

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 140**

51 Int. Cl.:

F03D 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2008 E 08872197 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013 EP 2240687**

54 Título: **Rotor de turbina eólica con eje de giro vertical**

30 Prioridad:

08.02.2008 PL 38441608

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.12.2013

73 Titular/es:

ANEW INSTITUTE SP. Z.O.O. (100.0%)

**Ul. Plk. Dabka 9
30-732 Krakow, PL**

72 Inventor/es:

NAUMENKO, ANATOLIY

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

ES 2 435 140 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Rotor de turbina eólica con eje de giro vertical

5 La invención es un rotor de turbina eólica con un eje de giro vertical, que se utiliza en las turbinas que aplican el principio de Darrieus, mientras procesan la energía eólica en la energía mecánica del movimiento de giro.

10 Las soluciones de los rotores de turbina con el eje de giro vertical, conocidas por ejemplo a partir de las descripciones de las patentes US 4.264.279 y US 4.430.044 tienen, conectado con el concentrador del árbol de accionamiento, al menos dos soportes horizontales con palas del rotor montadas verticalmente en los extremos. Las palas del rotor tienen principalmente una superficie aerodinámica simétrica y se conectan con el soporte en la zona central de su altura, con la división de la pala en el ala superior y en el ala inferior. Durante el movimiento del rotor ejercido por la presión del viento, además de la fuerza aerodinámica de accionamiento, existe también una fuerza centrífuga. Ambas fuerzas actúan en los centros de masa de las dos alas. Ambas fuerzas, en la mitad de la trayectoria circular del giro de la pala, se dirigen a la misma dirección – lo que da como resultado la deformación longitudinal de las alas y la alta tensión de flexión en la zona de conexión de la pala y del soporte. En la otra mitad del círculo, existen dos fuerzas de sentidos inversos.

20 Los cambios de carga pulsante, incluyendo los cambios de polaridad, tienen un efecto significativamente adverso en el desgaste de la turbina y en la eficiencia del equipo. Las soluciones conocidas consisten en la inserción de elementos adicionales en la construcción del rotor con el fin de endurecer las alas. Por ejemplo, estos pueden ser barras de acoplamiento lineales - como en el rotor que se describe en la patente británica GB 2175350, o soportes adicionales - como se describe en la patente alemana DE 3626917. La introducción de los elementos de refuerzo da como resultado el aumento de la resistencia aerodinámica y la disminución de la eficiencia de la turbina, especialmente si incluyen las formas de ángulo agudo, que facilitan la turbulencia volumétrica. El efecto adverso de la fuerza centrífuga conduce a una reducción parcial en la aplicación de la superficie aerodinámica variable en la longitud del rotor, con la longitud de la cuerda y el espesor de la superficie aerodinámica disminuyendo hacia ambos extremos de las alas. Tal solución, entre otras, se ha aplicado en el rotor divulgado en la descripción de la patente EP 0046370. En la breve descripción de las condiciones de trabajo y de los problemas técnicos que aparecen en este tipo de rotores, es necesario indicar la diversidad de la fuerza aerodinámica en el ala superior e inferior y la susceptibilidad de construcción a las vibraciones aeroelásticas auto-excitada, es decir, el aleteo de las alas a altas velocidades del aire circundante. Las características del área pueden, a menudo, determinar la disminución sustancial de la velocidad del viento en el nivel inferior del ala. El documento WO 2007/072016 A se considera como la técnica anterior más cercana.

35 El objetivo de la presente invención es la elaboración de una sencilla construcción del rotor, que se caracteriza por la elevada rigidez y durabilidad, baja resistencia aerodinámica y la alta eficiencia de la transformación de la fuerza de presión del viento en la fuerza de accionamiento del árbol del rotor.

40 En la presente invención, de manera similar a las soluciones divulgadas anteriormente, el rotor consiste en al menos dos soportes horizontales conectados con el concentrador. Las palas del rotor (cada consiste de dos alas unidas entre sí) con la superficie aerodinámica simétrica o cóncava-convexa con las longitudes de cuerda y el espesor de la superficie aerodinámica que disminuye hacia ambos extremos de las alas se fijan firmemente a los extremos de los soportes. La esencia de la invención es que el ala superior e inferior de la pala del rotor se desvía de la zona central radialmente hacia fuera en un ángulo con respecto al eje de giro. Al mismo tiempo, las longitudes de cuerda de la superficie aerodinámica en ambos extremos de las alas y la longitud de cuerda en la zona central son aproximadamente inversamente proporcionales a los radios de su ubicación en relación con el eje de giro.

45 El uso del rotor con alas desviadas que, tienen al mismo tiempo un espesor de cuerda decreciente de las superficies aerodinámicas de las alas hacia sus puntas, proporciona una intensidad estable de consumo de energía eólica a lo largo de la longitud de las alas. Cambiar la cuerda y el espesor para mover la masa de las palas más cerca del centro del ala reduce el momento de flexión de la fuerza centrífuga en las palas y su deformación. La frecuencia de las vibraciones libres de las palas con las alas desviadas y la cuerda y espesor reducidos de la superficie aerodinámica es mayor que las de las palas rectas. Este resultado facilitador es particularmente visible en los vientos de ráfagas. Las alas desviadas introducen la torsión aerodinámica – el ángulo del flujo de aire entrante cerca de la zona central del ala es mayor que en el extremo de las alas. La diversidad del ángulo de ataque en la práctica elimina el peligro del aleteo.

50 El objetivo de las realizaciones adicionales de la invención es eliminar la influencia de diferentes velocidades del viento que aparecen en los niveles superior e inferior del rotor.

60 Para este propósito, se recomienda que el ángulo de deflexión del ala inferior en el rotor deba ser mayor que el ángulo de deflexión del ala superior. La diferencia de ángulo recomendada está en el intervalo de 1° a 5°.

65 La solución en la que el ala inferior es más larga que la superior es también beneficiosa. Se recomienda la diferencia de longitud en el intervalo del 2% al 15%.

De acuerdo con la invención, en el rotor, sería aconsejable utilizar soportes con la superficie aerodinámica simétrica y cuerdas horizontalmente situadas, así como tal conexión con el concentrador de modo que los ejes longitudinales pasen por el centro geométrico de las superficies de aerodinámicas, e intersequen el eje de giro.

- 5 En referencia al hecho de que el rotor trabaja con la mayor eficiencia posible si se utiliza es el ángulo óptimo de las alas de ataque para el estrecho intervalo de las velocidades del viento, también es útil para conectar las palas de accionamiento con los soportes para utilizar los puntos de ajuste conocidos de los ángulos de ataque, lo que permite la regulación en el intervalo de -2° a 3°.
- 10 Para entender completamente la invención, el ejemplo de la convención esquemática del rotor se muestra en el dibujo. Las figuras particulares en el dibujo muestran: la Figura 1 - vista en perspectiva del rotor con las alas desviadas, la Figura 2 - la vista desde el lado, la Figura 3 - la vista del ala desde la dirección marcada con la letra X en la Figura 2, la Figura 4 - la vista en el otro rotor con alas de diferente longitud y ángulos de deflexión variados de las alas superior e inferior, mientras que la Figura 5 muestra la vista desde arriba en el rotor en su sección de acuerdo con la línea Y-Y marcada en la Figura 4.

El rotor se fija en el concentrador 1 del árbol de accionamiento soportándose verticalmente en la torre de la turbina eólica 4. Dos soportes horizontales 2, con la superficie aerodinámica simétrica se fijan al concentrador 1.

- 20 Las cuerdas de la superficie aerodinámica de los soportes son horizontales y el eje longitudinal, que pasa por el centro geométrico de las superficies de aerodinámicas, intersecando el eje de giro del rotor. La pala del rotor 3 se fija en el extremo de cada soporte 2, la pala se conecta con los soportes 2 por la zona central 3c de su propia longitud. El ala superior 3a y el ala inferior 3b de la pala del rotor 3 tienen la misma longitud, ambas alas se desvían radialmente hacia fuera y el ángulo con relación al eje de giro es $\beta_1 = \beta_2$. Las secciones transversales del ala superior 3a y del ala inferior 3b tienen la superficie aerodinámica simétrica o cóncava-convexa con las longitudes de cuerda de b_1 a b_2 disminuyendo hacia ambos extremos de las alas y el espesor de la superficie aerodinámica de c_1 a c_2 . Las longitudes de cuerda b_2 de la superficie aerodinámica en ambos extremos de las alas 3a, 3b y la longitud de cuerda b_1 en la zona central 3c son inversamente proporcional al radio R_1, R_2 de su ubicación, en relación con el eje de giro, tal como se expresa en la relación: $b_1/b_2 = R_2/R_1$. Cuando las características de la forma de la pala se aplican a tales relaciones dimensionales y de forma, el consumo de energía eólica es estable a lo largo de toda la longitud del ala y, al mismo tiempo, disminuye el ángulo de ataque del aire α_1, α_2 de la velocidad resultante T_1, T_2 del flujo de aire a lo largo del ala. Se muestra en la Figura 3, en la que las superficies elementales particulares de las alas, marcados simbólicamente con "1 cm" deben generar la fuerza aerodinámica idéntica, de acuerdo con la fórmula:

$$Y = C_y \times S \times \rho \times V^2/2,$$

- 35 en la que

C_y - indica el coeficiente que depende de la forma de la superficie aerodinámica y un ángulo del flujo de aire entrante,
 S - área de la superficie elemental del ala,
 ρ - densidad del aire,
 V - velocidad del flujo de aire entrante

Cerca de la zona central 3c, el valor del producto de $C_y \times S$ es mayor que en el extremo del ala, donde V^2 es un valor predominante. En caso de vientos de ráfagas, el ángulo de ataque α aire podrá ser superior al valor crítico. Al cambiar el valor de la deflexión de la banda y los tamaños de la cuerda de la zona central y el extremo del ala, es posible alcanzar una distribución uniforme de la fuerza aerodinámica a lo largo del ala.

- 40 En el rotor, de acuerdo con la invención, el ángulo del flujo de aire entrante disminuye continuamente de α_1 en la zona central 3c a α_2 en los extremos de las alas 3a, 3b - creación de torsión aerodinámica. El ala con la torsión aerodinámica tiene su ángulo de ataque crítico partiendo de la zona central y puede alcanzar gradualmente el extremo del ala. Es por eso que el proceso de creación de la zona de turbulencia detrás de las alas tiene también carácter gradual que no provoca pulsaciones en la turbina o vibraciones de la torre 4 y de los soportes 2, que aparecen en las turbinas con rotores de palas rectas.

La deflexión hacia el exterior de las alas 3a, 3b permite acortar el soporte 2 apropiadamente – lo que reduce la resistencia aerodinámica de la turbina.

- 50 Tiene el efecto de disminución de la resistencia aerodinámica de la turbina.

El rotor adaptado al consumo de la energía eólica equilibrada por el ala superior 3a y el ala inferior 3b se muestra en la Figura 4, por las condiciones de la tierra en las que la velocidad del viento se diversifica considerablemente en función de la altura sobre el nivel del suelo. La diferencia entre las fuerzas aerodinámicas que aparecen en el ala inferior 3b y en el ala superior 3a crea el momento de par adverso de los soportes.

- 55 El equilibrio de las fuerzas aerodinámicas se puede asegurar con el uso del ángulo de deflexión β_2 más grande (por ejemplo, 3 °) del ala inferior 3b que el ángulo de deflexión β_1 del ala superior 3a, manteniendo longitudes iguales de las alas $l_1 = l_2$. El aumento del valor del ángulo de deflexión aumenta la velocidad circunferencial del ala inferior y las fuerzas aerodinámicas generadas por las alas superior e inferior se igualan.

El equilibrio de carga del ala superior 3a e inferior 3b se puede lograr también a ángulos de deflexión iguales $\beta_1 = \beta_2$ pero inferior con una longitud l_2 de ala inferior 3b más larga - por ejemplo, aproximadamente 10% más larga que la longitud l_1 de ala superior 3a.

- 5 Las pruebas del prototipo del rotor, tal como se especifica en la invención, han revelado que la máxima eficiencia de la conversión de energía para las diferentes velocidades de viento W se consigue en diferentes ángulos de ataque γ , entre la cuerda de la zona central 3c y la línea de tangente a la trayectoria del movimiento de esta sección, Figura 5. Por ejemplo, para la velocidad del viento $W = 6$ m/s, ángulo = -2° , para $W = 9,5$ m/s $\gamma = 0^\circ$ y para $W = 11$ m/s $\gamma = +2^\circ$. El rotor en el objeto de la invención está equipado con una de las soluciones conocidas incorporadas en el soporte 2, lo que permite cambiar el ángulo de ataque γ , durante el funcionamiento de la turbina.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Un rotor de turbina eólica con un eje de giro vertical, que se ha conectado con un concentrador, al menos dos soportes horizontales en cuyos extremos están las palas del rotor, fijados firmemente en su zona central a los extremos de soporte, consistiendo cada una de las palas del rotor de dos alas unidas entre sí, alas cuyas secciones transversales tienen una superficie aerodinámica simétrica o cóncavo-convexa en las que las longitudes de la cuerda y el espesor de la superficie aerodinámica están disminuyendo hacia los extremos de las alas , **caracterizado por que** el ala superior (3a) y el ala inferior (3b) de la pala de rotor (3) desvían radialmente desde la zona central (3c) hacia el exterior, formando un ángulo de deflexión (β_1 , β_2) hacia el eje de giro del rotor, donde la longitud de las cuerdas (b2) de la superficie aerodinámica en ambos extremos de ala (3a, 3b) y la longitud de la cuerda (b1) en la zona central (3c) son aproximadamente inversamente proporcionales a los radios (R1 ,R2) de su ubicación en relación con el eje de giro del rotor .
2. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ángulo de deflexión (β_2) del ala inferior (3b) que es mayor que el ángulo de deflexión (β_1) del ala superior (3a).
3. El rotor de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el ángulo de deflexión (β_2) del ala inferior (3b) es mayor por 1° a 5° que el ángulo de deflexión (β_1) del ala superior (3a).
4. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la longitud (l_2) del ala inferior (3b) es mayor que la longitud (l_1) del ala superior (3a).
5. El rotor de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la longitud (l_2) del ala inferior (3b) es mayor del 2 % al 15 % de la longitud (l_1) del ala superior (3a).
6. El rotor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los soportes (2) tienen una superficie aerodinámica simétrica con una cuerda horizontalmente posicionada y el eje longitudinal de los soportes, pasa por el centro geométrico de las superficies de aerodinámicas e interseca el eje de giro del rotor.
7. El rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que las palas del rotor (3) están conectadas con los soportes (2) por medio de la utilización de puntos de ajuste conocidos del ángulo de ataque (γ) que ajustan el ángulo de pérdida (γ) que hace posible los cambios en el intervalo de -2° a +3°.

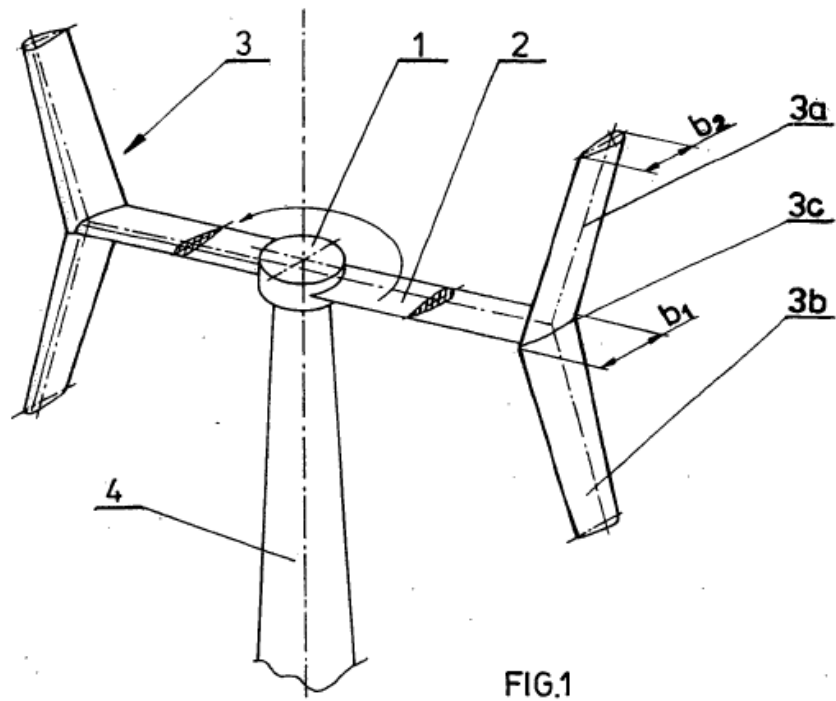


FIG.1

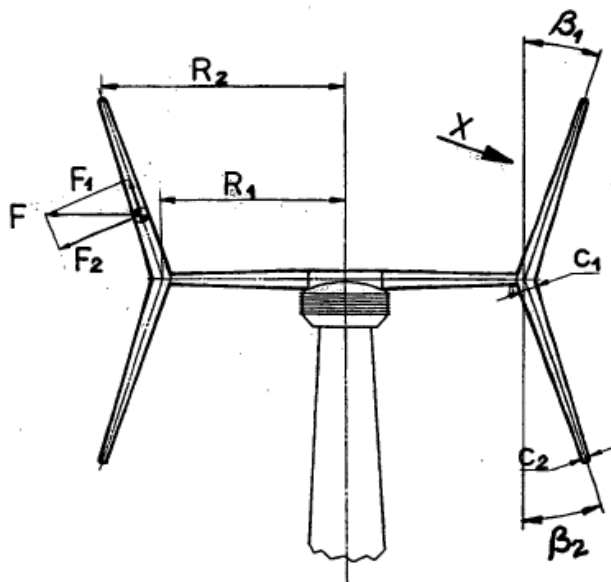


FIG.2

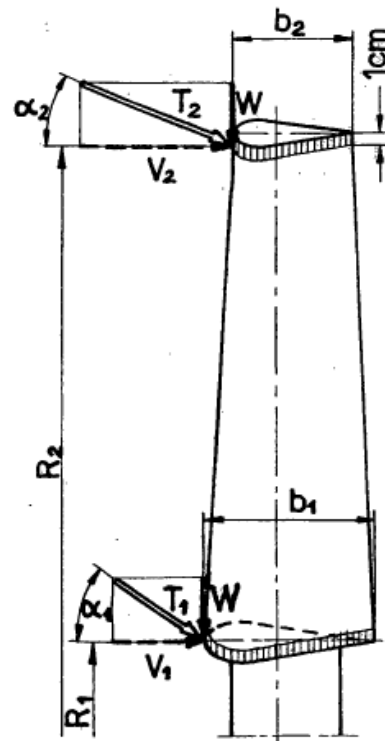


FIG.3

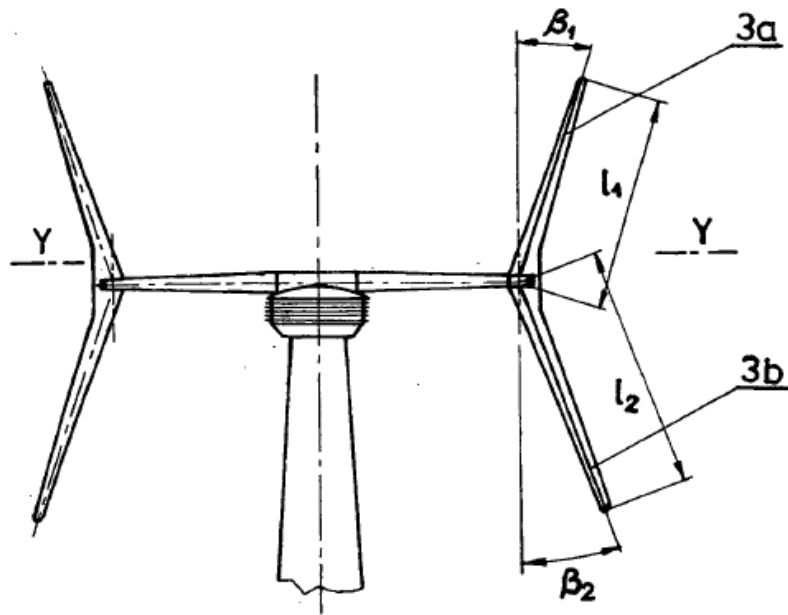


FIG. 4

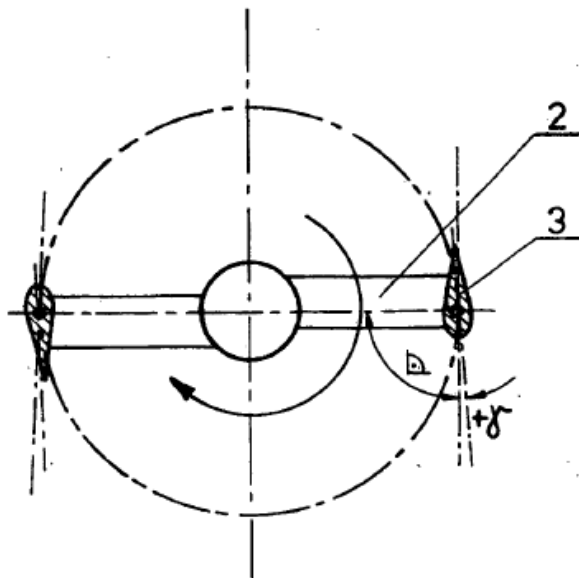


FIG. 5