



(51) МПК

B64C 27/08 (2006.01)

B64D 27/24 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

B64C 27/08 (2021.01); B64D 27/24 (2021.01)

(21)(22) Заявка: 2019112618, 27.09.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.09.2017Дата регистрации:  
25.03.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
29.09.2016 FR 16 59366

(43) Дата публикации заявки: 29.10.2020 Бюл. № 31

(45) Опубликовано: 25.03.2021 Бюл. № 9

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 29.04.2019(86) Заявка РСТ:  
FR 2017/052595 (27.09.2017)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2018/060591 (05.04.2018)Адрес для переписки:  
101000, Москва, ул. Мясницкая, 13, стр. 5, ООО  
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

КЛОНОВСКИ, Тома (FR),  
МЕЗЬЕР, Людовик (FR),  
ПЛИССОННО, Бернард (FR)

(73) Патентообладатель(и):

САФРАН ХЕЛИКОПТЕР ЭНДЖИНЗ  
(FR)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 20130147204 A1, 13.06.2013. CN  
105711826 A, 29.06.2016. US 20150130186 A1,  
14.05.2015. JP 2015137092 A, 30.07.2015. CN  
205554582 U, 07.09.2016. RU 2550876 C1,  
20.05.2015.**(54) ГИБРИДНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МНОГОВИНТОВОГО ВИНТОКРЫЛОГО  
ВОЗДУШНОГО СУДНА, СОДЕРЖАЩАЯ УЛУЧШЕННОЕ СРЕДСТВО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  
ПОСТОЯННЫЙ ТОК/ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области авиации, в частности к конструкциям силовых установок многовинтовых летательных аппаратов. Гибридная силовая установка (30) для многовинтового винтокрылого воздушного судна (10) содержит двигатель (22) внутреннего сгорания, электрогенератор (20), выпрямительное устройство (34) для преобразования переменного тока в постоянный ток, средство преобразования, выполненное с возможностью преобразования постоянного тока в переменный ток, и

электрическую сеть (44), соединяющую выпрямительное устройство со средством преобразования. Силовая установка включает первую группу (46) из двух первых электродвигателей (46A, 46B), которые соединены со средством преобразования, воздушные винты (12A, 12B). Средство преобразования содержит первый инвертор (36), выполненный с возможностью параллельной подачи электроэнергии на первые электродвигатели. Обеспечивается снижение веса гибридной силовой

R U 2 7 4 5 4 6 5 C 2

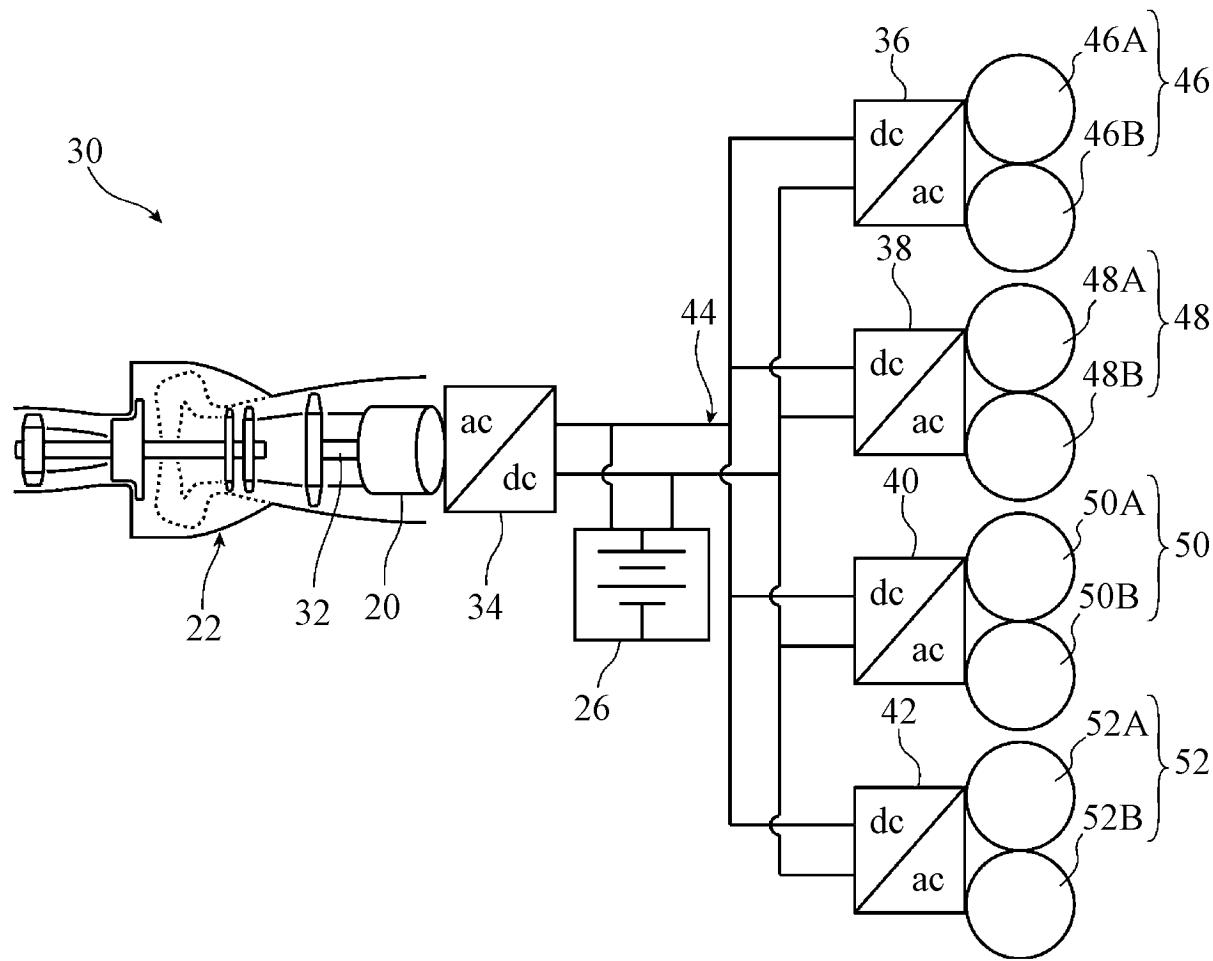
R U 2 7 4 5 4 6 5 C 2

установки,

синхронизация

работы

электродвигателей. 3 н. и 7 з.п. ф-лы, 3 ил.



ФИГ. 2

R U 2 7 4 5 4 6 5 C 2

R U 2 7 4 5 4 6 5 C 2

R U 2 7 4 5 4 6 5 C 2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) RU (11) 2 745 465<sup>(13)</sup> C2

(51) Int. Cl.  
*B64C 27/08* (2006.01)  
*B64D 27/24* (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC  
*B64C 27/08* (2021.01); *B64D 27/24* (2021.01)

(21)(22) Application: 2019112618, 27.09.2017

(24) Effective date for property rights:  
27.09.2017

Registration date:  
25.03.2021

Priority:

(30) Convention priority:  
29.09.2016 FR 16 59366

(43) Application published: 29.10.2020 Bull. № 31

(45) Date of publication: 25.03.2021 Bull. № 9

(85) Commencement of national phase: 29.04.2019

(86) PCT application:  
FR 2017/052595 (27.09.2017)

(87) PCT publication:  
WO 2018/060591 (05.04.2018)

Mail address:  
101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, 13, str. 5, OOO  
"Soyuzpatent"

(72) Inventor(s):  
KLONOWSKI, Thomas (FR),  
MEZIERE, Ludovic (FR),  
PLISSONNEAU, Bernard (FR)

(73) Proprietor(s):  
SAFRAN HELICOPTER ENGINES (FR)

(54) HYBRID POWER PLANT FOR MULTIPROPELLER ROTARY-WING AIRCRAFT CONTAINING IMPROVED DC/AC CONVERTER

(57) Abstract:

FIELD: aviation.

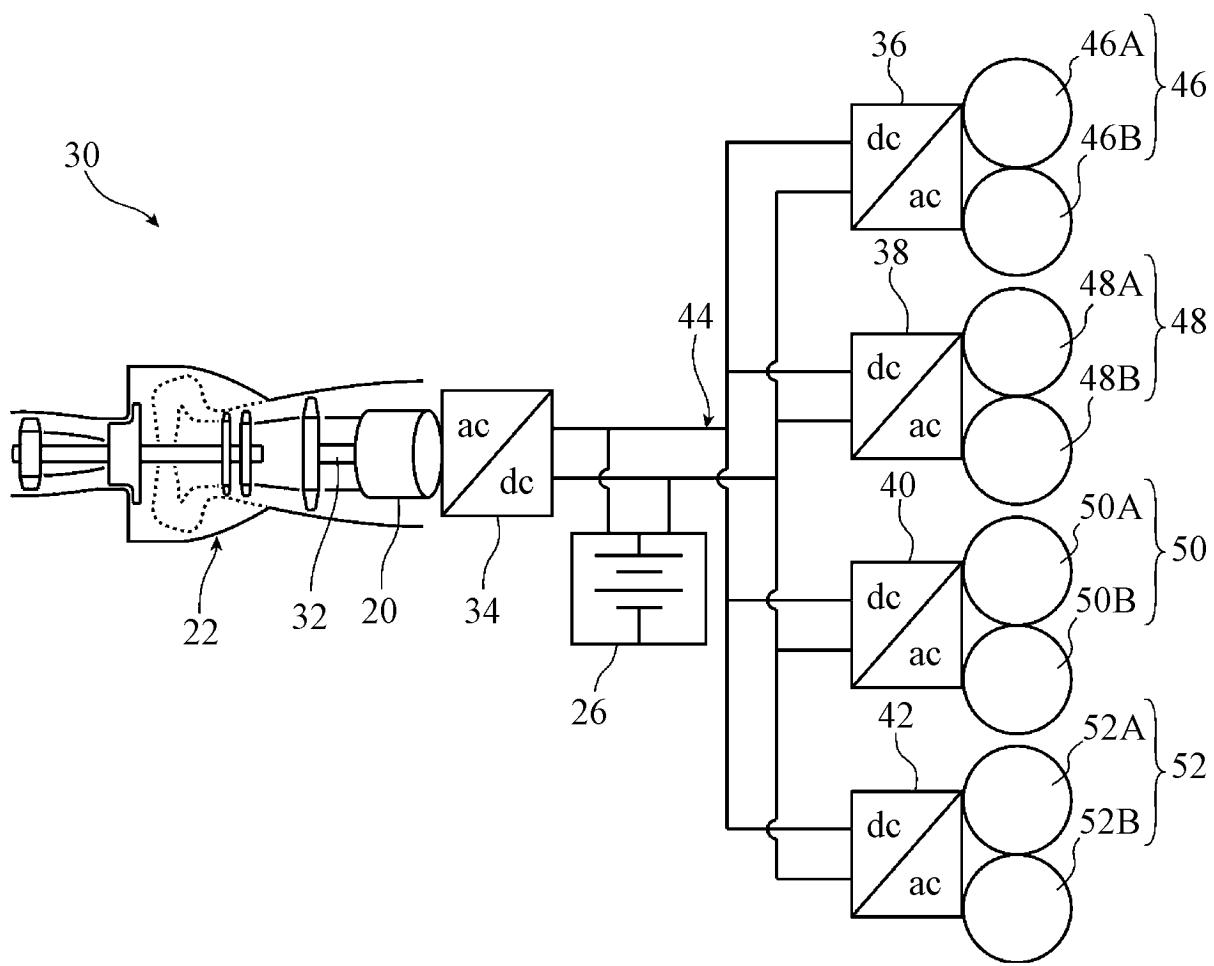
SUBSTANCE: invention relates to the field of aviation, in particular to the structures of power plants of multipropeller aircraft. A hybrid power plant (30) for a multipropeller rotary-wing aircraft (10) contains an internal combustion engine (22), an electric generator (20), a rectifier (34) for converting alternating current into direct current, a conversion means designed to convert direct current into alternating current, and an electrical system (44) connecting the rectifier to the

conversion means. The power plant includes the first group (46) of the first two electric motors (46A, 46B), which are connected to the conversion means, and propellers (12A, 12B). The conversion means contains the first inverter (36), designed for parallel supply of electricity to the first electric motors.

EFFECT: invention provides the hybrid power plant's weight reduction and synchronization of the electric motors.

10 cl, 3 dwg

R U 2745465 C 2



ФИГ. 2

R U 2745465 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к гибридной силовой установке для многовинтовых винтокрылых воздушных судов, а также способа изготовления такой гибридной силовой установки.

5 Уровень техники

Из уровня техники известна гибридная силовая установка для многовинтового винтокрылого воздушного судна, содержащая:

- двигатель внутреннего сгорания и электрогенератор, связанный с двигателем внутреннего сгорания, так что, при использовании, двигатель внутреннего сгорания

10 приводит в действие электрогенератор,

- выпрямительное устройство, соединенное с электрогенератором для преобразования переменного тока, поставляемого с помощью электрогенератора, в постоянный ток, средство для преобразования постоянного тока в переменный ток, и электрическую сеть, соединяющую выпрямительное устройство со средством преобразования,

15 - электродвигатели, которые соединены со средством преобразования, так что, при использовании, средство преобразования подает переменный ток на первые электродвигатели, и

- воздушные винты, которые связаны с электродвигателями, так что, при использовании, электродвигатели приводят в действие воздушные винты.

20 В частности, средство преобразования содержит инверторы, которые, соответственно, соединены с электродвигателями, чтобы подавать на них переменный ток.

Тем не менее, эти силовые установки обладают недостатком, который заключается в сравнительно большой массе.

Раскрытие сущности изобретения

25 В частности, цель изобретения заключается в том, чтобы предложить простое, экономичное и эффективное решение указанной проблемы.

Исходя из этого, предложена гибридная силовая установка для многовинтового винтокрылого воздушного судна, содержащая:

- двигатель внутреннего сгорания и электрогенератор, связанный с двигателем

30 внутреннего сгорания, так что, при использовании, двигатель внутреннего сгорания приводит в действие электрогенератор,

- выпрямительное устройство, соединенное с электрогенератором для преобразования переменного тока, поставляемого с помощью электрогенератора, в постоянный ток, средство преобразования, выполненное с возможностью преобразования постоянного

35 тока в переменный ток, и электрическую сеть, соединяющую выпрямительное устройство со средством преобразования,

- по меньшей мере одну первую группу из по меньшей мере двух первых электродвигателей, которые соединены со средством преобразования, так что, при использовании, средство преобразования подает переменный ток на первые

40 электродвигатели, и

- воздушные винты, которые, соответственно, связаны с первыми электродвигателями, так что, при использовании, первые электродвигатели приводят в действие воздушные винты.

В соответствии с изобретением, средство преобразования содержит первый инвертор,

45 выполненный с возможностью параллельной подачи электроэнергии на первые электродвигатели.

Таким образом, основной принцип изобретения заключается в объединении подачи электроэнергии на несколько электродвигателей гибридной силовой установки

многовинтового винтокрылого воздушного судна с помощью одного и того же инвертора.

Таким образом, изобретение позволяют уменьшить вес по сравнению с известными гибридными силовыми установками, с одной стороны, путем уменьшения количества 5 инверторов, а также путем уменьшения количества и веса СЕМ фильтров.

Более того, подача электроэнергии на несколько электродвигателей с помощью одного и того же инвертора позволяет оптимизировать синхронизацию этих 10 электродвигателей. Указанное позволяет улучшить подъемную силу гибридной силовой установки.

Предпочтительно, чтобы количество первых электродвигателей, на которые питание подается с помощью первого инвертора, было равно двум.

В некоторых вариантах осуществления изобретения воздушные винты, связанные с первыми электродвигателями, являются двумя соосными противоположно 15 вращающимися воздушными винтами.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения гибридная силовая установка содержит по меньшей мере одну другую группу из по меньшей мере двух других электродвигателей и другие воздушные винты, которые, соответственно, связаны с этими другими электродвигателями, и средство преобразования содержит, для 20 единственной другой группы или каждой другой группы других электродвигателей, другой соответствующий инвертор, который выполнен с возможностью параллельной подачи электроэнергии на другие соответствующие электродвигатели.

В этом случае целесообразно, чтобы первые электродвигатели и другие двигатели обладали внутренней характеристикой, дисперсия которой, вычисленная для двигателей любой группы из первой группы и единственной другой группы или каждой другой 25 группы, была меньше дисперсии указанной внутренней характеристики, вычисленной для всех первых электродвигателей и других электродвигателей.

Предпочтительно, чтобы рассматриваемой внутренней характеристикой (характеристиками) являлись электрические или электромагнитные характеристики, такие как сопротивления обмотки статора, синхронные индуктивности и потоки ротора.

Предпочтительно, чтобы гибридная силовая установка дополнительно содержала 30 накопитель энергии, соединенный с электрической сетью параллельно с электрогенератором.

Изобретение также касается многовинтового винтокрылого воздушного судна, которое содержит гибридную силовыми установками, тип которой описан выше.

Изобретение дополнительно касается способа изготовления гибридной силовой 35 установки описанного выше типа, который включает в себя по меньшей мере следующие этапы:

- предусматривают несколько электродвигателей, воздушных винтов, двигатель внутреннего сгорания, электрогенератор, выпрямительное устройство, электрическую 40 сеть и первый инвертор;

- связывают электрогенератор с двигателем внутреннего сгорания;

- соединяют выпрямительное устройство с электрогенератором;

- соединяют первый инвертор с выпрямительным устройством с помощью 45 электрической сети;

- выбирают, из нескольких электродвигателей, первую группу, состоящую по меньшей мере из двух первых электродвигателей;

- параллельно соединяют первые электродвигатели с первым инвертором;

- связывают по меньшей мере часть воздушных винтов с первыми

электродвигателями.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения способ дополнительно включает в себя следующие этапы:

- выбирают, из нескольких электродвигателей, по меньшей мере одну другую группу, состоящую по меньшей мере из двух других электродвигателей;
- предусматривают, для единственной другой группы или каждой другой группы других электродвигателей, соответствующий другой инвертор;
- параллельно соединяют другие электродвигатели из единственной другой группы или каждой другой группы с соответствующим другим инвертором.

Предпочтительно, чтобы первые электродвигатели и другие электродвигатели были выбраны так, что они обладают внутренней характеристикой, дисперсия которой, вычисленная для двигателей любой группы из первой группы и единственной другой группы или каждой другой группы, меньше дисперсии указанной внутренней характеристики, вычисленной для всех первых электродвигателей и других электродвигателей.

#### Краткое описание чертежей

После прочтения приведенного ниже описания, которое является примером, не ограничивающим изобретение, и со ссылками на приложенные чертежи, изобретение будет лучше понятно и будут лучше ясны его дополнительные подробности, достоинства и характеристики.

На фиг. 1 схематично показано многовинтовое винтокрылое воздушное судно, соответствующее предпочтительному варианту осуществления изобретения, вид сверху; на фиг. 2 схематично показана часть гибридной силовой установки, которой оборудовано воздушное судно, изображенное на фиг. 1; на фиг. 3 показана часть гибридной силовой установки, изображенной на фиг. 2, при этом, в частности, изображен инвертор и два электродвигателя, принадлежащих указанной установке.

#### Осуществление изобретения

На фиг. 1 показано винтокрылое воздушное судно 10, например, восьмивинтовое воздушное судно такого типа, который содержит четыре пары 12, 14, 16, 18 противоположно вращающихся воздушных винтов 12A, 12B, 14A, 14B, 16A, 16B, 18A, 18B.

В общем, эти воздушные винты, соответственно, связаны с электродвигателями (не видны на фиг. 1), которые, таким образом, приводят воздушные винты в действие. На фиг. 2 эти электродвигатели подают электрическую энергию с помощью электрогенератора 20, который приводится в действие двигателем 22 внутреннего сгорания, таким как турбинный двигатель. Соединение между электрогенератором 20 и электродвигателями работает при постоянном токе, при сравнительно высоком напряжении, с целью улучшения стабильности подачи электрической энергии и управления электропитанием. Исходя из этого, выпрямительное устройство обеспечивает преобразование переменного тока, доставленного с помощью электрогенератора 20, в постоянный ток, при этом средство преобразования обеспечивает преобразование этого постоянного тока в переменный ток для электродвигателей, что будет лучше ясно из последующего описания. Соединение между электрогенератором 20 и электродвигателями постоянного тока, в частности, является целесообразным по причине того, что электрогенератор 20 работает с постоянной скоростью и, таким образом, это соединение позволяет после преобразования иметь стабильное напряжение постоянного тока.

Предпочтительно, чтобы также был предусмотрен накопитель 26 энергии для

временной подачи энергии на электродвигатели путем дополнения или замены электрогенератора 20, что известно из уровня техники. Накопитель 26 энергии, например, является устройством электрохимического типа, но, в качестве альтернативы, может быть устройством электростатического (емкостного) или механического типа.

5 Упомянутое выше соединение для прямого тока, в этом случае, обладает дополнительным достоинством, так как такое соединение обеспечивает простой способ для соединения электрогенератора 20 и, с одной стороны, накопителя 26 энергии и, с другой стороны, электродвигателей.

10 В качестве альтернативы, накопитель 26 энергии может быть соединен с оставшейся частью установки с помощью модулятора, также называемого устройством преобразования постоянный-постоянный ток, что предоставляет возможность, в частности, обеспечения надлежащей подзарядки накопителя 26 энергии и также 15 обеспечения избыточности электрической системы на случай неисправности накопителя 26 энергии.

15 Все эти элементы образуют гибридную силовую установку 30, которая далее будет подробно описана со ссылками на фиг. 2.

Таким образом, гибридная силовая установка 30 содержит двигатель 22 внутреннего сгорания и электрогенератор 20. Последний обычно содержит ротор, связанный с выходным валом 32 двигателя 22 внутреннего сгорания, таким как вал свободной или 20 соединенной турбины.

Электрический выход электрогенератора 20 соединен со входом выпрямительного устройства 34 для преобразования переменного тока AC, обеспечиваемого с помощью электрогенератора 20, в постоянный ток DC.

Выход выпрямительного устройства 34 соединен параллельно, с помощью 25 электрической сети 44, с соответствующими входами средства преобразования, а именно первым инвертором 36, вторым инвертором 38, третьим инвертором 40 и четвертым инвертором 42, которые предусмотрены для обратного преобразования постоянного тока DC в переменный ток AC для подачи питания на электродвигатели.

Более точно, первый инвертор 36 содержит выход, который параллельно соединен 30 с первой группой 46 из двух первых электродвигателей 46A, 46B, на которые, таким образом, подают переменный ток AC с помощью первого инвертора 36.

Аналогично, другие инверторы 38, 40, 42 обладают соответствующими выводами, 35 которые, соответственно, параллельно соединены с другими группами 48, 50, 52, каждая из которых содержит два других соответствующих электродвигателя 48A, 48B, 50A, 50B, 52A, 52B.

Таким образом, гибридная силовая установка 30 содержит несколько групп, каждая из которых содержит два электродвигателя, и выполнена так, что на двигатели одной группы подают электрическую энергию с помощью одного соответствующего инвертора.

40 Оба электродвигателя 46A - 52B каждой группы, соответственно, связаны с обоими воздушными винтами соответствующей пары 12 - 18 противоположно вращающихся воздушных винтов.

Питание электродвигателей одним и тем же инвертором позволяет уменьшить вес гибридной силовой установки.

45 Кроме того, такая конфигурация позволяет надлежащим образом синхронизировать эти двигатели и, таким образом, воздушные винты, приводимые в действие этими двигателями. Указанное позволяет улучшить подъемную силу гибридной силовой установки, в частности, в случае системы противоположно вращающихся воздушных

винтов, например, показанной на фигурах.

С другой стороны, накопитель 26 энергии также параллельно соединен с каждым из инверторов 36 - 42.

Все электродвигатели 46A - 52B являются электродвигателями одного и того же

- 5 типа. Тем не менее, для оптимизации совместного управления и синхронизации обоих двигателей каждой группы, электродвигатели 46A - 52B распределены по разным группам 46 - 52, чтобы обладать по меньшей мере одной внутренней характеристикой, дисперсия которой, вычисленная для электродвигателей любой из групп 46 - 52, была меньше дисперсии указанной внутренней характеристики, вычисленной для всех  
10 электродвигателей 46A - 52B. Другими словами, электродвигатели объединяют в соответствии со значением упомянутой выше внутренней характеристики для минимизации значения отклонения этой характеристики в каждой группе.

Предпочтительно, чтобы рассматриваемой внутренней характеристикой

- (характеристиками) являлись электрические или электромагнитные характеристики,  
15 такие как сопротивления обмотки статора, синхронные индуктивности и потоки ротора.

В одном предпочтительном варианте осуществления изобретения электродвигатели 46A - 52B являются многофазными асинхронными двигателями. Эти двигатели могут обладать разными типами, такими как индукционные двигатели или электродвигатели с переменным удельным магнитным сопротивлением.

- 20 Предпочтительно, чтобы оба электродвигателя каждой группы являлись электродвигателями с несколькими роторами и одним статором, что позволяет уменьшить вес и объем электродвигателей при одновременном способствовании минимизации дисперсии для пусковых резисторов статоров электродвигателей в каждой группе. То есть, в частности, способствуют однообразию соответствующих  
25 электрических токов в обоих электродвигателях одной и той же группы.

На фиг. 3 показан пример конфигурации первого инвертора 36, а также первые два электродвигателя 46A, 46B. Другие инверторы 38 - 42 обладают аналогичной конфигурацией.

Как показано на фиг. 3, первый инвертор 36 является мостовым инвертором, который

- 30 содержит три ветви 60, 62, 64 инвертора, которые, соответственно, подают три фазы 66, 68, 70 переменного тока на каждый из двух первых электродвигателей 46A, 46B. Первый инвертор 36 содержит резервную ветвь 72 инвертора, которая изначально не работает и которая предусмотрена для замены одной из трех ветвей 60, 62, 64 инвертора, в случае ее неисправности. Первый инвертор 36 дополнительно содержит модуль 74  
35 для управления ветвями 60, 62, 64 инвертора и модуль 76 СЕМ фильтрации.

Гибридная силовая установка 30 может быть изготовлена с помощью способа, который включает в себя следующие этапы:

- предусматривают электродвигатели 46A - 52B, воздушные винты 12A - 18B, двигатель 22 внутреннего сгорания, электрогенератор 20, выпрямительное устройство 34, электрическую сеть 44 и средство преобразования, которое содержит первый инвертор 36, второй инвертор 38, третий инвертор 40 и четвертый инвертор 42;
- 40 - связывают электрогенератор 20 с двигателем 22 внутреннего сгорания;
- соединяют выпрямительное устройство 34 с электрогенератором 20;
- соединяют каждый из инверторов 36 - 42 с выпрямительным устройством 34 с  
45 помощью электрической сети 44;
- распределяют электродвигатели 46A - 52B по группам из двух двигателей, так что дисперсия по меньшей мере одной внутренней характеристики электродвигателей, вычисленная для двигателей любой из групп 46 - 52, была меньше дисперсии указанной

внутренней характеристики, вычисленной для всех электродвигателей 46A - 52B;

- параллельно соединяют электродвигатели каждой группы с соответствующим инвертором 36 - 42;

- связывают воздушные винты, соответственно, с электродвигателями 46A - 52B.

5 Как описано выше, общий принцип изобретения заключается в объединении подачи электроэнергии на электродвигатели гибридной силовой установки многовинтового винтокрылого воздушного судна с помощью инверторов.

Этот общий принцип может быть применен к разным конфигурациям гибридных силовых установок, без выхода за пределы объема настоящего изобретения.

10 Таким образом, количество воздушных винтов может быть больше или меньше 8. Например, оно может быть равно четырем в случае воздушного судна многовинтового типа, иногда называемого квадрокоптером. Кроме того, воздушные винты, приводимые в действие электродвигателями одной группы, могут не обладать конфигурацией из соосных противоположно вращающихся воздушных винтов.

15 Количество инверторов также может быть разным, а также могут быть разными типы этих инверторов.

Кроме того, количество электродвигателей, на которые питание подается с помощью одного и того же инвертора, может быть больше двух. Тем не менее, желательно, чтобы это количество оставалось сравнительно малым для сохранения достаточной

20 избыточности элементов силовой установки, такая избыточность желательна для обеспечения безопасности воздушного судна.

Таким образом, в соответствии с самым общим аспектом, гибридная силовая установка, соответствующая изобретению, содержит по меньшей мере один инвертор и по меньшей мере два электродвигателя, на которые питание подается с помощью 25 этого инвертора.

### (57) Формула изобретения

1. Гибридная силовая установка (30) для многовинтового винтокрылого воздушного судна (10), содержащая:

30 - двигатель (22) внутреннего сгорания и электрогенератор (20), связанный с двигателем внутреннего сгорания так, что при использовании, двигатель внутреннего сгорания приводит в действие электрогенератор,

- выпрямительное устройство (34), соединенное с электрогенератором для преобразования переменного тока, поставляемого с помощью электрогенератора, в 35 постоянный ток, средство преобразования, выполненное с возможностью преобразования постоянного тока в переменный ток, и электрическую сеть (44), соединяющую выпрямительное устройство со средством преобразования,

40 - по меньшей мере одну первую группу (46) из по меньшей мере двух первых электродвигателей (46A, 46B), которые соединены со средством преобразования, так что, при использовании, средство преобразования подает переменный ток на первые электродвигатели,

45 - воздушные винты (12A, 12B), которые, соответственно, связаны с первыми электродвигателями так, что при использовании, первые электродвигатели приводят в действие воздушные винты, отличающиеся тем, что средство преобразования содержит первый инвертор (36), выполненный с возможностью параллельной подачи электроэнергии на первые электродвигатели.

2. Гибридная силовая установка по п. 1, в которой количество первых электродвигателей (46A, 46B), на которые питание подается с помощью первого

инвертора (36), равно двум.

3. Гибридная силовая установка по п. 2, в которой воздушные винты (12A, 12B), которые связаны с первыми электродвигателями (46A, 46B), представляют собой два соосных противоположно вращающихся воздушных винта.

- 5 4. Гибридная силовая установка по любому из пп. 1-3, содержащая по меньшей мере одну другую группу (48, 50, 52) из по меньшей мере двух других электродвигателей (48A, 48B, 50A, 50B, 52A, 52B) и другие воздушные винты (14A, 14B, 16A, 16B, 18A, 18B), которые, соответственно, связаны с этими другими электродвигателями, и при этом средство преобразования содержит, для единственной другой группы или каждой 10 другой группы других электродвигателей, другой соответствующий инвертор (38, 40, 42), который выполнен с возможностью параллельной подачи электроэнергии на другие соответствующие электродвигатели.

- 15 5. Гибридная силовая установка по п. 4, в которой первые электродвигатели (46A, 46B) и другие электродвигатели (48A, 48B, 50A, 50B, 52A, 52B) обладают внутренней характеристикой, дисперсия которой, вычисленная для двигателей любой группы из первой группы (46) и единственной другой группы или каждой другой группы (48, 50, 52), меньше дисперсии указанной внутренней характеристики, вычисленной для всех первых электродвигателей и других электродвигателей.

6. Гибридная силовая установка по любому из пп. 1-5, дополнительно содержащая 20 накопитель (26) энергии, который соединен с электрической сетью (44) параллельно с электрогенератором (20).

7. Многовинтовое винтокрылое воздушное судно (10), содержащее гибридную силовую установку (30) по любому из пп. 1-6.

8. Способ изготовления гибридной силовой установки (30) для многовинтового 25 винтокрылого воздушного судна (10), включающий в себя по меньшей мере следующие этапы, на которых:

- предусматривают несколько электродвигателей, воздушных винтов, двигатель (22) внутреннего сгорания, электрогенератор (20), выпрямительное устройство (34), электрическую сеть (44) и первый инвертор (36);
- 30 - связывают электрогенератор (20) с двигателем (22) внутреннего сгорания;
- соединяют выпрямительное устройство (34) с электрогенератором (20);
- соединяют первый инвертор (36) с выпрямительным устройством (34) с помощью электрической сети (44);
- выбирают, из нескольких электродвигателей, первую группу (46), состоящую по 35 меньшей мере из двух первых электродвигателей (46A, 46B);
- параллельно соединяют первые электродвигатели (46A, 46B) с первым инвертором (36);
- связывают по меньшей мере часть воздушных винтов (12A, 12B) с первыми электродвигателями (46A, 46B);
- 40 - при этом при использовании двигатель внутреннего сгорания (22) приводит в действие электрогенератор (20), причем выпрямительное устройство (34) преобразует переменный ток, поставляемый электрогенератором (20), в постоянный ток, а средство преобразования преобразует постоянный ток в переменный ток, причем средство преобразования подает на первые электродвигатели (46A, 46B) переменный ток, причем 45 первые электродвигатели (46A, 46B) приводят воздушные винты (12A, 12B), а первый инвертор (36) параллельно питает первые электродвигатели (46A, 46B).

9. Способ по п. 8, дополнительно включающий в себя следующие этапы, на которых:

- выбирают, из нескольких электродвигателей, по меньшей мере одну другую группу

(48, 50, 52), состоящую по меньшей мере из двух других электродвигателей (48A, 48B, 50A, 50B, 52A, 52B);

- предусматривают, для единственной другой группы или каждой другой группы других электродвигателей, другой соответствующий инвертор (38, 40, 42);

<sup>5</sup> - параллельно соединяют другие электродвигатели из другой группы или каждой другой группы с соответствующим другим инвертором.

10. Способ по п. 9, в котором первые электродвигатели (46A, 46B) и другие электродвигатели (48A, 48B, 50A, 50B, 52A, 52B) выбраны так, что они обладают внутренней характеристикой, дисперсия которой, вычисленная для двигателей любой

<sup>10</sup> группы из первой группы (46) и другой группы или каждой другой группы (48, 50, 52), меньше дисперсии указанной внутренней характеристики, вычисленной для всех первых электродвигателей и других электродвигателей.

15

20

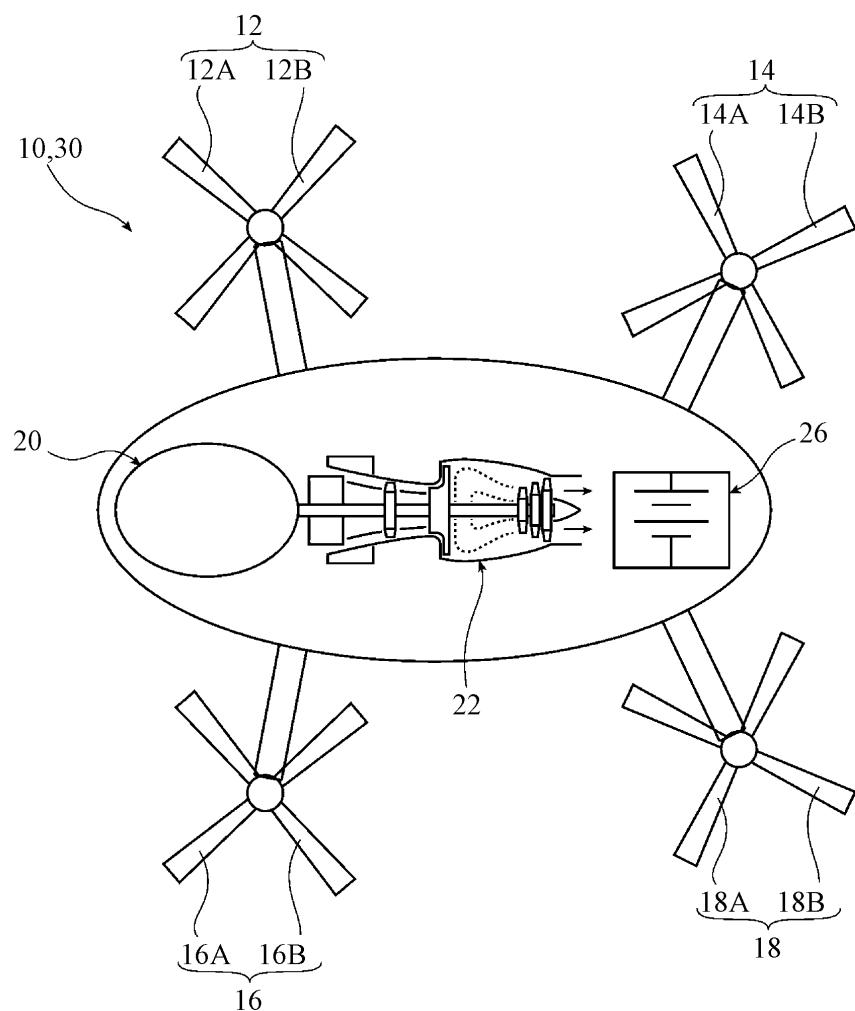
25

30

35

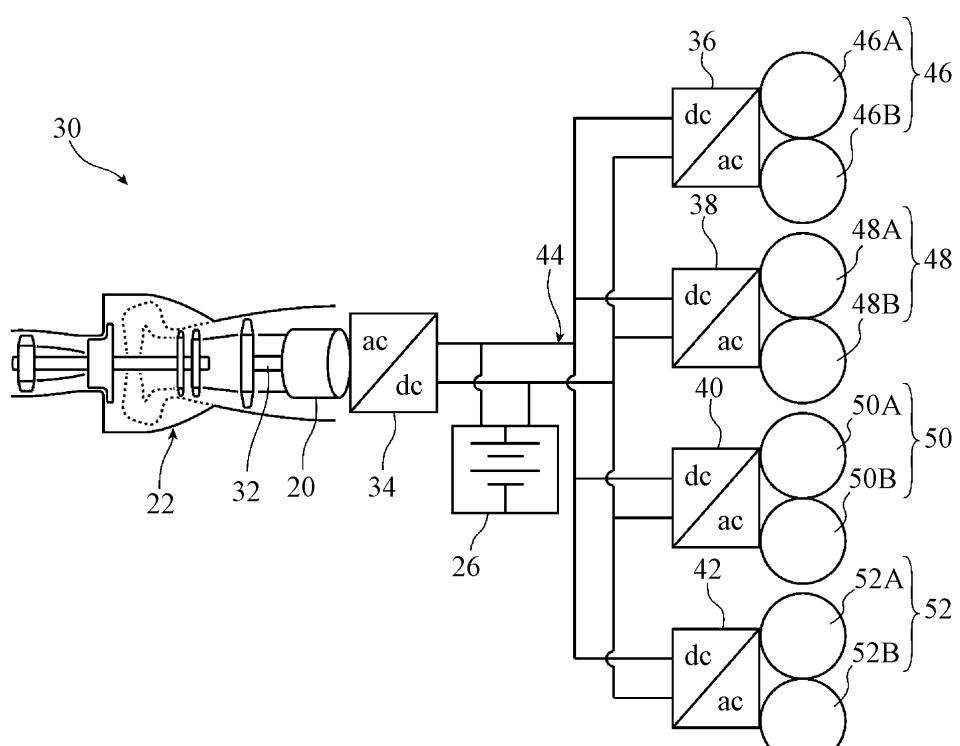
40

45



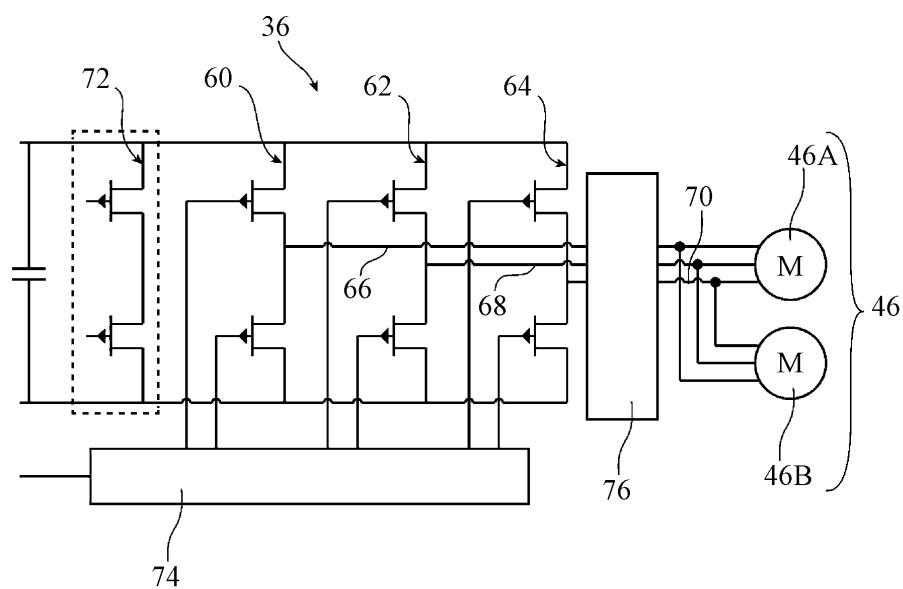
ФИГ. 1

2 / 3



ФИГ. 2

3 / 3



ФИГ. 3