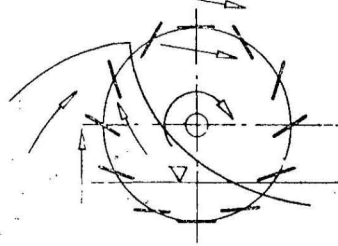


Fig.12

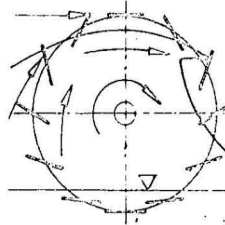


Fig.13

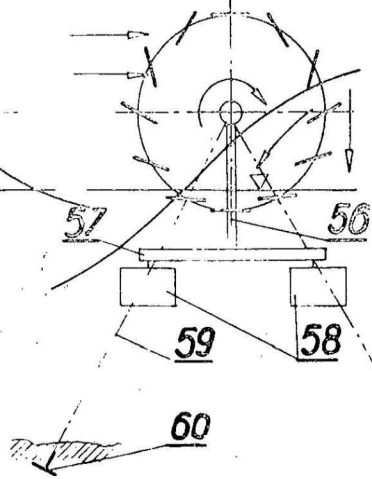
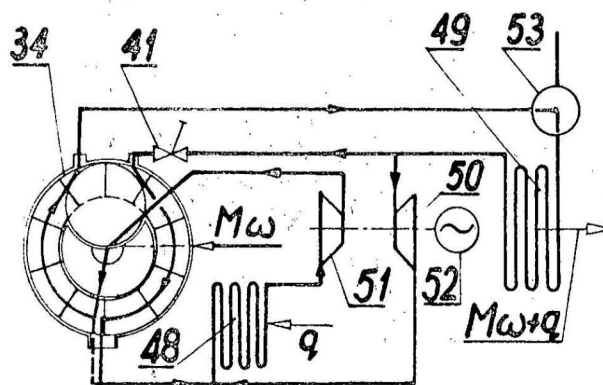


Fig.9



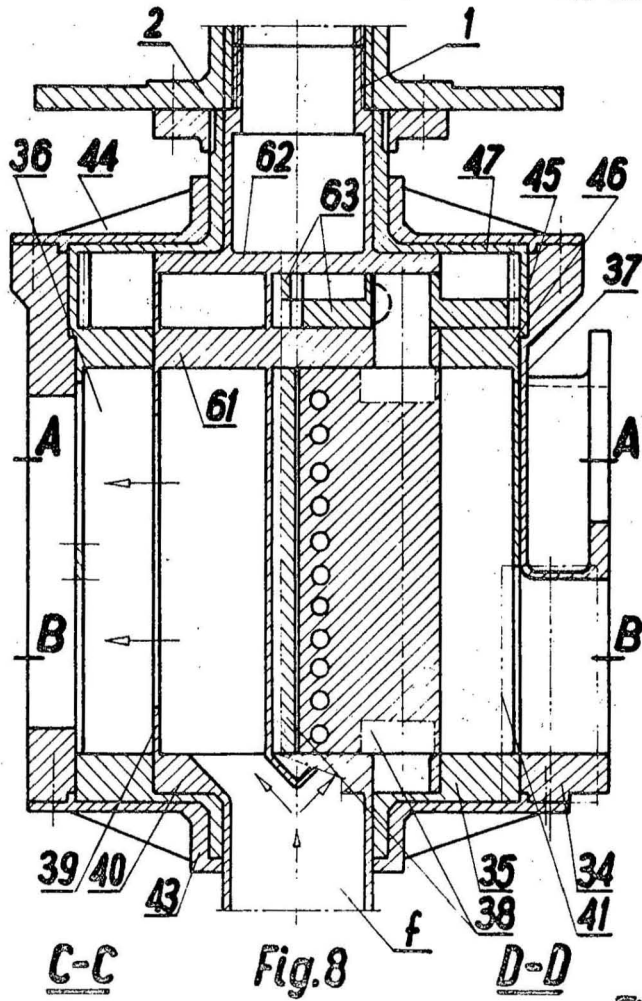


Fig. 7

Stan rozrządu	Parametry pracy wirnika wiatrowego											
	V_0	ψ	e	β	α	G_2	R	M	ε	ω	Ω	L_p
IZ										ω_{obl}		
												1
	/	/	/	/	/	/	/	+	/			a
	/	/	/	/	/	/	/	-	/			b
	/	/	/	/	/	/	/	-	/			a
	/	/	/	/	/	/	/	+	/			b
	/	/	/	/	/	/	/	-	/			a
	/	/	/	/	/	/	/	+	/			b
	/	/	/	/	/	/	/	-	/			a
	/	/	/	/	/	/	/	+	/			b

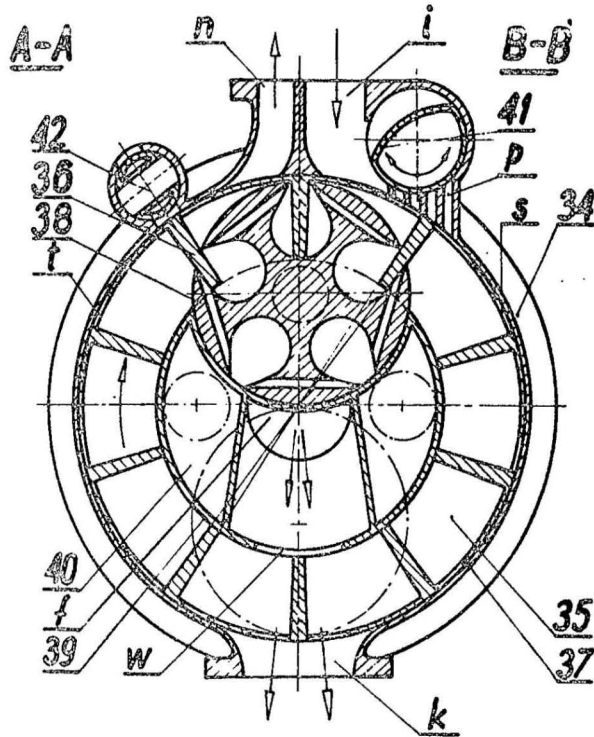


Fig. 6

Fig. 5

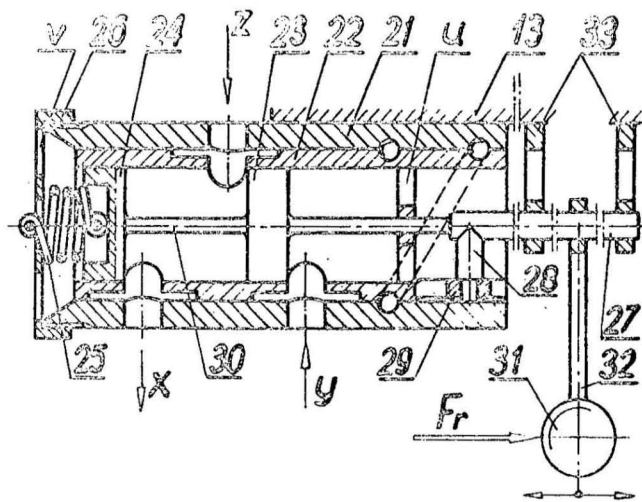


Fig.4

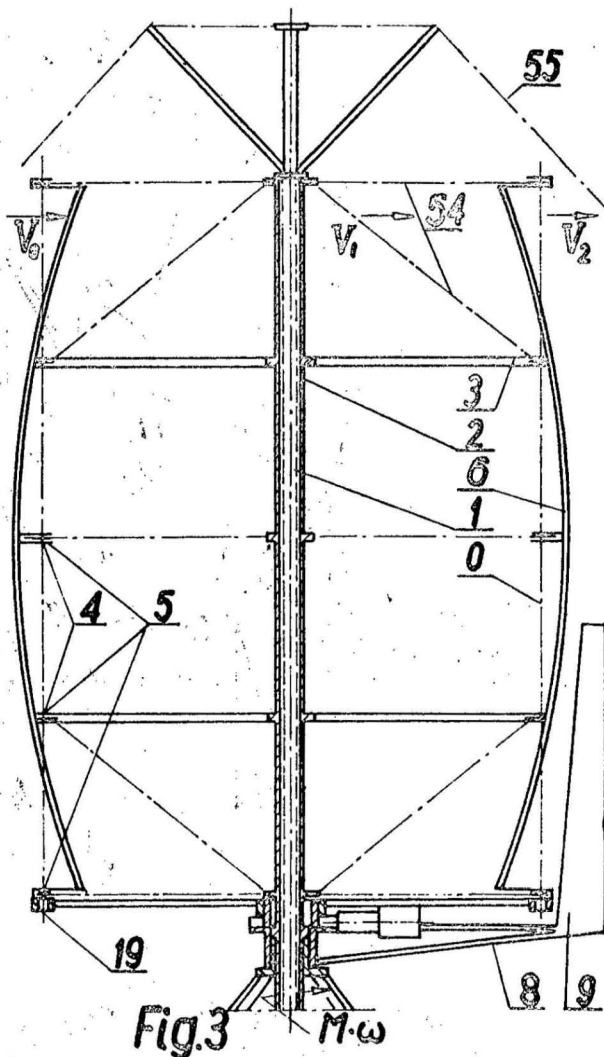
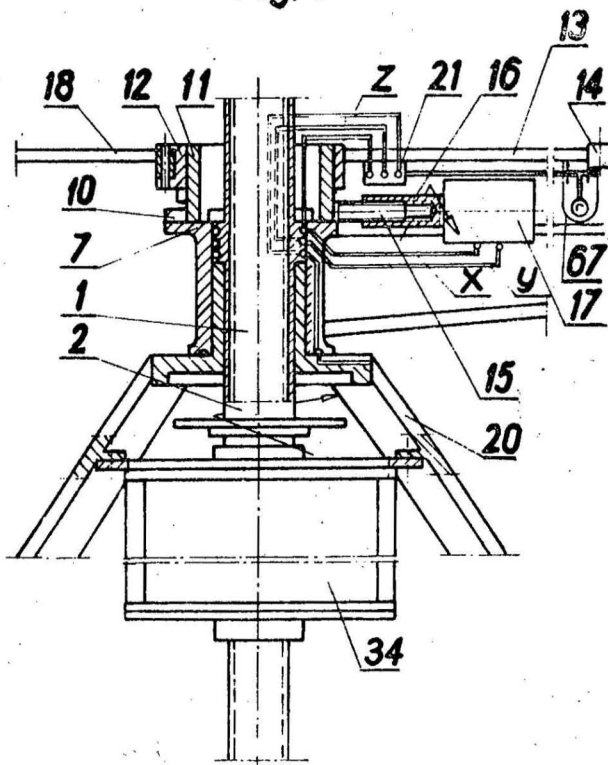


Fig.3

M-w

Fig.2

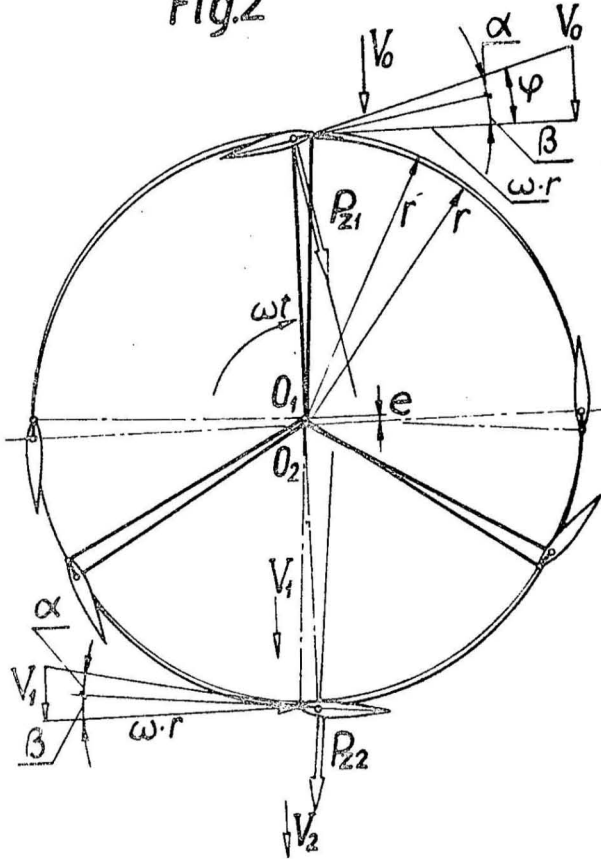


Fig.1

