



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F01D 5/02 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016119153, 06.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.11.2014

Дата регистрации:
04.12.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
21.11.2013 FR 1361460

(45) Опубликовано: 04.12.2018 Бюл. № 34

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 21.06.2016

(86) Заявка РСТ:
FR 2014/052846 (06.11.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/075345 (28.05.2015)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БРО Мишель Жильбер Ролан (FR),
НОВАКОВСКИ Натали (FR)

(73) Патентообладатель(и):
СНЕКМА (FR)

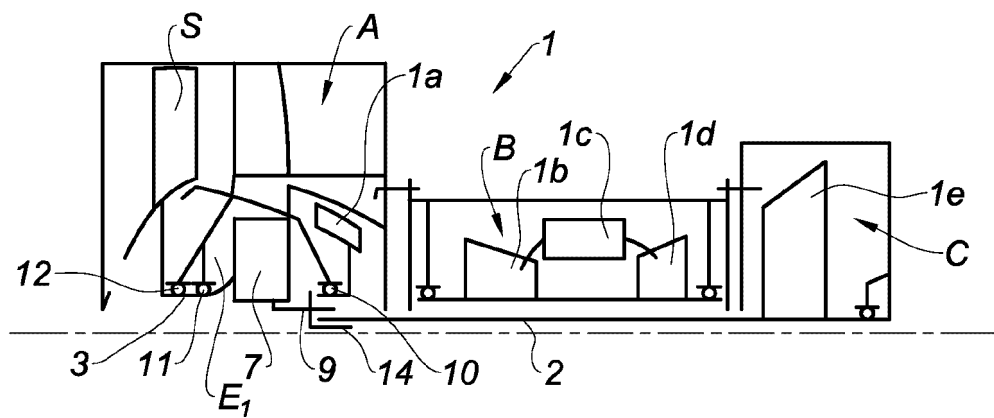
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 8402741, 26.03.2013. EP 2327859
A2, 01.06.2011. US 2009/081039, 26.03.2009. US
2012/257960, 11.10.2012.

(54) МОДУЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ТАКОЙ КАК ТУРБОРЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, С
РЕДУКТОРОМ СКОРОСТИ

(57) Реферат:

Двигатель с модульной конструкцией, содержащий множество коаксиальных модулей (А, В, С), в том числе на одном конце первый модуль (А), содержащий вал (3) передачи мощности и редуктор (7) скорости, при этом упомянутый вал передачи мощности приводится во вращение через редуктор (7) скорости турбинным валом (2), неподвижно соединенным с одним (С) из упомянутых коаксиальных модулей, отличным от первого модуля

упомянутого двигателя, при этом редуктор (7) скорости содержит приводное средство (8 и 9), закрепленное на турбинном валу (2) и на цапфе (13) вала ротора компрессора (1а) низкого давления, содержит первую гайку (16) крепления приводного средства на цапфе и вторую гайку (14) крепления приводного средства на турбинном валу. Технический результат: отсоединение модулей двигателя без пролива масла. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 6 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F01D 5/02 (2018.08)

(21)(22) Application: **2016119153, 06.11.2014**

(24) Effective date for property rights:
06.11.2014

Registration date:
04.12.2018

Priority:

(30) Convention priority:
21.11.2013 FR 1361460

(45) Date of publication: **04.12.2018** Bull. № 34

(85) Commencement of national phase: **21.06.2016**

(86) PCT application:
FR 2014/052846 (06.11.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/075345 (28.05.2015)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BRO Mishel Zhilber Rolan (FR),
NOVAKOVSKI Natali (FR)**

(73) Proprietor(s):

SNEKMA (FR)

(54) **MODULAR ENGINE, SUCH AS JET ENGINE, WITH SPEED REDUCTION GEAR**

(57) Abstract:

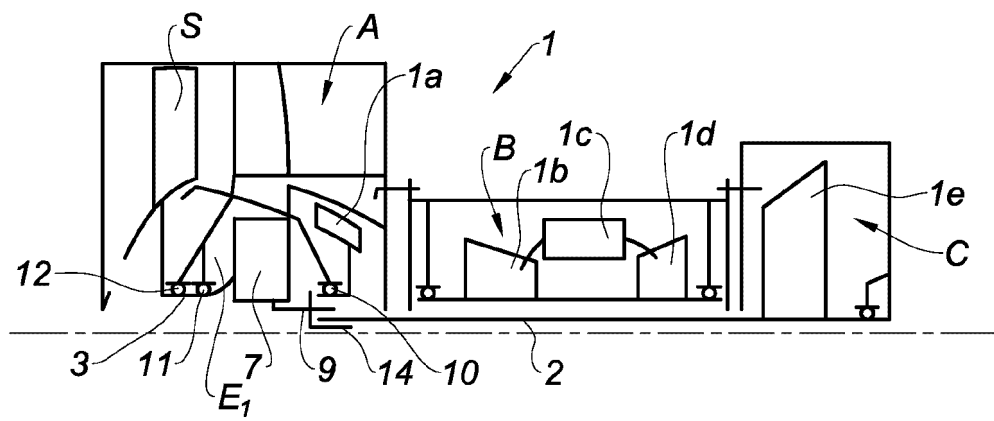
FIELD: internal combustion engines.

SUBSTANCE: engine with a modular structure, comprising a plurality of coaxial modules (A, B, C) with, at one end, first module (A) comprising power transmission shaft (3) and speed reduction gear (7), said power transmission shaft being driven via speed reduction gear (7) by turbine shaft (2) secured to one (C) of said coaxial modules that is separate from the first module of said engine, wherein said speed

reduction gear (7) comprises drive means (8 and 9) fixed to turbine shaft (2) and to journal (13) of a shaft of low-pressure compressor rotor (1a), comprises first nut (16) for fastening the drive means to the journal and second nut (14) for fastening the drive means to the turbine shaft.

EFFECT: technical result: disconnection of engine modules without oil spillage.

11 cl, 6 dwg



Область техники

Настоящее изобретение относится к авиационному тяговому двигателю, такому как турбореактивный двигатель, двухконтурный турбовентиляторный двигатель, в частности, с высокой степенью двухконтурности, или турбовинтовой двигатель, содержащий передний вал передачи мощности, вращаемый ротором турбины через редуктор скорости. В случае турбовентиляторного двигателя на этом валу передачи мощности установлен также вентилятор.

Предшествующий уровень техники

Турбовентиляторные двигатели содержат несколько компрессорных ступеней, в частности, компрессор низкого давления (НД), называемый также компрессором наддува или бустером, и компрессор высокого давления (ВД), которые принадлежат к первичному корпусу двигателя. На входе компрессора низкого давления расположено колесо подвижных лопаток большого размера или вентилятор, который питает одновременно первичный поток, проходящий через компрессоры НД и ВД, и холодный поток или вторичный поток, концентричный с первичным потоком и проходящий либо напрямую в сопло холодного потока, называемое вторичным соплом, либо в смеситель первичного и вторичного потоков.

Вентилятор приводится во вращение валом вращения корпуса НД и, как правило, вращается с той же скоростью, что и этот вал. Однако предпочтительно, чтобы вентилятор вращался с более низкой скоростью, чем вал НД, в частности, когда этот вентилятор имеет большие размеры, чтобы добиться его лучшей аэродинамической адаптации. Для этого между валом НД и валом передачи мощности, с которым связан вентилятор, располагают редуктор. Вентилятор, вал и редуктор входят в состав одного и того же входного модуля, называемого вентиляторным модулем.

Современные авиационные двигатели часто выполнены в виде сборки модулей, которые могут содержать неподвижные части и подвижные части. Модуль определяют как узел двигателя, который имеет достаточно точные геометрические характеристики на уровне своих интерфейсов соединения со смежными модулями, чтобы его можно было поставлять индивидуально, и который прошел отдельную балансировку, если он содержит вращающиеся части. Сборка модулей позволяет получить двигатель в комплекте и максимально сократить операции балансировки и подгонки деталей на уровне интерфейсов соединений.

Модульность двигателя имеет первостепенное значение для обслуживания. Действительно, во время операции обслуживания важно, чтобы детали были легко доступными без необходимости демонтажа большого числа частей двигателя. На практике стремятся получить разбивку на несколько основных модулей. Например, для турбореактивного двигателя с передним вентилятором стремятся получить разбивку на три модуля: первый основной модуль для передней части, содержащей вентилятор и компрессор НД, второй основной модуль для части, содержащей корпус ВД, и третий основной модуль для задней части двигателя, содержащей турбину НД и турбинный вал.

Обслуживание является особенно сложным на двигателях, содержащих редуктор в передней части. В этом случае возникает проблема доступности к внутренней гайке турбины, которой связаны между собой два основных модуля. Можно напомнить, что, например, в двухконтурном турбореактивном двигателе внутренняя гайка соединяет спереди вал турбины НД с валом вентилятора. На известных двигателях, конструкция которых включает в себя редуктор, обслуживание первого основного модуля требует демонтажа части редуктора, чтобы получить доступ к турбинной гайке, поскольку эта

гайка скрыта редуктором. В этом случае модульность первого основного модуля теряется. Кроме того, необходимо независимо разъединить второй основной модуль и третий основной модуль.

Сущность изобретения

5 Заявитель поставил перед собой задачу реализации двигателя с редуктором, который позволяет решить эту проблему модульности.

В связи с этим объектом изобретения является двигатель с модульной конструкцией, содержащий множество коаксиальных модулей, в том числе на одном конце первый модуль, содержащий вал передачи мощности и редуктор скорости, при этом упомянутый
10 вал передачи мощности приводится во вращение через редуктор скорости турбинным валом, неподвижно соединенным с одним из упомянутых коаксиальных модулей, отличным от первого модуля, при этом редуктор скорости содержит на входе приводное средство, закрепленное на турбинном валу и на цапфе вала ротора компрессора низкого давления, отличающийся тем, что содержит первую гайку крепления приводного
15 средства на цапфе и вторую гайку крепления приводного средства на турбинном валу.

Предпочтительно редуктор скорости выполнен таким образом, что имеет центральное отверстие, выполненное с возможностью обеспечения доступа для инструмента монтажа/демонтажа через упомянутое отверстие к второй гайке от упомянутого конца двигателя. В дальнейшем вторая гайка будет называться турбинной гайкой.

20 В настоящей заявке под двигателем с модульной конструкцией следует понимать двигатель, образованный сборкой модулей. Этот тип двигателя хорошо известен в области авиации и облегчает, в частности, операции монтажа и демонтажа двигателя, например, во время операции обслуживания.

Изобретением предложено, в частности, разделить средства крепления приводных
25 средств на турбинном валу от средств крепления приводных средств на цапфе. Благодаря этим признакам, решают проблему модульности двигателя, так как первый модуль можно отделить от находящихся сзади модулей, не прибегая к предварительному демонтажу редуктора скорости. Действительно, отвинчивание второй гайки (или турбинной гайки) позволяет отсоединить приводное средство от турбинного вала, не
30 отсоединяя приводное средство от цапфы, которые остаются неподвижно соединенными друг с другом при помощи первой гайки. Таким образом, можно демонтировать и снять первый модуль, отвинтив только одну гайку, при этом данный модуль не может разъединиться дальше по причине отвинчивания второй гайки.

Предпочтительно приводное средство редуктора скорости имеет кольцевую форму
35 и содержит упомянутое центральное отверстие для прохождения инструмента монтажа/демонтажа турбинной гайки. Само приводное средство соединено с входным колесом редуктора скорости, который, например, содержит эпициклоидную передачу с входным колесом, неподвижно соединенным с планетарной шестерней, и вал передачи мощности приводится во вращение сателлитами.

40 Согласно варианту выполнения, передний конец турбинного вала установлен на опорном подшипнике, неподвижно соединенном с первым модулем.

В частности, приводное средство редуктора скорости образует по меньшей мере одну стенку для герметичной камеры смазки и охлаждения упомянутого подшипника. Преимуществом этого решения является то, что оно обеспечивает демонтаж первого
45 модуля, сохраняя внутри него смазочное масло. Нет необходимости сливать перед этим смазочное масло.

Для обеспечения полного монтажа/демонтажа первого модуля его удерживают также при помощи съемного крепежного средства на элементе картера двигателя.

Предпочтительно первая гайка имеет диаметр, превышающий диаметр второй гайки.

Изобретение находит свое применение для турбореактивного двигателя, содержащего описанный выше двигатель, первый модуль которого содержит вентилятор, установленный на упомянутом валу передачи мощности. В частности, изобретение
5 можно применять для турбореактивного двигателя с вторым модулем на выходе первого модуля, при этом второй модуль содержит ротор, образованный компрессором высокого давления и турбиной высокого давления, и камеру сгорания. В частности, его можно применять для турбореактивного двигателя, в котором картер первого модуля неподвижно соединен с картером второго модуля при помощи съемного крепежного
10 средства.

Предпочтительно турбореактивный двигатель содержит третий модуль с турбиной низкого давления, при этом упомянутый турбинный вал неподвижно соединен с ротором турбины низкого давления третьего модуля.

Объектом изобретения является также описанный выше турбореактивный двигатель,
15 содержащий три последовательных модуля, в том числе упомянутый первый модуль с ротором вентилятора и компрессором низкого давления (НД) или наддува, второй модуль с ротором, образованным компрессором высокого давления, турбиной высокого давления и камерой сгорания, и третий модуль с ротором турбины низкого давления и турбинным валом, коаксиальным с ротором высокого давления и соединенным во
20 время работы с ротором вентилятора через редуктор скорости, причем этот турбореактивный двигатель является двухконтурным.

Предпочтительно первый модуль содержит ротор компрессора низкого давления с валом компрессора низкого давления, содержащим цапфу, установленную на опорном подшипнике, неподвижно соединенном с первым модулем и заблокированным в осевом
25 направлении гайкой блокировки ротора компрессора низкого давления.

В частном варианте выполнения первый модуль или вентиляторный модуль содержит по меньшей мере одну деталь крепления вала вентилятора через два подшипника качения, при этом упомянутая деталь крепления содержит первый фланец крепления модуля, выполненный с возможностью соединения с вторым фланцем, выполненным
30 на конструктивной детали турбореактивного двигателя, и редуктор скорости установлен на опорном картере, содержащей фланец, выполненный с возможностью крепления на упомянутом втором конструктивном фланце турбореактивного двигателя таким образом, чтобы обеспечивать возможность установки редуктора скорости на упомянутом вентиляторном модуле до сборки вентиляторного модуля по меньшей
35 мере с одним другим модулем турбореактивного двигателя.

Описание фигур

Изобретение, его задачи, детали, отличительные признаки и преимущества будут более очевидны из нижеследующего описания варианта выполнения изобретения, представленного в качестве иллюстративного и не ограничительного примера со
40 ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг. 1 изображает общий вид в осевом разрезе двухконтурного газотурбинного двигателя с высокой степенью двухконтурности, содержащего редуктор скорости.

Фиг. 2 - частичный вид двигателя, показанного на фиг. 1, содержащего переднюю часть с редуктором.

Фиг. 3 - вид двигателя, показанного на фиг. 1, в котором первый модуль отсоединен.

Фиг. 4 - вид двигателя, показанного на фиг. 1, в котором все три модуля отсоединены друг от друга.

Фиг. 5 - детальный вид турбинной гайки, установленной на двигателе.

Фиг. 6 - детальный вид крепления первого модуля на фланце второго модуля.

Подробное описание варианта осуществления изобретения.

На фиг. 1 показан турбореактивный двигатель 1 с осью XX, который содержит вентилятор S, компрессор 1a низкого давления или наддува, компрессор 1b высокого давления, камеру 1c сгорания, турбину 1d высокого давления и турбину 1e низкого давления. Компрессор 1b высокого давления и турбина 1d высокого давления связаны через вал 4 высокого давления и образуют вместе с ним корпус высокого давления ВД. Компрессор 1a низкого давления и турбина 1e низкого давления связаны через вал 2 низкого давления НД и образуют вместе с ним корпус низкого давления НД.

В классических конфигурациях диск, на котором установлены лопатки вентилятора S, приводится во вращение валом передачи мощности или вентиляторным валом 3. Этот вал, в свою очередь, приводится во вращение напрямую валом НД 2. В заявленном двигателе вал 3 передачи мощности приводится во вращение валом НД 2 через редуктор 7 скорости, причем этот редуктор предпочтительно является редуктором с эпициклоидной передачей.

В данном случае двигатель разделен на три основных модуля: первый модуль А, называемый вентиляторным модулем, содержит неподвижную часть, содержащую картер вентилятора, образующий кожух вентилятора, промежуточный картер, образующий, кроме всего прочего, опору для различных подшипников 10, 11, 12, и интерфейс крепления на смежном модуле В. Подвижная часть первого модуля А содержит вентилятор S с вентиляторным валом 3, поддерживаемым опорными подшипниками 11 и 12 вентилятора, один из которых является упорным шарикоподшипником, а другой роликоподшипником. Она содержит также компрессор НД 1a, поддерживаемый опорным шарикоподшипником 10 вала низкого давления.

Как известно подшипники качения заключены между неподвижным кольцом и подвижным кольцом. Неподвижное кольцо 10 подшипника вала низкого давления установлено на опоре 23 подшипника, и неподвижные кольца подшипников 11 и 12 вентилятора установлены на опоре 22 подшипника, см. фиг. 2. Редуктор 7 скорости расположен между вентилятором и валом НД 2 в пространстве, образованном между опорами 22 и 23, неподвижно соединенными с промежуточным картером.

Второй основной модуль В тоже содержит подвижные части, такие как вал ВД с компрессором 1b и турбина 1d, и неподвижные части, такие как камера 1c сгорания и все связанные с ней элементы картера, в том числе кожух 5.

Третий модуль С содержит подвижные части, такие как турбина НД 1e и турбинный вал НД 2, и неподвижные части, такие как выпускной картер, образующий опору подшипников сзади, и выпускное сопло.

Модульная конструкция призвана обеспечить предварительное соединение элементов различных модулей независимо друг от друга таким образом, чтобы они были готовы для сборки без применения сложных операций. Так, первый модуль А можно соединить со следующими модулями путем простого соединения подвижных частей при помощи турбинной гайки, при этом турбинная гайка 14 соединяет приводное средство редуктора скорости с турбинным валом НД 2. Соединение осуществляют также путем болтового соединения неподвижных частей интерфейса модуля А с радиальным фланцем картера модуля В. Пример этого последнего варианта соединения показан на фиг. 6.

На фиг. 3 показан двигатель, первый модуль которого отсоединен от остальной части двигателя. Как было указано выше, первый модуль отсоединяют путем отвинчивания турбинной гайки 14 и отвинчивания болтов 24, которые удерживают неподвижный интерфейс первого модуля А на радиальном фланце 5R картера 5 второго

модуля, см. фиг. 6.

На фиг. 4 показано отделение друг от друга модулей В и С. Отсоединяя соответствующие элементы картера друг от друга можно отделить два модуля друг от друга в осевом направлении; турбинный вал 2 больше не удерживается турбинной гайкой и может быть отсоединен от второго модуля.

На фиг. 2 более детально показана передняя часть двигателя, в котором установлен редуктор 7 между валом 3 передачи мощности, связанным с вентилятором, и валом НД 2. Этот редуктор эпициклоидного типа схематично представлен в виде прямоугольника, чтобы показать только его габарит. На фигурах не показано, но он установлен на опорах 22 и 23 подшипников, связанных с промежуточным картером, и приводится во вращение входной коронной шестерней 8 редуктора, расположенной на входе вала НД, с которым она взаимодействует через приводные средства. Выходной момент этого редуктора 7 передается на вентиляторный вал 3 при помощи классической связи, известной специалисту, например, такой как крепление этого вентиляторного вала на сателлитном водиле в случае эпициклоидного редуктора.

Показанная на фигуре неподвижная часть двигателя содержит внутреннюю стенку 21 тракта первичного потока, входную опору 22 подшипника и выходную опору 23 подшипника. Эти две опоры проходят внутрь газотурбинного двигателя и охватывают упорный подшипник 10, поддерживающий вал НД 2, и шарикоподшипник 11 и роликоподшипник 12 вентиляторного вала 3. Что касается подвижной части, то, кроме ротора вентилятора S, она содержит от входа к выходу вентиляторный вал 3, с которым связаны подвижные кольца подшипников 11 и 12 вентиляторного вала, приводную коронную шестерню 8 редуктора и промежуточный вал 9 удлинения приводной коронной шестерни, который закреплен на подвижном кольце упорного подшипника 10 вала НД 2. Эти неподвижные и подвижные части образуют камеру E1 и классически сходятся на уровне лабиринтных прокладок, расположенных на ее переднем и заднем концах таким образом, чтобы образовать герметичный объем, заключающий три вышеупомянутых подшипника 10, 11 и 12 и обеспечивающий непрерывность их смазки и их охлаждения. Вышеупомянутые уплотнительные прокладки не показаны, но хорошо известны специалисту в данной области.

Эта камера E1 полностью образована первым модулем А, то есть ее можно отсоединить от других модулей, а также от вала НД 4 без утечки содержащегося в ней масла. Кроме того, диаметры приводной коронной шестерни 8 редуктора и промежуточного вала 9 вала НД рассчитаны таким образом, что превышают диаметр вала НД 2, то есть позволяют ввести цилиндрической инструмент, чтобы достигнуть гайки крепления вала НД 2 на подвижном кольце его упорного подшипника 10 и обеспечить ее отвинчивание без помех со стороны этих двух деталей.

На фиг. 5 более детально показана турбинная гайка, установленная на турбинном валу.

Начиная от выхода, вал НД 2 зацепляется при помощи шлицевой системы 132 с цапфой 13, которая соединена с подвижным кольцом 10М упорного подшипника 10 и которая продолжена в сторону выхода валом компрессора 1а низкого давления и приводит во вращение ротор компрессора 1а низкого давления. Вал НД 2 удерживается на месте в осевом направлении на этой цапфе при помощи турбинной гайки 14, которую заворачивают на резьбе 142, выполненной на внутренней стороне вала НД 2, и которая опирается на осевой упор 15, проходящий радиально внутрь, начиная от цапфы 13. Эта гайка 14, которая соединяет вал НД 2 с цапфой 13, доступна спереди двигателя, хотя и требует предварительного демонтажа капота с его переднего конца, но вместе с тем

не требует демонтажа других деталей и, в частности, элементов, образующих стенки камеры Е1. Таким образом, достигается технический результат изобретения, то есть возможность демонтажа вала НД 2 без разборки камеры Е1.

Как показано также на фиг. 5, в сторону входа на цапфе 13 установлен промежуточный вал 9, который образует приводное средство входной коронной шестерни 8 редуктора и который находится в радиальном направлении между цапфой 13 и подвижным кольцом 10М упорного подшипника 10 вала НД, с которым он жестко связан. Этот промежуточный вал 9 продолжает коронную шестерню 8 и позволяет ее демонтировать вместе с цапфой 13, хотя это разделение коронной шестерни на два отдельных элемента, то есть на собственно коронную шестерню 8 и промежуточный вал 9, не является существенным признаком изобретения. Выходной конец этого промежуточного вала 9 расположен вокруг вала НД 2 и за счет большего диаметра вала обеспечивает доступ к гайке 14 крепления вала НД спереди двигателя. Он образует вместе с приводной коронной шестерней 8 элемент стенки передней камеры Е1, который можно отсоединить от вала НД 2, но который может оставаться на месте и поддерживать объемную целостность передней камеры Е1 при извлечении вала НД 2.

Наконец, приводная коронная шестерня 8 редуктора установлена на промежуточном валу 9 при помощи шлиц, которые обеспечивают взаимодействие двух валов и приведение во вращение коронной шестерни 8 и, следовательно, редуктора 7 от вала НД 2. Как было указано выше, она имеет диаметр, превышающий диаметр вала НД 2.

Как показано на фиг. 5, на входном концевом участке цапфы 13 завинчена гайка 16, которая упирается в осевом направлении в заплечик 9е промежуточного вала 9. Сам промежуточный вал 9 опирается в осевом направлении на подвижное кольцо 10М подшипника 10, поддерживающего входной конец турбинного вала НД 2. Таким образом, эта гайка 16 стопорит в осевом направлении приводной вал компрессора 1а низкого давления. При помощи этой гайки ротор компрессора низкого давления, называемого также компрессором наддува, удерживается на месте в первом модуле А, которым можно манипулировать без риска повреждения этой подвижной части.

Гайка 16 имеет диаметр, превышающий диаметр гайки 14, и, следовательно, не мешает прохождению инструмента монтажа/демонтажа гайки 14.

(57) Формула изобретения

1. Двигатель (1) с модульной конструкцией, содержащий множество коаксиальных модулей (А, В, С), в частности размещенный на одном конце упомянутого двигателя первый модуль (А), содержащий вал (3) передачи мощности и редуктор (7) скорости, при этом упомянутый вал передачи мощности приводится во вращение через редуктор (7) скорости турбинным валом (2), неподвижно соединенным с одним (С) из упомянутых коаксиальных модулей, отличным от первого модуля упомянутого двигателя, при этом редуктор (7) скорости содержит приводное средство (8 и 9), закрепленное на турбинном валу (2) и на цапфе (13) вала ротора компрессора (1а) низкого давления, отличающийся тем, что содержит первую гайку (16) крепления приводного средства на цапфе (13), причем на входном концевом участке цапфы 13 завинчена гайка 16, которая упирается в осевом направлении в заплечик 9е промежуточного вала 9, и вторую гайку (14) крепления приводного средства на турбинном валу, причем на цапфе 13 установлен промежуточный вал 9, который образует приводное средство входной коронной шестерни 8 редуктора и который находится в радиальном направлении между цапфой 13 и подвижным кольцом 10М упорного подшипника 10 вала НД, с которым он жестко связан.

2. Двигатель по п. 1, в котором редуктор (7) скорости выполнен таким образом, что имеет центральное отверстие, выполненное с возможностью обеспечения доступа для инструмента монтажа/демонтажа через упомянутое отверстие ко второй гайке (14) от упомянутого конца двигателя.

5 3. Двигатель по п. 1 или 2, в котором приводное средство (9) редуктора скорости имеет кольцевую форму и содержит упомянутое центральное отверстие для прохождения инструмента монтажа/демонтажа турбинной гайки.

10 4. Двигатель по одному из пп. 1 или 2, в котором передний конец турбинного вала (2) установлен на опорном подшипнике (10), неподвижно соединенном с первым модулем (А).

5. Двигатель по п. 3, в котором приводное средство (9) редуктора скорости образует по меньшей мере одну из подвижных стенок для герметичной камеры (Е1) смазки и охлаждения упомянутого подшипника (10).

15 6. Двигатель по одному из пп. 1 или 2, в котором первый модуль (А) удерживается при помощи съемного крепежного средства (24) на элементе картера двигателя.

7. Двигатель по одному из пп. 1 или 2, в котором первая гайка (16) имеет диаметр, превышающий диаметр второй гайки (14).

20 8. Турбореактивный двигатель, содержащий двигатель по одному из пп. 1-7, в котором первый модуль (А) содержит вентилятор (S), установленный на упомянутом валу (3) передачи мощности.

9. Турбореактивный двигатель по п. 8, содержащий второй модуль (В) на выходе первого модуля, при этом второй модуль содержит ротор, образованный компрессором (1b) высокого давления и турбиной (1d) высокого давления, и камеру (1d) сгорания.

25 10. Турбореактивный двигатель по п. 9, содержащий третий модуль (С) с турбиной (1e) низкого давления, при этом упомянутый турбинный вал (2) неподвижно соединен с ротором турбины низкого давления третьего модуля.

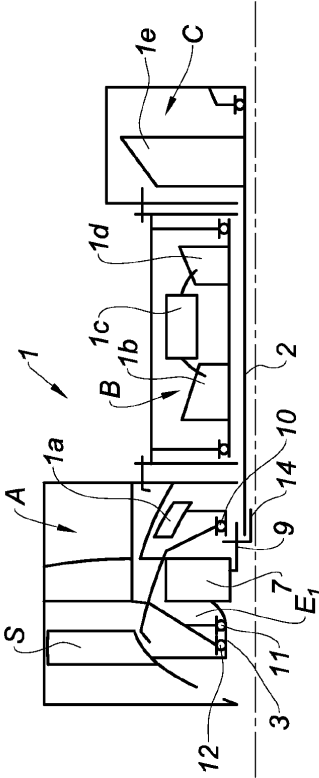
11. Турбореактивный двигатель по одному из пп. 8-10, содержащий три последовательных модуля, в том числе упомянутый первый модуль с ротором вентилятора и компрессором низкого давления, второй модуль с ротором, 30 образованным компрессором высокого давления, турбиной высокого давления и камерой сгорания, и третий модуль с ротором турбины низкого давления и турбинным валом, коаксиальным с ротором высокого давления и соединенным во время работы с ротором вентилятора через редуктор скорости, причем этот турбореактивный двигатель является двухконтурным.

35

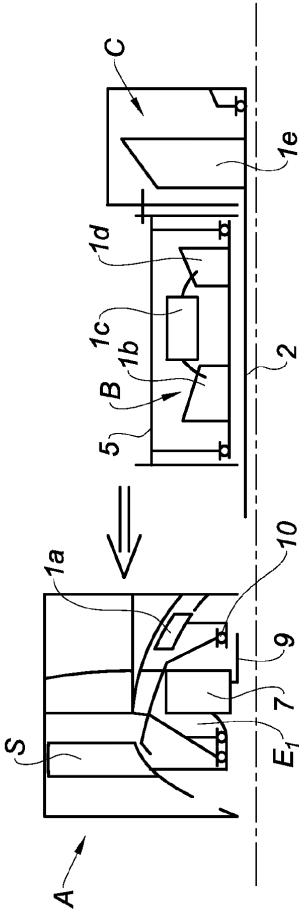
40

45

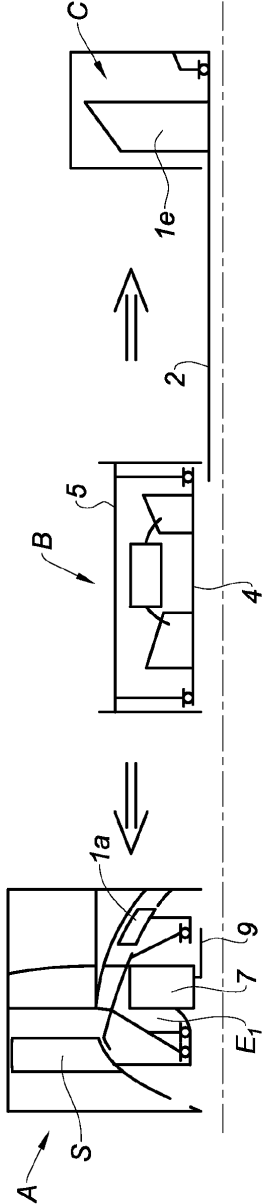
ФИГ. 1



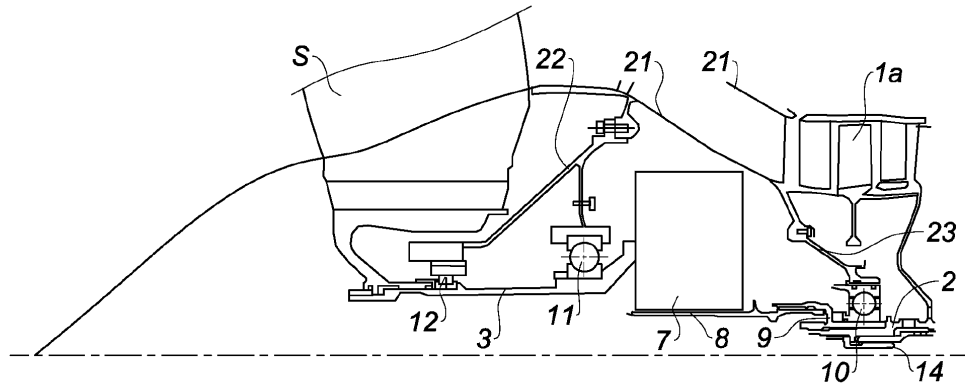
ФИГ. 3



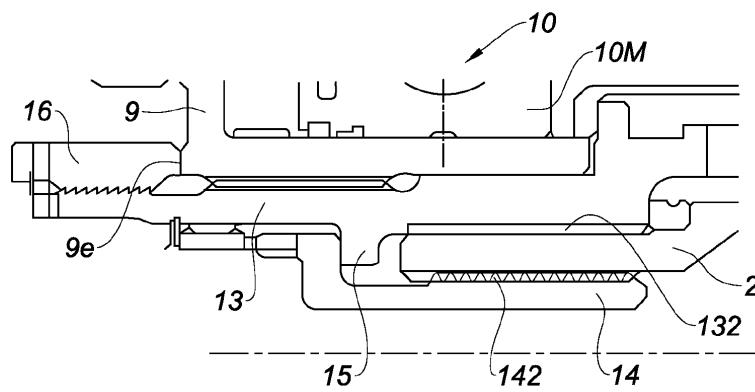
ФИГ. 4



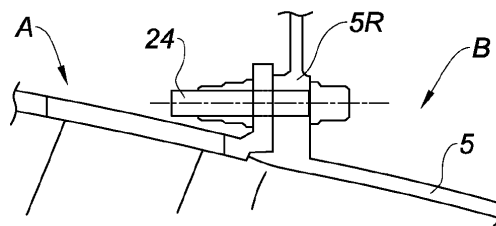
2/2



ФИГ. 2



ФИГ. 5



ФИГ. 6