

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039004**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.11.19**

(21) Номер заявки  
**201900241**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.04.01**

(51) Int. Cl. **F03D 1/04** (2006.01)  
**F03D 7/04** (2006.01)  
**F03D 9/32** (2006.01)  
**B64D 41/00** (2006.01)

**(54) УСТАНОВКА ВОЗДУШНО-СИЛОВАЯ ДЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

(43) **2020.10.30**

(96) **2019/ЕА/0035 (ВУ) 2019.04.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**КОНСТАНТИНОВ ИГОРЬ  
ПАВЛОВИЧ; КОНСТАНТИНОВ  
ПАВЕЛ ИГОРЕВИЧ;  
КОНСТАНТИНОВА ТАТЬЯНА  
ИГОРЕВНА; КОНСТАНТИНОВ  
АНДРЕЙ ПАВЛОВИЧ (ВУ)**

(56) EA-A1-201700425  
US-A1-20080061559  
RU-C1-2313693  
RU-U1-109232  
US-A1-2016031567

(72) Изобретатель:  
**Константинов Игорь Павлович,  
Константинов Павел Игоревич,  
Константинова Татьяна Игоревна  
(ВУ)**

(74) Представитель:  
**Самцов В.П. (ВУ)**

(57) Изобретение предназначено для использования на воздушных летательных средствах. Технический результат: повышение мощности установки и снижение потерь при преобразовании механической энергии в электрическую энергию. Установка включает корпус 1, содержащий канал 2, входной 3 и выходной 4 диффузоры. В канале 2 смонтированы осевая турбина 5 с рабочими лопатками, направляющая решетка 6, обтекатель 7 с задвижкой 8, поверхность которой выполнена в форме зонтичного конусного купола 9, работающего на раскрытие посредством линейного электропривода 24, центробежный регулятор скорости 10 с грузами 11 и штангами 12 со складывающимся зонтичным куполом 13 и кинематически связанные с выходным валом осевой турбиной 5 маховик 14, электрический генератор 15, который электрической цепью 25 через электронную систему управления 26 соединен с нагрузкой 27. Канал 2 за осевой турбиной 5 выполнен в форме сопла Лавалья 17, в конусной расширяющейся части которого смонтирован центробежный регулятор скорости 10, выполненный с возможностью регулировки скорости потока 18 воздуха на выходе из сопла Лавалья 17 посредством изменения его проходного сечения раскрытием или закрытием складывающегося зонтичного купола 13 под воздействием центробежной силы, действующей на грузы 11 со штангами 12. Маховик 14 и центробежный регулятор скорости 10 установлены на валу 23 осевой турбины 5 и посредством электромагнитных муфт 19, 20 связаны с валом 23 осевой турбиной 5. Электрический генератор 15 установлен в выходном 4 диффузоре канала 2 соосно с концом 21 выходного вала 23 осевой турбины 5 и кинематически связан с ним электромагнитной муфтой 22.

**039004 B1**

**039004 B1**

Изобретение относится к альтернативным источникам энергии и предназначено для использования на транспортных средствах с гибридными силовыми установками, например, в авиастроении и воздухоплавании.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) преобразует кинетическую энергию ветра в механическую или электрическую энергию, удобную для практического использования. ВЭУ производят электрическую энергию для бытовых или промышленных нужд. Мощность ветротурбины зависит от скорости ветра, площади ометаемой поверхности и эффективности ветротурбины, на которую также влияет турбулентность ветрового потока, плотность воздуха, равномерность распределения скорости ветра по ометаемой площади.

Из уровня техники известен опыт применения ветрогенератора RAT в качестве аварийной системы самолета [1]. RAT снабжен двухлопастным воздушным винтом, при этом лопасти обогреваются для предотвращения их обледенения в полете, его мощность составляет 15 кВт. В нормальной ситуации ветрогенератор убран в специальный отсек, расположенный справа от ниши передней опоры шасси самолета. В случае отказа обоих генераторов самолета в полете RAT выпускается из ниши и раскручивается набегавшим потоком воздуха, а вырабатываемая генератором электроэнергия подается на электропитание левой и правой бортовых шин. Весь процесс происходит автоматически, однако, имеется и рукоятка для принудительного открытия замка. RAT позволяет продолжать полет, вплоть до запуска ВСУ, выхода на режим и подключения ее генератора к сети. Имеющийся опыт использования ветросилового устройства RAT в качестве агрегата для выработки энергии на воздушном транспортном средстве гибридного типа представляется весьма перспективным направлением для создания воздушных судов, способных к длительным беспосадочным полетам.

Известен ветрогенератор американской компании Altaeros Energies [2]. Ветрогенератор предназначен для работы на высотах до 600 м, где постоянно дуют сильные ветра, которые в 5-8 раз сильнее ветров вблизи поверхности земли. Генератор выполнен в виде надувной конструкции, похожей на дирижабль, в который установлена трехлопастная турбина на горизонтальной оси. Ветряной генератор был впервые запущен в 2014 году на Аляске на высоту около 300 м для испытаний в течение 18 месяцев. Технология позволяет получать электроэнергию стоимостью 18 центов за киловатт-час, что в два раза дешевле обычной стоимости ветряной электроэнергии на Аляске.

Известен ветродвигатель [3], содержащий корпус с входным диффузором, горловиной, выходным диффузором, вал, размещенный в корпусе, турбину и лопасть ротора. Конфузор снабжен направляющими лопатками, при этом ротор вращается относительно вала и выполнен в виде размещенной на нем втулки с вентиляторными лопатками и кольцевым ободком, который связан с концами лопаток.

Известна система с электрическим генератором для транспортного средства [4]. Техническое решение включает: ветряную турбину, электрический генератор, механически соединенный с ветровой турбиной и выполненный с возможностью подключения к устройству хранения электрической энергии, сконфигурированному для хранения электрической энергии на борту транспортного средства, и жесткий конический корпус, образующий внутреннюю камеру, корпус, имеющий входной конец и выходной конец, причем входной конец имеет больший диаметр, чем выходной конец, и выполнен с возможностью направления потока ветра в ветряную турбину. Система также включает устройство отклонения ветра для сочлененного транспортного средства и содержащее ветряную турбину. Электрический генератор в системе механически соединен с ветровой турбиной и выполнен с возможностью подключения к устройству хранения электрической энергии, сконфигурированному для хранения электрической энергии на борту транспортного средства. В систему входит электрический генератор, который сконфигурирован для генерирования электрической энергии посредством ветровой турбины, содержащей жесткий корпус для подачи ветра, выполненный с возможностью отклонения потока ветра на заданную высоту, большую, чем крыша транспортного средства, и дополнительно обеспечивает отклонение потока ветра в смежно прикрепленный конический корпус, образующий внутреннюю камеру.

Известна также ветросиловая установка транспортного средства [5]. Установка содержит ветроколесо, соединенное с ротором электрогенератора, при этом ветроколесо выполнено в виде многолопастного воздушного винта, который установлен в кольце на входе в профилированный канал. Указанный канал заканчивается профилированной насадкой, причем сам профилированный канал расположен внутри лобового обтекателя, напротив выполненного на передней стенке обтекателя отверстия. Длина профилированной насадки равна длине дефлектора, закрепленного на обтекателе, причем на передней стенке обтекателя выполнено два отверстия. Перед вторым отверстием внутри обтекателя также установлена система, включающая многолопастной воздушный винт в кольце с образованием профилированного канала и профилированную насадку, при этом на обтекателе установлен второй дефлектор.

Недостатком известных систем с ветрогенераторами является невысокий КПД ветроколеса из-за конструктивного исполнения его лопастей. Недостатком является также невозможность накопления кинетической энергии воздушного потока для ее дальнейшего использования в период ослабления ветра.

В качестве прототипа выбрана воздушно-силовая установка для привода транспортного средства с осевой турбиной [6]. Установка содержит установленные в канале осевую турбину с рабочими лопатками, обтекатель, электрический генератор с валом ротора, маховик кинематически связанные с валом осе-

вой турбины приводом. Привод включает редуктор, установленный на выходном валу осевой турбины, коническую зубчатую пару, соединенную муфтой со вторым редуктором, который, в свою очередь, через муфту соединен с электрическим генератором, а через другую муфту связан с маховиком, при этом электрический генератор посредством электрической цепи через электронную систему управления соединен с нагрузкой. Канал содержит входной диффузор и направляющую решетку, установленную между обтекателем и рабочими лопатками осевой турбины. На обтекателе смонтирована задвижка, поверхность которой выполнена в форме зонтичного конусного купола, работающего на раскрытие. В канале между осевой турбиной и выходным диффузором установлен центробежный регулятор скорости с грузами и штангами, которые снабжены складывающимся зонтичным куполом. Поверхность зонтичного купола задвижки смонтирована навстречу воздушному потоку с возможностью раскрытия посредством линейного электропривода.

Недостатком прототипа является невозможность применения воздушно-силовой установки на летательных аппаратах, поскольку применение в конструкции редуктора и привода для передачи вращающего момента от турбины на электрический генератор энергетически не эффективно из-за потерь в редукторе и шестеренчатом приводе. Недостатком также является невозможность создать в канале с осевой турбиной регулируемую скорость истечения потока воздуха за турбиной, что снижает эффективность использования энергии воздушного потока и обусловлено конструктивным исполнением канала.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и расширение сферы применения воздушно-силовой установки.

Технический результат изобретения заключается в повышении мощности установки и снижение потерь при преобразовании механической энергии вырабатываемой турбиной в электрическую энергию.

Технический результат достигается тем, что в установке воздушно-силовой для летательного аппарата, включающей корпус, содержащий канал с входным и выходным диффузорами, в котором последовательно смонтированы осевая турбина с рабочими лопатками, направляющей решеткой, обтекателем с задвижкой, поверхность которой выполнена в форме зонтичного конусного купола, работающего на раскрытие, центробежный регулятор скорости с грузами и штангами со складывающимся зонтичным куполом, а также кинематически связанные с выходным валом осевой турбиной маховик, вал ротора электрического генератора, который электрической цепью через электронную систему управления соединен с нагрузкой, согласно изобретению, что канал за осевой турбиной выполнен в форме сопла Лавалья, в конусной расширяющейся части которого смонтирован центробежный регулятор скорости, выполненный с возможностью регулировки скорости потока воздуха за турбиной на выходе из сопла Лавалья посредством изменения его проходного сечения путем раскрытия или закрытия складывающегося зонтичного купола под воздействием центробежной силы, действующей на грузы со штангами при вращении центробежного регулятора скорости, при этом маховик и центробежный регулятор скорости установлены на валу осевой турбины и связаны с ним электромагнитными муфтами, а электрический генератор установлен в выходном диффузоре канала соосно с валом осевой турбины, при этом вал ротора электрического генератора электромагнитной муфтой связан концом вала осевой турбины.

Осевая турбина выполнена, по меньшей мере, двухступенчатой.

Задвижка обтекателя снабжена линейным электроприводом для обеспечения работы на раскрытие зонтичного конусного купола.

Осевая турбина и маховик размещены в канале между входным диффузором и раструбом сопла Лавалья.

Нагрузка электрического генератора включает функционально связанные между собой резервный накопитель электрической энергии и электрическую систему летательного аппарата.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где представлена принципиальная схема установки.

Установка воздушно-силовая включает корпус 1 с каналом 2 в форме сопла Лавалья 17 с входным 3 и выходным 4 диффузорами; смонтированные в канале 2 осевую турбину 5 с рабочими лопатками, направляющую решетку 6, обтекатель 7, задвижку 8 в форме зонтичного конусного купола 9 с линейным электроприводом 24, последовательно установленные на выходном валу 23 осевой турбиной 5 и кинематически связанные электромагнитными муфтами 19, 20 маховик 14 и центробежный регулятор скорости 10 со штангами 12, грузами 11 и складывающимся зонтичным куполом 13; электрический генератор 15, установленный в выходном диффузоре 4 канала 2 соосно с выходным валом 23 осевой турбины 5, вал 16 ротора которого электромагнитной муфтой 22 кинематически связан концом 21 вала 23 осевой турбины; электрическую цепь 25 с электронной системой управления 26, нагрузку 27, включающую накопитель 28 электрической энергии и электрическую систему 29 летательного аппарата (на чертеже не показан).

Изобретение реализуют следующим образом.

После сборки и отладки установку воздушно-силовую устанавливают на летательный аппарат (на чертеже не показано), который также оснащают накопителем 28 электрической энергии - аккумулятором, за счет которого обеспечивают работу электродвигателей, старт и полет летательного аппарата с воздушным винтом (на чертеже не показано). В качестве летательных аппаратов могут выступать самолеты при беспосадочных перелетах, беспилотные летательные аппараты, дроны и воздухоплавательные средства, такие как дирижабли или воздушные шары.

После взлета и далее в процессе полета летального аппарата встречный воздушный поток 18 попадает во входное отверстие канала 2 между обечайкой входного диффузора 3 и поверхностью задвижки 8 в форме зонтичного конусного купола 9 на обтекателе 7. Задвижка 8 работает на раскрытие и открывается на требуемый угол посредством линейного электропривода 24, что обеспечивает регулируемую подачу воздушного потока 18 на направляющую решетку 6 и далее - на периферийную часть рабочих лопаток осевой турбины 5 и ускоряет ее пуск. По мере возрастания давления воздушного потока 18 на рабочие лопатки осевой турбины 5 задвижку 8 открывают полностью, при этом для стабилизации скорости вращения осевой турбины 5 используют центробежный регулятор скорости (ЦРС) 10, при вращении штанг 12 с грузами 11 которого изменяется степень раскрытия складывающегося зонтичного купола 13, что позволяет регулировать скорость истечения потока 18 воздуха через сопло 17 Лавала. При этом перекрывается определенная часть площади сечения перед выходным диффузором 4, тем самым изменяется аэродинамическое сопротивление и скорость воздушного потока 18, который поступает на рабочие лопатки осевой турбины 5 через входной диффузор 3. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не устанавливается скорость вращения осевой турбины 5, при которой центробежная сила, действующая на грузы 11 ЦРС 10, не уравновешивается суммой сил, действующих на конус зонтичного купола 9 задвижки 8 со стороны поступающего воздушного потока 18 на лопатки осевой турбины 5. Таким образом осуществляется автоматическое саморегулирование и стабилизация скорости вращения рабочих лопаток осевой турбины 5 в процессе движения летательного аппарата. Для обеспечения необходимой мощности осевую турбину 5 выполняют, по меньшей мере, двухступенчатой, при этом исполнение канала 2 за осевой турбиной 5 в форме сопла Лавала 17 с возможностью регулировки скорости потока 18 воздуха за турбиной 5 путем изменением проходного сечения в раструбе на выходе из сопла Лавала 17 за счет раскрытия или закрытия складывающегося зонтичного купола 13 ЦРС 10 позволяет повысить коэффициент использования энергии воздушного потока.

Вырабатываемая осевой турбиной 5 механическая энергия запасается также маховиком 14, который смонтирован соосно на выходном валу 23 осевой турбины 5, соединен с ней через электромагнитную муфту 19 и вращается при включенной электромагнитной муфте 19 вместе с выходным валом 23 при работе осевой турбины 5. Накопленная энергия маховиком 14 может быть передана на электрический генератор 15, вал ротора 16 которого электромагнитной муфтой 22 подсоединен к концу 21 выходного вала 23 осевой турбины 5.

Электрический генератор 15 установлен в выходном диффузоре 4 профильного канала 2 соосно с концом 21 выходного вала 23 осевой турбины 5, таким образом, что поток 18 воздуха, за счет изменения направления зонтичным куполом 13 ЦРС 10, обтекает корпус электрического генератора 15 и с дополнительным ускорением, полученным при истечении из сопла Лавала 17, покидает профильный канал 2 через выходной диффузор 4. Вырабатываемую электрическим генератором 15 электрическую энергию по электрической цепи 25 подают на нагрузку 27, в состав которой входит накопитель 28 - аккумулятор электрической энергии и электрическая система 29 летательного аппарата (на чертеже не показан). Электронная система управления 26 обеспечивает оптимизацию управления режима работы воздушно-силовой установки летательного аппарата.

Соосная компоновка осевой турбиной 5, маховика 14, центробежного регулятора скорости 10 и электрического генератора 15 без использования промежуточного редуктора, в отличие от прототипа, обеспечивает минимальные потери мощности, вырабатываемой осевой турбиной 5 при преобразовании кинетической энергии воздушного потока 18 в электрическую энергию.

Исполнение канала 2 за осевой турбиной 5 в форме сопла Лавала 17, называемого сверхзвуковым [7], обеспечивает преобразование потока 18 воздуха таким образом, что скорость истечения становится больше местной скорости звука:  $M > 1$ , где  $M$  - число Маха, которое является показателем отношения скорости объекта к скорости звука. Известно, что в самом узком сечении сверхзвукового сопла скорость потока 18 воздуха равна звуковой, а в расширяющейся - сверхзвуковой. Поэтому применение сопла Лавала 17 с управляемым проходным сечением в его расширяющейся части путем раскрытия или закрытия складывающегося зонтичного купола 13 ЦРС 10 позволяет повысить эффективность работы воздушно-силовой установки за счет оптимизации истечения потока 18 воздуха из сопла Лавала 17.

Установка согласно изобретения особенно актуальна для использования в составе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые в основном оснащены электродвигателями, работающих от электрических аккумуляторов, и для длительного динамичного планерного полета используют так называемые воздушные реки - узкие горизонтальные потоки воздуха с постоянно дующим ветром, скорость которого достигает 50-80 м/с. Благодаря этому они наиболее пригодны для энергетического использования летательных аппаратов с разработанной воздушно-силовой установкой, позволяющей летательному аппарату совершать беспосадочный полет практически неограниченно долго, обеспечивая электрической энергией как собственные нужды, так отдавая ее внешним потребителям через соответствующее коммуникационное оборудование (на чертеже не показано.)

Для специалиста очевидно, что предлагаемая воздушно-силовая установка может быть применена на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте, а также в качестве автономного источника электрической энергии в горных районах на высотах, где постоянно дуют сильные ветра.

Источники информации.

- 1) Ветрогенератор (RAT, "ветряк"), Engineer, 2010. <http://superiet.wikidot.com/wiki:rat>.
- 2) Ветрогенератор компании Altaeros Energies. Электрик Инфо - мир электричества <http://elektrik.info/main/news/915-5-neobychnyh-konstrukciy-vetrogeneratorov.html> © 2009-2018.
- 3) SU № 1590626 A1, 1990.09.07.
- 4) US № 8,618,683 B2, 2013.12.31.
- 5) RU № 2237193 C1, 2003.01.10.
- 6) EA № 201700425 A1, 08.08.2017 (прототип).
- 7) Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. 2-е изд., переработанное. ГИТТЛ: Москва, 1953, с. 149.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

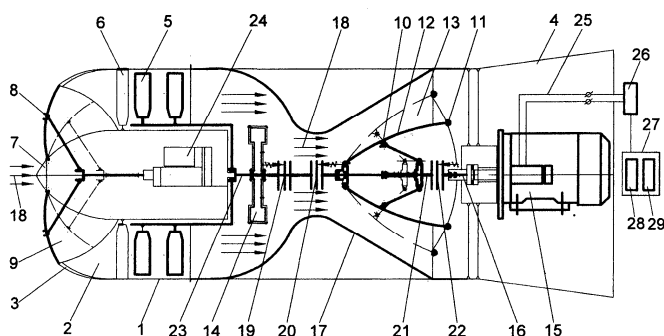
1. Установка воздушно-силовая для летательного аппарата, включающая корпус (1), содержащий канал (2) с входным (3) и выходным (4) диффузорами, в котором смонтированы осевая турбина (5) с рабочими лопатками, направляющей решеткой (6), обтекателем (7) с задвижкой (8), поверхность которой выполнена в форме зонтичного конусного купола (9), работающего на раскрытие, центробежный регулятор скорости (10) с грузами (11) и штангами (12) со складывающимся зонтичным куполом (13), а также кинематически связанные с выходным валом осевой турбины (5) маховик (14), вал (16) ротора электрического генератора (15), который электрической цепью (25) через электронную систему управления (26) соединен с нагрузкой (27), отличающаяся тем, что канал (2) за осевой турбиной (5) выполнен в форме сопла Лавалья (17), в конусной расширяющейся части которого смонтирован центробежный регулятор скорости (10), выполненный с возможностью регулировки скорости потока (18) воздуха за турбиной (5) на выходе из сопла Лавалья (17) посредством изменения его проходного сечения путем раскрытия или закрытия складывающегося зонтичного купола (13) под воздействием центробежной силы, действующей на грузы (11) со штангами (12) при вращении центробежного регулятора скорости (10), при этом маховик (14) и центробежный регулятор скорости (10) установлены на валу (23) осевой турбины (5) и связаны с ним электромагнитными муфтами (19, 20), а электрический генератор (15) установлен в выходном (4) диффузоре канала (2) соосно с валом (23) осевой турбины (5), при этом вал (16) ротора электрического генератора (15) электромагнитной муфтой (22) связан с концом (21) вала (23) осевой турбины (5).

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что осевая турбина (5) выполнена, по меньшей мере, двухступенчатой.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что задвижка (8) обтекателя (7) снабжена линейным электроприводом (24) для обеспечения работы на раскрытие зонтичного конусного купола (9).

4. Установка воздушно-силовая по п.1, отличающаяся тем, что осевая турбина (5) и маховик (14) размещены в канале (2) между входным (3) диффузором и раструбом сопла Лавалья (17).

5. Установка воздушно-силовая по п.1, отличающаяся тем, что нагрузка (27) электрического генератора (15) включает функционально связанные между собой накопитель (28) электрической энергии и электрическую систему (29) летательного аппарата.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2