

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224961**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **408055**

(22) Data zgłoszenia: **29.04.2014**

(51) Int.Cl.

B25J 5/00 (2006.01)

G01M 13/00 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

G01M 11/08 (2006.01)

(54)

Robot do inspekcji łopat elektrowni wiatrowej

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.11.2015 BUP 23/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2017 WUP 02/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

WOJCIECH MOCZULSKI, Rudno, PL

MARCIN JANUSZKA, Gliwice, PL

WAWRZYNIEC PANFIL, Rybnik, PL

PIOTR PRZYSTAŁKA, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 224961 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest robot do inspekcji łopat elektrowni wiatrowej przemieszczający się po powierzchni łopaty elektrowni wiatrowej i dokonujący jej inspekcji.

Robot komunikuje się z systemem sterowania turbozespołu wiatrowego w celu zapewnienia odpowiedniego położenia łopat podczas inspekcji.

W znanym i dotychczas stosowanym rozwiązaniu robota do inspekcji łopat elektrowni wiatrowych, prezentowanym m.in. w publikacji *Robot to inspect rotor blades* (autorzy: Tilo Förster, Torsten Felsch, Norbert Elkmann) zapewniono możliwość samodzielnego wspinania się urządzenia na łopaty wirnika i dokonywanie inspekcji elektrowni wiatrowej każdego typu. Robot posiada 16 stopni swobody i opuszczany jest w miejsce inspekcji za pomocą systemu 4 lin. Rama robota składa się z 5 ramion ułożonych w kształt prostokąta i obejmuje łopatę. Konstrukcja robota zapewnia możliwość dopasowywania do przekroju łopaty.

W opisie patentowym US 8 281 442 znane jest rozwiązanie systemu do inspekcji i czyszczenia łopat elektrowni wiatrowej, które stanowi pojazd z kołowym układem jezdny oraz z układem samobalansującym, zapewniające utrzymanie robota na krawędzi natarcia łopaty. Powyższe rozwiązanie zapewnia działanie robota wyłącznie przy poziomym położeniu łopaty.

W innym znanym rozwiązaniu przedstawionym w opisie patentowym US 8 171 809 dokonanie inspekcji łopaty możliwe jest za pomocą układów montowanych na urządzeniu przemieszczającym się po słupie elektrowni wiatrowej. Rozwiązanie zapewnia możliwość bezkontaktowej inspekcji łopaty za pomocą laserowej aparatury pomiarowej.

Celem wynalazku jest udoskonalenie poruszania się wzdłuż łopaty elektrowni wiatrowej i umożliwienie inspekcji powierzchni i krawędzi łopaty.

Istota według wynalazku charakteryzuje się tym, że konstrukcja nośna robota składa się z siedmiu ramion: ramienia jeden, ramienia dwa, ramienia trzy, ramienia cztery, ramienia pięć, ramienia sześć i ramienia siedem, gdzie ramiona jeden i dwa, ramiona jeden i trzy, ramiona trzy i pięć, ramiona dwa i cztery, połączone są przegubowo z jednym obrotowym stopniem swobody, a położenie kątowe pomiędzy ramionami ustalane jest za pomocą układów napędowych, przy czym w połączeniach przegubowych pomiędzy ramionami dwa i cztery oraz trzy i pięć zamocowane są ramiona skanujące osiem i dziewięć z szeregiem otworów montażowych, a do ramienia sześć zamocowane jest jedno koło, do ramienia siedem zamocowane jest koło prowadzące po powierzchni łopaty, a do ramienia jeden zamocowane jest koło prowadzące po krawędzi spływu łopaty.

Ramiona skanujące wykonują ruch obrotowy w jednej płaszczyźnie dzięki układowi napędowemu oraz jego długość jest większa niż połowa szerokości łopaty elektrowni wiatrowej w najszerszym przekroju.

Koło prowadzące na wklęsłej powierzchni tocznej posiada rowki.

Powierzchnia kół prowadzących jest wypukła i styka się z powierzchnią łopaty po stronie krawędzi natarcia.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest możliwość jednoczesnego skanowania obu powierzchni spływu powietrza, krawędzi natarcia i krawędzi spływu powietrza łopat elektrowni za pomocą urządzeń pomiarowych przymocowanych na końcach ramion skanujących. Inspekcja realizowana jest w trakcie jednego przejazdu robota wzdłuż łopaty. Ramiona skanujące znajdujące się po obu stronach łopaty wykonują ruch obrotowy lub wahadłowy, realizując skanowanie powierzchni łopaty.

Dzięki kołowemu układowi jezdnemu i regulowanej konstrukcji ramion robot może przemieszczać się wzdłuż łopaty elektrowni wiatrowej, w celu dokonania jej inspekcji bez użycia lin zabezpieczających. Działanie wynalazku pozwala na regulowanie położenia kół prowadzących i ich docisku do łopaty tak, aby zapewnić ciągły kontakt z łopatą i możliwość hamowania robota w trakcie jego poruszania się, w kierunku od końca łopaty do piasty turbiny, przy położeniu łopaty w górnej pozycji równoległej do kierunku działania siły grawitacji. Zastosowanie hamulców elektrycznych i odpowiednio ułożonych ramion robota pozwala na hamowanie robota podczas przemieszczania.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia robota w pozycji rozłożonej, fig. 2 przedstawia robota w pozycji częściowo złożonej, fig. 3 przedstawia sposób mocowania robota na łopacie.

Robot do inspekcji łopat elektrowni wiatrowej według wynalazku składa się z siedmiu ramion (1) do (7). Połączenia pomiędzy ramionami są przegubowe o jednym obrotowym stopniu swobody, a położenie kątowe pomiędzy ramionami ustalane jest za pomocą układów napędowych (13). Suma-

ryczna długość każdej pary ramion (2) i (4) oraz (3) i (5) jest większa od szerokości łopaty (16) w najszerszym przekroju. W rozwiązaniu konstrukcyjnym robota według wynalazku, w połączeniu przegubowym pomiędzy ramionami (2) i (4) oraz (3) i (5) zamocowane są ramiona skanujące (8) i (9) z wykonanym szeregiem otworów montażowych, gdzie długość ramienia skanującego (8) i (9) jest większa niż połowa szerokości łopaty (16) elektrowni wiatrowej w najszerszym przekroju. Każde ramię skanujące (8) i (9) może wykonywać ruch obrotowy w jednej płaszczyźnie w zakresie 0–360 stopni, napędzane jest za pomocą silnika (14) połączonego z przekładnią mechaniczną oraz hamulcem elektrycznym. Ponadto do ramienia (6) przymocowane jest koło prowadzące (12) i do ramienia (7) przymocowane jest koło prowadzące (11), stykające się z powierzchnią łopaty (16), natomiast do ramienia (1) przymocowane koło prowadzące (10), które posiada na wklęsłej powierzchni tocznej rowki. Powierzchnia dwóch kół (11) i (12) jest wypukła i ma kontakt z powierzchnią łopaty (16) po stronie krawędzi natarcia. Wszystkie koła prowadzące napędzane są za pomocą układów napędowych (15) połączonych z przekładnią i hamulcem elektrycznym.

W momencie umieszczenia robota na łopacie robot przylega kołem z rowkami do krawędzi spływu łopaty, natomiast kołami o wypukłej powierzchni tocznej do powierzchni łopaty po stronie krawędzi natarcia. Robot komunikuje się z systemem sterowania turbozespołu wiatrowego w celu zapewnienia położenia łopaty, na której jest zamocowany tak, aby znajdowała się ona nad gondolą elektrowni wiatrowej, równolegle do kierunku działania siły grawitacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Robot do inspekcji łopat elektrowni wiatrowej, **znamienny tym**, że konstrukcja nośna robota składa się z 7 ramion: ramienia 1, ramienia 2, ramienia 3, ramienia 4, ramienia 5, ramienia 6 i ramienia 7, gdzie ramiona 1 i 2, ramiona 1 i 3, ramiona 3 i 5, ramiona 2 i 4, połączone są przegubowo z jednym obrotowym stopniem swobody, a położenie kątowe pomiędzy ramionami ustalane jest za pomocą układów napędowych 13, przy czym w połączeniach przegubowych pomiędzy ramionami 2 i 4 oraz 3 i 5 zamocowane są ramiona skanujące 8 i 9 z szeregiem otworów montażowych, a do ramienia 6 zamocowane jest koło 12, do ramienia 7 zamocowane jest koło 11 prowadzące po powierzchni łopaty 16, a do ramienia 1 zamocowane jest koło 10 prowadzące po krawędzi spływu łopaty 16.

2. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ramię skanujące 8 i ramię skanujące 9 wykonuje ruch obrotowy w jednej płaszczyźnie dzięki układowi napędowemu 14 oraz jego długość jest większa niż połowa szerokości łopaty 16 elektrowni wiatrowej w najszerszym przekroju.

3. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że koło prowadzące 10 na wklęsłej powierzchni tocznej posiada rowki.

4. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że powierzchnia kół prowadzących 11 i 12 jest wypukła i styka się z powierzchnią łopaty 16 po stronie krawędzi natarcia.

Rysunki

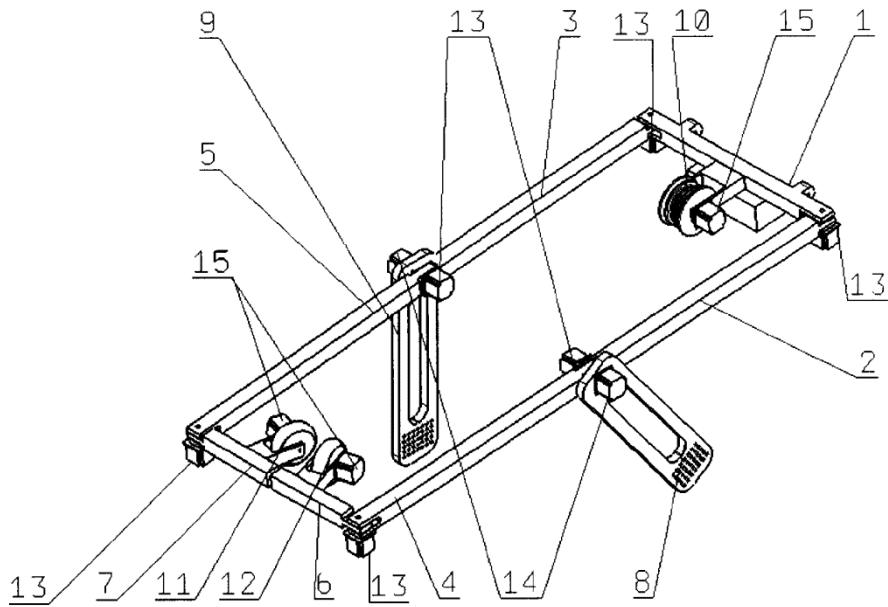


Fig. 1

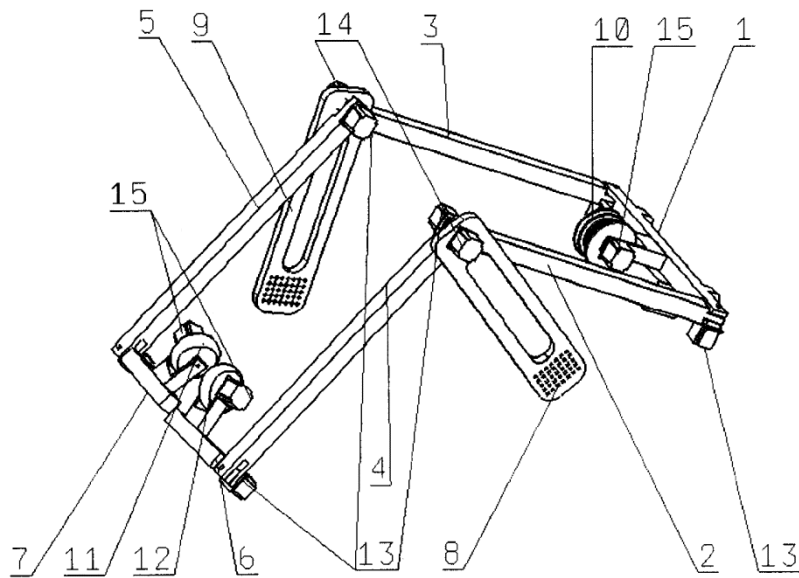


Fig. 2

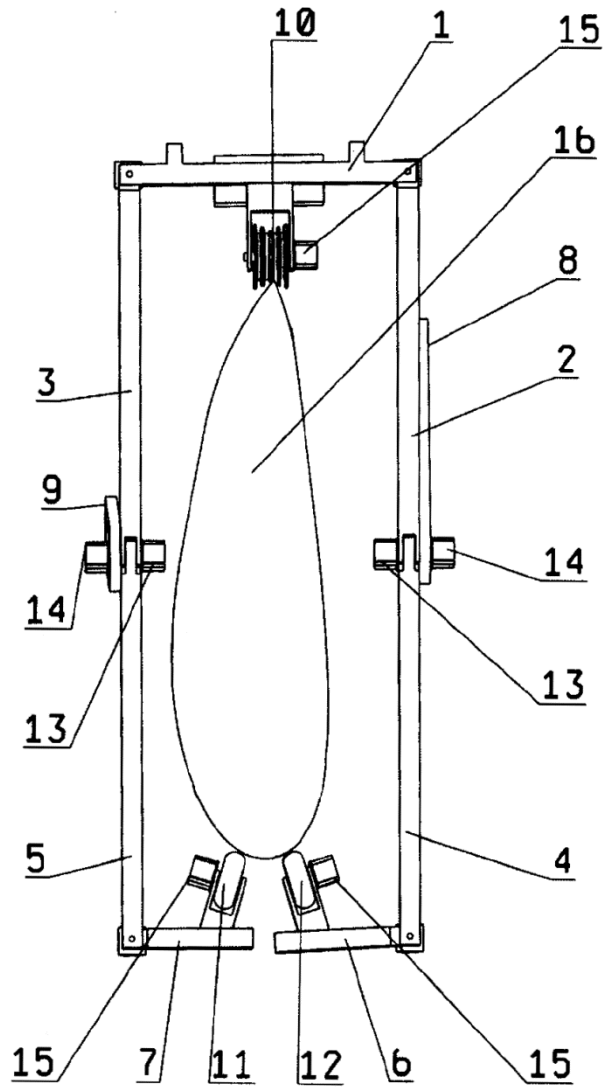


Fig. 3

