

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044737**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.27

(21) Номер заявки
202391092

(22) Дата подачи заявки
2023.04.27

(51) Int. Cl. **F03D 80/30** (2016.01)
F03D 9/25 (2016.01)
H02S 10/12 (2014.01)

(54) **ВЕТРОГЕНЕРАТОР**

(43) **2023.09.25**

(96) **2023000072 (RU) 2023.04.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА
АЛЕКСАНДРА I" (ФГБОУ ВО
ПГУПС) (RU)**

(56) EA-B1-040487
JP-A-2016194266
CN-A-111720262

(72) Изобретатель:

**Ким Константин Константинович,
Панычев Александр Юрьевич,
Блажко Людмила Сергеевна, Титова
Тамила Семеновна, Сацук Татьяна
Павловна, Королева Елена Борисовна
(RU)**

(57) Изобретение относится к ветроэнергетике и может быть использовано в ветроэнергетических установках. Технический результат - повышение надежности ветрогенератора. При попадании молнии в стержень (21) разрядный ток через внутренний токоотвод (22) попадает на первый шарообразный электрод (23). Воздушный промежуток (24) пробивается и разрядный ток проходит чрез приемное металлическое кольцо (25) и металлический проводник (26) на начальный отвод (27) периодической системы радиально ориентированных единичных трубчатых камер мультиэлектродной системы (28). Начинают последовательно пробиваться воздушные промежутки между электродами (29), (33) и (31). Затем пробивается воздушный промежуток между концевым отводом (30) и вторым шарообразным электродом (36), и разрядный ток молнии стекает по внешнему токоотводу (37) к заземлителю (38). Разряды между электродами сопровождаются возникновением больших давлений, посредством которых каналы искрового разряда (35) выдуваются через отверстия (34) наружу. В результате длина каналов искровых разрядов (35) увеличивается, поэтому каналы искровых разрядов (35) интенсивно охлаждаются и разряды между электродами (29), (33) и (31) быстро гаснут.

B1

044737

**044737
B1**

Изобретение относится к ветроэнергетике и может быть использовано в ветроэнергетических установках.

Известен ветрогенератор (RU 197430, F03D1/00, F03D9/00, 24.04.2020), содержащий корпус, в котором жестко закреплен электрический генератор, состоящий из статора с обмоткой переменного тока, внутри которого расположен ротор с обмоткой, на валу ротора закреплены лопасти, на лопастях жестко закреплены солнечные батареи, выводы которых соединены с входами обмотки на роторе.

Данный ветрогенератор характеризуется не высокой надежностью, так как в случае попадания молнии в лопасть ветрогенератора, происходит разрушение материала лопасти с последующим снижением прочности конструкции лопасти. Последнее в условиях действия центробежных сил приводит к разрушению лопасти.

Известен ветрогенератор (EA № 040487, F03D 9/25, H02S 10/12, 09.06.2022), выбранный в качестве прототипа, и содержащий корпус, в котором жестко закреплен электрический генератор, состоящий из статора с обмоткой переменного тока, внутри которого расположен ротор с обмоткой, на валу ротора закреплены лопасти с солнечными батареями, выводы которых соединены с входами обмотки на роторе, на поверхности лицевой обшивки лопастей жестко закреплены своими нижними поверхностями нервюры и лонжероны, к верхним поверхностям которых жестко прикреплены дополнительные обшивки, по форме повторяющие лицевые обшивки лопастей, и своими краями жестко прикрепленные по всему периметру к кромкам, корню и концу лопастей, солнечные батареи жестко закреплены на наружных поверхностях дополнительных обшивок, в которых у конца лопасти выполнено отверстие, сообщающееся с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой, на поверхности тыльной обшивки лопасти у ее корня выполнено отверстие, соединенное трубой с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой.

Основной недостаток прототипа составляет его низкая надежность, обусловленная возможностью разрушения лопасти в результате попадания в нее молнии и действия центробежных сил.

Задача изобретения - повышение надежности ветрогенератора за счет быстрого гашения разряда молнии после прохождения волны перенапряжения.

Технический результат достигается тем, что ветрогенераторе, содержащем корпус, в котором жестко закреплен электрический генератор, состоящий из статора с обмоткой переменного тока, внутри которого расположен ротор с обмоткой, на валу ротора закреплены лопасти с солнечными батареями, выводы которых соединены с входами обмотки на роторе, на поверхности лицевой обшивки лопастей жестко закреплены своими нижними поверхностями нервюры и лонжероны, к верхним поверхностям которых жестко прикреплены дополнительные обшивки, по форме повторяющие лицевые обшивки лопастей, и своими краями жестко прикрепленные по всему периметру к кромкам, корню и концу лопастей, солнечные батареи жестко закреплены на наружных поверхностях дополнительных обшивок, в которых у конца лопасти выполнено отверстие, сообщающееся с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой, на поверхности тыльной обшивки лопасти у ее корня выполнено отверстие, соединенное трубой с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой, на законцевке лопасти жестко закреплен заостренный стержень острием наружу, тупой конец стержня расположен во внутренней полости лопасти и к нему одним своим концом жестко прикреплен внутренний токоотвод, другой конец внутреннего токоотвода выходит наружу через отверстие у корня лопасти, на этом конце жестко закреплен первый шарообразный электрод, который через воздушный промежуток связан с приемным металлическим кольцом, жестко закрепленным на корпусе, причем центр приемного металлического кольца расположен на продольной оси корпуса, приемное металлическое кольцо с помощью проводника соединено с начальным отводом периодической системы радиально ориентированных единичных трубчатых камер мультиэлектродной системы, жестко закрепленной на корпусе, начальный отвод электрически соединен с первым электродом мультиэлектродной системы, а концевой отвод соединен с последним электродом мультиэлектродной системы, которая расположена в профиле из силиконовой резины, между первым электродом, последним электродом и промежуточными электродами мультиэлектродной системы в профиле выполнены отверстия, выходящие наружу профиля, полости, в которых расположены соседние электроды с отверстиями, образуют единичные газоразрядные камеры по окружности профиля, причем каждый электрод через внутренний торец единичной газоразрядной камеры электрически соединен с промежуточным электродом соседней единичной газоразрядной камеры, концевой отвод мультиэлектродной системы через воздушный промежуток связан со вторым шарообразным электродом, жестко закрепленным на конце внешнего токоотвода, другой конец которого присоединен к заземлителю.

Схема заявляемого устройства показана на фиг. 1, на фиг. 2 дан поперечный разрез лопасти, а на фиг. 3 приведена мультиэлектродная система в линейном исполнении.

Ветрогенератор (фиг. 1) содержит корпус (1), с расположенным в нем электрическим генератором (2), например, типа V164-8.0 MW или Energy Wind, который состоит из статора (3) с обмоткой переменного тока (4). Внутри статора (3), который выполнен, например, из ферромагнитного материала, расположен ротор (5) с обмоткой (6), изготовленной по петлевой или волновой схеме (Вольдек А.И. Электрические машины. Л.: Энергия. 1978. С. 402 - 430). На конце вала (7) ротора (5) жестко закреплены лопасти

(8). На поверхностях лицевых обшивок (9) лопастей (8) жестко закреплены своими нижними поверхностями нервюры (10) (фиг. 2) и лонжероны (11), к верхним поверхностям которых жестко прикреплены дополнительные обшивки (12), по форме повторяющие лицевые обшивки (9) лопастей (8), и своими краями жестко прикрепленные по всему периметру к кромкам, корню и концу лопастей (8). Дополнительные обшивки (12) выполнены из теплорассеивающих пластмасс, например, марки COOLPOLY, LATI-CONTER или ПА 6 ЛЭ8. Солнечные батареи (13) жестко закреплены на наружных поверхностях дополнительных обшивок (12), в которых у конца лопасти (8) выполнено отверстие (14), сообщающееся с полостью (15), образованной поверхностью лицевой обшивки (9) лопасти (8) и дополнительной обшивкой (12). Солнечные батареи (13) изготовлены, например, на основе селенид меди-индия-галлия или из кадмия теллурида или композита из диселенида вольфрама и дисульфида молибдена (Божеев Ф.Е. Нанотекстурированные пленки дисульфида и диселенида вольфрама с фотоактивными свойствами: Автореф. дис. кан. техн. наук. - ФГАОУВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет", Томск, 2014. - 21 с). На поверхности тыльной обшивки (16) лопасти (8) у ее корня выполнено отверстие (17), соединенное трубой (18) с полостью (15), образованной поверхностью лицевой обшивки (9) лопасти (8) и дополнительной обшивкой (12).

Выводы (19) (фиг. 1) солнечных батарей (13) соединены с входами (20) обмотки (6) на цилиндрическом роторе (5).

На законцовке лопасти (8) жестко закреплен заостренный стержень (21) острием наружу. Стержень (21) изготовлен из алюминия или алюминиевого сплава - AlMgSi или нержавеющей стали: V2A, V4A, NIRO. Тупой конец стержня (21) расположен во внутренней полости лопасти (8) и к нему одним своим жестко прикреплен внутренний токоотвод (22), выполненный, например, из скрутки проводников из меди сорта МГ-120 или стального провода марки АС с алюминиевыми вставками-жилами. Другой конец токоотвода (22) выходит через отверстие (17) у корня лопасти (8) наружу, на этом конце жестко закреплен первым шарообразный электрод (23), который через воздушный промежуток (24) (фиг. 1) связан с приемным металлическим кольцом (25), жестко закрепленным на корпусе (1), причем центр приемного металлического кольца (25) расположен на продольной оси корпуса (1). Приемное металлическое кольцо (25) электрически с помощью металлического проводника (26) соединено с начальным отводом (27) периодической системы радиально ориентированных единичных трубчатых камер мультиэлектродной системы (28), жестко закрепленной на корпусе (1).

Начальный отвод (27) электрически соединен с первым электродом (29) (фиг. 3), а концевой отвод (30) (фиг. 1) электрически соединен с последним электродом (31) (фиг. 3) мультиэлектродной системы (28), которая расположена в профиле (32) из силиконовой резины, который жестко закреплен на корпусе (1) (фиг. 1). Между первым электродом (29) (фиг. 3), последним электродом (31) и промежуточными электродами (33) мультиэлектродной системы (28) в профиле (32) выполнены отверстия (34), выходящие наружу профиля (32), причем ориентация отверстий (34) - от поверхности корпуса (1) (фиг. 1). Полости, в которых расположены электроды (29), (31) и (33) (фиг. 3) с отверстиями (34), образуют единичные газоразрядные камеры по окружности профиля (32). В полости каждой единичной газоразрядной камеры расположены два соседних электрода: первый электрод (29) и промежуточный электрод (33), два промежуточных электрода (33), промежуточный электрод (33) и последний электрод (31), причем каждый промежуточный электрод (33) с помощью провода через внутренний торец единичной газоразрядной камеры электрически соединен с промежуточным электродом (33) соседней единичной газоразрядной камеры.

Позицией (35) показан канал искрового разряда между электродами (29), (31) и (33).

Концевой отвод (30) (фиг. 1) мультиэлектродной системы (28) через воздушный промежуток связан со вторым шарообразным электродом (36), жестко закрепленным на конце внешнего токоотвода (37), выполненного из оцинкованной стали или луженого медного провода, другой конец которого присоединен к заземлителю (38).

Устройство работает следующим образом. При действии ветрового потока на лопасти (8), закрепленные на валу (7) ротора (5), начинают вращение. В результате начинает вращаться ротор (5) с обмоткой (6) электрического генератора (2). В световой день солнечные батареи (13), расположенные на лопастях (8), начинают генерировать электрический ток, который запитывает обмотку (6). Таким образом создается магнитное поле возбуждения, которое из-за вращения ротора (5) пересекает витки обмотки переменного тока (4) статора (3), в результате, согласно закону электромагнитной индукции, в витках обмотки переменного тока (4) индуцируется ЭДС, под действием которой во внешнюю цепь ветрогенератора, которая не показана, начинает поступать электрический ток.

В случае попадания молнии в стержень (21) разрядный ток через внутренний токоотвод (22) попадает на первый шарообразный электрод (23). В результате на воздушном промежутке (24) (фиг. 1) создается перенапряжение, под действием которого он пробивается, и разрядный ток проходит на приемное металлическое кольцо (25), затем через металлический проводник (26) на начальный отвод (27) периодической системы радиально ориентированных единичных трубчатых камер мультиэлектродной системы (28). В результате сначала пробивается воздушный промежуток между первым электродом (29) (фиг. 3) и промежуточным электродом (33), затем последовательно пробиваются воздушные промежутки между

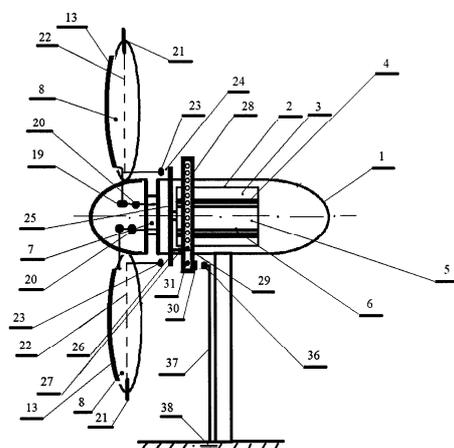
соседними промежуточными электродами (33), и наконец - воздушный промежуток между промежуточным электродом (33) и последним электродом (31). В заключение пробивается воздушный промежуток (фиг. 1) между концевым отводом (30) и вторым шарообразным электродом (36), и разрядный ток молнии стекает по внешнему токоотводу (37) к заземлителю (38) на землю.

Разряды между электродами (фиг. 3) сопровождаются возникновением больших давлений, посредством которых каналы искрового разряда (35) выдуваются через отверстия (34) наружу. В результате дутья длина каналов искровых разрядов (35) увеличивается, а, следовательно, увеличивается их теплоотдача в окружающий воздух, каналы искровых разрядов (35) охлаждаются, и разряды между электродами (29), (33) и (31) быстро гаснут.

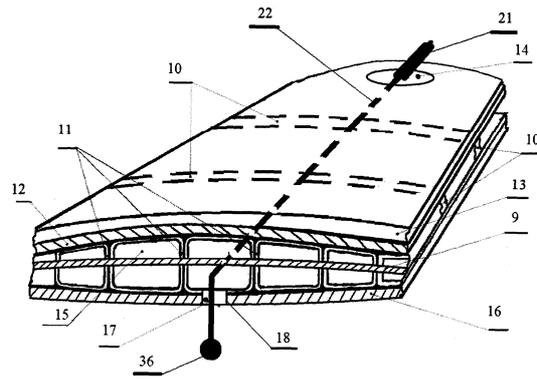
Как можно видеть, в заявляемом устройстве энергия молнии частично расходуется на искровые разряды в мультиэлектродной системе, которые благодаря дутью быстро погасают, и частично отводится в землю, таким образом, не происходит разрушения лопастей (8) (фиг. 1), что ведет к повышению надежности ветрогенератора.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

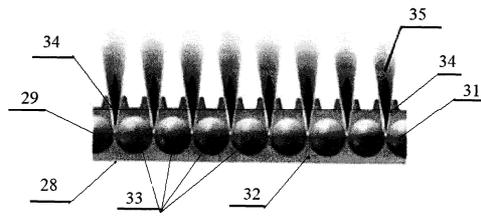
Ветрогенератор, содержащий корпус, в котором жестко закреплен электрический генератор, состоящий из статора с обмоткой переменного тока, внутри которого расположен ротор с обмоткой, на валу ротора закреплены лопасти с солнечными батареями, выводы которых соединены с входами обмотки на роторе, на поверхности лицевой обшивки лопастей жестко закреплены своими нижними поверхностями нервюры и лонжероны, к верхним поверхностям которых жестко прикреплены дополнительные обшивки, по форме повторяющие лицевые обшивки лопастей, и своими краями жестко прикрепленные по всему периметру к кромкам, корню и концу лопастей, солнечные батареи жестко закреплены на наружных поверхностях дополнительных обшивок, в которых у конца лопасти выполнено отверстие, сообщающееся с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой, на поверхности тыльной обшивки лопасти у ее корня выполнено отверстие, соединенное трубой с полостью, образованной поверхностью лицевой обшивки лопасти и дополнительной обшивкой, отличающийся тем, что на законцевке лопасти жестко закреплен заостренный стержень острием наружу, тупой конец стержня расположен во внутренней полости лопасти и к нему одним своим концом жестко прикреплен внутренний токоотвод, другой конец внутреннего токоотвода выходит наружу через отверстие у корня лопасти, на этом конце жестко закреплен первый шарообразный электрод, который через воздушный промежуток связан с приемным металлическим кольцом, жестко закрепленным на корпусе, причем центр приемного металлического кольца расположен на продольной оси корпуса, приемное металлическое кольцо с помощью проводника соединено с начальным отводом периодической системы радиально ориентированных единичных трубчатых камер мультиэлектродной системы, жестко закрепленной на корпусе, начальный отвод электрически соединен с первым электродом мультиэлектродной системы, а концевой отвод соединен с последним электродом мультиэлектродной системы, которая расположена в профиле из силиконовой резины, между первым электродом, последним электродом и промежуточными электродами мультиэлектродной системы в профиле выполнены отверстия, выходящие наружу профиля, полости, в которых расположены соседние электроды с отверстиями, образуют единичные газоразрядные камеры по окружности профиля, причем каждый электрод через внутренний торец единичной газоразрядной камеры электрически соединен с промежуточным электродом соседней единичной газоразрядной камеры, концевой отвод мультиэлектродной системы через воздушный промежуток связан со вторым шарообразным электродом, жестко закрепленным на конце внешнего токоотвода, другой конец которого присоединен к заземлителю.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

