

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(21) Numer zgłoszenia: **418512**

(22) Data zgłoszenia: **31.08.2016**

(19) **PL** (11) **234510**

(13) **B1**

(51) Int.Cl.
F03D 3/06 (2006.01)
F03D 7/06 (2006.01)

(54) **Sposób zmieniania kąowego położenia łopat wirnika turbiny wiatrowej
o pionowej osi obrotu w trakcie obrotu wirnika**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
12.03.2018 BUP 06/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.03.2020 WUP 03/20

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA KRAKOWSKA
IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JAN RYŚ, Kraków, PL
MARCIN AUGUSTYN, Bilczyce, PL

(74) Pełnomocnik:
recz. pat. Andrzej Stachowski

PL 234510 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zmieniania, w trakcie obrotu wirnika, kąowego położenia łopat wirnika turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu, mającej co najmniej dwie łopaty, względem płaszczyzn prostopadłych do ich promieni wodzących, wyznaczających odległość osi obrotu łopat od osi obrotu wirnika, a ściślej, zmieniania kąowego położenia płaszczyzn głównych łopat względem płaszczyzn prostopadłych do ich promieni wodzących.

Problem małej sprawności turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu wiąże się zasadniczo ze sposobem prowadzenia łopat turbiny względem osi wirnika.

Typem turbiny, która wykorzystuje siłę wiatru jako siłę unoszenia (siła powstająca na profilu płata najczęściej lotniczego) do napędu wirnika jest turbina Darrieus'a, znana z opisu patentowego US 1835018. Konstrukcja turbiny posiada co najmniej dwie zakrzywione łopaty o profilu aerodynamicznym, których krańce łączą się w osi wirnika turbiny. Takie rozwiązanie konstrukcyjnie nie wymaga układu naprowadzania na kierunek wiatru, budowa stosowanych urządzeń mechanicznych i elektrycznych wirnika jest prosta, ale do rozpędzania wirnika konieczne jest użycie dodatkowego napędu, np. silnika elektrycznego czy pomocniczej turbiny.

Większość turbin o pionowej osi obrotu wykorzystujących siłę nośną jako siłę napędową, posiada konstrukcję wirnika, do której łopaty mocowane są sztywno i nieruchomo z ramionami wirnika. Łopaty są usytuowane pionowo i równoległe do osi obrotu wirnika. Tego typu rozwiązania konstrukcyjne określone jako wirnik typu H-Darrieus znane są, przykładowo z opisów i zgłoszeń patentowych DE 102011012910, US 2012/0014791, WO 2011/069238, CN 102141002, GB 2479889, DE 4434764, US 2012/0007366, CH 702753, JP 2008115781, SU 1137236, SU 1768797, WO 92/13192, WO 2012/034370, CN 201818427, US 5057696, US 2012/0051913, KR 20120008675, WO 2012/044089, CN 210818426. Wspomniane rozwiązania wirników należą do grupy turbin charakteryzujących się niskim momentem startowym, przez co do rozruchu wymagają często doprowadzenia startowego momentu obrotowego.

Znane są, na przykład z opisów PL 150739, PL41592Y1, EP 0276904, DE 3918184 i US 4424002 karuzelowe turbiny wiatrowe o pionowej osi obrotu wirnika, zawierającego co najmniej dwie łopaty, które w trakcie obrotu wirnika wykonują ruch planetarny. Zmienne położenie kąowe łopat względem osi obrotu wirnika wymusza się bezpośrednio przekładnią o przełożeniu redukującym 1:2. Planetarny ruch łopat tych znanych wirników polega na obrocie łopat względem własnej osi w kierunku przeciwnym i z dwukrotnie mniejszą prędkością kąową niż wirnik. Pozwala to w najbardziej efektywny sposób wykorzystać siłę parcia wiatru na nieaerodynamicznie ukształtowane łopaty wirnika typu „deska” czy „żagiel”, gdyż po stronie nawietrznej wirnika każda z łopat przyjmuje w trakcie obrotu wirnika położenie zbliżone do prostopadłego względem kierunku wiatru, a z kolei po stronie zawietrznej wirnika – położenie zbliżone do równoległego do kierunku wiatru.

Z opisu patentowego PL 172666 znane jest także rozwiązanie wirnika karuzelowego turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu i planetarnym ruchu łopat. Składa się on, z co najmniej dwóch łożyskowanych na pionowych czopach i sprzężonych ze sobą bezpośrednio przekładniami łopat, oraz wirnika połączonego z wałem napędowym, obracającego się względem nieruchomej obudowy. Na obudowie łożyskowana jest tuleja, połączona kinematycznie z osią obrotu łopaty przekładnią o przełożeniu redukującym 1:2. Z tuleją sprzężony jest układ naprowadzania na kierunek wiatru, realizowany pomocniczym wirnikiem, w którym to układzie elementem sterującym do naprowadzania na kierunek wiatru jest centralne koło zębate, osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru. Wychylenie układu nadąża za kierunkiem wiatru, a samohamowna ślimacznica, nieruchoma względem obudowy, gwarantuje ustalenie pozycji dla określonego kierunku. Osie obrotu łopat spięte są kolumną i łącznikiem, utrzymującym czopy górne i łożyska, w celu przeniesienia sił odśrodkowych. W tym znanym wirniku położenie kąowe każdej z łopat względem jej promienia wodzącego zmienia się cyklicznie w zależności od kąta obrotu wirnika tak, że na każdy pełny obrót wirnika każda z jego łopat obraca się o 180°. Charakterystyczny planetarny ruch łopat tego wirnika karuzelowego polega na obrocie łopat względem własnej osi w kierunku przeciwnym i z dwukrotnie mniejszą prędkością kąową niż wirnik. W przeciwieństwie do poprzednio prezentowanych rozwiązań, łopaty wirnika posiadają profil aerodynamiczny jednorodny, ukształtowany w ten sposób, że na jednej połowie łopaty powierzchnia jest płaska i równoległa do pionowej płaszczyzny symetrii łopaty, a na drugiej wychyla się łukiem na zewnątrz i przechodzi w wybrzuszenie. Druga powierzchnia łopaty ma kształt identyczny lecz obrócony o 180°. Łopaty mocowane są w wirniku w układzie zapewniającym występowanie

połówek płaskich po zewnętrznej stronie wirnika, patrząc z kierunkiem wiatru. Taki kształt i układ łopat przy przepływie strugi powietrza przez wirnik wywołuje wskutek oporu płaskiej powierzchni łopaty moment obrotowy względem osi obrotu łopaty zgodny z kierunkiem ruchu obrotowego łopat w ruchu bezwzględny. Dodatkowo, przepływ strugi powietrza wywołuje siłę aerodynamiczną na wypukłych powierzchniach łopaty, co pozwala zwiększyć moment obrotowy wirnika oraz zmniejszyć obciążenie przekładni mechanizmu naprowadzania turbiny na wiatr.

Opisane powyżej znane rozwiązania, zalicza się do grupy turbin wolnobieżnych, wykorzystujących głównie siłę oporu jako siłę napędową. Efektem pracy tych znanych ustrojów jest osiąganie maksymalnej prędkości kątowej dla pewnej prędkości wiatru i niezależnie od wzrostu prędkości wiatru turbiny tego typu nie zwiększają już swej prędkości obrotowej. Klasyfikuje to je w grupie turbin charakteryzujących się dużym momentem startowym i jednocześnie stosunkowo niskim współczynnikiem szybkobieżności $Z \leq 1,5$ (turbiny wolnobieżne).

Tego typu turbiny nie wymagają dodatkowych urządzeń wspomagających start/rozruch turbiny ale konieczne jest użycie układów naprowadzenia na kierunek wiatru.

W literaturze, m.in. Ryś J. „New type of Wind Turbine with Composite Rotor Blade” Enercomp 95, Montreal, Technomic Publishing CO. INC.; Augustyn M. „Badanie sił aerodynamicznych na łopatach turbin wiatrowych z wykorzystaniem trójskładnikowej wagi aerodynamicznej” Kraków 2012, układy naprowadzające są zespołami autonomicznymi wykorzystującymi energię wiatru jak np. ster aerodynamiczny, lub pomocnicze wirniki wiatrowe, znane np. z opisu patentowego PL 170515 czy PL 219834. Układy naprowadzające mogą być także zespołami automatycznymi bazującymi na pomiarze prędkości i kierunku wiatru (anemometry) stosowane powszechnie w turbinach średnich i dużych mocy.

Zagadnieniem technicznym postawionym do rozwiązania jest uzyskanie wirnika turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu, pracującego na zasadzie wykorzystania sił efektu aerodynamicznego, w zakresie prędkości obwodowej powyżej prędkości wiatru.

Okazało się, że tak postawione zagadnienie można rozwiązać dzięki opracowaniu sposobu cyklicznego zmieniania ruchem wahliwym w trakcie obrotu wirnika kątownego położenia łopat względem płaszczyzny prostopadłej do promienia wodzącego, wyznaczającego odległość punktu ułożyskowania w wirniku osi obrotu łopaty od osi obrotu wirnika.

Zgodnie z wynalazkiem, sposób zmieniania w trakcie obrotu wirnika kątownego położenia płaszczyzny głównej łopat wirnika turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu, mającego co najmniej dwie symetrycznie usytuowane łopaty, względem płaszczyzny prostopadłej do ich promieni wodzących, wyznaczających odległość osi obrotu łopat od osi obrotu wirnika, w którym to sposobie położenie kątowne łopat zmienia się cyklicznie w zależności od kąta między kierunkiem wiatru, a promieniem wodzącym danej łopaty, za pośrednictwem środków technicznych sprzęgniętych funkcjonalnie z jednej strony z łopatami wirnika, a z drugiej z układem naprowadzania wirnika na kierunek wiatru, w którym to układzie elementem sterującym do naprowadzania na kierunek wiatru jest centralne koło zębate, osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru, charakteryzuje się tym, że położenie kątowne płaszczyzny głównej każdej z łopat zmienia się wahliwie, w trakcie obrotu wirnika, względem płaszczyzny prostopadłej do promienia wodzącego tej łopaty zgodnie ze wzorem:

$$\varepsilon = \varepsilon(\alpha) = \varepsilon_{\max} \cdot \sin(\alpha)$$

gdzie:

- α – jest kątem między płaszczyzną prostopadłą do kierunku wiatru, a bieżącym położeniem promienia wodzącego danej łopaty,
- ε – jest kątem pomiędzy płaszczyzną główną danej łopaty, a płaszczyzną prostopadłą do jej promienia wodzącego,
- ε_{\max} – jest maksymalną, narzuconą dla danego wirnika wartością kąta pomiędzy płaszczyzną główną danej łopaty, a płaszczyzną prostopadłą do jej promienia wodzącego, która korzystnie wynosi od 5° do 25° .

Każda z łopat wirnika składa się z dwóch identycznych pod względem kształtu połączonych płyt, a przekrój poprzeczny pojedynczej łopaty składa się z dwóch identycznych pod względem kształtu profili usytuowanych względem siebie w symetrii osiowej, której oś jest osią obrotu łopaty. Ponadto oba płyty tworzące łopatę, ustawione są przeciwstawnie z przesunięciem w pewnej odległości w stosunku do siebie. Płyty pojedynczej łopaty są równooddalone w stosunku do płaszczyzny głównej przechodzącej przez oś symetrii osiowej łopaty.

W sposobie według wynalazku kątowne położenie łopat, zmienia się za pomocą mechanizmu jarzmowego, wozdżikowego, dźwigniowego lub korbowego, połączonego z jednej strony z łopata, a z drugiej sprzężonego przez przekładnię bezpoślizgową o przełożeniu 1:1 z układem naprowadzania wirnika na kierunek wiatru, w którym to układzie elementem sterującym wspomnianymi mechanizmami jest centralne koło zębate osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru.

Każdy z mechanizmów służących do zmieniania kątownego położenia łopat wymaga podczas montażu wirnika identycznego usytuowania w odniesieniu do przyjętego (założonego) dla danego wirnika punktu startowego, gdyż z uwagi na geometrię mechanizmów i ustawienie kątowne pierwszej łopaty, każda kolejna łopata musi w przyjętym punkcie startowym zająć takie samo ustawienie kątowne liczby co poprzednia, niezależnie od liczby łopat wirnika.

Dzięki realizowanej w opisany powyżej sposób cyklicznej zmianie kątownego położenia łopat w trakcie obrotu wirnika turbiny wiatrowej, łopaty wirnika znajdujące się w takim położeniu, że ich promienie wodzące są prostopadłe do kierunku wiatru, stawiają wiatrowi najmniejszy opór, gdyż ich płaszczyzny główne są w tym położeniu równoległe do kierunku wiatru. Jest to bardzo korzystne z punktu widzenia sprawności turbiny jak również jej szybkobieżności.

Z kolei łopaty wirnika znajdujące się w takim położeniu, że ich promienie wodzące są równoległe do kierunku wiatru, są tak usytuowane, że płaszczyzna główna łopaty znajdującej się po stronie nawietrznej wirnika (tj. znajdującej się od tej strony, z której wiatr wieje na wirnik), jest odchylona od płaszczyzny głównej do jej promienia wodzącego o kąt $+\varepsilon_{\max}$ podczas, gdy płaszczyzna główna łopaty znajdującej się po stronie zawietrznej wirnika, jest odchylona od płaszczyzny głównej do jej promienia wodzącego o kąt $-\varepsilon_{\max}$. To odchylenie płaszczyzn głównych łopat od płaszczyzn prostopadłych do promieni wodzących łopat powoduje, że wiatr generuje na każdej z tych łopat siłę aerodynamiczną o maksymalnej w danych warunkach wartości, a przy tym kierunek działania tych wypadkowych sił aerodynamicznych, wygenerowanych na każdej ze wspomnianych łopat przechodzi poza oś obrotu wirnika turbiny. Przez to siły te wywołują moment obrotowy, a ponieważ płaszczyzna główna łopaty po stronie nawietrznej jest odchylona od płaszczyzny prostopadłej do jej promienia wodzącego o kąt $+\varepsilon_{\max}$, zaś łopaty po stronie zawietrznej o kąt $-\varepsilon_{\max}$, to siły aerodynamiczne wypadkowe, generowane w takich położeniach łopat, dają momenty obrotowe sumujące się ze sobą i stanowiące główny moment napędzający wirnik.

Zrozumiałym jest przy tym, że w przypadku gdy łopaty wirnika zajmują w stosunku do kierunku wiatru położenie pośrednie pomiędzy pierwszym z wyżej opisanych, a drugim z nich, to ich płaszczyzny główne są odchylone od płaszczyzny prostopadłej do ich promienia wodzącego o kąt ε , zawierający się w przedziale od $-\varepsilon_{\max}$ do $+\varepsilon_{\max}$. Także w tych położeniach wiatr generuje na tak ustawionych łopatach siły aerodynamiczne wywołujące moment obrotowy napędzający turbinę.

Ponadto, w toku prac nad praktyczną realizacją wynalazku stwierdzono, że gdy ε_{\max} ma wartość rzędu 5° – 10° , to uzyskuje się wirnik o dużym momencie obrotowym, ale niskim momencie startowym.

W przypadku, gdy ε_{\max} ma wartość rzędu powyżej 15° , to moment startowy jest znacząco duży, ale moment obrotowy turbiny jest niższy od momentu przy kątach ε_{\max} rzędu 5° – 10° .

Wynalazek znajduje zastosowanie w wirnikach turbin o pionowej osi obrotu, wyposażonych w co najmniej dwie jednakowe łopaty o takim samym profilu, rozmieszczone w wirniku symetrycznie względem osi obrotu i zamocowane w nim w sposób pozwalający na ich wychylenie przynajmniej w zakresie kąta od $-\varepsilon_{\max}$ do $+\varepsilon_{\max}$ względem pozostałych elementów wirnika. Umożliwia on pracę wspomnianego wirnika turbiny o pionowej osi obrotu w zakresie prędkości obwodowej powyżej prędkości wiatru, co pozwala zwiększyć sprawność turbiny ze względu na wyróżnik szybkobieżności.

Sposób zmieniania kątownego położenia łopat według wynalazku pokazano w szczegółach na przykładach, które objaśniają układ sił działających na łopate wirnika podczas wykonywania przez nią pełnego obrotu wokół osi obrotu wirnika, a jednocześnie wykonywania przez nią podczas obrotu wirnika wychylenia o kąt o wartości $-\varepsilon_{\max}$ do $+\varepsilon_{\max}$ względem płaszczyzny prostopadłej do promienia wodzącego łopaty oraz na załączonym rysunku, gdzie:

- fig. 1 przedstawia schematycznie usytuowanie pojedynczej łopaty wirnika w jej charakterystycznych położeniach podczas obrotu wirnika o 360° ,
- fig. 2 przedstawia rozkład sił na łopatach wirnika wyposażonego w cztery łopaty, w ustalonych warunkach pracy turbiny tj. przy prędkości obwodowej wirnika powyżej prędkości wiatru,
- fig. 3 przedstawia rozkład sił na łopatach wirnika wyposażonego w cztery łopaty, w warunkach rozruchu, tj. przy prędkości obwodowej wirnika poniżej prędkości wiatru.

Przykładowy wirnik 1 turbiny posiada łopaty 2 rozstawione symetrycznie względem osi 3 wirnika 1 i ułożone w nim obrotowo. Każda z łopat 2 porusza się po tym samym torze o promieniu wodzącym R. Sposób prowadzenia łopat 2 przedstawiono na fig. 1 na przykładzie pojedynczej łopaty 2, ponieważ każda kolejna łopata 2 strąta z takiego samego ustawienia kątownego co poprzednia, niezależnie od liczby łopat 2 wirnika 1.

Jak pokazano na fig. 1 pojedyncza łopata 2 składająca się z dwóch identycznych pod względem kształtu połączonych płatów, których przekrój poprzeczny składa się z dwóch profili usytuowanych względem siebie w symetrii osiowej, (tj. składająca się z dwóch identycznych geometrycznie aerodynamicznych, przeciwległych płatów 4, o kształcie przekroju poprzecznego pojedynczego płata 4 ukształtowanego tak, by na jednej połowie płata 4 była powierzchnia płaska, równoległa do płaszczyzny głównej łopaty 2, a na drugiej powierzchnia wypukła, przy czym wspomniane płaty 4 łopaty 2 są skierowane ich płaskimi powierzchniami ku sobie i ku płaszczyźnie głównej S łopaty 2, a poza tym są przesunięte względem siebie wzdłuż płaszczyzny głównej S łopaty 2 i unieruchomione względem siebie z zadaniem odstępem między ich płaskimi powierzchniami). Zgodnie z fig. 1, pojedyncza łopata 2 porusza się o kąt $\alpha = 360^\circ$ po promieniu wodzącym R z pozycji startowej A1, poprzez pozycje A2, A3, A4 do pozycji końcowej A1, wykonując w ten sposób pełny obrót względem osi wirnika. Pozycja A1 to pozycja, w której płaszczyzna główna S łopaty 2 jest prostopadła do jej promienia wodzącego R i równoległa do kierunku wektora prędkości wiatru W. W tym przypadku kątowe odchylenie łopaty 2 względem własnej osi 5 wynosi $\varepsilon=0^\circ$, a pole powierzchni łopaty 2 wystawione na działanie wiatru jest najmniejsze. Łopata 2 wirnika 1 porusza się pod wiatr i musi pokonać siłę oporu. Podczas ruchu w ćwiartce I łopata 2 porusza się z prędkością obwodową V_o , wykonując obrót względem osi 3 wirnika 1, jednocześnie zmieniając położenie kątowe względem własnej osi 5 w zakresie kąta ε od 0° do ε_{max} , przy czym kąt ε_{max} (wynoszący korzystnie od 5° do 25°) łopata 2 osiągnie w pozycji A2. W ćwiartce II kąt ε maleje, tak aby w pozycji A3 osiągnąć wartość równą 0° . W ćwiartce III wartość bezwzględna kąta ponownie narasta, by w pozycji A4 osiągnąć maksymalne wychylenie kątowe $-\varepsilon_{max}$, przeciwne do wychylenia w pozycji A2. W ćwiartce IV wartość bezwzględna kąta ε maleje aż w pozycji A1, w której ponownie osiąga wartość 0° . W przykładowej pozycji A5 pokazano łopatę w I ćwiartce obrotu, w położeniu dla kąta α od położenia początkowego A1.

Każda łopata 2 porusza się z prędkością obwodową V_o , wykonując obrót względem osi 3 wirnika 1, a jednocześnie zmienia położenie kątowe względem własnej osi 5 w zakresie kąta $\varepsilon = \varepsilon(\alpha) = \varepsilon_{max} \cdot \sin(\alpha)$.

Atutem takiego rozwiązania jest działanie efektu aerodynamicznego, wywołanego kształtem przekroju poprzecznego łopaty 2, powodującego podczas przepływu strugi powietrza wytwarzanie momentu obrotowego względem osi 5 łopaty 2 zgodnie z kierunkiem ruchu obrotowego wirnika 1 w ruchu bezwzględny. Działanie efektu aerodynamicznego opisano w patencie PL 172666.

Prezentowane rozwiązanie pozwala na osiągnięcie większej prędkości obwodowej wirnika, tym samym klasyfikując turbinę wiatrową, pracującą według sposobu stanowiącego przedmiot wynalazku, w nowym przedziale wyróżnika szybkobieżności $Z \leq 4$ (turbiny szybkobieżne), w związku z czym następuje znacznie zwiększenie sprawności turbiny.

W prezentowanym przykładzie realizacji wynalazku, zgodnie z fig. 2 i 3, V_w – to prędkość względna powietrza względem łopaty 2, W – to prędkości wiatru, P1, P2, P3, P4 – to siły powstałe na płatach 4 łopat 2 wywołane efektem aerodynamicznym, dające momenty napędowe, Q1, Q2, Q3, Q4 – to siły oporu, r – promień działania siły oporu w pozycjach A2 i A4, zaś N2 i N4 są to siły napędowe powstałe na łopatach 2 wirnika 1 w pozycjach A2 i A4, których kierunek wektorów sił jest prostopadły do płaszczyzny głównej S łopat 2. Dla lepszej czytelności rysunków, na fig. 2 i fig. 3 pominięto elementy dystansowe płatów 4 łopat 2.

Jeżeli wirnik 1 turbiny będzie posiadał cztery łopaty 2, jak na fig. 2 to moment napędowy, w ustalonych warunkach pracy turbiny, będzie wynosił, gdy

$$V_o \gg W$$

$$M=(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)a - (Q_1 + Q_3)R - (Q_2 + Q_4)r$$

W przypadku rozruchu, gdy

$$V_o < W \text{ lub } V_o = 0$$

to zgodnie z fig. 3 to moment napędowy będzie wynosił:

$$M=(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)a + (N_2 + N_4)R \sin \varepsilon - (Q_1 - Q_3)R - (Q_2 + Q_4)r$$

W sposobie według wynalazku zmiana kąтового wychylenia $\varepsilon = \varepsilon(\alpha)$ łopat 2, pokazana przykładowo na fig. 1, realizowana jest za pomocą mechanizmu jarzmowego, wodzikowego, korbowego, lub dźwigniowego, połączonego z jednej strony z łopata, a z drugiej sprzężonego z wirnikiem przez przekładnię bezpośrednio o przełożeniu 1:1 z układem naprowadzania wirnika na kierunek wiatru W, w którym, tak jak w patencie PL 172868, elementem sterującym do naprowadzania na kierunek wiatru W jest centralne koło zębate, osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru W. Układ naprowadzania na kierunek wiatru W steruje centralnym kołem zębatym, którego obrót będzie zgodny co do kierunku i wartości kąta zmiany kierunku wiatru. Centralne koło zębate umieszczone jest na współosiowej tulei ułożyskowanej względem nieruchomego masztu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zmieniania w trakcie obrotu wirnika kąтового położenia płaszczyzny głównej łopat wirnika turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu, mającego co najmniej dwie symetrycznie usytuowane łopaty, względem płaszczyzny prostopadłej do ich promieni wodzących, wyznaczających odległość osi obrotu łopat od osi obrotu wirnika, w którym to sposobie położenie kątowe łopat zmienia się cyklicznie w zależności od kąta między kierunkiem wiatru, a promieniem wodzącym danej łopaty, za pośrednictwem środków technicznych sprzęgniętych funkcjonalnie z jednej strony z łopatami wirnika, a z drugiej z układem naprowadzania wirnika na kierunek wiatru, w którym to układzie elementem sterującym do naprowadzania na kierunek wiatru jest centralne koło zębate, osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru, **znamienny tym**, że położenie kątowe płaszczyzny głównej (S) każdej z łopat (2) zmienia się wahlownie, w trakcie obrotu wirnika (1), względem płaszczyzny prostopadłej do promienia wodzącego (R) tej łopaty (2) zgodnie ze wzorem:

$$\varepsilon = \varepsilon(\alpha) = \varepsilon_{\max} \cdot \sin(\alpha)$$

gdzie:

- α – jest kątem między płaszczyzną prostopadłą do kierunku wiatru, a bieżącym położeniem promienia wodzącego danej łopaty,
- ε – jest kątem pomiędzy płaszczyzną główną danej łopaty, a płaszczyzną prostopadłą do jej promienia wodzącego,
- ε_{\max} – jest maksymalną, narzuconą dla danego wirnika wartością kąta pomiędzy płaszczyzną główną danej łopaty, a płaszczyzną prostopadłą do jej promienia wodzącego, która korzystnie wynosi od 5° do 25°,

przy czym kątowe położenie łopat (2), zmienia się za pomocą mechanizmu jarzmowego, wodzikowego, dźwigniowego lub korbowego, połączonego z jednej strony z łopata (2), a z drugiej sprzężonego przez przekładnię bezpośrednio o przełożeniu 1:1 z układem naprowadzania wirnika (1) na kierunek wiatru (W), w którym to układzie elementem sterującym tymi mechanizmami jest centralne koło zębate osadzone na tulei i sprzężone z pomocniczym wirnikiem układu naprowadzania na kierunek wiatru (W).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każda z łopat (2) wirnika składa się z dwóch identycznych pod względem kształtu połączonych płatów (4), a przekrój poprzeczny pojedynczej łopaty (2) składa się z dwóch identycznych pod względem kształtu profili usytuowanych względem siebie w symetrii osiowej, której oś (5) jest osią obrotu łopaty (2), a ponadto oba płaty tworzące łopatę (2), ustawione są przeciwstawnie z przesunięciem w pewnej odległości w stosunku do siebie, a płaty (4) pojedynczej łopaty (2) są równooddalone w stosunku do płaszczyzny głównej (S) przechodzącej przez oś (5) symetrii osiowej łopaty (2).

Rysunki

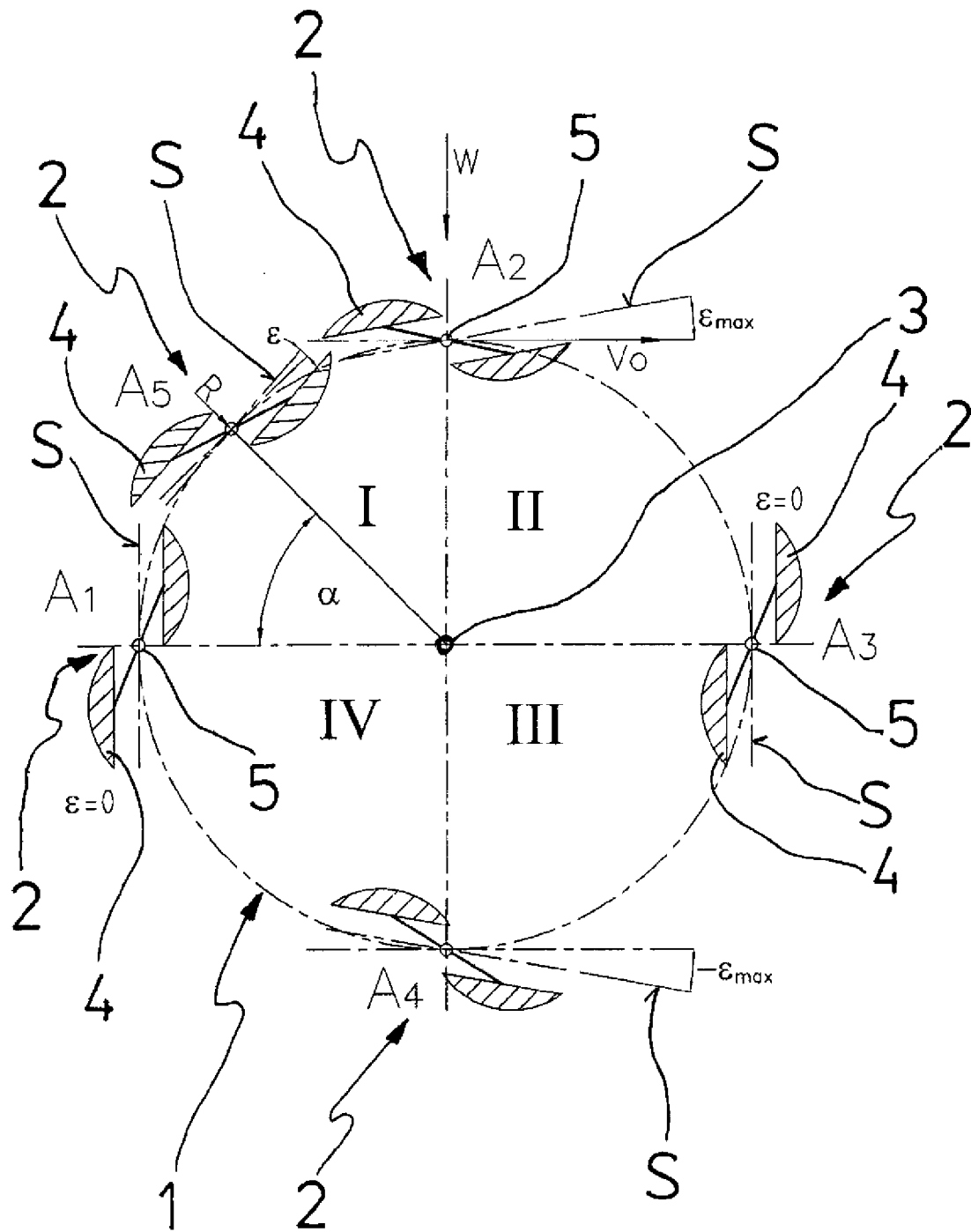


Fig.1

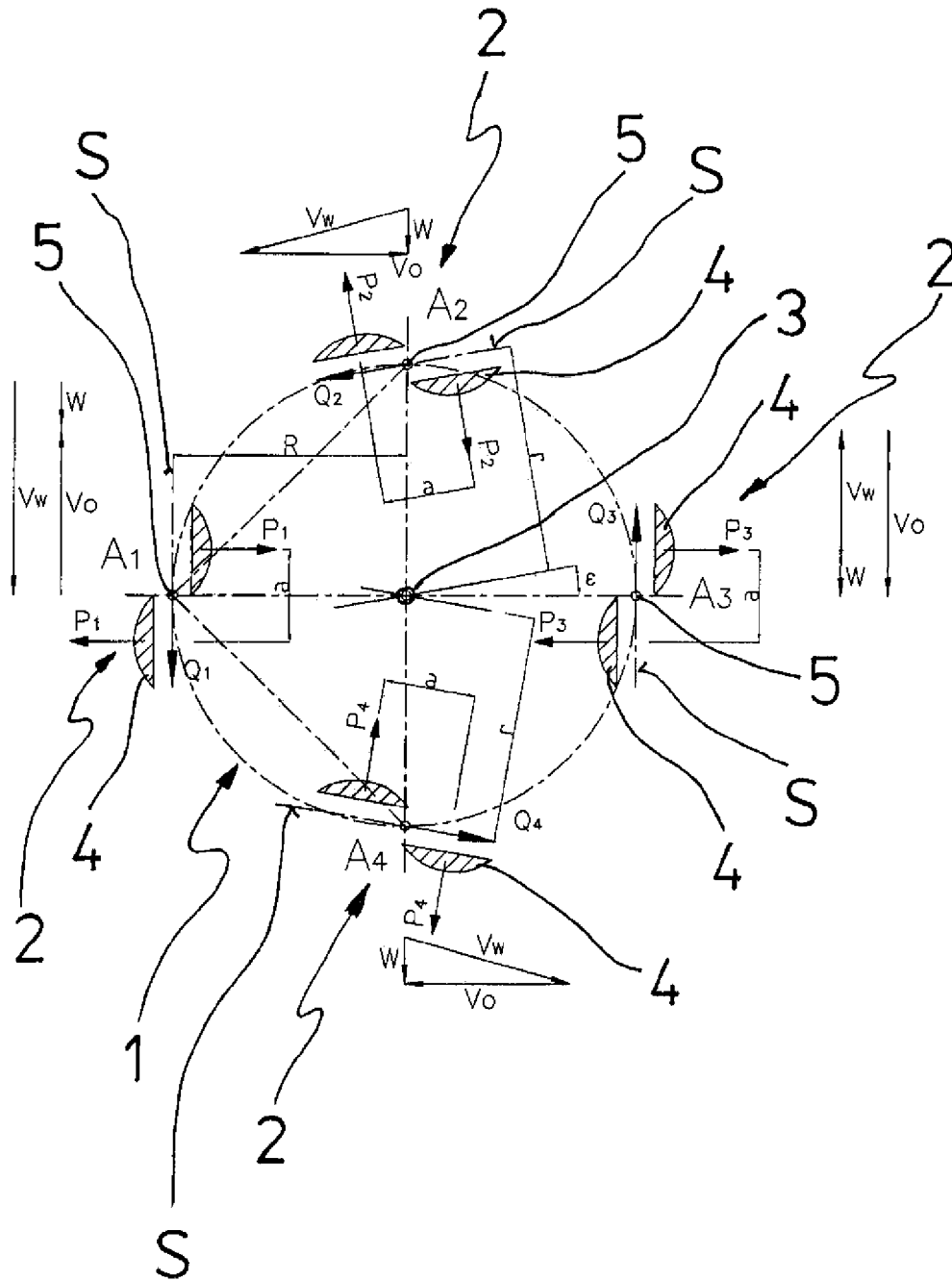


Fig.2

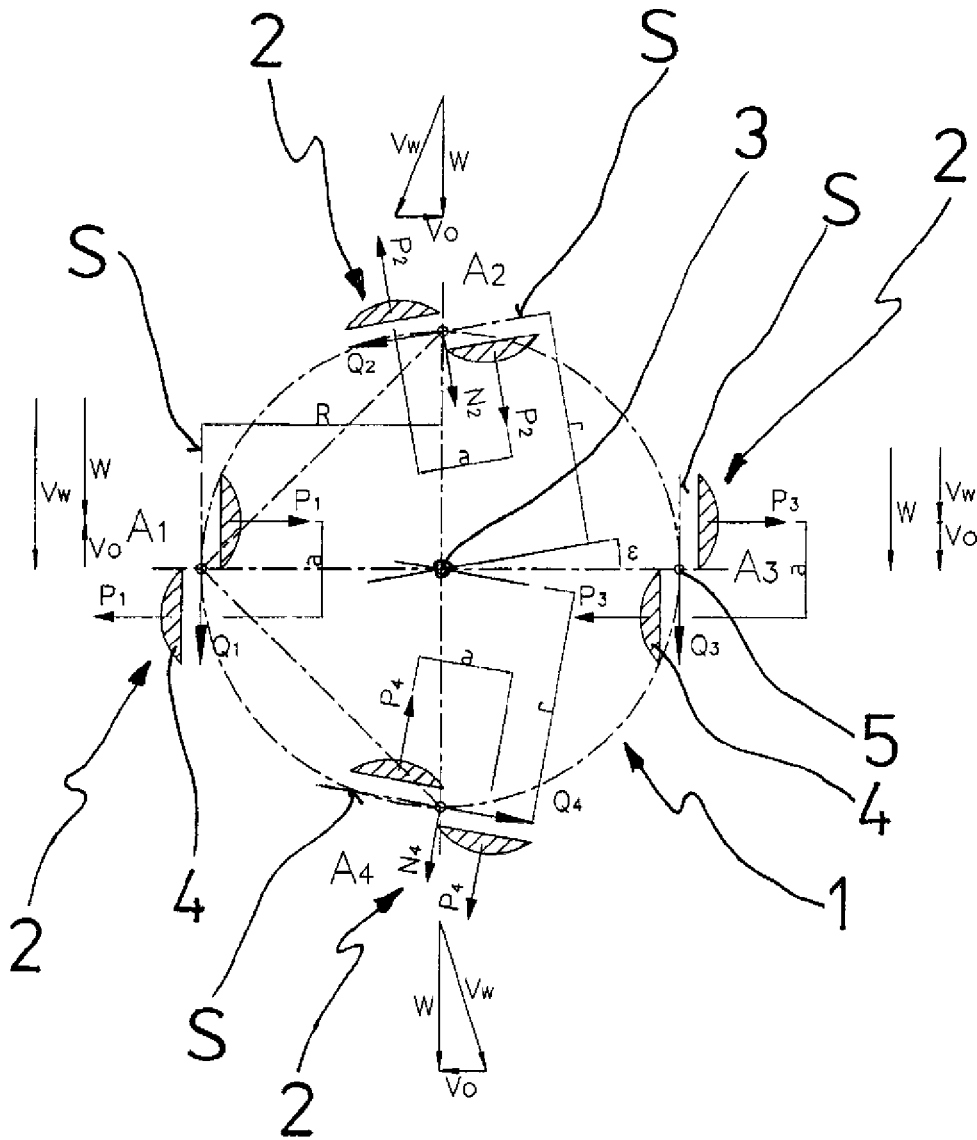


Fig.3