



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2007140321/06, 30.10.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.10.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.10.2006 US 11/555,042

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2009 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 27.11.2012 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 4751816 A, 21.01.1988. US 4947642 A, 14.08.1990. КРАЙНЕВ А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. - М.: Машиностроение, 1987, с.289-290, схема в. US 5274999 A, 04.01.1973. US 2006/0059887 A1, 23.03.2006. RU 2264553 C1, 20.11.2005.

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву,
рег.№ 146

(72) Автор(ы):

**ОРЛАНДО Роберт Джозеф (US),
МОНИЗ Томас Ори (US)**

(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)**(54) УЗЕЛ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Узел газотурбинного двигателя содержит газогенератор, турбину низкого давления, соединенную с газогенератором, вентиляторный узел с противоположным вращением и узел вентиляторного каркаса. Вентиляторный узел с противоположным вращением соединен с турбиной низкого давления и содержит передний вентиляторный узел, выполненный с возможностью вращения в первом направлении, и задний вентиляторный узел, выполненный с возможностью вращения в противоположном втором направлении. Вспомогательный

компрессор соединен непосредственно с турбиной низкого давления таким образом, что обеспечивается вращение вспомогательного компрессора и турбины низкого давления в одном и том же направлении. Узел вентиляторного каркаса расположен аксиально между вспомогательным компрессором и задним вентиляторным узлом. Вспомогательный компрессор расположен ниже по потоку от узла вентиляторного каркаса. Изобретение позволяет повысить эффективность газотурбинного двигателя. 7 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2007140321/06, 30.10.2007**

(24) Effective date for property rights:
30.10.2007

Priority:

(30) Convention priority:
31.10.2006 US 11/555,042

(43) Application published: **10.05.2009 Bull. 13**

(45) Date of publication: **27.11.2012 Bull. 33**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg.№ 146**

(72) Inventor(s):

**ORLANDO Robert Dzhozef (US),
MONIZ Tomas Ori (US)**

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) **GAS TURBINE ENGINE ASSEMBLY**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: gas turbine engine assembly includes gas generator, low pressure turbine connected to gas generator, fan unit assembly with opposite rotation and fan unit frame assembly. Fan unit assembly with opposite rotation is connected to low pressure turbine and includes front fan unit assembly provided with possibility of being rotated in the first direction and rear fan unit assembly provided with possibility of being rotated in the

second opposite direction. Auxiliary compressor is connected directly to low pressure turbine so that rotation of auxiliary compressor and low pressure turbine is provided in one and the same direction. Fan unit frame assembly is located axially between auxiliary compressor and rear fan unit assembly. Auxiliary compressor is located downstream of fan unit frame assembly.

EFFECT: invention allows increasing the efficiency of gas turbine engine.

8 cl, 5 dwg

RU 2 468 233 C2

RU 2 468 233 C2

Уровень техники

Настоящее изобретение в общем относится к газотурбинным двигателям, а более конкретно к узлам газотурбинных двигателей, каждый из которых включает в себя вспомогательный компрессор, соединенный с турбиной низкого давления, и способы сборки таких узлов.

По меньшей мере, некоторые известные газотурбинные двигатели включают в себя вентилятор, газогенератор и силовую турбину, расположенную ниже по потоку от газогенератора (см. патент США № 4,751,816, F02C 3/067, 21.06.1988). Газогенератор включает в себя, по меньшей мере, один компрессор, камеру сгорания, турбину высокого давления и турбину низкого давления, расположенные ниже по потоку от газогенератора. Более конкретно, компрессор и турбина высокого давления соединены посредством вала, образуя узел ротора высокого давления. Воздух, попадающий в газогенератор, смешивается с топливом и воспламеняется, образуя высокоэнергетический поток газа. Этот высокоэнергетический поток газа протекает через турбину высокого давления, приводя эту турбину высокого давления во вращение таким образом, что вал, в свою очередь, приводит во вращение компрессор.

Поток газа расширяется, когда протекает через турбину низкого давления, осуществляя привод вентилятора посредством второго вала. Чтобы осуществить повышение эффективности двигателя, по меньшей мере, один известный газотурбинный двигатель включает в себя турбину низкого давления с противоположным вращением, которая соединена с вентилятором с противоположным вращением и вспомогательным компрессором.

Внутри газотурбинного двигателя установлены внешний вращающийся барабан, вращающийся каркас, средний каркас турбины и два концентричных вала для обеспечения опоры турбины низкого давления с противоположным вращением. Установка вышеупомянутых компонентов также обеспечивает соединение первого вентиляторного узла с первой турбиной и соединение второго вентиляторного узла со второй турбиной таким образом, что каждый из первого вентиляторного узла и второго вентиляторного узла может вращаться в том же направлении вращения, что и первая турбина и вторая турбина, соответственно. Вместе с тем, увеличиваются общий вес, сложность конструкции и/или затраты на изготовление такого двигателя.

Раскрытие изобретения

Задачей, на которую направлено настоящее изобретение, является создание узла газотурбинного двигателя, имеющего меньший вес, более простую конструкцию, а также меньшие затраты на его изготовление.

Указанная задача решается посредством узла газотурбинного двигателя, содержащего газогенератор, турбину низкого давления, соединенную с газогенератором, вентиляторный узел с противоположным вращением, соединенный с турбиной низкого давления и содержащий передний вентиляторный узел, выполненный с возможностью вращения в первом направлении, и задний вентиляторный узел, выполненный с возможностью вращения в противоположном втором направлении, вспомогательный компрессор, соединенный непосредственно с турбиной низкого давления таким образом, что обеспечивается вращение вспомогательного компрессора и турбины низкого давления в одном и том же направлении, и узел вентиляторного каркаса, расположенный аксиально между вспомогательным компрессором и задним вентиляторным узлом, причем вспомогательный компрессор расположен ниже по потоку от узла вентиляторного каркаса.

Техническим результатом, который достигается посредством настоящего изобретения, является улучшение эксплуатации газотурбинного двигателя, снижение расхода топлива, уменьшение шума, а также улучшение сгорания топлива, что в совокупности приводит к повышению эффективности работы газотурбинного двигателя, что позволяет решить указанную задачу изобретения.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно дополнительно содержит редуктор, соединенный между турбиной низкого давления и вентиляторным узлом с противоположным вращением.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно содержит приводной вал, соединенный между турбиной низкого давления и редуктором.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно содержит редуктор, имеющий первый выходной вал, соединенный с передним вентиляторным узлом, и второй выходной вал, соединенный с задним вентиляторным узлом.

Первый выходной вал предпочтительно обеспечивает привод переднего вентиляторного узла с первой скоростью вращения, а второй выходной вал предпочтительно обеспечивает привод заднего вентиляторного узла со второй скоростью вращения, которая отличается от первой скорости вращения.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно содержит гибкий соединительный элемент, соединенный между вспомогательным компрессором и турбиной низкого давления.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно содержит редуктор, соединенный между турбиной низкого давления и вентиляторным узлом с противоположным вращением, причем редуктор имеет, по существу, тороидальный профиль поперечного сечения и, по существу, окружает приводной вал.

Узел газотурбинного двигателя предпочтительно содержит редуктор, содержащий солнечную шестерню, соединенную с турбиной низкого давления, и множество сателлитных шестерней, введенных в зацепление с солнечной шестерней, причем каждая из сателлитных шестерней содержит первый участок шестерни, имеющий первый диаметр, и второй участок шестерни, имеющий второй диаметр, который отличается от первого диаметра.

Краткое описание чертежей

фиг.1 представляет собой поперечное сечение участка возможного узла газотурбинного двигателя;

фиг.2 представляет собой поперечное сечение в увеличенном масштабе участка вентиляторного узла с противоположным вращением, показанного на фиг.1;

фиг.3 представляет собой поперечное сечение в увеличенном масштабе участка вентиляторного узла с противоположным вращением, показанного на фиг.2;

фиг.4 представляет собой вид с торца редуктора, показанного на фиг.3; и

фиг.5 представляет собой вид сбоку участка редуктора 100, показанного на фиг.4.

Подробное описание изобретения

На фиг.1 показано поперечное сечение участка возможного узла 10 газотурбинного двигателя, имеющего продольную ось 11. В возможном варианте осуществления узел 10 газотурбинного двигателя включает в себя газогенератор 12, турбину 14 низкого давления, которая расположена вдоль оси ниже по потоку от газогенератора 12, и вентиляторный узел 16 с противоположным вращением, который расположен вдоль оси выше по потоку от газогенератора 12.

Газогенератор 12 включает в себя внешний корпус 20, который ограничивает кольцевой впуск 22 газогенератора. Корпус 20 окружает вспомогательный

компрессор 24 низкого давления, который используется для увеличения рабочего давления поступающего воздуха до первого уровня давления. Многокаскадный осевой компрессор 26 высокого давления получает сжатый воздух из вспомогательного компрессора 24 и дополнительно повышает давление воздуха до
5 второго, более высокого, рабочего давления. Воздух под высоким давлением направляется в камеру 28 сгорания и смешивается с топливом. Топливовоздушная смесь воспламеняется, повышая уровень температуры и энергии сжатого воздуха. Высокоэнергетические продукты сгорания протекают в первую турбину или
10 турбину 30 высокого давления, приводя в действие компрессор 26 посредством первого приводного вала 32, а затем - во вторую турбину или турбину 14 низкого давления, приводя в действие вентиляторный узел 16 с противоположным вращением и вспомогательный компрессор 24 посредством второго приводного вала 34, который
15 расположен соосно с первым приводным валом 32 внутри него. Затем выхлопной поток выпускается через реактивное сопло 36, обеспечивая движущую реактивную тягу.

Вентиляторный узел 16 с противоположным вращением включает в себя первый или передний вентиляторный узел 50 и второй или задний вентиляторный узел 52,
20 каждый из которых расположен вокруг продольной центральной оси 11. В том смысле, в каком термины «передний вентиляторный» и «задний вентиляторный» употребляются в данном описании, они указывают, что вентиляторный узел 50 расположен вдоль оси выше по потоку от вентиляторного узла 52. В возможном
25 варианте осуществления вентиляторные узлы 50 и 52 расположены на находящемся выше по потоку конце показанного газогенератора 12. При необходимости, каждый из вентиляторных узлов 50 и 52 можно расположить на находящемся ниже по потоку конце газогенератора 12. Каждый из вентиляторных узлов 50 и 52 включает в себя, по
30 меньшей мере, один ряд лопаток 60 и 62 ротора соответственно, и каждый из них расположен внутри гондолы 64. Лопатки 60 и 62 соединены с соответствующими дисками 66 и 68 ротора.

В возможном варианте осуществления вспомогательный компрессор 24 включает в себя множество рядов лопаток 70 ротора, которые соединены с соответствующим
35 диском 72 ротора. В возможном варианте осуществления вспомогательный компрессор 24 расположен ниже по потоку от узла 74 входного направляющего аппарата и соединен с турбиной 14 низкого давления посредством вала 34, который будет подробнее рассмотрен ниже. Хотя вспомогательный компрессор 24 показан как
40 имеющий только три ряда лопаток 70 ротора, следует понимать, что вспомогательный компрессор 24 может иметь один ряд лопаток 70 ротора или множество рядов лопаток 70 ротора, которые чередуются с множеством рядов направляющих лопаток 76.

В возможном варианте осуществления направляющие лопатки 76 неподвижно соединены с вспомогательным корпусом 78. В другом варианте осуществления
45 направляющие лопатки 76 выполнены с возможностью перемещения во время работы двигателя с целью осуществления изменения количества воздуха, направляемого через вспомогательный компрессор 24. В возможном варианте осуществления
50 вспомогательный компрессор 24 расположен в осевом направлении ниже по потоку от узла 67 вентиляторного каркаса, так что узел 67 вентиляторного каркаса расположен аксиально между вспомогательным компрессором 24 и задним вентиляторным узлом 52.

На фиг.2 показано поперечное сечение в увеличенном масштабе участка узла 10

газотурбинного двигателя, показанного на фиг.1. На фиг.3 показано поперечное сечение в увеличенном масштабе участка узла 10 газотурбинного двигателя, показанного на фиг.2.

5 В возможном варианте осуществления первый вентиляторный узел 50 включает в себя конус 84, расположенный вокруг продольной оси 11. Конус 84 соединен на первом или переднем конце 86 с диском 66 ротора, как показано на фиг.2, а на втором или находящемся ниже по потоку конце 88 - с первым выходным валом редуктора 100, как показано на фиг.3. Второй вентиляторный узел 52 включает в себя конус 90,
10 расположенный вокруг, по меньшей мере, участка конуса 84 вдоль продольной оси 11 соосно с этим участком. Конус 90 соединен на первом или переднем конце 92 с диском 68 ротора, а на втором или находящемся ниже по потоку конце 94 - со вторым выходным валом редуктора 100.

15 Как показано на фиг.2, вспомогательный компрессор 24 соединен непосредственно с турбиной 14 низкого давления с помощью гибкого соединительного элемента 150, так что вспомогательный компрессор 24 вращается с той же скоростью вращения, что и турбина 14 низкого давления, и в том же направлении вращения.

20 Турбина 14 низкого давления соединена с редуктором 100 с помощью вала 34 для обеспечения привода или вращения переднего вентиляторного узла 50 и заднего вентиляторного узла 52 посредством редуктора 100. В возможном варианте осуществления редуктор 100 представляет собой редуктор с двумя выходными валами, который включает в себя входной вал 104, соединенный с валом 34, первый выходной вал 105, соединенный с находящимся ниже по потоку концом 88 конуса 84, и второй
25 выходной вал 106, соединенный с находящимся ниже по потоку концом 94 конуса 90.

В одном варианте осуществления вокруг приводного вала 34 и/или продольной оси 11 расположен первый подшипниковый узел 110, такой как упорно-подшипниковый узел. Первый подшипниковый узел 110 функционально соединен
30 и/или установлен между приводным валом 34 и редуктором 100. Со ссылкой на фиг.3, в одном варианте, упорно-подшипниковый узел 110 включает в себя радиально внутреннее кольцо 111, которое скреплено посредством шлицев и/или соединено с продолжением 112 приводного вала таким образом, что внутреннее кольцо 111 обеспечивает вращение вокруг продольной оси 11 вместе с приводным валом 34.
35 Кроме того, продолжение 112 приводного вала соединено между входным валом 104 редуктора и приводным валом 34. Внутреннее кольцо 111 имеет поверхность 113, образующую внутреннюю канавку 114 упорно-подшипникового узла 110. Поверхность 113, образующая внутреннюю канавку 114, имеет, по существу,
40 дугообразный профиль.

Упорно-подшипниковый узел 110 включает в себя радиально внешнее кольцо 116, надежно соединенное с каркасом 13. В одном варианте осуществления внешнее кольцо 116 и/или каркас 13 выполняют функцию «основания» для передачи осевых
45 нагрузок и/или усилий, развиваемых или создаваемых вентиляторным узлом 16 с противоположным вращением. Внешняя дорожка 116 имеет поверхность 117, по существу, противоположную поверхности 113 и образующую внешнюю канавку 118 упорно-подшипникового узла 110. Поверхность 117, образующая внешнюю канавку 118, имеет, по существу, дугообразный профиль. По меньшей мере, один
50 роликовый элемент, например, множество подшипников 119, расположен с возможностью перемещения между внутренним кольцом 111 и внешним кольцом 116. Каждый подшипник 119 находится в контакте качения с внутренней канавкой 114 и внешней канавкой 118, обеспечивая свободное вращение приводного вала 34

относительно конструкции 13.

Второй подшипниковый узел 120, такой как роликоподшипниковый узел, расположен радиально вокруг продольной оси 11. В одном варианте осуществления роликоподшипниковый узел 120 расположен радиально внутри от конуса 84 на переднем конце 86 или около него и радиально снаружи от вала 34. Третий подшипниковый узел, такой как шарикоподшипниковый узел 121, расположен радиально вокруг продольной оси 11. В одном варианте осуществления шарикоподшипниковый узел 121 расположен радиально внутри от конуса 90 на переднем конце 92 или около него и радиально снаружи от конуса 84. В возможном варианте осуществления подшипниковые узлы 120 и 121 являются подшипниками, которые функционируют как дифференциально-подшипниковые узлы в комбинации с четвертым подшипниковым узлом 130 для поддержания первого вентиляторного узла 50 и/или передачи осевых нагрузок и/или усилий от первого вентиляторного узла 50 к первому подшипниковому узлу 110.

Как показано на фиг.3, четвертый подшипниковый узел 130 представляет собой упорный подшипник, который включает в себя внешнее кольцо 136, соединенное с находящимся ниже по потоку концом 88 конуса 84, и радиально внутреннее кольцо 138, соединенное или скрепленное посредством шлицев с валом 34. В возможном варианте осуществления подшипниковый узел 130 выполняет функцию «основания» для передачи осевых нагрузок и/или усилий, развиваемых или создаваемых первым вентиляторным узлом 50.

В одном варианте осуществления пятый подшипниковый узел, такой как роликоподшипниковый узел 140, расположен вокруг внешней поверхности конуса 90 на переднем конце 92 или около него, как показано на фиг.2. Пятый подшипниковый узел 140 включает в себя радиально внешнее кольцо 142 подшипника, которое соединено с вентиляторным каркасом 67 посредством несущей конструкции 15, радиально внутреннее кольцо 144, которое соединено с передним концом 92 конуса 90, и, по меньшей мере, один элемент 146 качения, который соединен внутри колец 142 и 144 подшипника. Роликоподшипниковый узел 140 работает, создавая опору второму вентиляторному узлу 52 и/или передавая радиальные нагрузки и/или усилия от второго вентиляторного узла 52 на вентиляторный каркас 67. В возможном варианте осуществления подшипниковые узлы 110, 120, 121, 130 и/или 140 обеспечивают поддержание первого вентиляторного узла 50 и/или второго вентиляторного узла 52 в относительно фиксированном осевом положении, а также передачу осевых нагрузок и/или усилий, создаваемых первым вентиляторным узлом 50 и/или вторым вентиляторным узлом 52, на «основание». В возможном варианте осуществления узел 10 турбовентиляторного двигателя может также включать в себя дифференциально-подшипниковый узел 190, который расположен между несущей конструкцией 15 и конусом 90, обеспечивая опору при вращении для второго вентиляторного узла 52.

На фиг.4 представлен вид с торца редуктора 100, показанного на фиг.3. На фиг.5 представлен вид сбоку участка редуктора 100, показанного на фиг.4. Как подробно описано выше, редуктор 100 соединен с неподвижным или стационарным компонентом газотурбинного двигателя 10, таким как каркас 13 газогенератора 12, показанный на фиг.3. Редуктор 100 включает в себя входной вал 104, который соединен с возможностью вращения со вторым приводным валом 34, первый выходной вал 105, который соединен с передним вентиляторным узлом 50 посредством конуса 84, и второй выходной вал 106, который соединен с задним

вентиляторным узлом 52 посредством конуса 90. Редуктор 100 имеет, по существу, тороидальный профиль поперечного сечения и, по существу, окружает приводной вал 34.

5 В возможном варианте осуществления редуктор 100 включает в себя, по меньшей мере, одну первую или солнечную шестерню 300, которая соединена с входным валом 104, и множество вторых или сателлитных шестерней 302, каждая из которых соединена с возможностью вращения с солнечной шестерней 300. В частности, редуктор 100 включает в себя солнечную шестерню 300 и набор сателлитных
10 шестерней, взаимодействующих с получением дифференциальных скоростей. Соответственно, солнечная шестерня 300 соединена непосредственно с валом 34 с помощью входного вала 104, а сателлитные шестерни 302 введены в зацепление с солнечной шестерней 300 и зубчатым венцом 301 для осуществления привода заднего вентиляторного узла 52 посредством выходного вала 106.

15 Более конкретно, редуктор 100 включает в себя унитарную несущую конструкцию, выполненную с возможностью поддержания солнечной шестерни 300 и сателлитных шестерней 302. В возможном варианте осуществления каждая сателлитная шестерня 302 соединена с несущей конструкцией с помощью крепежного элемента 304,
20 например, такого как болт, который обеспечивает крепление сателлитных шестерней 302 внутри несущей конструкции. Кроме того, каждая сателлитная шестерня 302 включает в себя соответствующий подшипниковый узел 306, так что сателлитные шестерни 302 свободно вращаются относительно солнечной шестерни 300.

25 В возможном варианте осуществления солнечная шестерня 300 имеет диаметр 340, каждая сателлитная шестерня 302 включает в себя первый участок 350 зубчатого колеса, имеющий первый диаметр 360, и второй участок 352 зубчатого колеса, имеющий второй диаметр 362, который больше, чем первый диаметр 360, и
30 находящийся в осевом направлении позади первого участка 350 шестерни. В возможном варианте осуществления первый и второй участки шестерни выполнены как единое целое, так что каждая сателлитная шестерня 302 представляет собой унитарную конструкцию. При необходимости, первый и второй участки 350 и 352 шестерни могут быть выполнены отдельно и соединены друг с другом с помощью
35 крепежного элемента (не показан).

В возможном варианте осуществления диаметр 340 солнечной шестерни, диаметр 360 первого участка шестерни и диаметр 362 второго участка шестерни
40 выбраны на основании требуемых скоростей вращения первого и второго вентиляторных узлов 50 и 52 соответственно. Например, в одном варианте осуществления, показанном на фиг.5, солнечная шестерня 300 введена в зацепление или соединена с обеспечением привода со вторым участком 352 шестерни. Поскольку второй участок 352 шестерни имеет диаметр 362, который больше, чем диаметр 360
45 первого участка 350 шестерни, скорости вращения и переднего вентиляторного узла 50, и заднего вентиляторного узла 52 установятся на разных уровнях скорости вращения. При необходимости, солнечную шестерню 300 вводят в зацепление или соединяют с обеспечением привода с первым участком 350 шестерни. Соответственно, во время сборки можно изменять размеры и/или диаметры каждой из солнечной
50 шестерни 300, первого участка 350 шестерни и второго участка 352 шестерни для осуществления привода и переднего, и заднего вентиляторных узлов 50 и 52 с требуемыми скоростями вращения. Кроме того, поскольку передний вентиляторный узел 50 соединен с возможностью вращения с первым участком 350 шестерни, задний

вентиляторный узел 52 соединен с возможностью вращения со вторым участком 352 шестерни, а каждый из них имеет различный диаметр, скорости вращения обоих вентиляторных узлов являются разными и поэтому могут быть заданы с обеспечением оптимизации всей работы вентиляторного узла газотурбинного двигателя.

Во время работы, когда второй приводной вал 34 вращается, этот второй приводной вал 34 вызывает вращение входного вала 104 в первом направлении 80 вращения, а тот, в свою очередь, вращает солнечную шестерню 300. Солнечная шестерня 300 соединена с возможностью вращения с первым выходным валом 105, причем солнечная шестерня 300 осуществляет привод переднего вентиляторного узла 50 посредством выходного вала 105 в том же направлении, что и приводной вал 34. Кроме того, поскольку солнечная шестерня 300 введена в зацепление с сателлитными шестернями 302, вращение солнечной шестерни 300 вызывает вращение сателлитных шестерней 302, а значит, и привод заднего вентиляторного узла 52 посредством зубчатого венца 301 с помощью второго выходного вала 106 во втором направлении 82, которое является противоположным направлению вращения переднего вентиляторного узла 50.

Описанный здесь узел газотурбинного двигателя включает в себя редуктор с двумя выходными валами, соединенный между высокоскоростной турбиной высокого давления и вентиляторным узлом с противоположным вращением, для осуществления изменения скорости вращения одного или обоих вентиляторных узлов относительно скорости вращения турбины низкого давления. Более того, вспомогательный компрессор соединен непосредственно с турбиной низкого давления. Эта конфигурация гарантирует работу турбины низкого давления и вспомогательного компрессора на относительно высоких скоростях и соответствующее повышение общей эффективности двигателя при почти осевой выходной скорости, что упрощает задний каркас турбины и приводит к уменьшению выходной площади турбины низкого давления с целью экономии веса и затрат. Кроме того, передаточное число для переднего вентиляторного узла составляет приблизительно от 1,7 до 1, а передаточное число зубчатой передачи для заднего вентиляторного узла составляет приблизительно от 2,6 до 1, обеспечивая вращение заднего вентилятора со скоростью вращения, которая меньше, чем скорость вращения переднего вентилятора, и тем самым, повышая общую эффективность двигателя. Более того, можно также увеличить передаточное число для переднего и заднего вентиляторных узлов, что позволяет создать двигатель с высокой степенью двухконтурности и низким давлением вентиляторов для осуществления минимизации количества ступеней турбины низкого давления, а значит, и уменьшения шума всего двигателя, чтобы обеспечить соответствие характерным требованиям весьма низкого шума, устанавливаемым различными фирмами-изготовителями средств авиатранспорта.

В результате, в описанном здесь узле газотурбинного двигателя вентилятор с противоположным вращением используется для повышения эффективности вентиляторов, уменьшения скорости концов лопаток вентиляторов, снижения шума и/или уменьшения диаметра вентиляторов по сравнению с двигателем с одним вентилятором, а также исключает необходимость перепускного выходного направляющего аппарата. Кроме того, поскольку описанный здесь узел газотурбинного двигателя не включает в себя турбину низкого давления с противоположным вращением, можно исключить каждый из среднего каркаса турбины, внешнего вращающегося барабана, вращающегося заднего каркаса, второго вала турбины низкого давления и внешнее вращающееся уплотнение,

находящееся между внешним вращающимся барабаном и внешним неподвижным корпусом, вследствие чего снижаются затраты, вес и сложность конструкции. Более того, любые потери в зубчатой передаче, возникающие в описанной здесь конфигурации, исключаются путем исключения значительной утечки во внешнем уплотнении турбины низкого давления с противоположным вращением, и предусматривается наличие всех основных изменений редукторного двигателя по сравнению с обычным двигателем с целью обеспечения простого доступа.

Судя по оценкам, основанным на данных начального проектирования, описанный здесь газотурбинный двигатель окажется значительно легче в эксплуатации, чем известные двигатели с вентиляторами с противоположным вращением. В результате, описанный здесь газотурбинный двигатель, судя по оценкам, будет характеризоваться расходом топлива, сниженным приблизительно на 1,8% по сравнению с известными двигателями с вентиляторами с противоположным вращением. Кроме того, описанный здесь газотурбинный двигатель может легче удовлетворить требованиям малого шума и улучшенного сгорания топлива, накладываемым промышленностью средств авиатранспорта.

Выше подробно описан возможный вариант осуществления узла газотурбинного двигателя, который включает в себя вспомогательный компрессор с приводом непосредственно от турбины низкого давления и редуктор, соединенный с вентиляторным узлом с противоположным вращением. Эти компоненты не носят ограничительный характер для описанных здесь вариантов осуществления, наоборот, компоненты каждой системы можно использовать независимо и отдельно от других описанных здесь компонентов. Описанный здесь редуктор также можно использовать в сочетании с другими известными газотурбинными двигателями, которые включают в себя передний и задний вентиляторные узлы.

В возможном варианте осуществления узел 10 газотурбинного двигателя также включает в себя плавкую вставку 200, которая имеет приблизительно дисковую форму и включает в себя радиально внутренний участок 230, который соединен с входным валом 104 посредством шлицев 216, и радиально внешний участок 232, который соединен с первым участком 230 посредством шлицев 218. В возможном варианте осуществления толщина плавкой вставки 200 выбрана так, что первый участок 230 отделится от второго участка 232, т.е. плавкая вставка 200 разорвется, когда она подвергнется воздействию нагрузки и/или крутящего момента, составляющей и/или составляющего от приблизительно 45% до приблизительно 55% суммарной нагрузки крутящего момента на приводном валу турбины низкого давления.

Хотя изобретение описано применительно к конкретным вариантам осуществления, для специалистов в данной области техники будет очевидно, что изобретение может быть осуществлено с изменениями в рамках сущности и объема формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Узел (10) газотурбинного двигателя, содержащий газогенератор (12), турбину (14) низкого давления, соединенную с газогенератором, вентиляторный узел (16) с противоположным вращением, соединенный с турбиной низкого давления и содержащий передний вентиляторный узел (50), выполненный с возможностью вращения в первом направлении (80), и задний вентиляторный узел (52), выполненный с возможностью вращения в противоположном втором направлении (82);

вспомогательный компрессор (24), соединенный непосредственно с турбиной низкого давления таким образом, что обеспечивается вращение вспомогательного компрессора и турбины низкого давления в одном и том же направлении, и узел (67) вентиляторного каркаса, расположенный аксиально между

5 вспомогательным компрессором (24) и задним вентиляторным узлом (52), причем вспомогательный компрессор (24) расположен ниже по потоку от узла (67) вентиляторного каркаса.

2. Узел (10) по п.1, дополнительно содержащий редуктор (100), соединенный между

10 турбиной (14) низкого давления и вентиляторным узлом (16) с противоположным вращением.

3. Узел (10) по п.2, дополнительно содержащий приводной вал (34), соединенный между турбиной (14) низкого давления и редуктором (100).

4. Узел (10) по п.1, дополнительно содержащий редуктор (100), имеющий первый

15 выходной вал (105), соединенный с передним вентиляторным узлом (50), и второй выходной вал (106), соединенный с задним вентиляторным узлом (52).

5. Узел (10) по п.4, в котором первый выходной вал (105) обеспечивает привод

20 переднего вентиляторного узла (50) с первой скоростью вращения, а второй выходной вал (106) обеспечивает привод заднего вентиляторного узла (52) со второй скоростью вращения, которая отличается от первой скорости вращения.

6. Узел (10) по п.1, дополнительно содержащий гибкий соединительный элемент (150), соединенный между вспомогательным компрессором (24) и

25 турбиной (14) низкого давления.

7. Узел (10) по п.3, дополнительно содержащий редуктор (100), соединенный между турбиной (14) низкого давления и вентиляторным узлом (16) с противоположным

вращением, причем редуктор имеет, по существу, тороидальный профиль поперечного сечения и, по существу, окружает приводной вал (34).

8. Узел (10) по п.1, дополнительно содержащий

30 редуктор (100), содержащий солнечную шестерню (300), соединенную с турбиной (14) низкого давления, и

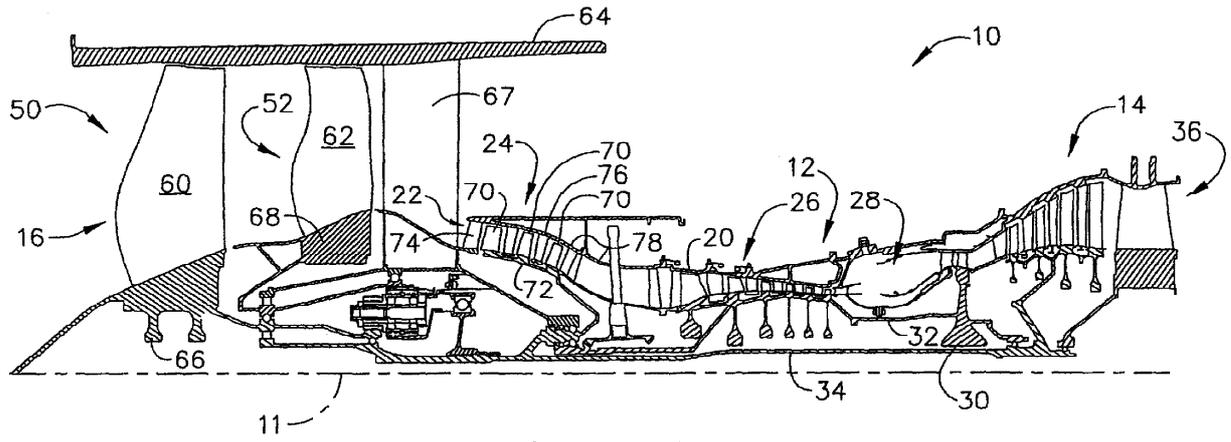
множество сателлитных шестерней (302), введенных в зацепление с солнечной шестерней, причем каждая из сателлитных шестерней содержит первый участок (350)

35 шестерни, имеющий первый диаметр (360), и второй участок (352) шестерни, имеющий второй диаметр (362), который отличается от первого диаметра.

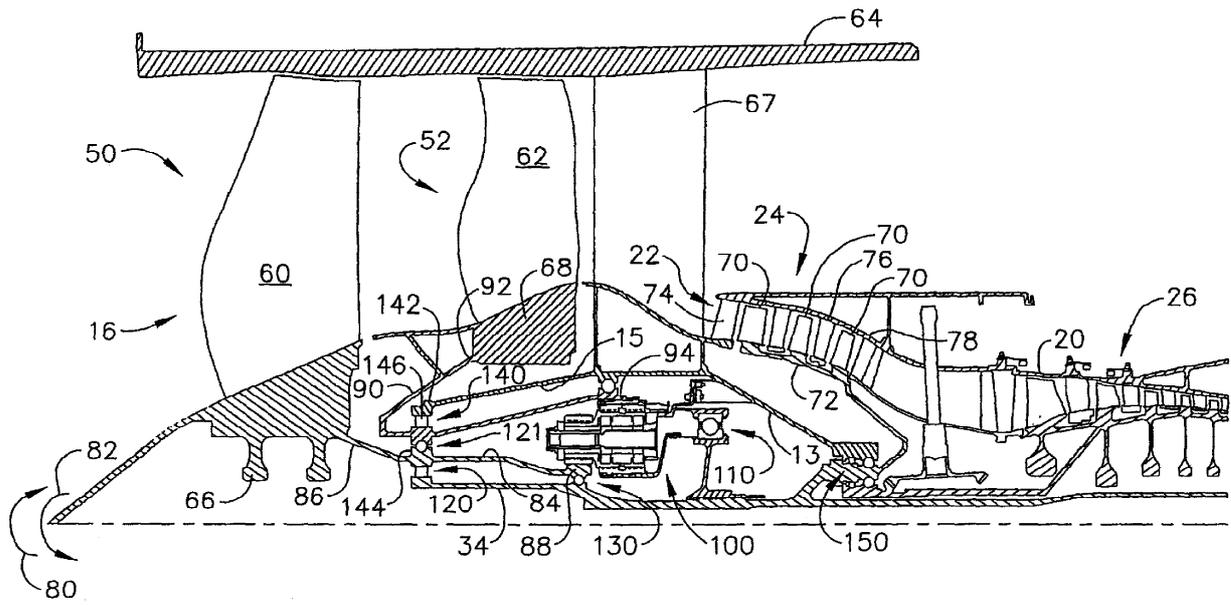
40

45

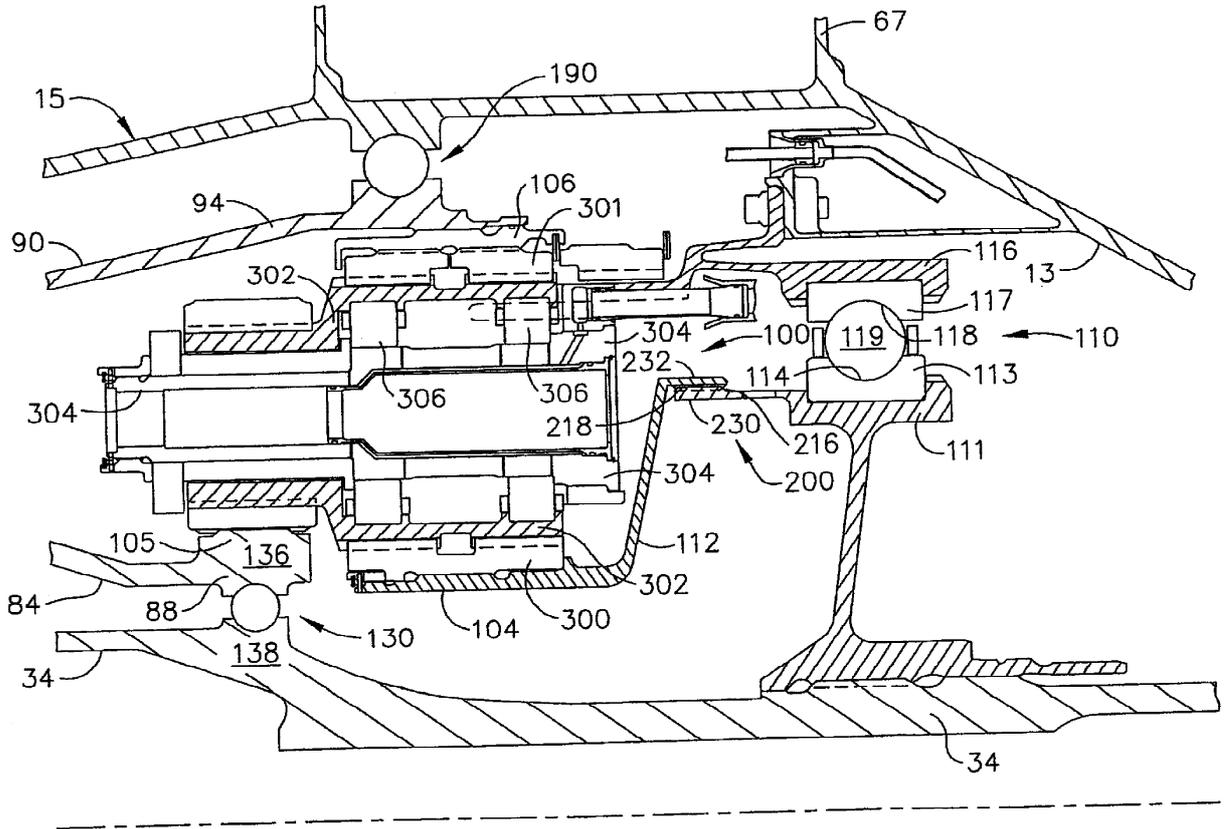
50



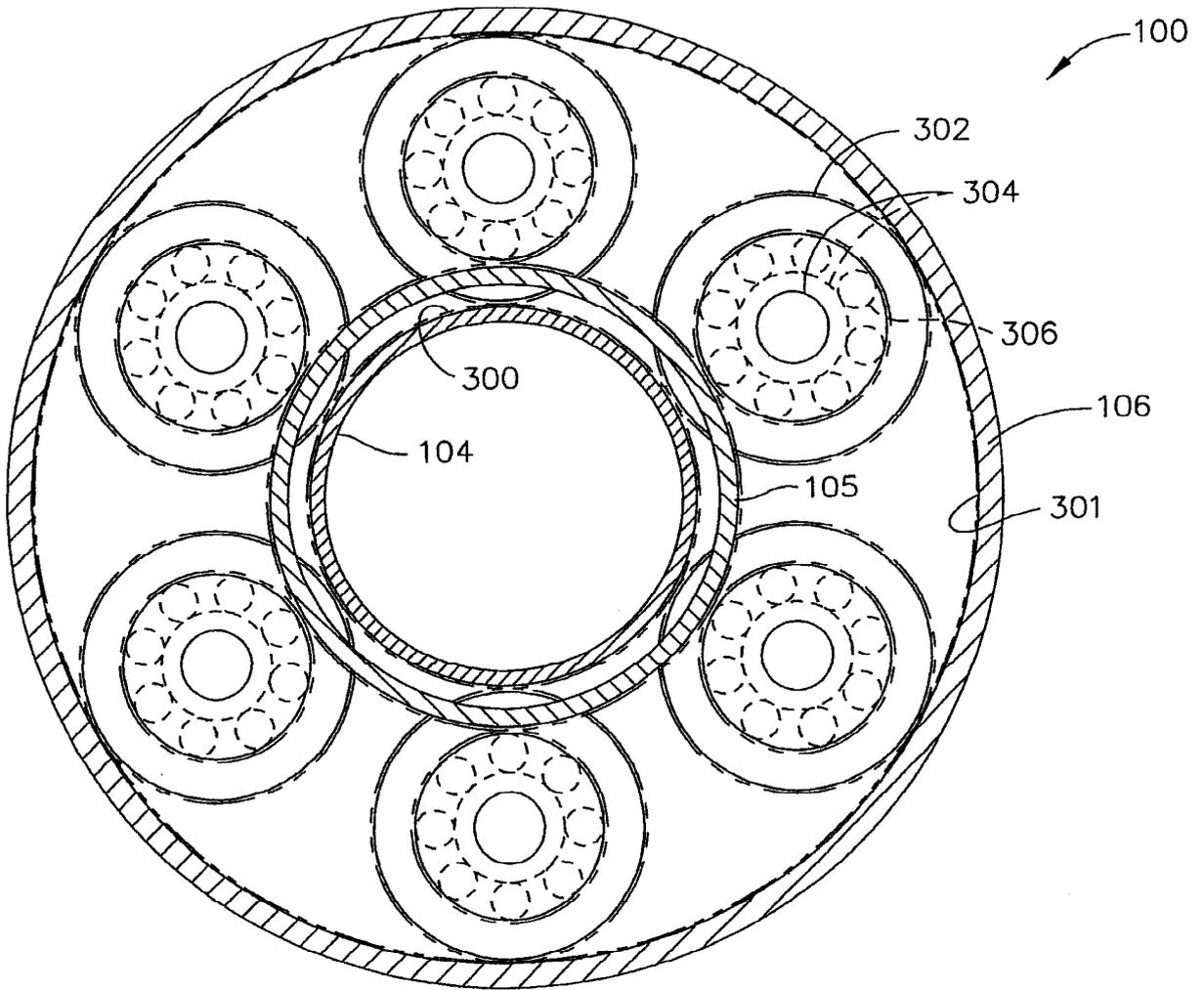
Фиг. 1



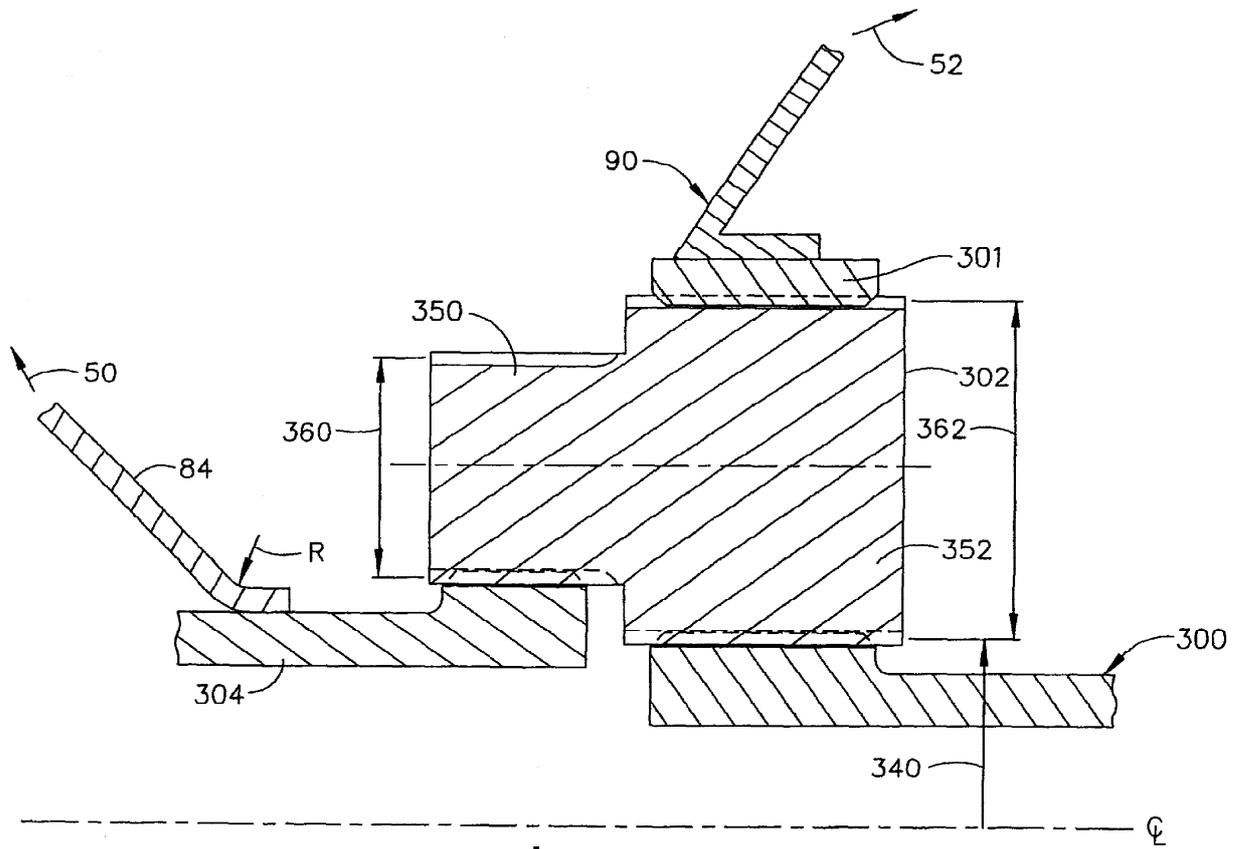
Фиг. 2



Фиг. 3



ФИГ. 4



Фиг. 5