



(51) МПК
F02C 7/36 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)
F02K 3/04 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012143797/06, 15.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 15.10.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 17.10.2011 US 13/275,286;
 27.10.2011 US 13/282,919;
 29.02.2012 US 13/407,916

(43) Дата публикации заявки: 20.04.2014 Бюл. № 11

(45) Опубликовано: 10.07.2014 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: EP 2339146 A1, 29.06.2011. US 6223616
 B1, 01.05.2001. US 2008/0098717 A1, 01.05.2008.
 US 2007/0225111 A1, 27.09.2007. US 5433674
 A, 18.07.1995. RU 2330170 C2, 27.07.2008

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-
 ПАТЕНТ", пат. пов. М.В. Хмара, рег. N 771

(72) Автор(ы):

**ОТТО Джон Р. (US),
 СИГАЛ Брайан П. (US),
 ШАРМА Сунил (US),
 ДЭВИС Тодд А. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

Юнайтед Текнолоджис Корпорейшн (US)

**(54) ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ РАЗБОРКИ ПЕРЕДНЕЙ ЧАСТИ КОНСТРУКЦИИ
 ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Газотурбинный двигатель содержит опору центрального узла, узел зубчатой передачи и гибкую опору. Опора центрального узла образует внутреннюю кольцевую стенку для осевого контура и содержащую первые элементы шлицевого соединения. Узел зубчатой передачи связывает вал и вентилятор, установленный с возможностью вращения вокруг оси. Гибкая опора связывает узел зубчатой передачи с опорой центрального узла и содержит вторые элементы шлицевого соединения, сопрягаемые с первыми элементами шлицевого соединения для передачи крутящего момента от одних элементов

шлицевого соединения к другим. При разборке передней конструкции газотурбинного двигателя обеспечивают доступ к обращенным вперед крепежным элементам, крепящим опору центрального узла к гибкой опоре, несущей узел зубчатой передачи, и удаляют эти крепежные элементы. Затем рассоединяют первые и вторые элементы шлицевого соединения, выполненные соответственно на опоре центрального узла и на гибкой опоре. Группа изобретений позволяет упростить демонтаж узла зубчатой передачи газотурбинного двигателя. 2 н. и 18 з.п. ф-лы, 10 ил.

RU 2 522 344 C2

RU 2 522 344 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F02C 7/36 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)
F02K 3/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012143797/06, 15.10.2012

(24) Effective date for property rights:
15.10.2012

Priority:

(30) Convention priority:
17.10.2011 US 13/275,286;
27.10.2011 US 13/282,919;
29.02.2012 US 13/407,916

(43) Application published: 20.04.2014 Bull. № 11

(45) Date of publication: 10.07.2014 Bull. № 19

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT",
pat. pov. M.V. Khmara, reg.N 771

(72) Inventor(s):

**OTTO Dzhon R. (US),
SIGAL Brajan P. (US),
ShARMA Sunil (US),
DEhVIS Todd A. (US)**

(73) Proprietor(s):

Junajted Teknologzhis Korporejshn (US)

(54) **GAS TURBINE ENGINE AND DISASSEMBLY OF ITS FRONT PART**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: proposed engine comprises central assembly support, gearing assembly and flexible support. Central assembly support makes an inner circular wall for axial stage and comprises first spline joint elements. Gearing assembly engages shaft and fan running about axis. Flexible support coupled said gearing assembly with central assembly support and comprises second spline joint elements to be engaged with aforesaid first

spline joint elements to transmit torque there between. In disassembly of engine front section, access is allowed to forward-facing fasteners that secure central assembly support to flexible support, gearing housing to remove said fasteners. Then, first and second spline joint elements made at central assembly support and flexible support are disengaged.

EFFECT: simplified disassembly.

20 cl, 10 dwg

C 2
4
3
2
2
5
2
R U

R U
2
5
2
2
3
4
4
C 2

Область техники

Изобретение относится к газотурбинному двигателю и, в частности, к его несущей (опорной) конструкции.

Уровень техники

5 Газотурбинные двигатели обычно содержат один или более роторных валов, которые передают мощность и вращательное движение от турбинной секции к компрессорной и вентиляторной секциям. Роторные валы имеют опоры, установленные в стационарной несущей конструкции, обычно состоящей из модулей в виде индивидуальных секций, которые соединяются посредством болтов, проводимых через соответствующие фланцы.
10 Фланцевые соединения способны выдерживать различные нагрузки, передаваемые через стационарную конструкцию двигателя. При этом важной характеристикой газотурбинных двигателей являются легкость и скорость обслуживания определенных компонентов двигателя.

Раскрытие изобретения

15 В одном из возможных вариантов газотурбинный двигатель содержит: опору центрального узла, образующую внутреннюю кольцевую стенку для осевого контура и содержащую первые элементы шлицевого соединения; узел зубчатой передачи, связывающей вал и вентилятор, установленный с возможностью вращения вокруг оси, и гибкую опору, связывающую узел зубчатой передачи с опорой центрального узла и
20 содержащую вторые элементы шлицевого соединения, сопрягаемые с первыми элементами шлицевого соединения для передачи крутящего момента от одних элементов шлицевого соединения к другим.

В модификации этого варианта опора центрального узла содержит пространственно разделенные направляющие лопатки, расположенные радиально между внутренней и
25 наружной кольцевыми стенками и соединяющие их.

В другой модификации первые элементы шлицевого соединения содержат взаимно смещенные по окружности группы зубцов, разделенные расположенными между указанными группами участками, не имеющими зубцов.

При этом направляющие лопатки могут быть согласованы по положению в
30 радиальном направлении с участками, не имеющими зубцов.

Кроме того, вторые элементы шлицевого соединения могут содержать группы зубцов, сконфигурированные с возможностью размещения в положениях, пространственно согласованных с положениями соответствующих им групп зубцов первых элементов шлицевого соединения, и сопряжения с ними, а также участки, не имеющие зубцов,
35 которые расположены между соответствующими им группами зубцов.

В другой модификации опора центрального узла содержит крепежные выступы, взаимно смещенные по окружности и согласованные по положению с группами зубцов.

Участок, не имеющий зубцов, может быть снабжен упрочняющим пояском, выступающим радиально внутрь из передней центральной секции, образующей
40 внутреннюю кольцевую стенку.

При этом опора центрального узла может иметь кольцевое углубление и кольцевой карман, взаимно смещенные в осевом направлении для формирования на упрочняющем пояске его первой и второй поперечных сторон.

Еще в одной модификации группы зубцов содержат внутренние зубцы, имеющие
45 впадины, которые находятся на первом радиусе зубцов, и направленные радиально внутрь, причем их вершины имеют второй радиус зубцов. При этом упрочняющий поясок выступает радиально внутрь до радиуса пояска, меньшего, чем первый радиус зубцов.

Узел зубчатой передачи может содержать эпициклическую зубчатую передачу, имеющую солнечную шестерню, кольцевую шестерню и промежуточные шестерни, установленные на периферии солнечной шестерни и находящиеся в зацеплении с солнечной и кольцевой шестернями.

5 В варианте этого решения промежуточные шестерни соответствуют планетарным шестерням передачи со стационарным водилом, зафиксированным от вращения вокруг оси, солнечная шестерня установлена на указанном валу, а кольцевая шестерня связана с вентилятором.

10 При этом опора центрального узла может иметь первую внутреннюю поверхность, расположенную вблизи первых элементов шлицевого соединения, а гибкая опора - первую наружную поверхность, введенную, по посадке с натягом, в заданное положение относительно первой внутренней поверхности, чтобы зафиксировать гибкую опору относительно опоры центрального узла.

15 В модификации этого варианта опора центрального узла имеет вторую внутреннюю поверхность, а гибкая опора - вторую наружную поверхность, введенную, по посадке с натягом, в заданное положение относительно второй внутренней поверхности. При этом относительно указанного шлицевого соединения первые внутренняя и наружная поверхности смещены вперед, а вторые внутренняя и наружная поверхности - назад, причем вторая наружная поверхность смещена радиально внутрь относительно первой

20 наружной поверхности. Гибкая опора может быть прикреплена к опоре центрального узла крепежными элементами, при этом головки крепежных элементов могут быть обращены вперед.

25 Еще в одном варианте опора центрального узла содержит распределенные по окружности крепежные выступы, а гибкая опора снабжена обращенным радиально наружу крепежным фланцем, упирающимся в крепежные выступы, чтобы зафиксировать гибкую опору относительно опоры центрального узла в осевом направлении.

В крепежном фланце могут иметься взаимно смещенные по окружности отверстия для приема крепежных элементов.

30 Предлагается также способ разборки передней конструкции газотурбинного двигателя, включающий следующие операции: осуществление доступа к обращенным вперед крепежным элементам, крепящим опору центрального узла к гибкой опоре, несущей узел зубчатой передачи; удаление крепежных элементов и рассоединение первых и вторых элементов шлицевого соединения, выполненных соответственно на опоре центрального узла и на гибкой опоре.

35 Согласно варианту этого способа операция осуществления доступа включает операцию отсоединения вентиляторного модуля от опоры вала вентилятора, которая остается жестко прикрепленной к опоре центрального узла.

В другом варианте способа эта операция включает операцию отсоединения опоры вала вентилятора от опоры центрального узла без удаления узла зубчатой передачи.

40 При этом операция отсоединения может включать извлечение узла зубчатой передачи в составе единого модуля, содержащего узел зубчатой передачи и гибкую опору, с оставлением на месте подшипника, служащего опорой для передней части вала, выполненного с возможностью его функционального соединения с узлом зубчатой передачи.

45 Краткое описание чертежей

Особенности и свойства изобретения станут понятны специалистам из нижеследующего подробного описания его неограничивающих вариантов, которые поясняются прилагаемыми чертежами.

На фиг.1 схематично, частично в продольном сечении показан газотурбинный двигатель.

На фиг.2 в продольном сечении, в увеличенном масштабе показан передний центральный узел газотурбинного двигателя по фиг.1.

5 На фиг.3 в продольном сечении, в еще более увеличенном масштабе показан узел зубчатой передачи газотурбинного двигателя.

На фиг.4 показаны, в перспективном изображении, компоненты переднего центрального узла.

10 На фиг.5 в перспективном изображении, в продольном разрезе показана опора переднего центрального узла двигателя по фиг.1.

На фиг.6 опора переднего центрального узла показана на частичном виде, в продольном сечении.

На фиг.6А опора переднего центрального узла показана на частичном виде, в перспективном изображении.

15 На фиг.6В опора переднего центрального узла показана на частичном виде сзади.

На фиг.7 опора переднего центрального узла показана в продольном сечении, с пространственным разделением компонентов.

На фиг.8 схематично иллюстрируется извлечение редуктора из газотурбинного двигателя.

20 **Осуществление изобретения**

На фиг.1 схематично показан газотурбинный двигатель 20. В представленном варианте он является двухвальным турбовентиляторным двигателем, который содержит вентиляторную секцию 22, секцию 24 компрессора, секцию 26 камеры сгорания и турбинную секцию 28. Альтернативные варианты двигателя могут содержать также, 25 в числе других систем и устройств, форсажную секцию (не изображена). Вентиляторная секция 22 направляет воздух во внешний контур В, тогда как секция 24 компрессора нагнетает воздух во внутренний (осевой) контур С, чтобы сжать его и подать в секцию 26 камеры сгорания, после чего происходит расширение газа в турбинной секции 28. Хотя в данном варианте газотурбинный двигатель является турбовентиляторным, 30 должно быть понятно, что предлагаемые решения применимы не только в турбовентиляторных двигателях, а могут использоваться и в турбинных двигателях других типов, включая трехвальные двигатели.

Двигатель 20 содержит низкоскоростной вал 30 и высокоскоростной вал 32, установленные в подшипниковых узлах 38 с возможностью вращения относительно 35 стационарной (статической) части 36 двигателя вокруг его центральной продольной оси А. Низкоскоростной вал 30 выполнен на основе внутреннего вала 40, который связывает вентилятор 42, компрессор 44 низкого давления (или первый компрессор) и турбину 46 низкого давления (или первую турбину). Чтобы приводить вентилятор 42 во вращение со скоростью, меньшей скорости низкоскоростного вала 30, внутренний 40 вал связан с вентилятором 42 посредством узла 48 зубчатой передачи.

Подшипниковый узел 38А одного из подшипников (подшипника №2), находящийся в секции 24 компрессора, поддерживает передний конец внутреннего вала 40. Должно быть понятно, что, альтернативно или дополнительно, в различных зонах могут иметься и другие подшипниковые узлы 38.

45 **Высокоскоростной вал 32** выполнен на основе наружного вала 50, который связывает компрессор 52 высокого давления (или первый компрессор) и турбину 54 высокого давления (или первую турбину). Камера 56 сгорания расположена между компрессором 52 высокого давления и турбиной 54 высокого давления. Очевидно, что компрессор и

турбина высокого давления работают при большем давлении, чем компрессор и турбина низкого давления.

Воздух в осевом контуре С подвергается сжатию компрессором 44 низкого давления, а затем компрессором 52 высокого давления, смешивается с топливом и сгорает вместе с ним в камере 56 сгорания. Затем продукты горения расширяются в турбине 54 высокого давления и в турбине 46 низкого давления, в результате чего турбины 46, 54 приводят во вращение низкоскоростной вал 30 и высокоскоростной вал 32 соответственно.

В одном примере двигатель 20 является самолетным двигателем с высокой степенью двухконтурности и с использованием узла зубчатой передачи. В частности, степень двухконтурности двигателя 20 выбрана большей 6 (например, большей 10), а узел 48 зубчатой передачи содержит эпициклическую зубчатую передачу (например планетарную передачу) с коэффициентом редукции более 2,3. При этом турбина 46 низкого давления имеет перепад давления более 5. В одном примере узел 48 зубчатой передачи содержит солнечную шестерню, кольцевую шестерню и промежуточные шестерни, установленные на периферии солнечной шестерни и находящиеся в зацеплении с солнечной и кольцевой шестернями. Промежуточные шестерни соответствуют планетарным шестерням передачи со стационарным водилом, зафиксированным от вращения вокруг оси А на гибкой опоре 68 (см. фиг.6). Солнечная шестерня установлена на низкоскоростном валу 30, кольцевая шестерня связана с вентилятором 42.

В одном из рассматриваемых вариантов степень двухконтурности двигателя 20 выбрана большей 10:1, диаметр вентилятора значительно превышает диаметр компрессора 44 низкого давления, а перепад давления в турбине 46 низкого давления выбран большим 5:1. Перепад давления в турбине 46 низкого давления измеряется как отношение давлений на входе и выходе этой турбины перед реактивным соплом. Коэффициент редукции узла 48 зубчатой передачи (которая может являться, например, эпициклической, в частности планетарной, или иной зубчатой передачей), может составлять 2,5:1. Должно быть, однако, понятно, что приведенные параметры соответствуют только одному варианту узла зубчатой передачи двигателя и что изобретение применимо и к другим газотурбинным двигателям, в том числе к двигателям с прямым приводом вентилятора.

Вследствие высокой степени двухконтурности внешний контур В вносит значительный вклад в общую тягу, создаваемую двигателем. Вентиляторная секция 22 двигателя 20 спроектирована для конкретных полетных условий - обычно для крейсерской скорости около 0,8 Маха при высоте около 10 км. Эти полетные условия при двигателе, работающем в режиме оптимального топливопотребления, - известном также как "удельный расход топлива по отношению к тяге" (Thrust Specific Fuel Consumption, TSFC), - при низкой крейсерской скорости соответствуют отраслевому стандарту в отношении расхода топлива (в фунтах массы), деленного на тягу двигателя (в фунтах силы), обеспечиваемую в данном режиме. "Низкая степень повышения давления в вентиляторе" соответствует разности давлений на противоположных сторонах лопастей вентилятора без учета системы вентиляторных выходных направляющих лопаток (Fan Exit Guide Vane, FEGV). Согласно одному неограничивающему варианту указанная степень повышения давления выбрана меньшей 1,45. "Скорректированная скорость у торцов лопастей вентилятора" - это истинная скорость торцов лопастей, деленная на стандартный коэффициент коррекции температуры $[(T_{окруж}(\text{°R})/518,7)^{0,5}]$. Согласно одному неограничивающему варианту указанная скорректированная скорость выбрана меньшей 35 м/с. Все перечисленные значения параметров двигателя 20 приведены только в качестве примеров.

Как показано на фиг.2, стационарная часть 36 двигателя вблизи секции 24 компрессора имеет передний центральный узел 60, примыкающий к узлу 38А подшипника №2. Данный узел 60 содержит опору 62. Подшипниковый узел 38А подшипника №2 содержит блок 64 уплотнения, подшипниковый блок 66, гибкую опору 68 и центрирующую пружину 70.

Как показано на фиг.2 и 3, гибкая опора 68 обеспечивает гибкое (нежесткое) закрепление узла 48 зубчатой передачи, находящегося внутри опоры 62 переднего центрального узла (показанной также на фиг.4). Гибкая опора 68 реагирует на торсионные нагрузки со стороны узла 48 зубчатой передачи и, в дополнение к обычным функциям опоры, облегчает поглощение вибраций. Центрирующая пружина 70 (также проиллюстрированная на фиг.4) является, по существу, цилиндрическим конструктивным элементом в форме клетки с множеством продольных стержней, расположенных между концевыми фланцами. Центрирующая пружина 70 упруго позиционирует подшипниковый блок 66 относительно низкоскоростного вала 30. В одном варианте стержни пружины выполнены с двойной конусностью и расположены по окружности для возможности настройки радиальной жесткости пружины, которая может задаваться с учетом многих факторов, включая (не ограничиваясь ими) такие факторы, как нагрузка на подшипник, срок службы подшипника, динамические характеристики ротора и допустимые смещения ротора.

Опора 62 переднего центрального узла включает переднюю центральную секцию 72 и подшипниковую секцию 74, коаксиальные продольной оси. Между этими секциями находится промежуточная секция 76 в форме усеченного конуса (см. фиг.5). Передняя центральная секция 72 по меньшей мере частично определяет осевой контур в компрессоре 44 низкого давления. Более конкретно эта секция 72 образует кольцевой канал для осевого потока, в котором находятся направляющие лопатки 71 переднего центрального узла (показанные на фиг.3 в сечении), имеющие переднюю и заднюю кромки 72А, 72В. Подшипниковая секция 74 смещена радиально внутрь относительно передней центральной секции 72. В подшипниковой секции 74 находятся подшипниковый блок 66 и блок 64 уплотнения относительно низкоскоростного вала 30. Промежуточная секция 76 в форме усеченного конуса соединяет переднюю центральную секцию 72 и подшипниковую секцию 74 с образованием единой конструкции для восприятия нагрузки от подшипникового блока 66 до наружной периферии стационарной части 36 двигателя, по существу, не имеющую изломов или выступов, типичных для обычных фланцевых соединений. Эту промежуточную секцию можно выполнить со сварным швом W (см. фиг.5) или, альтернативно, цельной, так что вся опора 62 переднего центрального узла будет цельным компонентом.

Выполнение промежуточной секции 76, как цельной детали в форме усеченного конуса, облегчает получение конструкции с малым весом и уменьшенным количеством деталей при улучшенной способности настройки ее общей жесткости и обеспечении соответствия динамическим требованиям со стороны ротора. Данная конструкция позволяет, кроме того, интегрировать такие функции, как подача масла и воздуха в подшипниковый отсек, окружающий подшипниковый блок 66.

Как показано на фиг.6, опора 62 переднего центрального узла снабжена монтажными средствами для приема гибкой опоры 68. Гибкая опора 68 имеет коническую опорную часть 158, несущую выполненный заодно с ней гибкий элемент 160, изгибание которого способствует поглощению вибраций. В одном неограничивающем варианте монтажные средства, имеющиеся на опоре 62 переднего центрального узла, включают первые элементы шлицевого соединения (шлицы 78) и обращенные внутрь крепежные выступы

80 на передней центральной секции 72. У гибкой опоры 68 имеются соответствующие вторые элементы шлицевого соединения (наружные выступы 82) и обращенный радиально наружу крепежный фланец 84. Гибкая опора 68 вводится в опору 62 переднего центрального узла в зоне шлицевого соединения 86, образованного шлицем 78 и выступом 82, и фиксируется в этом положении так, что крепежный фланец 84 опирается в крепежные выступы 80. Шлицевое соединение 86 передает крутящий момент от одного из своих элементов 78, 82 к другому. В крепежный фланец 84 и в крепежные выступы 80 вводятся крепежные элементы 88, например болты, чтобы закрепить гибкую опору 68 на опоре 62 переднего центрального узла. Крепежные элементы 88 ориентированы своими головками 89 вперед, что обеспечит доступ к ним с передней стороны двигателя 20.

Как показано на фиг.5-6А, опора 62 переднего центрального узла образует внутреннюю кольцевую стенку 128 осевого контура С двигателя. Направляющие лопатки 71 связывают эту стенку с наружной кольцевой стенкой 129, обеспечивая формирование цельной конструкции. Шлицы 78 снабжены группами 146 зубцов, которые распределены по окружности опоры 62 и разделены участками, не содержащими зубцов. Лопатки 71 находятся в зонах, пространственно соответствующих участкам, не имеющим зубцов, что конструктивно усиливает соединение, образованное элементами 78, 82. Выступы 82 содержат соответствующие группы зубцов, сконфигурированные с возможностью вступить в сопряжение с группами 146 зубцов, выполненных в шлицах 78. Между группами зубцов, выполненных на выступах 82, имеются соответствующие участки, не имеющие зубцов.

В данном примере крепежные выступы 80 размещены в группах, распределенных по периферии опоры 62, как это показано на фиг.6А. Данные выступы согласованы по положению с группами 146 зубцов. Однако должно быть понятно, что эти выступы могут быть размещены и в других конфигурациях. Крепежный фланец 84 отходит радиально наружу от кольцевого фланца 127, который выступает в осевом направлении относительно наружных выступов 82. У крепежного фланца 84 имеется задняя поверхность 142, которая опирается в поверхности 144 крепежных выступов 80, чтобы зафиксировать в осевом направлении гибкую опору 68 относительно опоры 62 переднего центрального узла. В крепежном фланце 84 выполнены отверстия 132, размещенные в группах, распределенных по периферии гибкой опоры, и взаимодействующие с крепежными элементами 88, которые фиксируются в отверстиях 130, выполненных в крепежных выступах 80. В крепежном фланце 84 могут иметься разрывы или углубления, в которых могут быть проложены электрические кабели, проходящие через гибкую опору 68 у периметра крепежного фланца.

Не имеющий зубцов участок снабжен упрочняющим пояском 148, выступающим радиально внутрь от передней центральной секции 72, которая образует внутреннюю кольцевую стенку 128. В опоре 62 переднего центрального узла выполнены кольцевое углубление 150 и кольцевой карман 152, взаимно смещенные в осевом направлении, чтобы сформировать первую и вторую поперечные стороны 154, 156 на упрочняющем пояске 148. Зубцы группы 146 направлены радиально внутрь от впадин с первым радиусом $T1$, причем их вершины имеют второй радиус $T2$. Как показано на фиг.6В, упрочняющий поясок 148 ориентирован радиально внутрь до радиуса R , который меньше первого радиуса $T1$ и который в одном примере равен второму радиусу $T2$. Наличие упрочняющего пояска 148 и согласование его положения по длине с лопатками 71 улучшает степень цилиндричности передней центральной секции 72 при работе двигателя.

У опоры 62 переднего центрального узла имеется первая внутренняя поверхность 134, расположенная вблизи шлица 78 и снабженная кольцевым углублением 150. У гибкой опоры 68 имеется первая наружная поверхность 138, введенная, по посадке с натягом, при комнатной температуре в заданное положение относительно первой
5 внутренней поверхности 134, чтобы зафиксировать в радиальном направлении гибкую опору 68 относительно опоры 62 переднего центрального узла. У опоры 62 переднего центрального узла имеется также вторая внутренняя поверхность 136, а у гибкой опоры 68 имеется вторая наружная поверхность 140, введенная, по посадке с натягом, при
10 комнатной температуре в заданное положение относительно второй внутренней поверхности 136. Первые внутренняя и наружная поверхности 134, 138 относительно шлица 78 смещены вперед, а вторые внутренняя и наружная поверхности 136, 140 - назад. Вторая наружная поверхность 140 выполнена меньшего радиуса, чем первая наружная поверхность 138, чтобы облегчить сборку и разделение гибкой опоры 68 и
15 передней части двигателя 20.

Как показано на фиг.7, крепежные элементы 88 ориентированы своими головками 89 вперед, чтобы обеспечить доступ к ним с передней стороны переднего центрального узла 60, противоположной по отношению к подшипниковому блоку 66 подшипникового узла 38А. Благодаря такому расположению крепежные элементы 88 легко удаляются для получения доступа к редуктору 90 узла 48 зубчатой передачи.

К передней части опоры 62 переднего центрального узла позади вентилятора 42 прикреплена передняя стенка 102, служащая опорой для подшипникового узла вентилятора центрального узла таким образом, чтобы обеспечить доступ к узлу 48 зубчатой передачи со стороны передней части двигателя 20. У передней стенки 102
20 имеется фланец 103, прикрепляемый к фланцу 61 опоры 62 переднего центрального узла посредством крепежных элементов 105, которые в одном неограничивающем варианте являются болтами. Передняя стенка 102 и опора 62 переднего центрального узла ограничивают подшипниковый отсек 100 (показанный также на фиг.2), который связан с подшипниковым блоком 66. Передняя стенка 102 является съемной, что
25 позволяет получить доступ к модулю редуктора 90. Возможность доступа к редуктору 90 может облегчить быстрое обслуживание двигателя в полете.

Должно быть понятно, что передняя стенка 102 может быть связана с различными опорными конструкциями 104 (схематично показанными и на фиг.2) и уплотнениями 106 (схематично показанными и на фиг.2), чтобы ограничить зону, доступную для масла, и обеспечить возможность вращения выходного вала 108. Выходной вал 108,
35 связанный с узлом 48 зубчатой передачи, приводит во вращение вентилятор 42. Лопастей 42В вентилятора отходят от диска 110 вентилятора, закрепленного на выходном валу 108 для совместного вращения с ним. Должно быть понятно, что опорные конструкции 104 и уплотнения 106 в рассматриваемом неограничивающем варианте могут быть извлечены заодно с передней стенкой 102 после того, как будет снят диск 110
40 вентилятора.

Редуктор 90 приводится в действие низкоскоростным валом 30 (фиг.1) через соединительный вал 112, который передает вращательный момент редуктору 90 через подшипниковый блок 66. Наличие этого вала способствует также разделению по
45 вибрациям и другим кратковременным процессам. У соединительного вала 112 имеются передняя часть 114 и задняя часть 116, которая отходит от подшипникового блока 66. На передней части 114 соединительного вала выполнен выступ 118, который сопрягается со шлицем 120, выполненным на задней части 116 соединительного вала. Посредством выступа 122, имеющегося на задней части 116 соединительного вала, этот вал соединен

с низкоскоростным валом 30. В данном варианте это соединение осуществляется сопряжением указанного выступа с соответствующим шлицем 124, выполненным на диске 126 компрессора 44 низкого давления.

В упрощенном изложении разборка передней части конструкции двигателя 20 предусматривает снятие вентиляторного модуля с подшипниковой опоры вентиляторного вала. При этом данная опора (передняя стенка 102) остается прикрепленной к опоре 62 переднего центрального узла, охватывающего редуктор 90.

Затем указанная подшипниковая опора (передняя стенка 102) отсоединяется от опоры 62 переднего центрального узла без удаления редуктора 90. Обращенные головкой вперед крепежные элементы 88 также доступны и могут быть удалены. Производится рассоединение элементов 78, 82 шлицевого соединения, после чего снимают редуктор 90 с опоры вентиляторного вала (передней стенки 102) и извлекают гибкую опору 68. Подшипниковый узел 38А остается на своем месте.

Чтобы снять и извлечь редуктор 90, отсоединяют диск 110 вентилятора от выходного вала 108. Затем удаляют крепежные элементы 105, отсоединяя переднюю стенку 102 от опоры 62 переднего центрального узла, и извлекают ее из двигателя. После этого удаляют крепежные элементы 88 с передней стороны двигателя 20 и выдвигают узел 48 зубчатой передачи из опоры 62 переднего центрального узла вперед, так что выступ 118 выходит из шлица 120, а наружный выступ 82 - из внутреннего шлица 78. В результате узел 48 зубчатой передачи может быть извлечен из двигателя 20, как единый модуль (это схематично проиллюстрировано на фиг.8). Должно быть понятно, что для извлечения узла 48 зубчатой передачи из двигателя 20 может оказаться необходимой и разборка каких-то других компонентов, однако такая разборка относительно проста и не требует рассмотрения в контексте изобретения. Должно быть также понятно, что после описанных операций можно легко удалить с передней стороны двигателя и другие компоненты, такие как подшипниковый блок 66 и блок 64 уплотнения.

Описанный порядок снятия редуктора 90 (в составе узла зубчатой передачи) с передней стороны двигателя 20 дает значительную экономию времени и затрат. Узел 48 зубчатой передачи извлекается из двигателя 20, как единый модуль, так что его дальнейшая разборка не требуется. Кроме того, хотя узел 48 зубчатой передачи должен быть извлечен из двигателя, чтобы получить доступ к подшипниковому блоку 66 и к блоку 64 уплотнения, его удаления не требуется, если нужно получить доступ собственно к осевому каналу двигателя.

Должно быть понятно, что идентичные или сходные элементы имеют одни и те же обозначения на всех чертежах. Должно быть также понятно, что, хотя в описанном варианте представлено определенное взаимное расположение компонентов, в рамках изобретения возможны и другие их расположения.

Хотя был проиллюстрирован, описан и отражен в формуле изобретения определенный порядок операций, должно быть понятно, что, если не оговорено обратное, данные операции могут выполняться, без выхода за границы изобретения, в любом порядке, как отдельно, так и в комбинации с другими операциями.

Хотя были описаны и представлены на чертежах конкретные компоненты, варианты изобретения не ограничиваются этими компонентами и их комбинациями. Возможны и другие комбинации этих компонентов или перенос признаков от одних компонентов к другим.

Соответственно, приведенное описание имеет иллюстративный, а не ограничительный характер. Специалисту в соответствующей области будет очевидно, что в описанные неограничивающие примеры могут быть внесены различные модификации и вариации,

не выходящие за пределы изобретения, определяемые прилагаемой формулой. С учетом возможных вариантов осуществления изобретения, его истинный объем может быть определен только в результате анализа прилагаемой формулы.

Формула изобретения

5

1. Газотурбинный двигатель, содержащий:

опору центрального узла, образующую внутреннюю кольцевую стенку для осевого контура и содержащую первые элементы шлицевого соединения;

узел зубчатой передачи, связывающей вал и вентилятор, установленный с

10

возможностью вращения вокруг оси, и

гибкую опору, связывающую узел зубчатой передачи с опорой центрального узла и содержащую вторые элементы шлицевого соединения, сопрягаемые с первыми элементами шлицевого соединения для передачи крутящего момента от одних элементов шлицевого соединения к другим.

15

2. Двигатель по п.1, в котором опора центрального узла содержит пространственно разделенные направляющие лопатки, расположенные радиально между внутренней и наружной кольцевыми стенками и соединяющие их.

3. Двигатель по п.2, в котором первые элементы шлицевого соединения содержат взаимно смещенные по окружности группы зубцов, разделенные участками, не

20

имеющими зубцов.

4. Двигатель по п.3, в котором направляющие лопатки согласованы по положению в радиальном направлении с участками, не имеющими зубцов.

5. Двигатель по п.3, в котором вторые элементы шлицевого соединения содержат группы зубцов, сконфигурированные с возможностью размещения в положениях, пространственно согласованных с положениями соответствующих им групп зубцов

25

первых элементов шлицевого соединения, и сопряжения с ними, а также участки, не имеющие зубцов, которые расположены между соответствующими им группами зубцов.

6. Двигатель по п.3, в котором опора центрального узла содержит крепежные выступы, взаимно смещенные по окружности и согласованные по положению с группами

30

зубцов.

7. Двигатель по п.3, в котором участок, не имеющий зубцов, снабжен упрочняющим пояском, выступающим радиально внутрь из опоры центрального узла, образующей внутреннюю кольцевую стенку.

8. Двигатель по п.7, в котором опора центрального узла имеет кольцевое углубление и кольцевой карман, взаимно смещенные в осевом направлении, для формирования на упрочняющем пояске его первой и второй поперечных сторон.

35

9. Двигатель по п.7, в котором группы зубцов содержат внутренние зубцы, имеющие впадины, которые находятся на первом радиусе зубцов, и направленные радиально внутрь, причем их вершины имеют второй радиус зубцов, а упрочняющий поясok выступает радиально внутрь до радиуса пояска, меньшего, чем первый радиус зубцов.

40

10. Двигатель по п.1, в котором узел зубчатой передачи содержит эпициклическую зубчатую передачу, имеющую солнечную шестерню, кольцевую шестерню и промежуточные шестерни, установленные на периферии солнечной шестерни и находящиеся в зацеплении с солнечной и кольцевой шестернями.

45

11. Двигатель по п.10, в котором промежуточные шестерни соответствуют планетарным шестерням передачи со стационарным водилом, зафиксированным от вращения вокруг оси, солнечная шестерня установлена на указанном валу, а кольцевая шестерня связана с вентилятором.

12. Двигатель по п.1, в котором опора центрального узла имеет первую внутреннюю поверхность, расположенную вблизи первых элементов шлицевого соединения, а гибкая опора имеет первую наружную поверхность, введенную, по посадке с натягом, в заданное положение относительно первой внутренней поверхности, чтобы
5 зафиксировать гибкую опору относительно опоры центрального узла.

13. Двигатель по п.12, в котором опора центрального узла имеет вторую внутреннюю поверхность, а гибкая опора имеет вторую наружную поверхность, введенную, по посадке с натягом, в заданное положение относительно второй внутренней поверхности, при этом относительно указанного шлицевого соединения первые внутренняя и
10 наружная поверхности смещены вперед, а вторые внутренняя и наружная поверхности - назад, причем вторая наружная поверхность смещена радиально внутрь относительно первой наружной поверхности.

14. Двигатель по п.1, содержащий крепежные элементы, прикрепляющие гибкую опору к опоре центрального узла, при этом головки крепежных элементов обращены
15 вперед.

15. Двигатель по п.14, в котором опора центрального узла содержит распределенные по окружности крепежные выступы, а гибкая опора снабжена обращенным радиально наружу крепежным фланцем, упирающимся в крепежные выступы, чтобы зафиксировать гибкую опору относительно опоры центрального узла в осевом направлении.

20 16. Двигатель по п.15, в котором в крепежном фланце имеются взаимно смещенные по окружности отверстия для приема крепежных элементов.

17. Способ разборки передней конструкции газотурбинного двигателя, включающий следующие операции:

25 осуществление доступа к обращенным вперед крепежным элементам, крепящим опору центрального узла к гибкой опоре, несущей узел зубчатой передачи;

удаление крепежных элементов и

рассоединение первых и вторых элементов шлицевого соединения, выполненных соответственно на опоре центрального узла и на гибкой опоре.

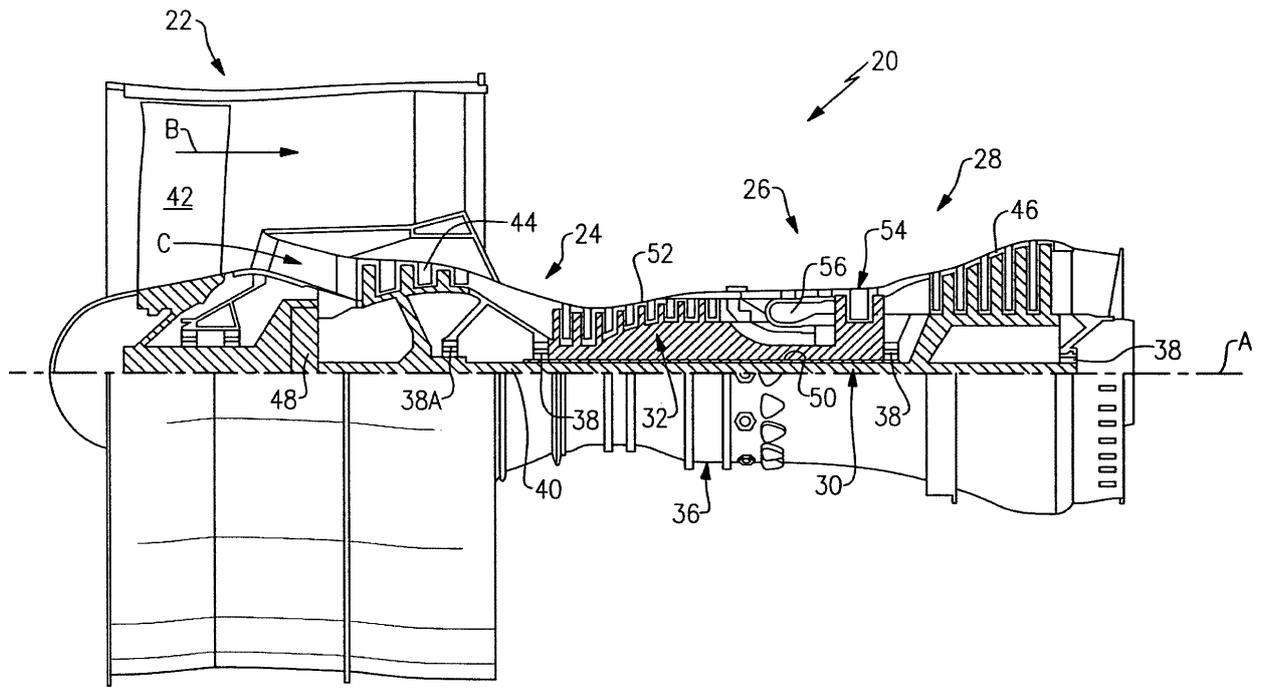
30 18. Способ по п.17, в котором операция осуществления доступа включает операцию отсоединения вентиляторного модуля от опоры вала вентилятора, которая остается жестко прикрепленной к опоре центрального узла.

19. Способ по п.18, в котором операция осуществления доступа включает операцию отсоединения опоры вала вентилятора от опоры центрального узла без удаления узла зубчатой передачи.

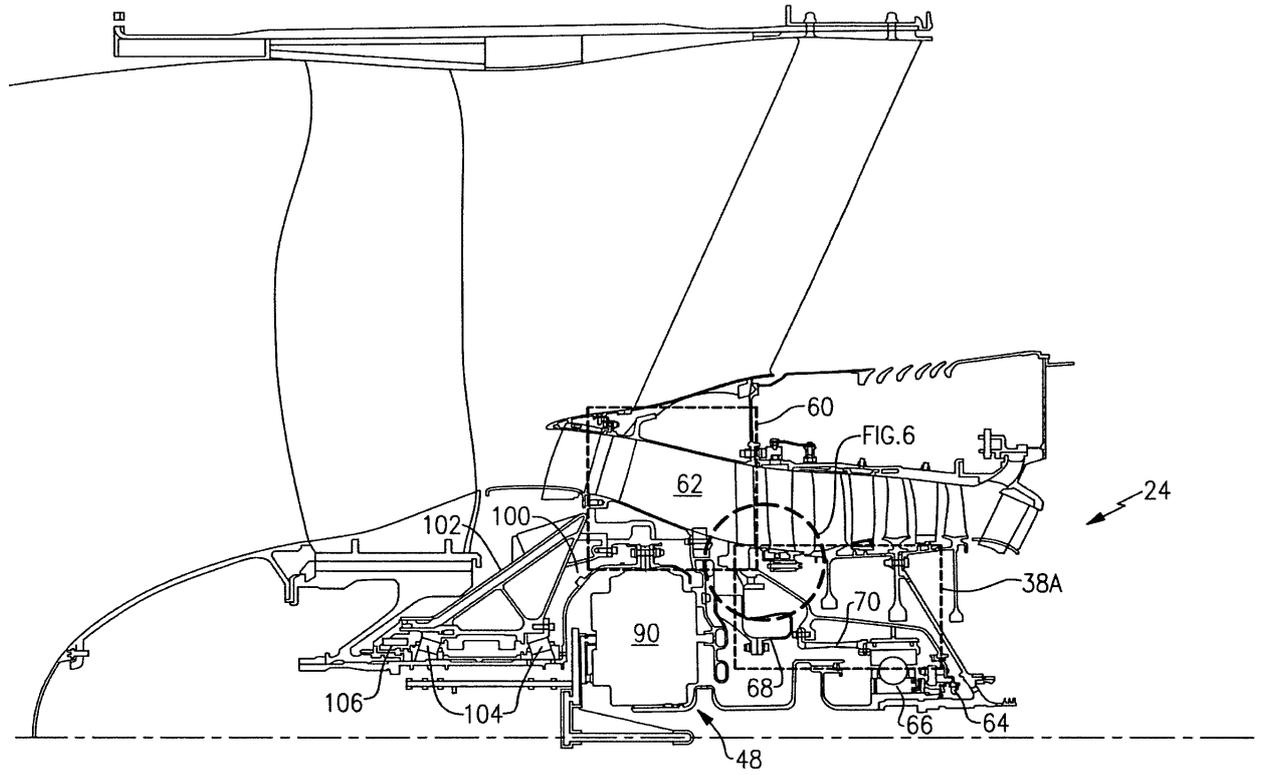
35 20. Способ по п.19, в котором операция отсоединения включает извлечение узла зубчатой передачи в составе единого модуля, содержащего узел зубчатой передачи и гибкую опору, с оставлением на месте подшипника, служащего опорой для передней части вала, выполненного с возможностью его функционального соединения с узлом зубчатой передачи.

40

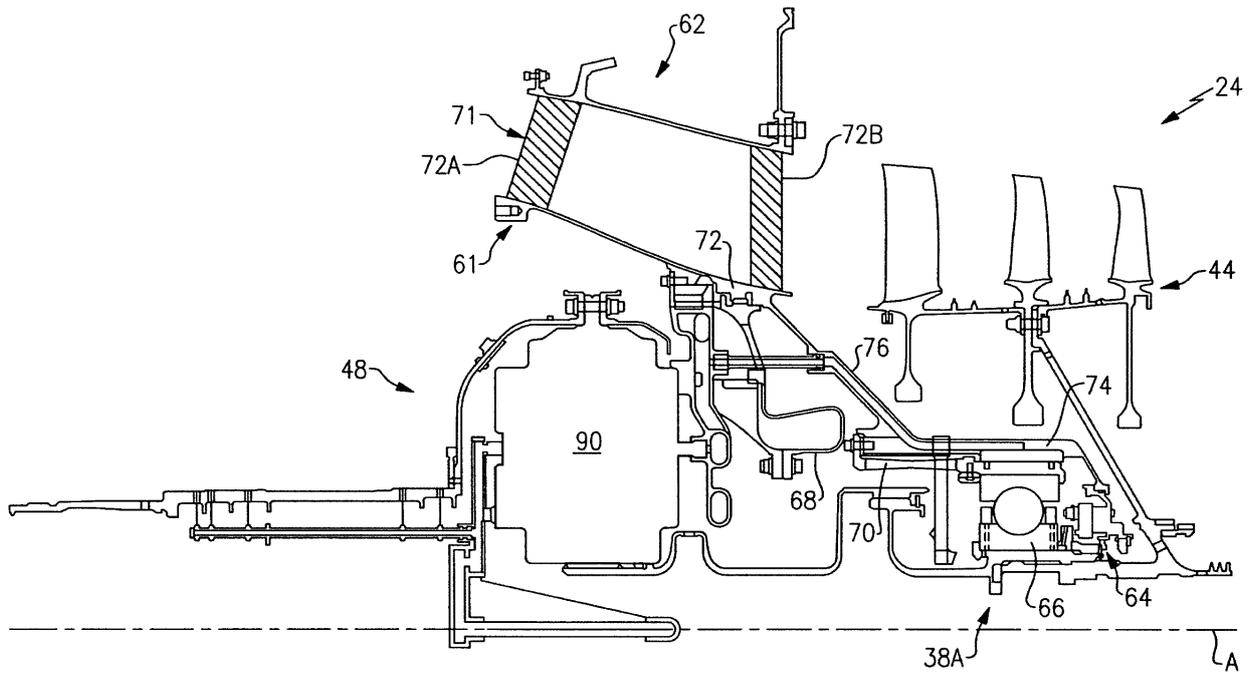
45



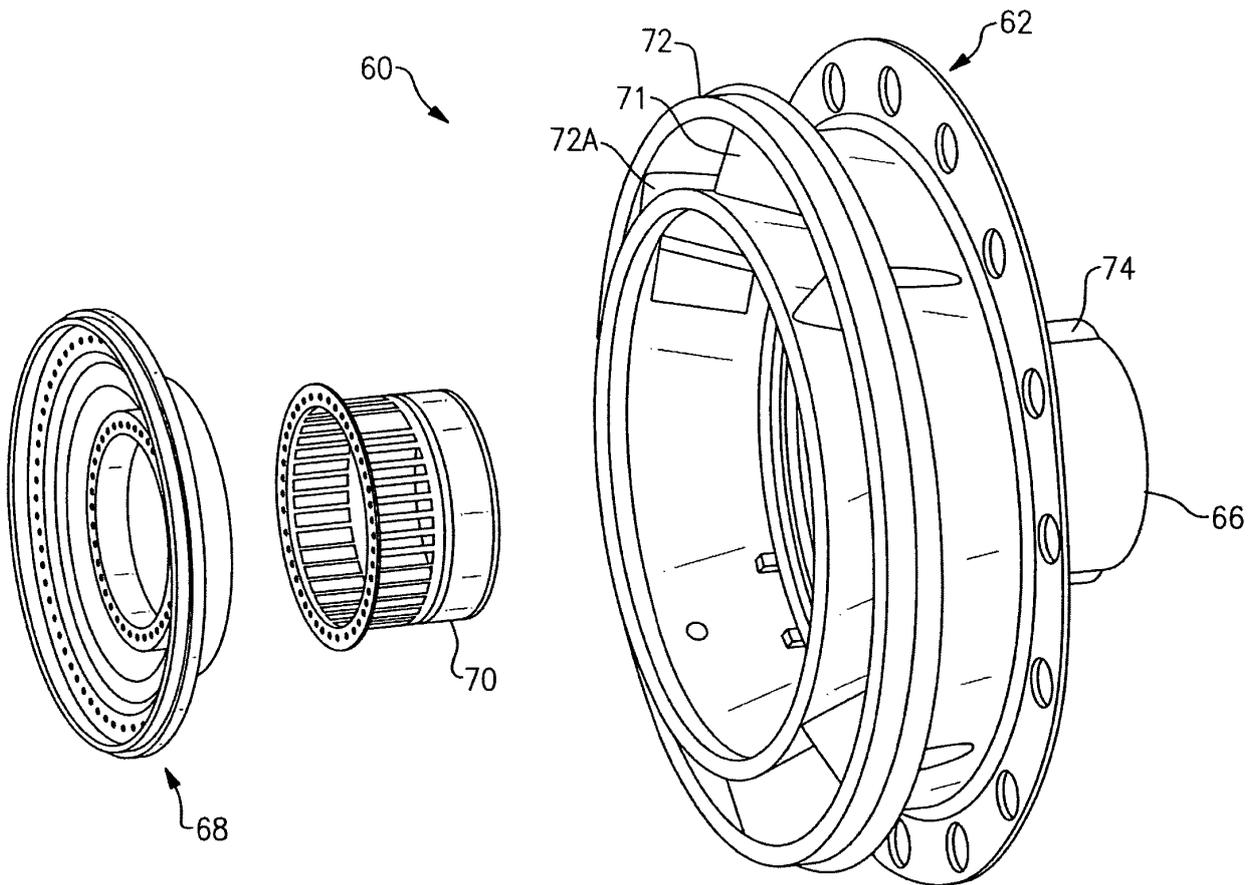
ФИГ. 1



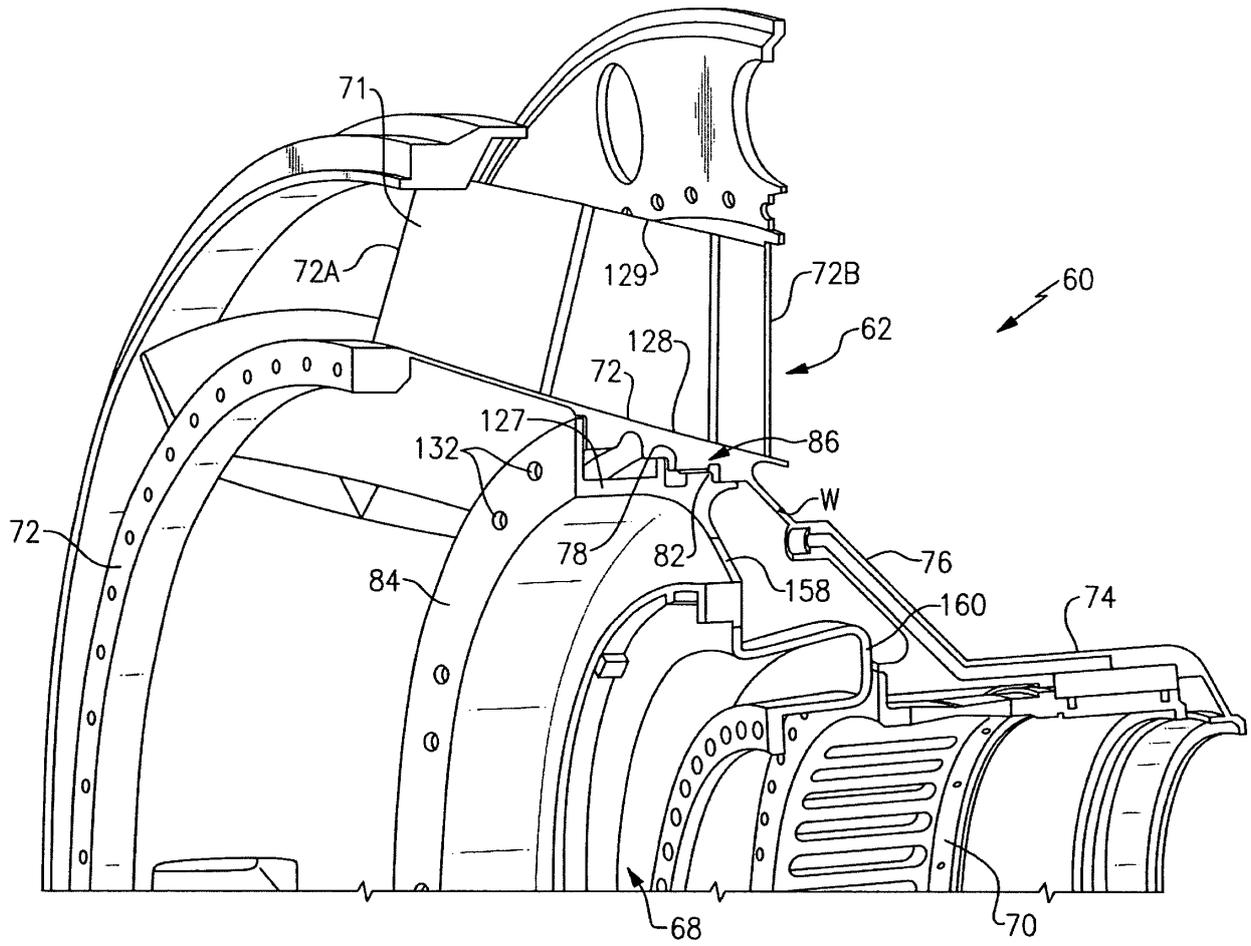
ФИГ. 2



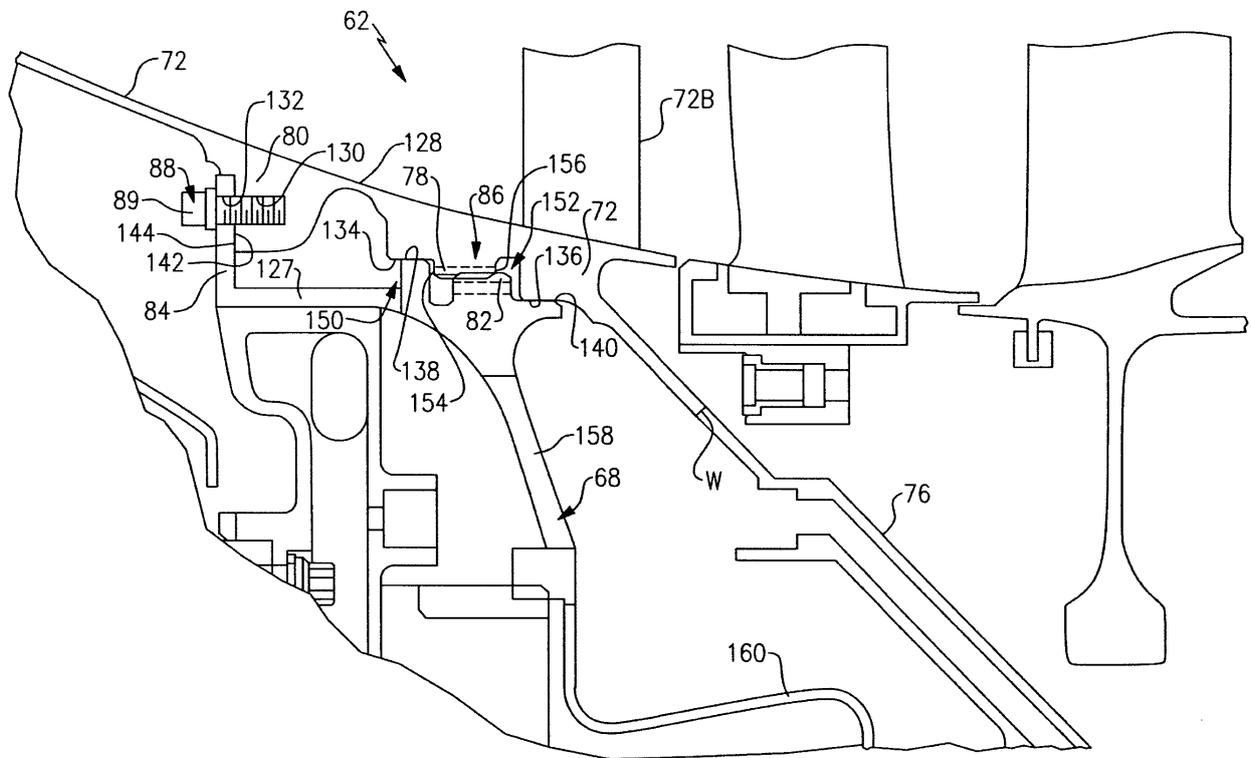
ФИГ. 3



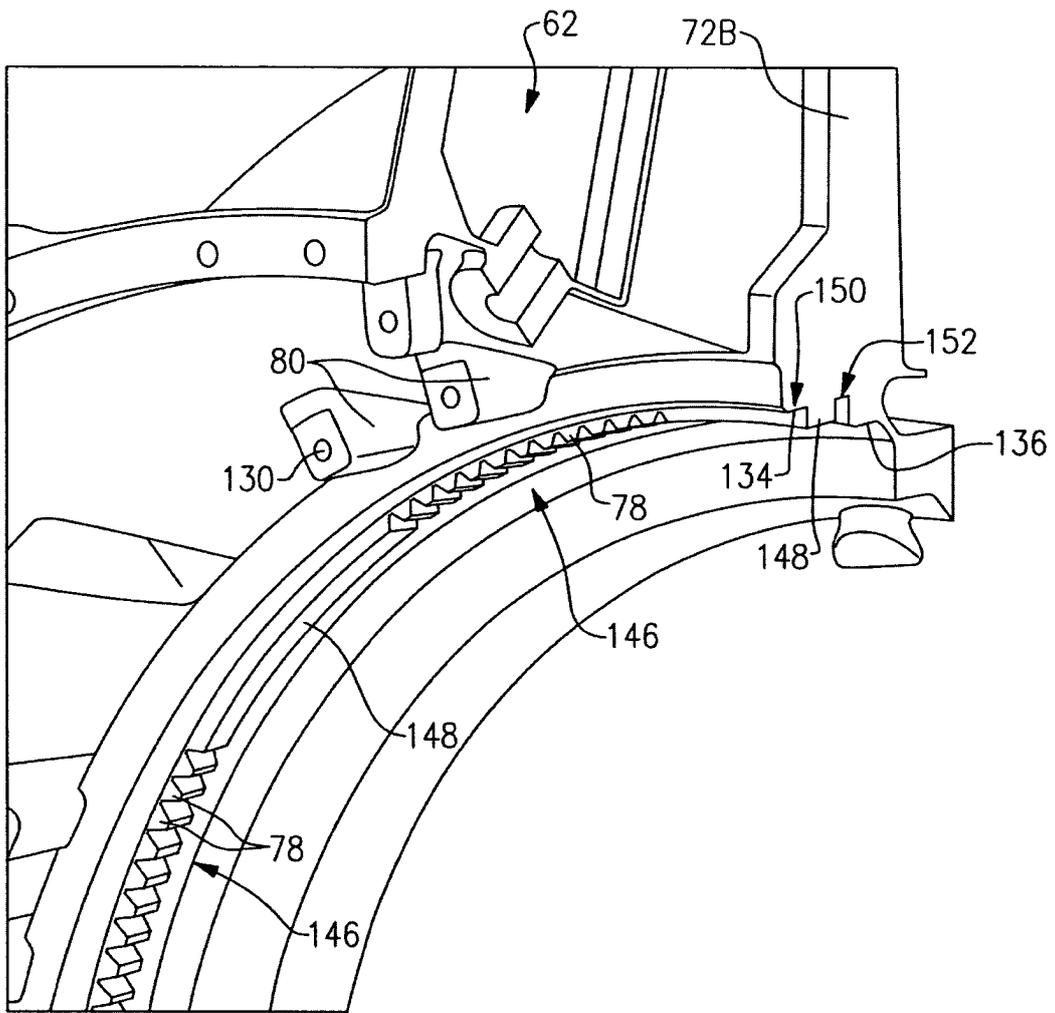
ФИГ. 4



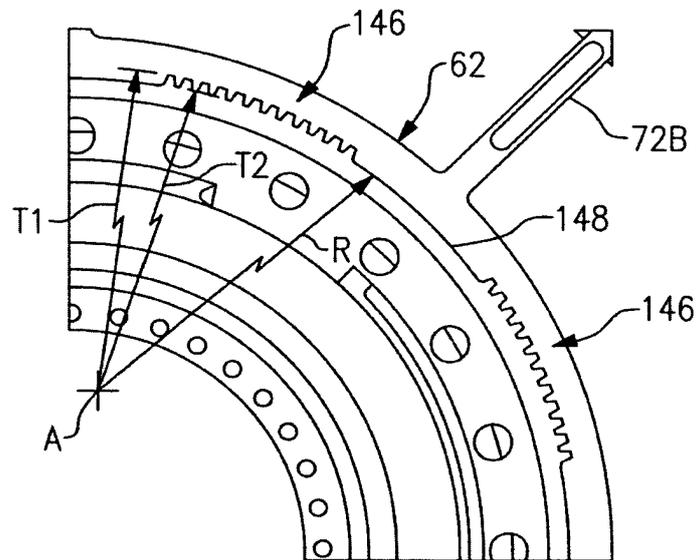
ФИГ. 5



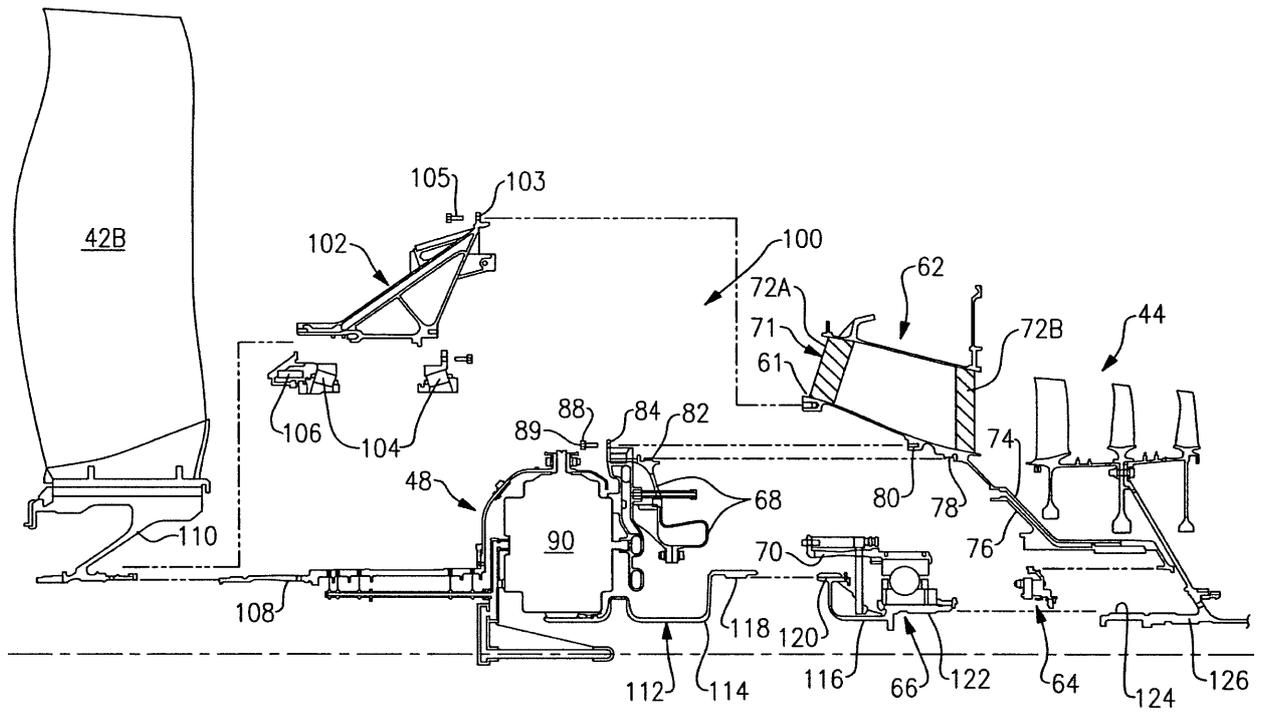
ФИГ. 6



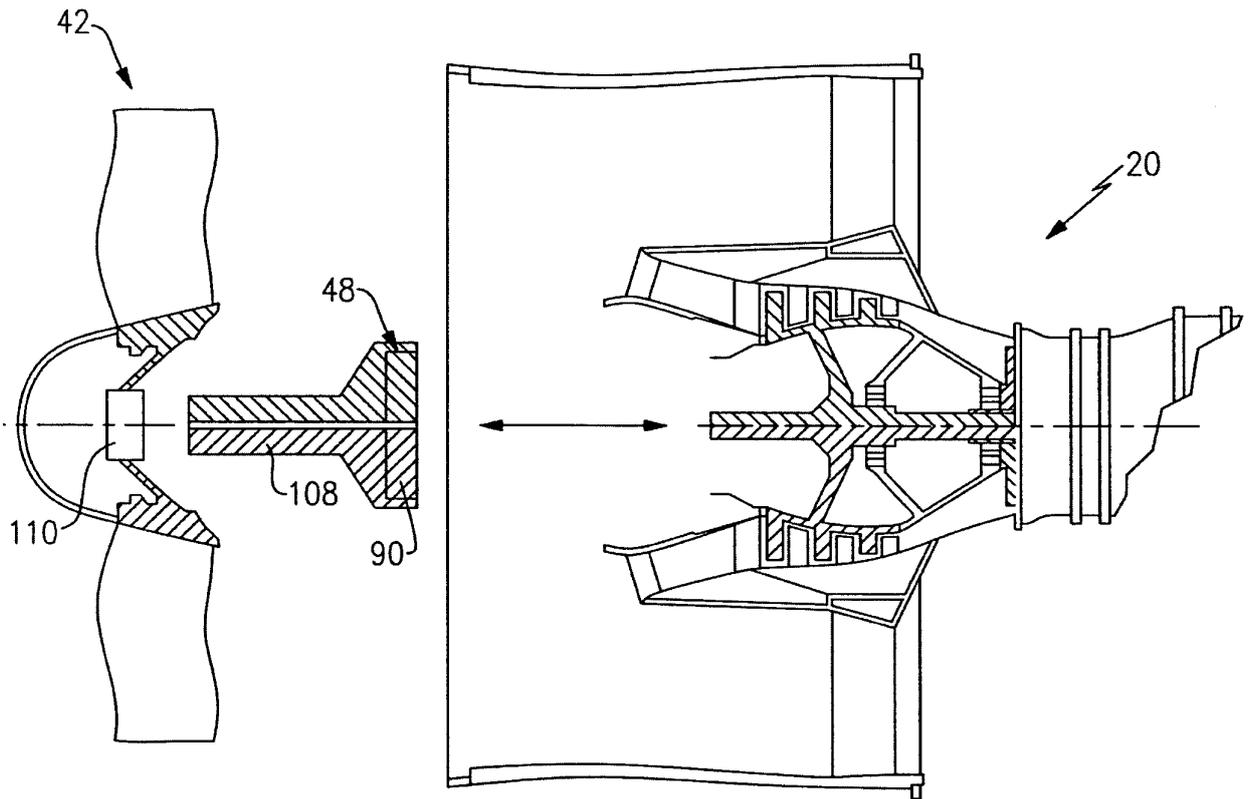
ФИГ. 6А



ФИГ. 6В



ФИГ. 7



ФИГ. 8