



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009140975/06, 04.04.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.04.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.04.2007 FR 0754346

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2011 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 27.09.2012 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: EP 1712761 A2, 18.10.2006. US 2005056021
A1, 17.03.2005. WO 0020738 A2, 13.04.2000. RU
2224352 C2, 20.02.2004. RU 2188960 C1,
10.09.2002.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 06.11.2009(86) Заявка РСТ:
FR 2008/050601 (04.04.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/139096 (20.11.2008)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364

(72) Автор(ы):

ЭНЕР Эдгар (FR),
СЕНЖЕ Жераль (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ТУРБОМЕКА (FR)

(54) УСТРОЙСТВО СОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПЕРЕХОДНЫХ ФАЗ РАЗГОНА И ТОРМОЖЕНИЯ

(57) Реферат:

Газотурбинный двигатель (10) летательного аппарата, в частности вертолета, содержит газогенератор (12) и свободную турбину (14), приводимую во вращение газовым потоком (F), вырабатываемым газогенератором.

Газотурбинный двигатель содержит электрический двигатель/генератор (30), электрически связанный с аккумулятором (32) и механически соединенный с валом (18) газогенератора (12). Аккумулятор выполнен с возможностью, с одной стороны, питания двигателя/генератора (30) в процессе фазы

разгона газотурбинного двигателя для снабжения вала (18) дополнительным количеством кинетической энергии вращения и, с другой стороны, для хранения в виде электрической энергии количества кинетической энергии, отобранного двигателем/генератором (30) с вала газогенератора в процессе фазы торможения газотурбинного двигателя. Аккумулятор (32) выполнен с возможностью подзарядки первым электрическим генератором (34), соединенным с валом (16) свободной турбины (14). Достигается степень разгона, превышающая

разгон газотурбинного двигателя из известного уровня техники при том же запасе по помпажу, или возможность разработки газотурбинных двигателей с уменьшенными

запасами по помпажу, что выражается в предпочтительном уменьшении габаритов газотурбинного двигателя. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 4 6 2 6 0 7 C 2

RU 2 4 6 2 6 0 7 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F02C 7/268 (2006.01)*F01D 15/10* (2006.01)*F02C 3/10* (2006.01)*F02C 3/113* (2006.01)*F02C 7/36* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009140975/06, 04.04.2008**(24) Effective date for property rights:
04.04.2008

Priority:

(30) Convention priority:
06.04.2007 FR 0754346(43) Application published: **20.05.2011 Bull. 14**(45) Date of publication: **27.09.2012 Bull. 27**(85) Commencement of national phase: **06.11.2009**(86) PCT application:
FR 2008/050601 (04.04.2008)(87) PCT publication:
WO 2008/139096 (20.11.2008)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

**EhNER Ehdgar (FR),
SENZhE Zheral' (FR)**

(73) Proprietor(s):

TURBOMEKA (FR)**(54) ASSISTANCE DEVICE FOR TRANSIENT ACCELERATION AND BRAKING PHASES**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: gas turbine engine (10) of airborne vehicle, namely helicopter, includes gas generator (12) and free turbine (14) rotated with gas flow (F) generated with gas generator. Gas turbine engine includes motor generator (30) electrically connected to accumulator (32) and mechanically connected to shaft (18) of gas generator (12). Accumulator has the possibility, on one hand, of feeding motor generator (30) during acceleration phase of gas turbine engine in order to supply to shaft (18) additional amount of kinetic rotation energy, and on the other hand, for storage in the

form of electric energy the amount of kinetic energy taken with motor generator (30) from shaft of gas generator during braking phase of gas turbine engine. Accumulator (32) is made so that it can be recharged with the first electric generator (34) connected to shaft (16) of free turbine (14).

EFFECT: achieving the acceleration degree exceeding the acceleration of gas turbine engine from known level of equipment at the same stall margin, or providing the possibility of development of gas turbine engines with decreased stall margins, which is expressed in preferable reduction of overall dimension of gas turbine engine.

4 cl, 3 dwg

Настоящее изобретение относится к области газовых турбин и в том числе к газовым турбинам газотурбинных двигателей летательных аппаратов, таких как вертолеты.

Настоящее изобретение касается в особенности газотурбинного двигателя, в частности, для вертолета, содержащего газогенератор и свободную турбину, приводимую во вращение газовым потоком, вырабатываемым газогенератором.

Обычно газогенератор содержит, по меньшей мере, один центробежный компрессор и турбину, соединенные во вращении. Принцип работы является следующим: наружный воздух, входящий в газотурбинный двигатель, сжимается вследствие вращения компрессора, затем направляется в камеру сгорания, где он смешивается с топливом. Газообразные продукты горения вследствие сгорания с большой скоростью направляются к турбине газогенератора.

Таким образом, происходит первое расширение в турбине газогенератора, в процессе которого последний извлекает энергию, необходимую для привода компрессора.

Турбина газогенератора поглощает не всю энергию газообразных продуктов горения, и избыток энергии образует газовый поток, вырабатываемый газогенератором.

Последний снабжает кинетической энергией свободную турбину, так что происходит второе расширение в свободной турбине, которая преобразует энергию газа в кинетическую энергию для привода приемного органа, такого как винт вертолета.

Очевидно, что газотурбинный двигатель предусмотрен для работы в определенных границах, при этом удержание газотурбинного двигателя в этих границах осуществляется в основном путем воздействия на расход топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания.

Таким образом, в ходе фазы разгона газотурбинного двигателя, в частности в полете, вслед за запросом мощности пилотом расход впрыскиваемого в камеру сгорания топлива повышается, следствием чего является увеличение вырабатываемого газового потока и, следовательно, мощности, подаваемой на свободную турбину.

Однако разгон должен осуществляться в определенных границах для исключения явления помпажа, который вреден для газотурбинного двигателя. Это явление может происходить в процессе очень резкого разгона, в процессе которого вследствие очень большого расхода топлива давление на выходе камеры сгорания становится выше входного давления, то есть давления сжатого воздуха, подаваемого компрессором. В этом случае первое расширение осуществляется не только к выходу, но также и к входу таким образом, что расход газообразных продуктов сгорания становится нулевым, и давление в компрессоре падает.

Хорошо известно, что явление помпажа может иметь пагубные последствия на составные детали газотурбинного двигателя и на мощность, выдаваемую газотурбинным двигателем.

Так как переходная фаза разгона требует существенного увеличения расхода топлива, обычно предусматривают запас (называемый запасом по помпажу), достаточный для того, чтобы газотурбинный двигатель мог работать без помпажа в своей области использования.

Понятно, что способность к разгону такого газотурбинного двигателя ограничена запасом по помпажу.

Целью настоящего изобретения является предложение газотурбинного двигателя

для вертолета, имеющего лучшую способность к разгону при сохранении того же запаса по помпажу, что и у газотурбинного двигателя из известного уровня техники.

Цель изобретения достигается тем, что двигатель содержит, кроме того, вспомогательный двигатель, соединенный с валом газогенератора, для снабжения вала дополнительной кинетической энергией вращения в фазе разгона газотурбинного двигателя.

Вал газогенератора является валом, на котором установлены компрессор и турбина.

В соответствии с изобретением вспомогательный двигатель полностью отделен от комплекса, образованного камерой сгорания и одной или несколькими турбинами газогенератора, то есть он образует вспомогательный элемент газогенератора.

Таким образом, вспомогательный двигатель, образующий средство содействия разгону газотурбинного двигателя, выполнен с возможностью снабжения вала газогенератора дополнительным моментом вращения в процессе фазы разгона, вследствие чего общий разгон газотурбинного двигателя предпочтительно достигается увеличением расхода топлива и дополнительного момента вращения, выдаваемого вспомогательным двигателем.

Отсюда следует предпочтительно, что благодаря наличию вспомогательного двигателя существует меньшая необходимость увеличивать расход топлива для разгона газотурбинного двигателя, так как вспомогательный двигатель обеспечивает дополнительный разгон.

Таким образом, понятно, что газотурбинный двигатель по настоящему изобретению имеет степень разгона, превышающую разгон газотурбинного двигателя из известного уровня техники при том же запасе по помпажу.

Кроме того, другой целью настоящего изобретения является возможность разработки газотурбинных двигателей с уменьшенными запасами по помпажу, что выражается в предпочтительном уменьшении габаритов газотурбинного двигателя.

Таким образом, понятно, что благодаря настоящему изобретению, будучи сниженным, повышенный расход топлива, необходимый для разгона, уменьшится, при этом температура нагреваемых частей газотурбинного двигателя будет предпочтительно уменьшена.

Наконец, газотурбинный двигатель по настоящему изобретению предпочтительно выполнен с возможностью выдавать постоянную степень разгона независимо от высоты вертолета.

В соответствии с первым вариантом осуществления вспомогательным двигателем является электрический двигатель.

В соответствии с первым вариантом вспомогательный двигатель питается от батареи.

В соответствии со другим предпочтительным вариантом электрический двигатель питается от первого электрического генератора, приводимого во вращение свободной турбиной.

В этом случае рассчитывают размеры электрического генератора, выполненного с возможностью преобразования движения вращения в электрический ток, для того, чтобы он отбирал лишь малую часть момента на валу свободной турбины, при этом большая часть момента, совершенно очевидно, предназначена для приведения во вращение одного или нескольких винтов вертолета.

Можно также, в случае необходимости, соединить электрический генератор с резервной батареей.

В соответствии с другим предпочтительным вариантом электрический двигатель

питается от первого электрического генератора, приводимого во вращение винтом вертолета.

Для этого первый электрический генератор отбирает кинетическую энергию вращения от винта, которая мала по сравнению с полной энергией вращения винта, для того, чтобы превратиться в электрическую энергию для питания вспомогательного электрического двигателя, соединенного с валом газогенератора.

Винт вертолета обладает значительным вращающим моментом, так что он работает как инерционный маховик, вследствие чего отбор энергии от винта не влияет значительно на полет вертолета.

В соответствии с другим вариантом осуществления вспомогательный двигатель является гидравлическим двигателем.

Кроме того, при работе описанного выше из известного уровня техники газотурбинного двигателя торможение осуществляется, по существу, путем уменьшения расхода топлива.

Как и разгон, торможение должно осуществляться в определенных пределах.

Действительно, слишком резкое уменьшение расхода топлива может привести к тому, что газотурбинный двигатель отключится, так что предусматривают также запас по отключению.

Понятно, что в известном уровне техники нельзя очень быстро уменьшать мощность вертолета вследствие риска отключения двигателя.

Другой целью изобретения является предложение газотурбинного двигателя, обеспечивающего лучшую способность к торможению.

Эта цель достигается в изобретении тем, что газотурбинный двигатель по изобретению содержит, кроме того, средства содействия торможению для отбора количества кинетической энергии вращения на валу газогенератора в процессе фазы торможения газотурбинного двигателя.

Эти средства содействия являются вспомогательными, то есть они отличаются от комплекса, образованного камерой сгорания и турбиной газогенератора.

И к тому же они способствуют торможению газотурбинного двигателя, уменьшая энергию вращения вала газогенератора. Другими словами, они действуют как своего рода механический тормоз.

Таким образом, благодаря изобретению возможно быстрее уменьшить скорость вращения вала газогенератора без весьма существенного расхода топлива, то есть без риска останова газотурбинного двигателя.

Предпочтительно средства содействия торможению содержат второй электрический генератор, связанный с валом газогенератора.

В процессе фазы торможения включают второй электрический генератор для того, чтобы он отбирал часть энергии вращения с вала газогенератора для того, чтобы преобразовать ее в электрическую энергию.

Предпочтительно, но не обязательно, средства содействия торможению содержат, кроме того, аккумулятор для хранения в виде электрической энергии количества кинетической энергии, отобранной электрическим генератором.

Таким образом, аккумулированная энергия может быть вновь использована электрическими устройствами вертолета и, более предпочтительно, вспомогательным электрическим двигателем. В этом случае аккумулятор может, предпочтительно, являться батареей вспомогательного электрического двигателя.

Другими словами, энергия, аккумулированная аккумулятором в процессе фазы торможения, может быть, предпочтительно, использована для питания

вспомогательного электрического двигателя в процессе фазы разгона.

Предпочтительно средства содействия торможению содержат, кроме того, второй двигатель, связанный с винтом вертолета, который питается от электрического генератора, для хранения в виде кинетической энергии вращения в винте вертолета количества кинетической энергии, отобранной электрическим генератором.

Таким образом, в процессе фазы торможения электрическая энергия, выдаваемая вторым генератором, связанным с валом газогенератора, преобразуется в механическую энергию вторым двигателем, связанным с винтом, причем эта механическая энергия сохраняется в винте, действующем как инерционный маховик.

Еще более предпочтительно вспомогательный двигатель выполнен с возможностью работы в качестве электрического генератора, так что средства содействия торможению содержат упомянутый двигатель, работающий как генератор.

В соответствии с другим предпочтительным вариантом осуществления второй двигатель, связанный с винтом, также выполнен с возможностью работы в качестве электрического генератора для питания вспомогательного двигателя, соединенного с валом газогенератора.

В другом варианте изобретения средства содействия торможению содержат, кроме того, гидравлический насос, связанный с валом газогенератора.

Изобретение будет более понятно, а его преимущества более очевидны при чтении нижеследующего описания вариантов реализации, указанных в качестве неограничительных примеров. Описание имеет ссылки на сопровождающие чертежи, на которых:

- фиг.1 изображает газотурбинный двигатель вертолета по настоящему изобретению, который содержит вспомогательный двигатель, соединенный с валом газогенератора для снабжения его дополнительной кинетической энергией вращения;
- фиг.2 схематично изображает второй вариант реализации изобретения, в котором энергия, подаваемая на вал газогенератора, отбирается на винте, в то время как энергия, отбираемая на валу газогенератора, может быть сохранена в винте; и
- фиг.3 изображает третий вариант реализации изобретения, в котором вспомогательный двигатель является гидравлическим двигателем и в котором средства содействия торможению содержат гидравлический насос.

На фиг.1 схематично изображен газотурбинный двигатель 10, соответствующий первому варианту осуществления изобретения и предназначенный, в частности, для привода во вращение винта вертолета (не представленного на чертеже), при этом газотурбинный двигатель 10 содержит газогенератор 12 и свободную турбину 14, выполненную с возможностью приведения во вращение газовым потоком F, вырабатываемым газогенератором 12.

Свободная турбина 14 установлена на валу 16, который передает вращательное движение принимающему органу, такому как несущий винт вертолета.

Газотурбинный двигатель 10, изображенный на фиг.1, выполнен с задним отбором мощности. Без выхода за рамки настоящего изобретения можно рассматривать газотурбинный двигатель со свободной турбиной и с передним отбором мощности с передачей мощности через внешний вал или газотурбинный двигатель со свободной турбиной и с передним отбором мощности и с передачей мощности по коаксиальному валу.

Газогенератор содержит вращающийся вал 18, на котором установлены центробежный компрессор 20 и турбина 22, а также камеру сгорания 24, расположенную аксиально между компрессором 20 и турбиной, если рассматривать

газогенератор 12 в аксиальном направлении вращающегося вала 18.

Газотурбинный двигатель 10 содержит корпус 26 с воздухозаборником 28, через который свежий воздух поступает в газогенератор 12.

5 После поступления в кожух газогенератора 12 свежий воздух сжимается центробежным компрессором 20, который выталкивает его в камеру сгорания 24, в которой он смешивается с топливом.

Сгорание, которое происходит в камере сгорания 24, вызывает подачу с большой скоростью газообразных продуктов сгорания к турбине 22, следствием чего является
10 привод во вращение вала 18 газогенератора 12 и, следовательно, центробежного компрессора 20.

Скорость вращения вала 18 газогенератора 12 определяется расходом топлива, поступающего в камеру сгорания 24.

15 Несмотря на отбор кинетической энергии турбиной 22, газовый поток F, выходящий из газогенератора, обладает значительной энергией.

Как видно из фиг.1, газовый поток F направляется к свободной турбине 14, следствием чего является расширение в свободной турбине 14, вызывающее вращение газотурбинного колеса и вала 16.

20 В соответствии с изобретением газотурбинный двигатель содержит предпочтительно вспомогательный двигатель 30, соединенный с концом вала 18 газогенератора 12.

В первом варианте реализации, представленном на Фиг.1, вспомогательный двигатель 30 является электрическим двигателем, питаемым аккумулятором 32,
25 предпочтительно типа электрических батарей, либо объединения суперконденсаторов, либо комбинации обоих.

В процессе фазы разгона газотурбинного двигателя двигатель 30 включается для того, чтобы предпочтительно снабдить дополнительной кинетической энергией
30 вращения вал 18 газогенератора 12, при этом разгону вала газогенератора содействует вспомогательный двигатель 30.

Отсюда следует более быстрое повышение скорости вала 18 газогенератора, и, следовательно, более быстрое повышение располагаемой мощности турбины 14 для
35 разгона вала 16 свободной турбины 14.

Дополнительный вращательный момент, выдаваемый вспомогательным двигателем 30, позволяет, таким образом, особо предпочтительным образом, увеличить степень разгона винта, вследствие чего улучшается маневренность вертолета.

40 Предпочтительно электрический двигатель 30 может также питаться от первого электрического генератора 34, соединенного с валом 16 свободной турбины 14.

Предпочтительно первый электрический генератор 34 также связан с аккумулятором 32 для того, чтобы подзаряжать последний.

Газотурбинный двигатель 10, представленный на фиг.1, содержит также средства
45 содействия торможению, предназначенные для отбора количества кинетической энергии вращения на валу 18 газогенератора 12 в процессе фазы торможения газотурбинного двигателя 10.

Эти средства торможения содержат второй электрический генератор, который
50 предпочтительно, но не обязательно, образован электрическим двигателем 30.

Действительно, не выходя за рамки изобретения, можно предусмотреть второй генератор, выполненный в виде элемента, отличного от двигателя 30.

Таким образом, в этом варианте реализации электрический двигатель 30 способен

также работать в качестве генератора. Этот тип реверсивного двигателя хорошо известен, поэтому он не будет детально описан.

В дальнейшем в описании с целью упрощения электрический двигатель 30, способный работать в качестве генератора, будет называться «двигатель/генератор 30».

Когда он работает в генераторном режиме, двигатель/генератор 30 отбирает кинетическую энергию вращения на валу 18 газогенератора 12 для преобразования в электрическую энергию.

Отсюда следует, что кинетическая энергия вращения вала 18 уменьшается, вследствие чего вал 18 газогенератора 12 тормозится быстрее, чем в обычном случае, когда торможение осуществляется только путем уменьшения расхода топлива.

Предпочтительно электрическая энергия, производимая двигателем/генератором 30, хранится, предпочтительно, в аккумуляторе 32 для того, чтобы, в частности, вновь использоваться при содействии разгону, питая двигатель/генератор 30, работающий в режиме двигателя.

Предпочтительно между аккумулятором 32 и двигателем/генератором 30 размещают преобразователь и электронное устройство управления для управления обменом электроэнергией между двигателем/генератором 30 и аккумулятором 32.

Предпочтительно двигатель/генератор 30 предназначен для запуска газогенератора (то есть для приведения его во вращение) в процессе фазы запуска газотурбинного двигателя.

По сравнению с известными газотурбинными двигателями, резюмируя, можно сказать, что газотурбинный двигатель 10 в соответствии с первым вариантом осуществления изобретения содержит, кроме того, электрический двигатель/генератор 30, электрически связанный с аккумулятором 32 и механически соединенный с валом 18 газогенератора 12, при этом аккумулятор 32 выполнен с возможностью питания двигателя/генератора в процессе фазы разгона газотурбинного двигателя для снабжения дополнительным количеством кинетической энергии вращения вала 18, и выполнен с возможностью хранения в виде электрической энергии количества кинетической энергии, отбираемой на валу газогенератора 18 двигателем/генератором 30 определенного количества кинетической энергии в процессе фазы торможения газотурбинного двигателя.

Фиг.2 схематично изображает второй вариант осуществления газотурбинного двигателя 110 по изобретению. Элементы, общие с первым вариантом осуществления, обозначены теми же цифровыми позициями, увеличенными на величину 100.

Во втором варианте осуществления газотурбинный двигатель 110 содержит, предпочтительно, первый вспомогательный электрический двигатель 130, выполненный с возможностью снабжения дополнительным количеством энергии вала 118 газогенератора 112.

Первый электрический двигатель 130 питается, предпочтительно, от первого электрического генератора 140, соединенного с валом 142 винта 144 вертолета, на котором установлен газотурбинный двигатель 110, при этом вал 142 винта 144 соединен с валом свободной турбины газотурбинного двигателя 110.

Другими словами, от кинетической энергии вращения винта 144 отбирают количество энергии, которую преобразуют в электрическую энергию благодаря первому электрическому генератору 140.

Очевидно, что отобранная кинетическая энергия является гораздо меньше кинетической энергии вращения винта 144, что не создает каких-либо особых

трудностей вследствие значительной величины кинетической энергии винта.

Таким образом, в соответствии с изобретением в процессе фазы разгона газотурбинного двигателя на винте 144 отбирают энергию, которую передают валу 118 газогенератора 112, вследствие чего, предпочтительно, увеличивают степень разгона газотурбинного двигателя 110.

Как видно на Фиг.2, газотурбинный двигатель 110 содержит, кроме того, средства содействия торможению в соответствии с изобретением, позволяющие, предпочтительно, увеличить степень торможения газотурбинного двигателя, которые содержат второй электрический генератор 146, соединенный с валом 118 газогенератора 112, а также второй электрический двигатель 148, связанный с валом 142 винта 144.

Второй электрический генератор 146 при работе отбирает количество кинетической энергии вращения от вала 118 газогенератора для ее преобразования в электрическую энергию. Последняя передается на второй электрический двигатель 148, который, в свою очередь, преобразует ее в механическую энергию для ее передачи на вал 142 винта 144.

Понятно, что в соответствии с изобретением в процессе фазы торможения энергия, отобранная на валу газогенератора 112, предпочтительно хранится в винте 144 в виде кинетической энергии вращения и может, предпочтительно, быть использована для привода первого электрического двигателя в процессе фазы разгона газотурбинного двигателя.

Предпочтительно первый двигатель 130 и второй генератор являются одним и тем же устройством, а именно первым двигателем/генератором 150, в то время как первый генератор 140 и второй двигатель 148 образуют, предпочтительно, одно и то же электрическое устройство, а именно второй двигатель/генератор 152, при этом каждый из двигатель/генераторов является двигателем, выполненным с возможностью работать в генераторном режиме.

Со ссылкой на Фиг.3 ниже будет описан третий вариант осуществления газотурбинного двигателя 210 в соответствии с настоящим изобретением.

На этом чертеже элемент, идентичный элементу на Фиг.1, обозначен той же цифровой позицией, но увеличенной на 200.

Подобно первому варианту осуществления газотурбинный двигатель 210 содержит газогенератор 212, снабженный валом 218, а также свободную турбину 214, установленную на валу 216.

В соответствии с изобретением газотурбинный двигатель 210 содержит вспомогательный гидравлический двигатель 260, соединенный с валом 218 газогенератора 212, причем упомянутый двигатель предназначен для снабжения количеством кинетической энергии вращения вала 218 газогенератора 212 в процессе фазы разгона газотурбинного двигателя 212.

Этот двигатель 260 может питаться от гидравлического источника, размещенного на вертолете, например от первого насоса 262, соединенного с валом 216 свободной турбиной 214, или любого другого устройства хранения, предпочтительно аккумулятора гидравлического давления 261.

В этом варианте осуществления газотурбинный двигатель 210 содержит, кроме того, и предпочтительно, средства содействия торможению, содержащие второй гидравлический насос, соединенный с валом 218 газогенератора 212, при этом этот второй насос предназначен для отбора количества кинетической энергии на валу 218 газогенератора для того, чтобы увеличить степень торможения газотурбинного

двигателя 210. Предпочтительно второй гидравлический насос образован гидравлическим двигателем 260, работающим в реверсивном режиме, то есть как насос. Таким образом, понятно, что гидравлический насос эквивалентен гидравлическому «генератору». Отобранная энергия может также храниться в виде гидравлической энергии в аккумуляторе гидравлического давления.

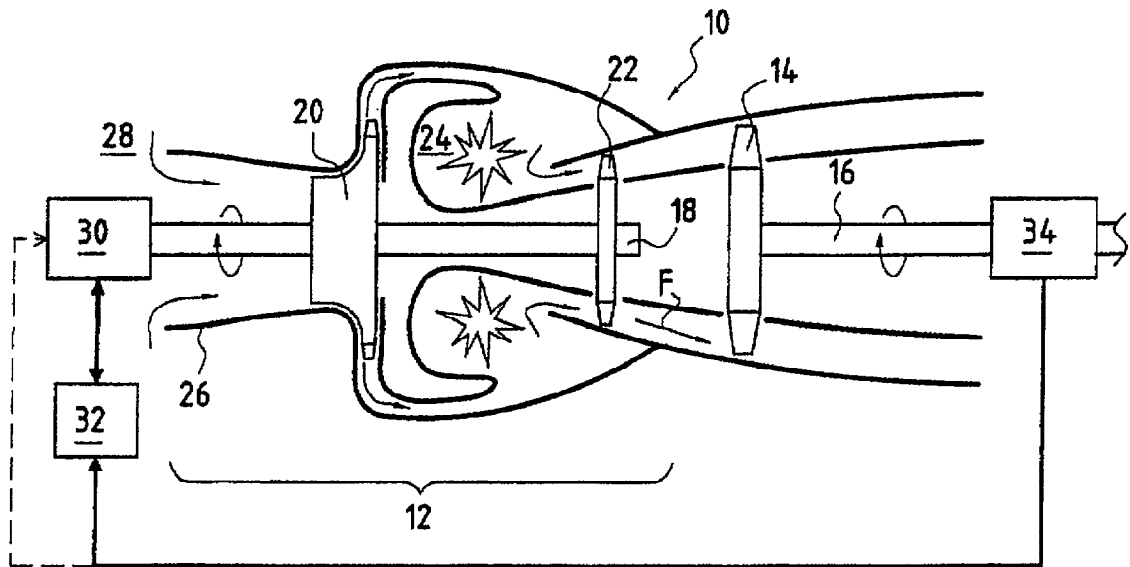
Формула изобретения

1. Газотурбинный двигатель (10) летательного аппарата, содержащий газогенератор (12) и свободную турбину (14), приводимую во вращение газовым потоком (F), вырабатываемым газогенератором, отличающийся тем, что он содержит, кроме того, электрический двигатель/генератор (30), электрически связанный с аккумулятором (32) и механически соединенный с валом (18) газогенератора (12), при этом аккумулятор выполнен с возможностью, с одной стороны, питания двигателя/генератора (30) в процессе фазы разгона газотурбинного двигателя для снабжения вала (18) дополнительным количеством кинетической энергии вращения и, с другой стороны, для хранения в виде электрической энергии количества кинетической энергии, отобранного двигателем/генератором (30) с вала газогенератора в процессе фазы торможения газотурбинного двигателя, а также тем, что аккумулятор (32) выполнен с возможностью подзарядки первым электрическим генератором (34), соединенным с валом (16) свободной турбины (14).

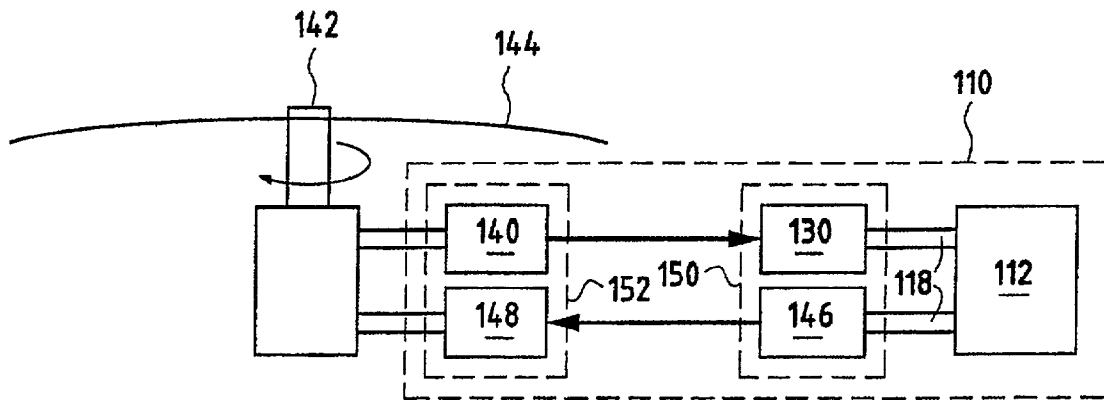
2. Газотурбинный двигатель (10) по п.1, отличающийся тем, что он содержит, кроме того, преобразователь и электронное устройство управления, расположенные между двигателем/генератором (30) и аккумулятором (32).

3. Газотурбинный двигатель (10) по п.1 или 2, отличающийся тем, что аккумулятор (32) является электрической батареей, или объединением суперконденсаторов, или комбинацией обоих.

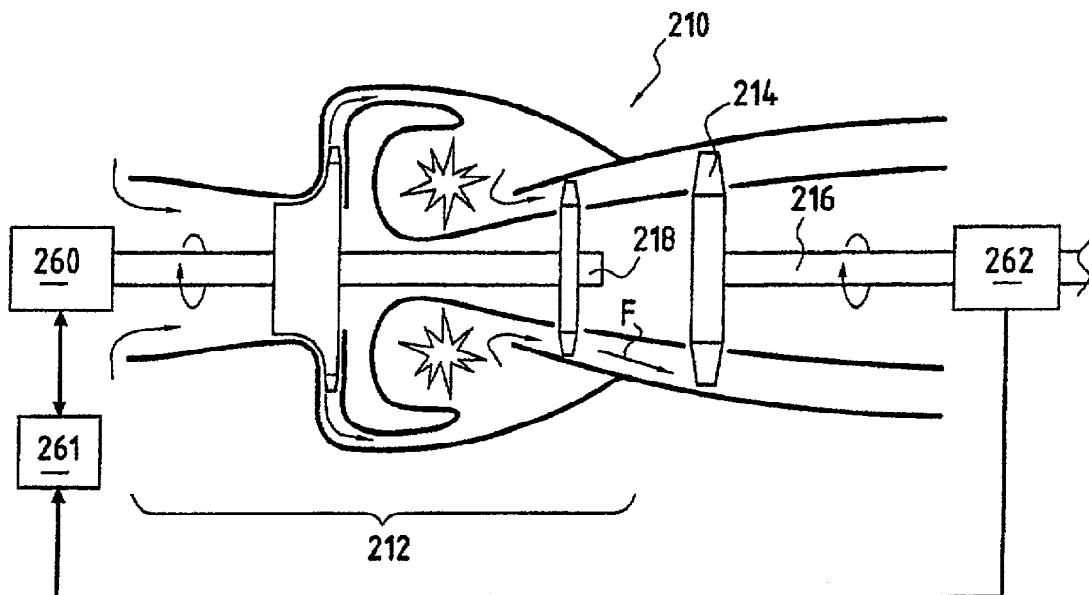
4. Газотурбинный двигатель (10) по п.1, отличающийся тем, что двигатель/генератор предназначен для запуска газогенератора в процессе фазы запуска газотурбинного двигателя.



ФИГ. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3