



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F03D 3/02 (2018.02); F03D 5/00 (2018.02)*

(21)(22) Заявка: 2017124277, 07.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 07.07.2017

Дата регистрации:  
 05.06.2018

Приоритет(ы):  
 (22) Дата подачи заявки: 07.07.2017

(45) Опубликовано: 05.06.2018 Бюл. № 16

Адрес для переписки:  
 350072, г.Краснодар, ул. Московская, 2, ФГБОУ  
 ВО "КубГТУ", отдел интеллектуальной и  
 промышленной собственности, начальнику  
 ОИПС

(72) Автор(ы):  
 Антониади Дмитрий Георгиевич (RU),  
 Попов Сергей Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
 Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Кубанский государственный  
 технологический университет" (ФГБОУ ВО  
 "КубГТУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: UA 69547 A, 15.09.2004. US 7939960  
 B2, 10.05.2011. RU 2572469 C1, 10.01.2016. RU  
 101741 U1, 27.01.2011. SU 55433 A1, 01.01.1939.  
 CN 101368544 A, 18.02.2009. WO 2011047562  
 A1, 28.04.2011.

(54) АЭРОВЫСОТНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА СО СДВОЕННЫМ  
 ВИНДРОТОРОМ

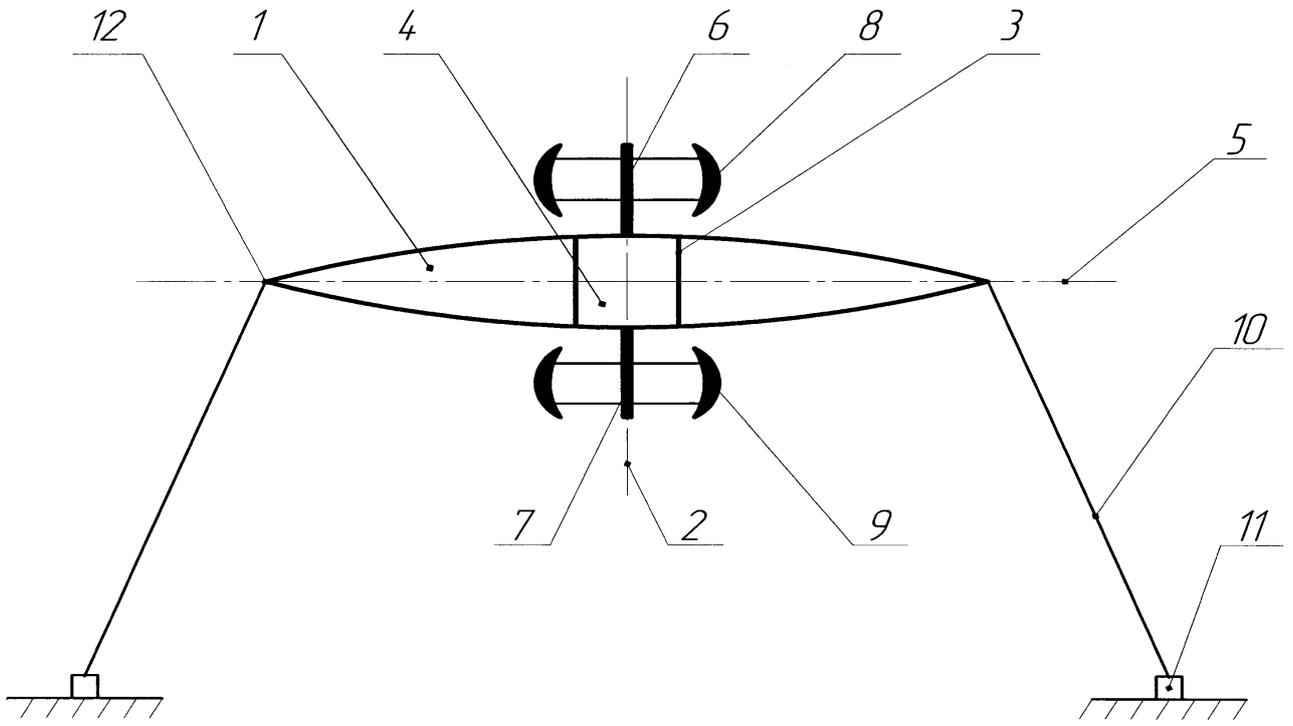
(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетическим установкам, работающим от ветра. Аэровысотная ветроэнергетическая установка состоит из турбинно-генераторного блока, поднятого над поверхностью аэростатной оболочкой положительной плавучести в виде полый горизонтально расположенной двояковыпуклой линзы, соединенной гибкими тросовыми связями с зафиксированными на поверхности лебедками. В центральной части аэростатной оболочки имеется сквозное симметричное относительно ее вертикальной оси отверстие, где неподвижно симметрично относительно продольной и вертикальной оси аэростатной оболочки закреплен электрогенератор, который имеет два

выхода вала с закрепленными на каждом из них симметрично относительно электрогенератора ортогональными турбинами, причем верхние концы гибких тросовых связей прикреплены к кромке овального днища аэростатной оболочки и расположены соосно с нижними концами гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками симметрично относительно ее вертикальной оси, а количество гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками не менее трех. Изобретение направлено на увеличение количества вырабатываемой электроэнергии от ветра в высотных скоростных слоях атмосферы. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 656 521 C1

RU 2 656 521 C1



Фиг. 1

RU 2656521 C1

RU 2656521 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F03D 3/02* (2006.01)  
*F03D 5/00* (2006.01)  
*F03D 9/25* (2016.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F03D 3/02 (2018.02); F03D 5/00 (2018.02)*

(21)(22) Application: **2017124277, 07.07.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**07.07.2017**

Registration date:  
**05.06.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **07.07.2017**

(45) Date of publication: **05.06.2018** Bull. № 16

Mail address:

**350072, g.Krasnodar, ul. Moskovskaya, 2, FGBOU  
VO "KubGTU", otdel intellektualnoj i  
promyshlennoj sobstvennosti, nachalniku OIPS**

(72) Inventor(s):

**Antoniadi Dmitrij Georgievich (RU),  
Popov Sergej Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvennyj  
tehnologicheskij universitet" (FGBOU VO  
"KubGTU") (RU)**

(54) **AERIAL HIGH-ALTITUDE WIND POWER PLANT WITH DOUBLE WIND-ROTOR**

(57) Abstract:

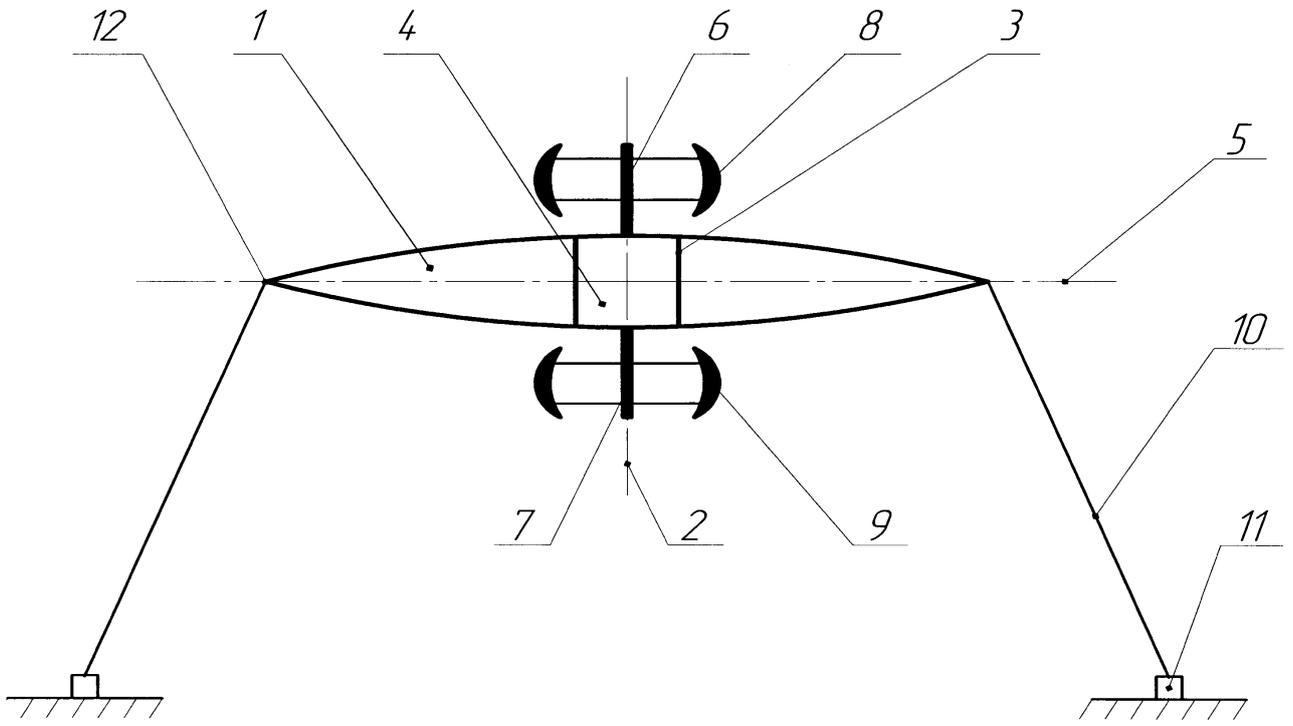
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to wind driven power plants. Aerial high-altitude wind power plant consists of a turbine-generator unit raised above the surface by an aerostat shell of positive buoyancy in the form of a hollow horizontally located biconvex lens, connected by flexible cable ties with fixed on the surface of the winches. In the central part of the balloon shell there is a through symmetrical hole with respect to its vertical axis, where the generator is fixed symmetrically relative to the longitudinal and vertical axis of the balloon shell, which has two shaft outputs with fixed on each of them symmetrically with respect

to the electric generator by orthogonal turbines, the upper ends of the flexible cable ties are attached to the edge of the oval bottom of the balloon shell and are coaxial with the lower ends of the flexible cable ties with the winches fixed to the surface symmetrically with respect to its vertical axis, and the number of flexible cable ties with fixed on the surface of the winches is not less than three.

EFFECT: invention is aimed at increasing the amount of wind generated electricity in high-altitude velocity layers of the atmosphere.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2656521 C1

RU 2656521 C1

Изобретение применяется для преобразования энергии ветра в электроэнергию промышленных мощностей в высотных скоростных слоях атмосферы с ветрами переменной направленности как на материковой территории, так на территории морей и океанов (на стационарных, морских и других видах нефтяных платформ).

5 Настоящее устройство относится к энергетическим установкам, работающим от ветра при вертикальном расположении оси вращения сдвоенных ортогональных турбин с лопастями крыловидного профиля (виндроторы).

Известны ветрогенерирующие установки, для которых в целях достижения большей вырабатываемой мощности применяется размещение турбинно-генераторных блоков в более высоких и скоростных слоях атмосферы. К таким высотным устройствам 10 следует отнести ветросиловые установки с применением аэростатов нейтральной и положительной плавучести. В них имеют место варианты размещения горизонтально-осевых турбин и генераторов на большой высоте подвешенными только снизу (веб-сайт: <http://fimir.ru/project/199>), снизу или вокруг аэростата (патент SU №8970). Вместе с тем первое из устройств полностью лишено ориентации турбин на ветер, статично 15 повернуто навстречу преобладающему ветронаправлению своей боковой поверхностью, обладающей максимальным лобовым сопротивлением. Если скорость ветра превысит определенное критическое значение, аэростат будет прибит к земле, рама с вставленными в нее генераторами и турбинами будет разрушена. Ориентация на ветер второго 20 устройства не является достаточной для устойчивой работы турбин и обеспечивается лишь каплевидной формой аэростата. Известно, что лобовое сопротивление пропеллерно-лопастных турбин на высоких скоростях ветра резким скачком возрастает, что приводит к упомянутым выше негативным последствиям. Турбины, установленные в кольцевой ферме, работают в разноскоростных потоках воздуха, особенно те, что 25 расположены ниже и выше оболочки, аэростат будет раскачиваться, а турбины - терять свое положение, оптимальное только при полном совпадении осей их вращения с направлением ветра.

При выборе типа турбины для любого ветрогенератора решающим является ее способность не требовать ориентации на ветер. Таким качеством обладают только 30 турбины виндроторов. Для получения электроэнергии промышленных мощностей от ветра виндроторные турбины должны обладать взаимоисключающими качествами, между которыми следует достигнуть оптимального баланса, а именно иметь по возможности меньший вес и как можно большую поверхность рабочих лопастей.

К крупногабаритным устройствам большой мощности относится зонтично-каркасный 35 виндротор (патент RU №2476717) с ортогональными лопастями, в котором вращение к центрально-осевому генератору передается через длинномерные траверсы, утяжеляющие турбину.

В орбитальной ветротурбине (патент US №20110018280) траверсы отсутствуют, но турбина нагружена весом опорных роликов и, особенно существенно, закрепленным 40 на ней генератором, масса которого для промышленных установок будет превышать, возможно в 2-3 и более раза, вес собственно турбины. Опорные ролики каркаса в виндроторе имеют одну степень свободы по вертикали, а опорные ролики турбины в орбитальной конструкции не имеют и этого признака. При больших габаритах обоих устройств, что необходимы для достижения значительных размеров обдуваемой 45 площади рабочих лопастей, возникают неизбежные и нарастающие отклонения форм турбинных ободов от идеальной окружности и плоскости, которые создают в крупногабаритном варианте исполнения ортогональных турбин труднопреодолимые проблемы в работе опорно-направляющих узлов.

Данные конструкции не решают проблему стабильного пространственного положения устройств в высотных скоростных слоях воздуха при переменчивой направленности ветров или решают ее не в полной мере.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению является аэровысотный ветрогенератор (патент РФ №2535427, опуб. бюл. №34 от 10.12.2014 г.), состоящий из турбинно-генераторного блока, поднятого над землей аэростатной оболочкой положительной плавучести, заключенной в клеть из прутьев и ремней, привязанную к месту тросами напрямую и через наземные лебедки, при этом оболочка представляет собой по меньшей мере одну полую и горизонтально расположенную двояковыпуклую линзу; прутья клетки, обхватывающие ее, жестко связаны снизу с внешне-опорным каркасом турбины Дарье вертикального вращения, крыловидные лопасти которой выгнуты эллиптически; колонны упомянутого каркаса в свою очередь выгнуты по эллиптическим кривым так, что их большая ось совпадает с горизонтальной осью симметрии упомянутой турбины, чей вал вращается в подшипниках, размещенных на вершинах малой оси эллиптически выгнутых колонн каркаса, а к нижней вершине того же каркаса подвешен электрогенератор.

В конструкции используется ортогональная турбина с лопастями крыловидного профиля с возможностью применения нескольких двояковыпуклых аэростатных оболочек, и имеется ряд других отличительных особенностей, в том числе особая схема привязки поднятого на большую высоту ветросилового блока к месту дислокации устройства. Потери мощности, имеющие место при отклонениях оси вращения турбины от вертикального положения, должны устраняться через наземные лебедки, управляемые компьютерной программой и через тросы, непосредственно воздействующие на внешне-опорный каркас турбины Дарье.

Недостатком данной конструкции является то, что расположенный на максимальном расстоянии от аэростатной оболочки электрогенератор турбинно-генераторного блока ухудшает аэродинамические свойства аэростата и его устойчивость. Это ведет к тому, что под напором сильных ветров турбинно-генераторный блок смещается в подветренную сторону, что ведет к потере мощности, возникающей при отклонениях оси вращения турбины от вертикального положения. При этом стабилизация пространственного положения данного устройства в высотных скоростных слоях воздуха при переменчивой направленности ветров решается за счет применения сложной системы управления, которая включает наземные лебедки, управляемые компьютерной программой, и через тросы, непосредственно воздействующие на внешне-опорный каркас турбины Дарье.

Кроме этого дополнительным недостатком является то, что отсутствует упоминание о количестве тросов, фиксирующих аэростатную оболочку, и не конкретизировано их пространственное расположение относительно продольной оси на аэростатной оболочке и пространственное расположение на поверхности дислокации устройства, а эти факторы оказывают существенное влияние на его пространственную устойчивость.

Увеличить вырабатываемую мощность в устройстве возможно путем увеличения геометрических размеров ортогональной турбины с лопастями крыловидного профиля. Однако увеличение геометрических размеров имеет ограниченные возможности, т.к. пропорционально увеличивается разрушающее механическое воздействие воздушных потоков, которое вынуждает усиливать механическую прочность конструкции и влечет за собой неоправданное увеличение ее массы и, соответственно, стоимостных показателей. Поэтому наличие только одной ортогональной турбины с лопастями крыловидного профиля имеет ограниченные возможности по увеличению

вырабатываемой мощности.

Заявляемое изобретение решает задачу увеличения вырабатываемой мощности при одновременном улучшении пространственной устойчивости и упрощении системы управления.

5 Технический результат заключается в увеличении количества вырабатываемой электроэнергии от ветра в высотных скоростных слоях атмосферы.

Технический результат достигается тем, что аэровысотная ветроэнергетическая установка состоит из турбинно-генераторного блока, поднятого над поверхностью аэростатной оболочкой положительной плавучести в виде полой горизонтально  
10 расположенной двояковыпуклой линзы, соединенной гибкими тросовыми связями с зафиксированными на поверхности лебедками, при этом в центральной части аэростатной оболочке имеется сквозное симметричное относительно ее вертикальной оси отверстие, где неподвижно симметрично относительно продольной и вертикальной оси аэростатной оболочке закреплен электрогенератор, который имеет два выхода  
15 вала с закрепленными на каждом из них симметрично относительно электрогенератора ортогональными турбинами, причем верхние концы гибких тросовых связей прикреплены к кромке овального днища аэростатной оболочке и расположены соосно с нижними концами гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками симметрично относительно ее вертикальной оси, а количество гибких  
20 тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками не менее трех.

Гибкая тросовая связь состоит из одного или нескольких гибких проводов с расположенной вокруг каждого провода изоляцией, заключенных вместе в оболочку.

Улучшение пространственной устойчивости устройства происходит как за счет выравнивания его аэродинамических свойств из-за размещения электрогенератора во  
25 внутренней полости аэростатной оболочке и полной симметрии всех агрегатов и устройств относительно продольной и вертикальной оси аэростатной оболочке, так и за счет полной симметрии крепления верхних концов гибких тросовых связей к аэростатной оболочке и расположения их соосно с нижними концами гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками симметрично относительно ее  
30 вертикальной оси, при этом количество гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками не менее трех. Кроме этого улучшение пространственной устойчивости аэровысотной ветроэнергетической установки ведет к упрощению системы управления, то есть отпадает необходимость использования сложной системы управления.

35 Помимо этого наличие двух ортогональных турбин с лопастями крыловидного профиля позволяет не только улучшить пространственную устойчивость устройства, но и дает возможность использовать удвоенную поверхность турбин, что расширяет возможность увеличения вырабатываемой мощности по сравнению с прототипом.

Все это, в конечном итоге, увеличивает количество вырабатываемой электроэнергии  
40 от ветра в высотных скоростных слоях атмосферы.

На фиг. 1 показан общий вид аэровысотной ветроэнергетической установки.

Аэровысотная ветроэнергетическая установка состоит из аэростатной оболочке 1 положительной плавучести в виде полой горизонтально расположенной двояковыпуклой линзы. В центральной части аэростатной оболочке 1 имеется сквозное отверстие 3,  
45 выполненное симметрично относительно ее вертикальной оси 2.

Электрогенератор 4 турбинно-генераторного блока ветрогенератора неподвижно закреплен во внутренней полости сквозного отверстия 3 симметрично относительно продольной оси 5 и вертикальной оси 2 аэростатной оболочке 1.

Электрогенератор 4 имеет два выхода вала 6 и 7 с закрепленными на них симметрично относительно электрогенератора 4 ортогональными турбинами 8 и 9 с выгнутыми эллиптически крыловидными лопастями.

Крепежная часть устройства на местности содержит гибкие тросовые связи 10 переменной длины, изменяемые зафиксированными на поверхности лебедками 11.

Гибкая тросовая связь 10 состоит из одного или нескольких гибких проводов с расположенной вокруг каждого провода изоляцией, заключенных вместе в оболочку.

Верхние концы гибких тросовых связей 10 прикреплены к кромке овального днища 12 аэростатной оболочки 1 и расположены соосно с нижними концами гибких тросовых связей 10 с зафиксированными на поверхности лебедками 11 симметрично относительно ее вертикальной оси 2, при этом количество гибких тросовых связей 10 с зафиксированными на поверхности лебедками 11 не менее трех.

Аэровысотная ветроэнергетическая установка работает следующим образом. Производится сборка аэростатной оболочки 1 в виде полой горизонтально расположенной двояковыпуклой линзы, в центральной части которой имеется сквозное отверстие 3, выполненное симметрично относительно ее вертикальной оси 2. При этом электрогенератор 4 турбинно-генераторного блока ветрогенератора неподвижно закреплен во внутренней полости сквозного отверстия 3 симметрично относительно продольной оси 5 и вертикальной оси 2 аэростатной оболочки 1.

После сборки производится заполнение аэростатной оболочки 1 газом легче воздуха в количестве, обеспечивающем ее положительную плавучесть и достаточную аэростатическую подъемную силу.

Затем гибкие тросовые связи 10 стравливаются с барабанов, зафиксированных на поверхности лебедек 11, до заданной точки в атмосфере, где имеют место высокоскоростные ветра. По достижении слоя атмосферы с ветрами требуемой скорости, ортогональная турбина 8 и ортогональная турбина 9 с выгнутыми эллиптически крыловидными лопастями начнут вращаться и приводить в движение через два выхода вала 6 и 7 электрогенератор 4. Вырабатываемая электрогенератором 4 электроэнергия будет передаваться по находящимся в гибких тросовых связях 10 гибким проводам с расположенной вокруг каждого провода изоляцией. При этом механическая прочность гибких тросовых связей 10 обеспечивается высокой механической прочностью их оболочек.

Устойчивость устройства обеспечивают крепление верхних концов гибких тросовых связей 10 к кромке овального днища 12 аэростатной оболочки 1 и расположение соосно с нижними концами гибких тросовых связей 10 с зафиксированными на поверхности лебедками 11 симметрично относительно ее вертикальной оси 2.

При этом увеличение расстояния расположения фиксации на поверхности лебедек 11 от проекции аэростатной оболочки 1 приводит к увеличению устойчивости аэровысотной ветроэнергетической установки в пространстве.

Для спуска установки при обслуживании и ремонте оборудования, дозаправки аэростатной оболочки 1 газом используются гибкие тросовые связи 10, наматываемые на барабаны зафиксированных на поверхности лебедек 11.

#### (57) Формула изобретения

1. Аэровысотная ветроэнергетическая установка, состоящая из турбинно-генераторного блока, поднятого над поверхностью аэростатной оболочкой положительной плавучести в виде полой горизонтально расположенной двояковыпуклой линзы, соединенной гибкими тросовыми связями с зафиксированными на поверхности

лебедками, отличающаяся тем, что в центральной части аэростатной оболочки имеется сквозное симметричное относительно ее вертикальной оси отверстие, где неподвижно симметрично относительно продольной и вертикальной оси аэростатной оболочки закреплен электрогенератор, который имеет два выхода вала с закрепленными на  
5 каждом из них симметрично относительно электрогенератора ортогональными турбинами, причем верхние концы гибких тросовых связей прикреплены к кромке овального днища аэростатной оболочки и расположены соосно с нижними концами гибких тросовых связей с зафиксированными на поверхности лебедками симметрично относительно ее вертикальной оси, а количество гибких тросовых связей с  
10 зафиксированными на поверхности лебедками не менее трех.

2. Аэровысотная ветроэнергетическая установка по п. 1, отличающаяся тем, что гибкая тросовая связь состоит из одного или нескольких гибких проводов с расположенной вокруг каждого провода изоляцией, заключенных вместе в оболочку.

15

20

25

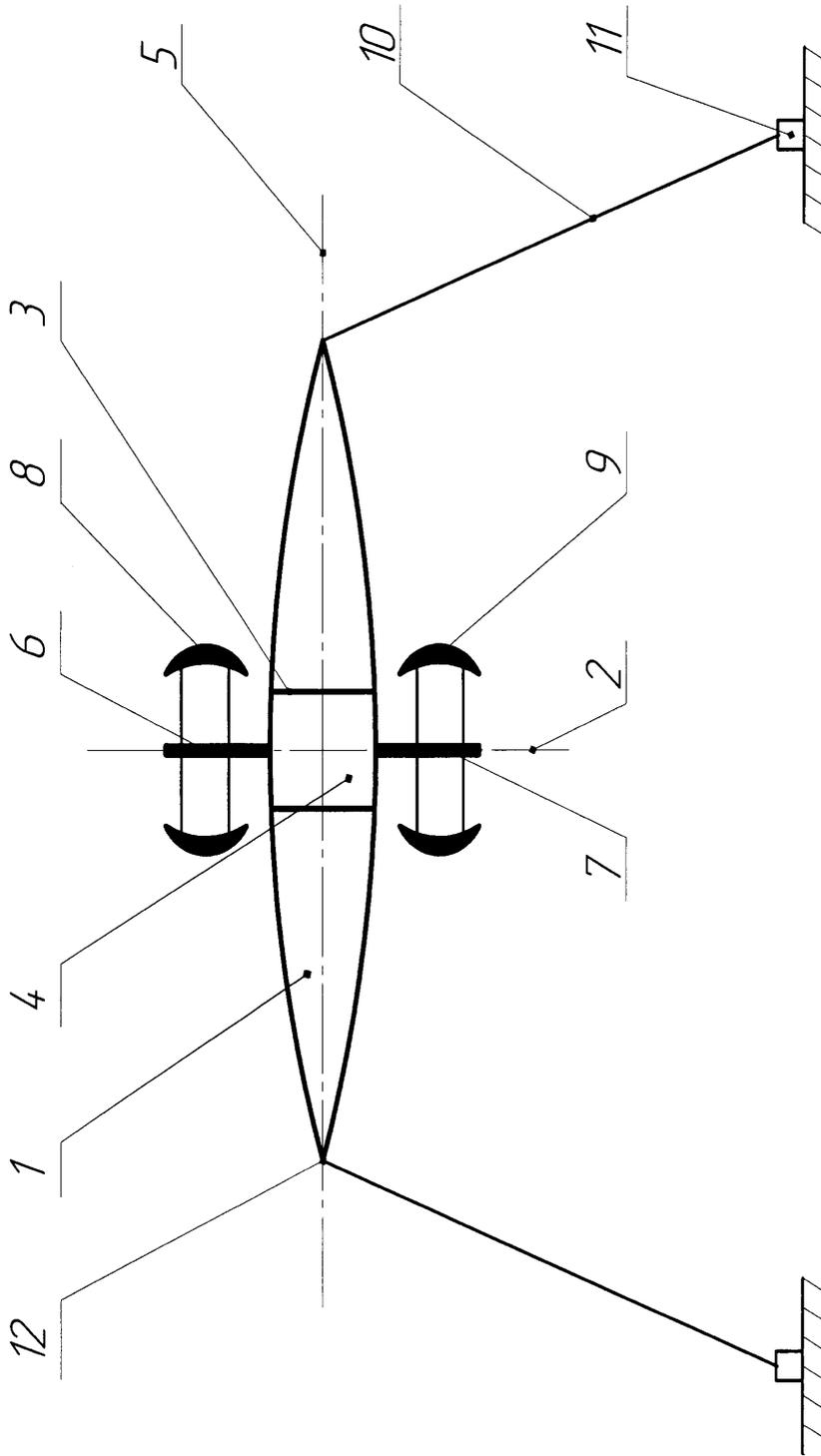
30

35

40

45

Аэровысотная ветроэнергетическая установка со сдвоенным виндатором



Фиг. 1