



## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2006130730/06, 25.08.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.08.2006

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
26.08.2005 FR 05 52577

(43) Дата публикации заявки: 27.02.2008 Бюл. № 6

(45) Опубликовано: 27.03.2011 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: FR 2644843 A1, 28.09.1990. GB 2177160 A,  
14.01.1987. FR 2515734 A1, 06.05.1983. US  
4548546 A, 22.10.1983. US 4685286 A,  
11.08.1987. SU 549307 A1, 05.03.1977.

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.п.в. Е.И.Емельянову,  
рег.№ 174

(72) Автор(ы):

БЕРЖЕРО Франсуа (FR),  
ЛЕЕДЕР Лоран (FR),  
МАЛЬТЕРР Жак (FR),  
СУАР Бернар (FR),  
ТОМА Юбер (FR)

(73) Патентообладатель(и):

СНЕКМА (FR)

(54) СПОСОБ СБОРКИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО  
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Способ сборки газотурбинного двигателя включает присоединение второго модуля к первому модулю путем установки второго вала второго модуля вместе с внутренним кольцом подшипника во внутреннюю полость цапфы, жестко связанной с упомянутым первым модулем и содержащей наружное кольцо подшипника. При осуществлении способа сначала подводят для соединения встык второй модуль со вторым валом к первому модулю до заданного расстояния до упомянутой цапфы. Затем центрируют второй вал по отношению к цапфе, причем центрирование выполняют на основе измерения отклонения расстояния по отношению к исходному положению цапфы. После чего обеспечивают тепловое расширение

наружного кольца подшипника при помощи нагревания его наружной поверхности и завершают стыковочное подведение второго модуля. Другое изобретение относится к устройству для осуществления указанного выше способа, включающему подвижную станину, на которой располагается кольцевое средство нагревания цапфы, по меньшей мере, один датчик температуры, приспособленный для измерения температуры цапфы, и средство измерения отклонения радиального расстояния между валом, подлежащим установке внутрь цапфы, и исходным положением цапфы. Изобретение позволяет снизить риск повреждения межвального подшипника при сборке газотурбинного двигателя. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 9 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) RU (11) 2 415 275<sup>(13)</sup> C2

(51) Int. Cl.  
F01D 25/28 (2006.01)  
F01D 25/16 (2006.01)  
F01D 5/02 (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2006130730/06, 25.08.2006

(24) Effective date for property rights:  
25.08.2006

Priority:

(30) Priority:  
26.08.2005 FR 05 52577

(43) Application published: 27.02.2008 Bull. 6

(45) Date of publication: 27.03.2011 Bull. 9

Mail address:

129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. E.I.Emel'janovu, reg.№ 174

(72) Inventor(s):

BERZhERO Fransua (FR),  
LEEDER Loran (FR),  
MAL'TERR Zhak (FR),  
SUAR Bernar (FR),  
TOMA Juber (FR)

(73) Proprietor(s):

SNEKMA (FR)

**(54) ASSEMBLY METHOD OF GAS-TURBINE ENGINE, AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: assembly method of gas-turbine engine involves attachment of the second module to the first module by installing the second shaft of the second module together with inner bearing race into inner cavity of trunnion rigidly attached to the above first module and containing outer bearing race. When implementing the method, first, the second module with the second shaft is butt joint with the first module to the specified distance to the above trunnion. Then, the second shaft is aligned in relation to trunnion; at that, alignment is performed based on measurement of distance deviation in relation to initial position of trunnion. After that,

thermal expansion of outer bearing race is provided by heating its outer surface and butt joint of the second module is completed. The other invention refers to the device for implementing the above method, which includes movable frame on which ring-shaped trunnion heating device is installed; at least one temperature sensor intended to measure the trunnion temperature, and measuring device of deviation of radial distance between shaft, which is to be installed inside the trunnion, and initial position of trunnion.

EFFECT: inventions allow reducing damage risk of inter-shaft bearing during assembly of gas-turbine engine.

14 cl, 9 dwg

R U 2 4 1 5 2 7 5 C 2

Предлагаемое изобретение относится к области газотурбинных двигателей, в частности к многовальным или многоступенчатым газотурбинным двигателям. Это изобретение относится к операциям сборки двигателей, в частности к монтажу модуля турбины низкого давления на ступени высокого давления.

5 Турбореактивный двигатель с передним турбовентилятором, выполненный, например, по двухкорпусной схеме, содержит корпус низкого давления ВР и корпус высокого давления НР. Корпус низкого давления ВР вращается с некоторой первой скоростью, и турбина низкого давления ВР приводит во вращательное движение 10 вентилятор. Корпус высокого давления НР вращается с другой скоростью, отличной от скорости вращения турбины низкого давления ВР. При этом валы двух этих корпусов являются концентрическими. Вал корпуса низкого давления вращается в подшипниках, опирающихся на неподвижную конструкцию двигателя и располагающихся по потоку соответственно за турбиной низкого давления и перед 15 компрессором высокого давления. Вал корпуса высокого давления вращается в подшипниках, удерживаемых в передней по потоку части при помощи неподвижной конструкции двигателя и в задней по потоку части при помощи вала корпуса низкого давления посредством межвального подшипника. Этот межвальный подшипник 20 представляет собой подшипник роликового типа и располагается по меньшей мере в известных конструкциях двигателей, между турбиной высокого давления и турбиной низкого давления. Такой межвальный подшипник содержит внутреннее кольцо, оснащенное роликами, удерживаемыми при помощи сепаратора на валу низкого давления ВР, и наружное кольцо, устанавливаемое при помощи холодной посадки во 25 внутреннюю полость вала высокого давления НР. Монтаж этого межвального подшипника, то есть соединение наружного кольца с системой, образованной роликами, сепаратором и внутренним кольцом, осуществляется одновременно со стыковочным подводом турбины низкого давления, когда вал, предварительно 30 смонтированный в турбине низкого давления, направляется в ступень высокого давления. В данном случае под выражением "стыковочный подвод" следует понимать всю или часть протяженности поступательного перемещения модуля турбины низкого давления ВР вплоть до того момента, когда фланец наружного кожуха этой турбины войдет в контакт с соответствующим фланцем модуля высокого давления НР.

35 Из сказанного выше следует, что монтаж межвального подшипника осуществляется практически всплесну. Оператор не имеет никакой возможности визуально отслеживать, в частности, введение роликов в ротор высокого давления НР, а затем и в наружное кольцо подшипника. Эта операция сопряжена с достаточно 40 большим риском повреждения подшипника в том случае, если не будут строго соблюдены все существующие технологические требования. При этом наибольшую опасность для упомянутого подшипника представляет жесткий контакт роликов с гайкой удержания наружного кольца и с самим этим наружным кольцом.

45 Документ FR 2644843 раскрывает, например, способ монтажа турбины низкого давления позади корпуса высокого давления для сборки двухкорпусного двигателя. Такой способ содержит узел направляющего узла, включающего в себя охватываемую и охватывающую детали.

50 Используемые в настоящее время средства не позволяют обеспечить монтаж турбины низкого давления ВР без определенного риска для этого межвального подшипника из-за используемого способа нагревания и недостаточно точного позиционирования турбины низкого давления ВР. В частности, нагревание части высокого давления НР (оборудованной наружным кольцом упомянутого

подшипника) выполняется изнутри цапфы посредством диффузора, запитываемого при помощи нагревательного устройства. Измерение температуры осуществляется вручную при помощи зонда, прижатого к наружной поверхности части высокого давления НР. Исследования, выполненные в отношении упомянутого технологического процесса, выявили множество недостатков, таких, в частности, как:

- относительно высокая неоднородность уровней температуры нагреваемых деталей, достигающая примерно 20°C,

10 - высокая опасность внесения загрязнения из окружающего воздуха, отбираемого для нагревания, и из самого приспособления для нагревания,

- высокая опасность повреждения наружного кольца качения подшипника в результате механического контакта с упомянутым диффузором. Эта опасность оказывается особенно высокой вследствие того, что зазор между диффузором и наружным кольцом подшипника составляет всего лишь несколько миллиметров и 15 система установлена на роликах, что создает опасность ее несанкционированного перемещения вследствие неосторожности или невнимательности операторов.

20 Техническая задача предлагаемого изобретения состоит в том, чтобы усовершенствовать условия сборки турбин низкого давления ВР в двигателе описанного выше типа для того, чтобы снизить риск повреждения межвального подшипника.

25 В более общем смысле предлагаемое изобретение относится к сборке турбомашины, в частности газотурбинного двигателя, содержащего по меньшей мере один первый модуль и один второй модуль вместе с подшипником, имеющим в своем составе наружное кольцо, установленное способом холодной посадки во внутреннюю полость цапфы, жестко связанной с упомянутым первым модулем, и внутреннее кольцо, жестко связанное с вторым валом, в соответствии с которой упомянутый второй модуль присоединяется к упомянутому первому модулю путем вставления 30 второго вала вместе с упомянутым внутренним кольцом подшипника во внутреннюю полость цапфы, содержащей упомянутое наружное кольцо этого подшипника.

35 В соответствии с предлагаемым изобретением поставленные технические задачи решаются при помощи способа сборки, отличающегося тем, что включает в себя следующие этапы:

- стыковочное подведение упомянутого второго модуля вместе со вторым валом в первый модуль вплоть до некоторого, заранее определенного расстояния до упомянутой цапфы,

40 - центрирование этого второго вала по отношению к цапфе, причем это центрирование управляется на основе измерения отклонения расстояния по отношению к опорной системе координат на упомянутой цапфе,

- тепловое расширение наружного кольца подшипника при помощи нагревания наружной поверхности цапфы,

- завершение стыковочного подведения упомянутого второго модуля.

45 В специфическом случае, изложенном выше, упомянутый первый модуль представляет собой ступень высокого давления НР, и упомянутый второй модуль представляет собой модуль турбины низкого давления ВР, причем упомянутая цапфа представляет собой продолжение жестко связанного с ней вала, или первого вала, 50 ступени высокого давления НР, а второй вал представляет собой вал турбины низкого давления ВР.

Однако упомянутая цапфа также может представлять собой некоторую полую деталь, фиксированную или подвижную по вращательному движению, которая

образует опору для наружного кольца межвального подшипника.

Управляя центрированием вала по отношению к цапфе, обеспечивают надлежащее позиционирование, которое позволяет после осуществления теплового расширения цапфы осуществить стыковочное подведение без нежелательных столкновений. Кроме 5 того, нагревание упомянутой цапфы с наружной стороны освобождает пространство, позволяющее осуществить введение вала и, следовательно, сократить время монтажа.

В соответствии с другой характеристикой предлагаемого способа на этапе, предшествующем этапу стыковочного подведения упомянутого второго модуля, 10 обеспечивают нагревание цапфы для установки наружного кольца в турбину высокого давления НР.

Внутреннее кольцо межвального подшипника предпочтительно снабжено элементом качения этого подшипника. В частности, этот элемент качения 15 представляет собой ролики, удерживаемые в своей совокупности в сепараторе.

Предпочтительно, чтобы между этапом стыковочного подведения и теплового расширения цапфы в результате ее нагревания на этой цапфе было размещено кольцевое средство нагревания. В процессе осуществления этой фазы измеряют температуру цапфы или кольца подшипника и управляют процессом нагревания 20 вплоть до достижения некоторой предварительно определенной температуры.

В соответствии с другой характеристикой предлагаемого способа завершают стыковочное подведение второго модуля в том случае, когда измеренные величины температуры и расхождения расстояний по отношению к цапфе оказываются 25 заключенными в предварительно определенных пределах, обеспечивающих сборку двигателя без нежелательных инцидентов.

Данное изобретение относится также к устройству, предназначенному для осуществления предлагаемого способа и имеющему в своем составе подвижную станину, на которой располагается кольцевое устройство нагревания цапфы, по 30 меньшей мере один датчик температуры, приспособленный для измерения температуры цапфы, и средства измерения отклонения расстояния в радиальном направлении между валом, подлежащим установке в цапфу, и исходным положением этой цапфы.

Предпочтительно, чтобы опора для средств нагревания на упомянутой станине 35 была выполнена таким образом, чтобы обеспечить возможность размещения упомянутых средств нагревания вокруг цапфы, с одной стороны, и его перевод в положение складывания, с другой стороны. Более конкретно, упомянутая станина имеет в своем составе средство, образующее упор, предназначенный для того, чтобы 40 жестко зафиксировать эту станину по отношению к неподвижному модулю двигателя.

В соответствии с еще одной характеристикой предлагаемого способа упомянутое кольцевое средство нагревания содержит кольцевой диффузор для горячего газа, поступающего от по меньшей мере двух нагревательных элементов.

Предпочтительно, чтобы упомянутый датчик измерения температуры был жестко 45 связан с упомянутым средством нагревания. Упомянутое средство измерения отклонений радиального расстояния между эталонной системой координат и соответствующим валом жестко связано со станиной, как и упомянутые средства нагревания.

Предлагаемое устройство также может иметь в своем составе средство контроля, 50 принимающее сигнал с датчика измерения температуры и сигнал с датчика измерения расстояния, и обеспечивать индикацию необходимых тепловых и геометрических корректирующих воздействий, выдавая соответствующую информацию в том случае,

когда стыковочное подведение может быть завершено в соответствии с заданными критериями качества.

Другие характеристики и преимущества предлагаемого изобретения поясняются описанием, не являющимся ограничительным вариантом осуществления данного изобретения, примененного для монтажа модуля турбины низкого давления в ступень высокого давления двухвального газотурбинного двигателя, содержащим ссылки на приведенные чертежи, в числе которых:

- фиг.1 представляет собой вид двигателя в процессе его монтажа;
- фиг.2 изображает деталь межвального подшипника перед сборкой;
- фиг.3 зона, показанная на фиг.2, после сборки;
- фиг.4-6 изображают совокупность оборудования, поддерживающего устройство нагревания соответственно на рабочем месте в готовности для использования и в сложенном положении;

- фиг.7 изображает детальный вид устройства нагревания, размещенного на месте его использования;

- фиг.8 схематический вид в осевом разрезе устройства, показанного на фиг.7, на месте его использования;

фиг.9 изображает собой вид детали устройства, демонстрирующей датчик температуры.

На фиг.1 схематически представлен двигатель 1 в процессе его сборки, причем здесь можно видеть только его наружные кожухи. В данном случае речь идет о двухконтурном и двухвальном турбореактивном двигателе, таком, например, как двигатель CFM 56. Этот двигатель содержит передний вентилятор 3 и так называемый первый модуль 5, образованный ступенью высокого давления НР, имеющей свой собственный вал или так называемый первый вал. Здесь эти элементы представлены уже соединенными между собой. В данном случае осуществляют монтаж модуля турбины низкого давления ВР 7, или так называемого второго модуля, вал 9 которого, или так называемый второй вал, уже вставлен в ступень высокого давления НР. При этом критическая зона располагается на уровне зоны 8 межвального подшипника, который на фиг.1 практически не виден.

Ниже будет описан монтаж упомянутого второго модуля, то есть модуля низкого давления, в первый модуль, то есть в ступень высокого давления.

На фиг.2 можно видеть эту зону, представленную более подробно в разрезе. Здесь вал 101, или второй вал, второго модуля, то есть турбины низкого давления ВР, размещается внутри вала 103, или первого вала, первого модуля, то есть ступени высокого давления НР. При этом вал 101 содержит на своем конце, располагающемся справа на упомянутой фигуре, цапфу 104, предназначенную для установки подшипника. Радиальный фланец 105 позволяет обеспечить монтаж различных элементов, образующих турбину низкого давления ВР 110, которую здесь можно видеть лишь частично.

Вал 103 ступени высокого давления НР продолжается цапфой 111 на своем заднем по потоку конце. Здесь можно видеть только часть турбины 112 ступени высокого давления НР.

Известный межвальный подшипник 120 содержит внутреннее кольцо 121, закрепленное на валу 101 вместе с элементами качения, такими, например, как ролики 122, сепаратор 122' которых вставлен в кольцо 121. При этом наружное кольцо 123 установлено способом холодной посадки во внутреннюю полость цапфы 111. Это наружное кольцо блокируется на предназначенном для него месте при

помощи гайки. На фиг.3 представлены те же самые элементы, но уже после сборки. Сборка осуществляется путем реализации поступательного перемещения модуля турбины низкого давления ВР 110 с валом 101 в направлении влево, если смотреть на фиг.2, после осуществления теплового расширения цапфы совместно с наружным 5 кольцом подшипника в результате нагревания, причем в процессе этого перемещения модуль высокого давления НР остается неподвижным. При этом понятно, что вследствие относительно малых допусков велика опасность механического контакта 10 между деталями подшипника качения. Этот жесткий контакт может стать причиной возникновения царапин, образования канавок или формирования очагов 15 расслаивания, которые способны привести к разрушению данного подшипника качения.

Фирма-заявитель разработала способ и систему оборудования, позволяющие 15 обеспечить уверенный монтаж модуля низкого давления ВР в описанных выше окружающих условиях.

Упомянутая выше система оборудования 200 содержит подвижную станину 210, на которой подвешено средство нагревания цапфы ступени высокого давления НР. Эта система оборудования представлена на фиг.4, 5 и 6 в нескольких своих положениях.

Эта станина 210 содержит тележку 211, установленную на роликах и содержащую 20 вертикально расположенную раму 212. Консольный держатель 220 установлен на этой раме, снабженной специальными рельсами таким образом, чтобы обеспечить возможность скольжения этого консольного держателя между некоторым первым 25 и некоторым вторым положением, которое является активным положением или положением использования и которое схематически представлено на фиг.4, и некоторым вторым верхним или сложенным положением, которое можно видеть на фиг.6.

Кронштейн 230, имеющий перевернутую Т-образную форму, закреплен на конце горизонтального рычага 222 упомянутого консольного держателя 220.

Этот кронштейн 230 содержит вертикальный рычаг 232, жестко зафиксированный 30 по отношению к горизонтальному рычагу 222 упомянутого консольного держателя, и две горизонтальные ветви 233 и 234. Эти горизонтальные ветви выполнены таким образом, чтобы удерживать две направляющие 233С и 234С, на каждой из которых закреплена половина кольцевого устройства нагревания 300, а именно часть 300А и 35 часть 300В соответственно, как это можно видеть на фиг.7.

Предложенная система оборудования схематически представлена в своем активном положении на фиг.4. Кронштейн 230 входит в опорный контакт с фланцем 51 кожуха 40 модуля ступени высокого давления НР. Исходя из этого расположения, высвобождают устройство нагревания, разводя в разные стороны две половины 300А и 300В этого устройства, которые перемещаются параллельно двум ветвям 233 и 234 вместе с их направляющими, соответственно 233С и 234С. После того как это устройство нагревания оказывается раскрытым, его отводят в направлении вверх, управляя скольжением консольного держателя 220 вдоль рельсов рамы 212. При этом 45 упомянутая система оборудования представлена в своем верхнем сложенном положении на фиг.6.

Установка устройства нагревания на предназначенном для него месте осуществляется в обратном порядке.

Ниже более подробно и со ссылками на фиг.7, 8 и 9 будет описано упомянутое 50 устройство нагревания. На фиг.7, которая демонстрирует увеличенный вид устройства, схематически показанного на фиг.4, представлено устройство нагревания, имеющее в своем составе три нагревательных элемента 310, 312 и 314, показанных

пунктирными линиями, располагающихся по существу тангенциально по отношению к кольцевой камере 316, образующей диффузор и распределитель горячего воздуха. Эти нагревательные элементы располагаются на одинаковых расстояниях 5 относительно друг друга и обеспечивают подачу имеющего контролируемую температуру горячего газа, в частности воздуха, вдоль по меньшей мере одной тангенциальной составляющей. При этом на фиг.9 можно видеть, что упомянутые нагревательные элементы для уменьшения габаритных размеров подвески не могут быть расположены строго тангенциально по отношению к упомянутой кольцевой 10 камере 316. Эта кольцевая камера ограничена цилиндрической оболочкой 317 и двумя стенками 318 и 319, перпендикулярными по отношению к оси двигателя. Внутренняя цилиндрическая стенка 320 выполнена перфорированной и формирует некоторое свободное пространство вместе с цапфой 111. Эта оболочка кольцевой камеры содержит теплоизоляционный материал, как это можно видеть на стенках 317 и 318.

15 Дефлекторы 321 располагаются внутри упомянутой кольцевой камеры между двумя последовательно расположеннымми нагревательными элементами. Эти дефлекторы выполнены изогнутыми и наклоненными в направлении оси двигателя. Конец дефлектора, принимающий газообразный поток от примыкающего нагревательного элемента, располагается на расстоянии от оси двигателя, 20 превышающем расстояние от этой оси, на котором располагается другой его конец. Таким образом, потоки горячего газа, поступающие в упомянутую кольцевую камеру, одновременно приводятся во вращательное движение относительно оси двигателя с наличием центrostремительной составляющей, направленной в сторону упомянутой 25 перфорированной стенки 320.

Стенка 318, располагающаяся со стороны конца цапфы, входит в контакт с этой цапфой. При этом стенка 319 с другой стороны формирует некоторое пространство или отверстия утечки газа, что обеспечивает нагревание более толстой массы в данном 30 месте цапфы. Элементы оболочки 317, 318, 319, определяющие кольцевую камеру 316, двумя своими частями присоединяются к соответствующим опорам 320А и В. Сами эти опоры подвешены на соответствующих направляющих 233С и 234С.

Кронштейн 230 опирается на фланец 51 при помощи упоров, один из которых 35 можно видеть на фиг.8. В данном случае речь идет об упоре 232В, жестко связанном с вертикальным опорным рычагом 232. Упомянутые рычаги 233 и 234 также содержат средства блокировки 234В и 233В, которые можно видеть на фиг.7. Угловые подкладки являются убирающимися и располагаются позади фланца 51 для того, чтобы обеспечить неподвижную фиксацию упомянутого кронштейна на фланце 51.

40 Предлагаемое устройство служит опорой для трех термопар 340, распределенных на одинаковых расстояниях друг от друга. На фиг.9 представлен частичный схематический вид в разрезе устройства нагревания 300 на уровне одной из термопар 340. Эта термопара опирается на заднюю по потоку поверхность упомянутой цапфы для того, чтобы фиксировать температуру в данном месте. При 45 этом кабель 341 связывает упомянутый датчик температуры с центром контроля и управления, который содержит, в частности, функцию управления нагревательными элементами в зависимости от достигнутой температуры. В этом примере реализации можно видеть, что упомянутая термопара связана со стенкой 318 посредством 50 углового кронштейна 342.

На этом устройстве также размещены три органа 350, предназначенные для измерения расстояния между цапфой 111 и валом модуля низкого давления ВР внутри этого модуля. Упомянутые органы располагаются по окружности на одинаковых

расстояниях друг от друга или, например, по аналогии с часовым циферблатом, на уровне 3 часов, на уровне 6 часов и на уровне 9 часов, если смотреть с задней стороны двигателя. Выполняют точную линейную выставку вала модуля низкого давления ВР, сравнивая расхождение измеренных расстояний в этих трех точках и воздействуя 5 соответствующим корректирующим образом на поперечное позиционирование упомянутого вала в системе обеспечения пространственной ориентации стыкуемых элементов двигателя. Упомянутые органы измерения расстояния 350 представляют собой, например, приборы лазерного типа. Эти органы измерения схематически 10 представлены на фиг.7 и 8. Эти органы измерения установлены на опорных кронштейнах 351, закрепленных на горизонтальных опорных кронштейнах 230. Они имеют возможность перемещаться между двумя положениями, как это можно видеть на фиг.8, на которой представлен орган измерения, перемещенный вверх по 15 отношению к оси двигателя. Когда эти органы измерения находятся в положении 350, представлена на упомянутой фигуре, они визируют положение цапфы; смещаая эти органы в положение 350', они обеспечивают возможность визирования вала низкого давления. Таким образом, имеется возможность выявить имеющийся зазор между 20 упомянутым валом и упомянутой цапфой. Три системы, распределенные вокруг цапфы, позволяют точно определить относительное положение двух осей упомянутых элементов. После этого осуществляют коррекцию их положения, перемещая при помощи соответствующих приводных средств модуль турбины в пространстве.

Средство контроля смонтировано на упомянутой станине. Это средство контроля 25 принимает сигналы от датчиков температуры, а также информацию от органов измерения расстояний. Оно содержит также средства, предназначенные для выдачи предупреждающих сигналов, например сигнала световой индикации зеленого цвета и красного цвета, предназначенных для того, чтобы информировать оператора о текущей ситуации и о состоянии подготовки подшипника перед стыковочным 30 подведением.

Технологические операции сборки осуществляются в следующем порядке.

Двигатель частично смонтирован. Вентилятор 3 и ступень высокого давления НР 5 собраны. Модуль низкого давления ВР 7 находится в состоянии ожидания.

а) Для осуществления монтажа наружного кольца 123 подшипника в цапфу:

35 - устанавливают предлагаемое устройство, как это схематически показано на фиг.7;  
- осуществляют нагревание цапфы 111 до температуры, специально определенной для монтажа; достижение этой температуры разрешает перевод устройства нагревания в сложенное положение, как это показано на фиг.6, а также монтаж кольца 123 и затягивание гайки.

40 б) Для осуществления центрирования вала турбины:

- переводят упомянутое оборудование в положение, предназначенное для использования;  
- вводят вал модуля низкого давления ВР 101 в ступень высокого давления НР;  
45 - приводят в действие систему измерения расстояний 350. Измерения, выполненные органами 350, позволяют обеспечить центрирование вала 101 в определенных пределах по отношению к цапфе.

50 с) Для обеспечения нагревания системы, образованной цапфой и наружным кольцом подшипника:

- переводят упомянутое оборудование в положение, предназначенное для использования;  
- включают режим нагревания. Нагревание управляется в функции значений

температуры, измеренных термопарами 340, до момента достижения заданной температуры в определенных заранее пределах. Достижение этой температуры в предварительно определенном диапазоне разрешает перевод оборудования нагревания в сложенное положение.

5 Монтаж завершают, осуществляя окончательное стыковочное подведение соединяемых элементов.

Устройство в соответствии с предлагаемым изобретением дает системе 10 возможность одновременного контроля двух основных условий монтажа, что позволяет обеспечить безопасную сборку межвального подшипника.

Очевидно, что предлагаемое изобретение не ограничивается монтажом модуля 15 турбины низкого давления ВР в ступень высокого давления НР газотурбинного двигателя. Изобретение может быть применено в любых эквивалентных ситуациях монтажа некоторого второго модуля, присоединяемого при помощи подшипника к некоторому первому модулю.

### Формула изобретения

1. Способ сборки турбомашины, в частности газотурбинного двигателя,

20 содержащего, по меньшей мере, первый модуль и второй модуль со вторым валом, присоединенные при помощи подшипника, причем подшипник содержит наружное кольцо, установленное во внутреннюю полость цапфы, жестко связанной с упомянутым первым модулем, способом тепловой посадки и внутреннее кольцо, 25 жестко связанное со вторым валом, в соответствии с которым упомянутый второй модуль присоединяют к упомянутому первому модулю путем вставления второго вала вместе с упомянутым внутренним кольцом подшипника во внутреннюю полость цапфы, содержащей упомянутое наружное кольцо подшипника, отличающийся тем, что:

30 подводят для соединения встык второй модуль со вторым валом к первому модулю до заданного расстояния до упомянутой цапфы;

центрируют второй вал по отношению к цапфе, причем центрирование выполняют на основе измерения отклонения расстояния по отношению к исходному положению цапфы;

35 обеспечивают тепловое расширение наружного кольца подшипника при помощи нагревания его наружной поверхности;

завершают стыковочное подведение второго модуля.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что упомянутый двигатель является

40 двухвальным, упомянутый первый модуль представляет собой ступень высокого давления НР и упомянутый второй модуль представляет собой модуль турбины низкого давления ВР, причем упомянутый второй вал представляет собой вал турбины низкого давления ВР.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что первый модуль содержит первый вал,

45 причем упомянутая цапфа располагается в его продолжении и жестко связана с ним.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что содержит предварительный этап, выполняемый перед этапом стыковочного подведения упомянутого второго модуля, в процессе которого осуществляют нагревание упомянутой цапфы для установки 50 наружного кольца подшипника в эту цапфу.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что размещают на упомянутой цапфе кольцевое средство нагревания между этапом стыковочного подведения и этапом теплового расширения цапфы в результате ее нагревания.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что измеряют температуру цапфы или наружного кольца подшипника и управляют процессом нагревания для достижения заданной температуры и ее поддержания.

5 7. Способ по п.6, отличающийся тем, что завершают стыковочное подведение второго модуля тогда, когда значения температуры, с одной стороны, и значения отклонений расстояния по отношению к цапфе, с другой стороны, оказываются в заданных пределах.

10 8. Устройство, для осуществления способа по п.1, имеющее в своем составе подвижную станину, на которой располагается кольцевое средство нагревания цапфы, по меньшей мере, один датчик температуры, приспособленный для измерения температуры цапфы, и средство измерения отклонения радиального расстояния между валом, подлежащим установке внутрь цапфы, и исходным положением цапфы.

15 9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что опора для средств нагревания на упомянутой станине выполнена с возможностью размещения упомянутых средств нагревания вокруг цапфы, с одной стороны, и их перевод в положение складывания, с другой стороны.

20 10. Устройство по п.8, отличающееся тем, что упомянутая станина содержит средство, образующее упор, предназначенный для жесткой фиксации средства нагревания и средства измерения отклонения радиального расстояния по отношению к первому модулю двигателя.

25 11. Устройство по п.8, отличающееся тем, что упомянутое кольцевое средство нагревания содержит кольцевой диффузор для горячего газа, поступающего от, по меньшей мере, двух нагревательных элементов.

12. Устройство по п.8, отличающееся тем, что упомянутый датчик измерения температуры жестко связан с упомянутым средством нагревания.

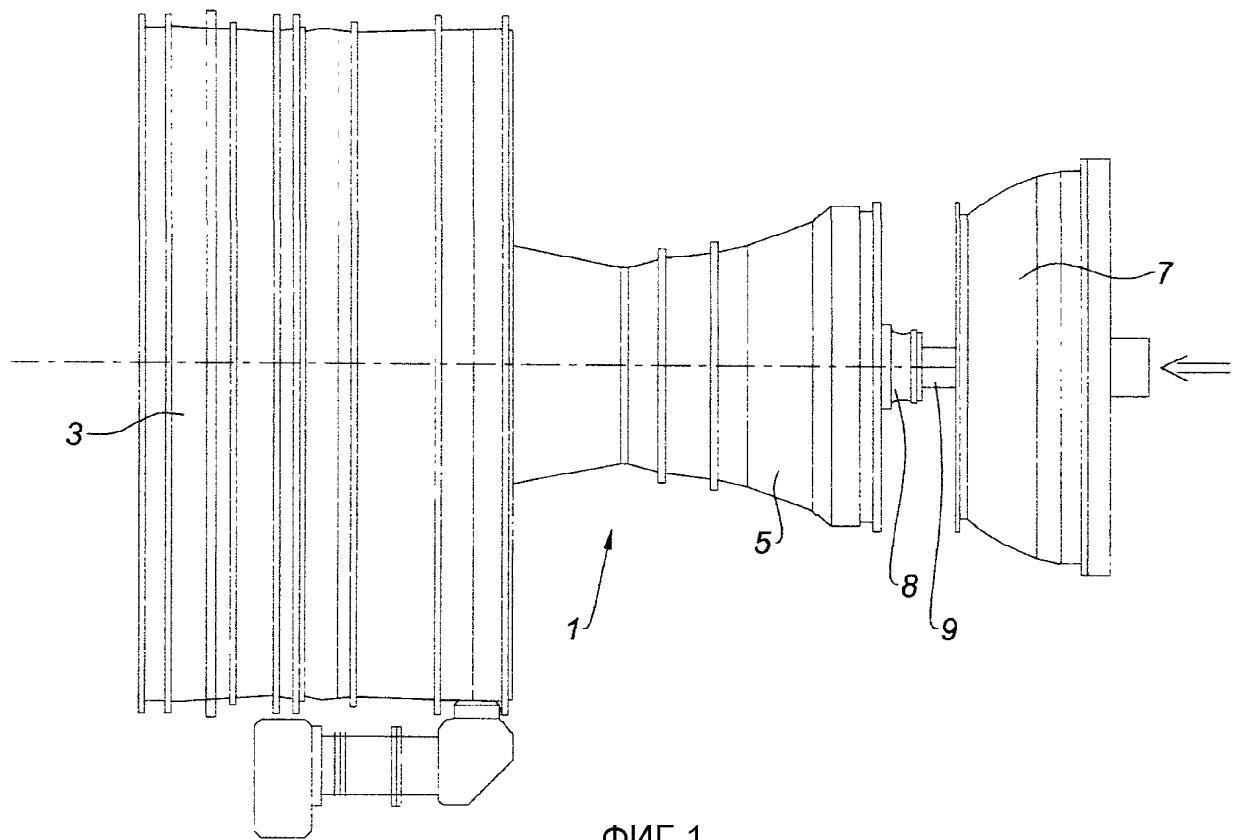
30 13. Устройство по п.8, отличающееся тем, что упомянутое средство измерения отклонений радиального расстояния между исходным положением цапфы и упомянутым валом жестко связано со станиной.

35 14. Устройство по п.8, отличающееся тем, что содержит средство контроля, принимающее сигнал с датчика измерения температуры и сигнал с датчика измерения расстояния, и выдающее информацию, необходимую для операции стыковочного подведения.

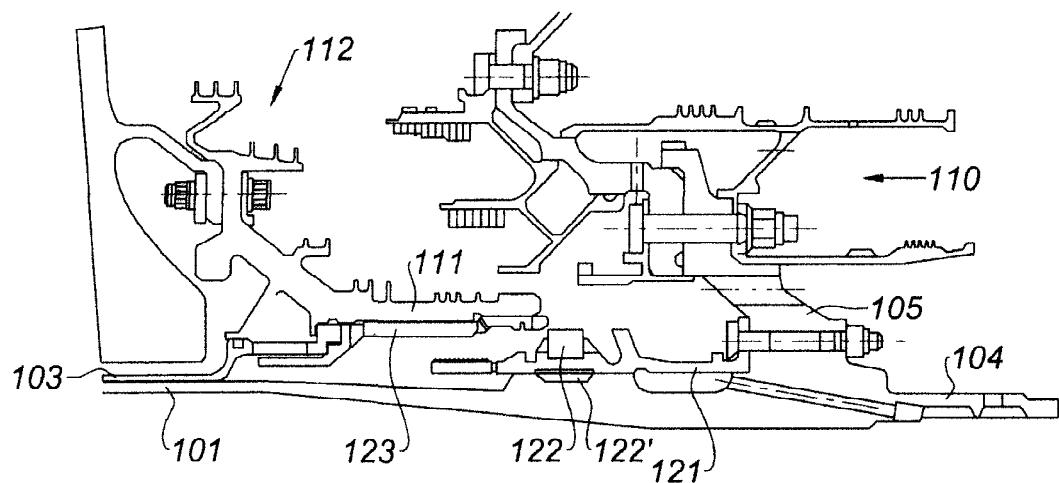
40

45

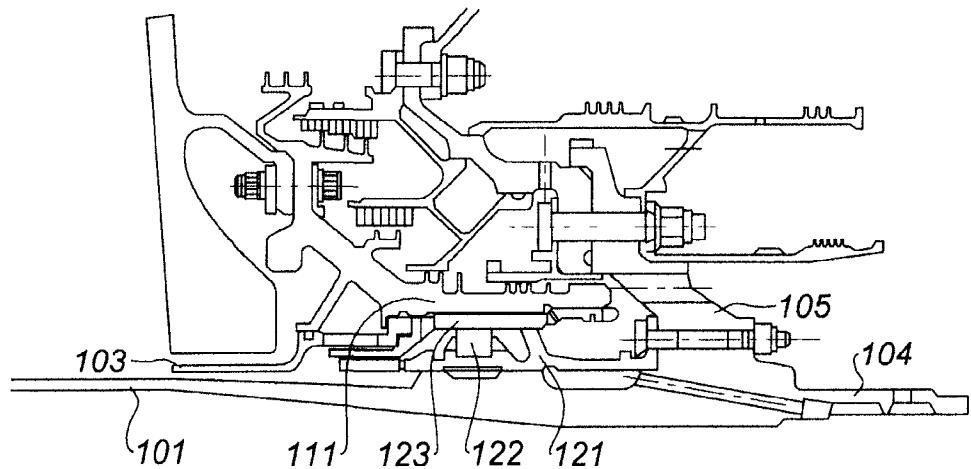
50



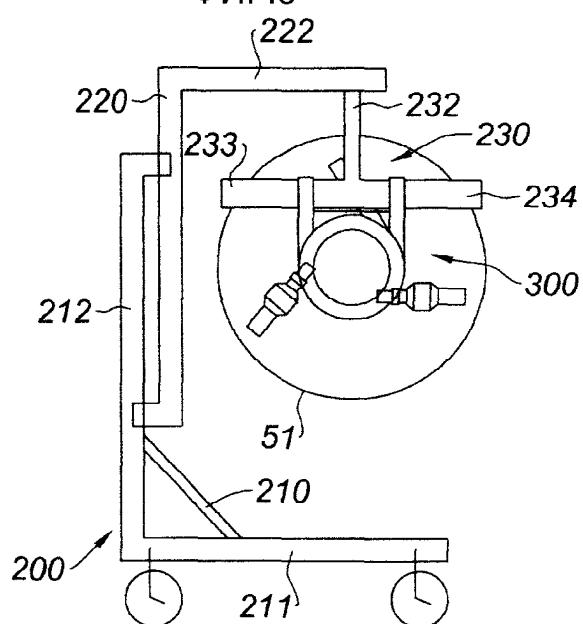
ФИГ.1



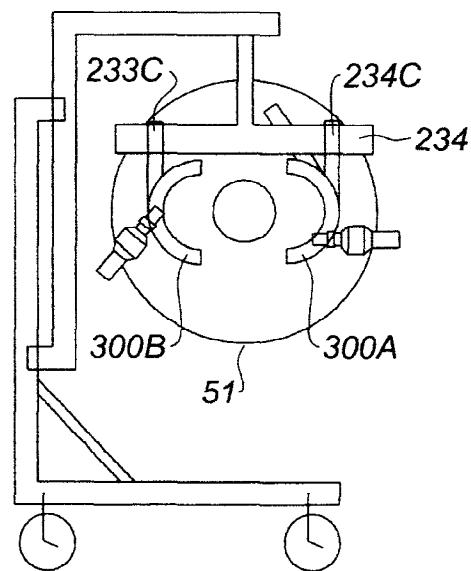
ФИГ.2



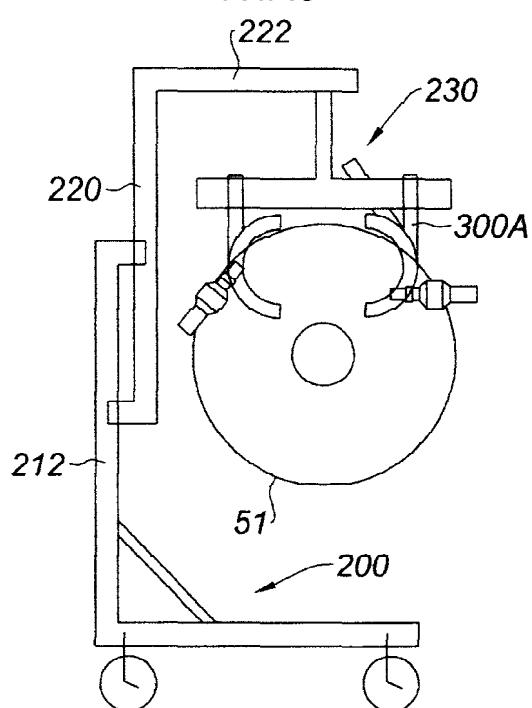
ФИГ.3



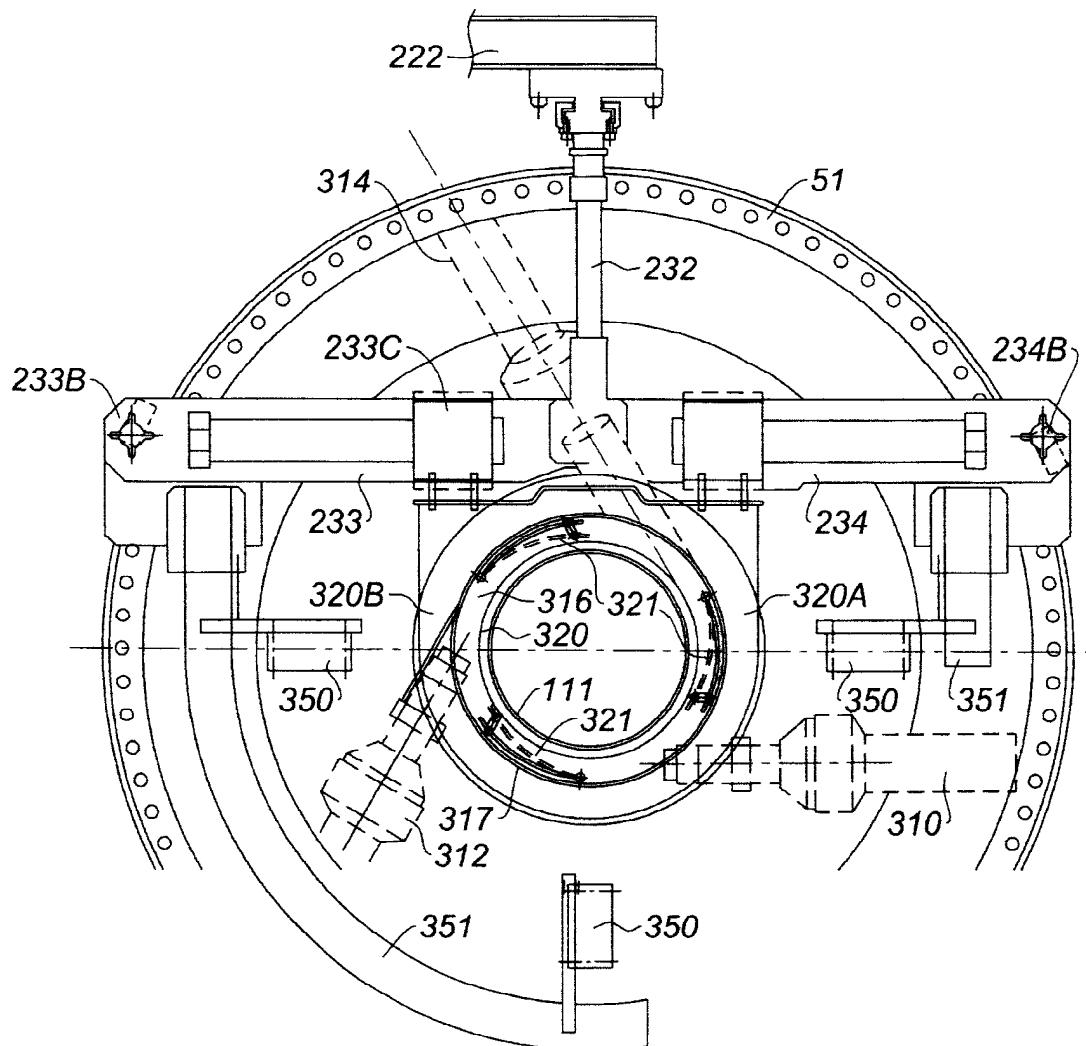
ФИГ.4



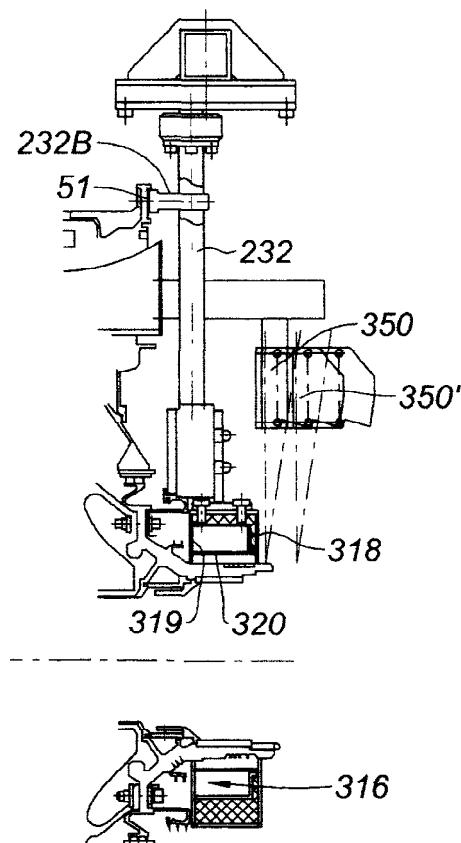
ФИГ.5



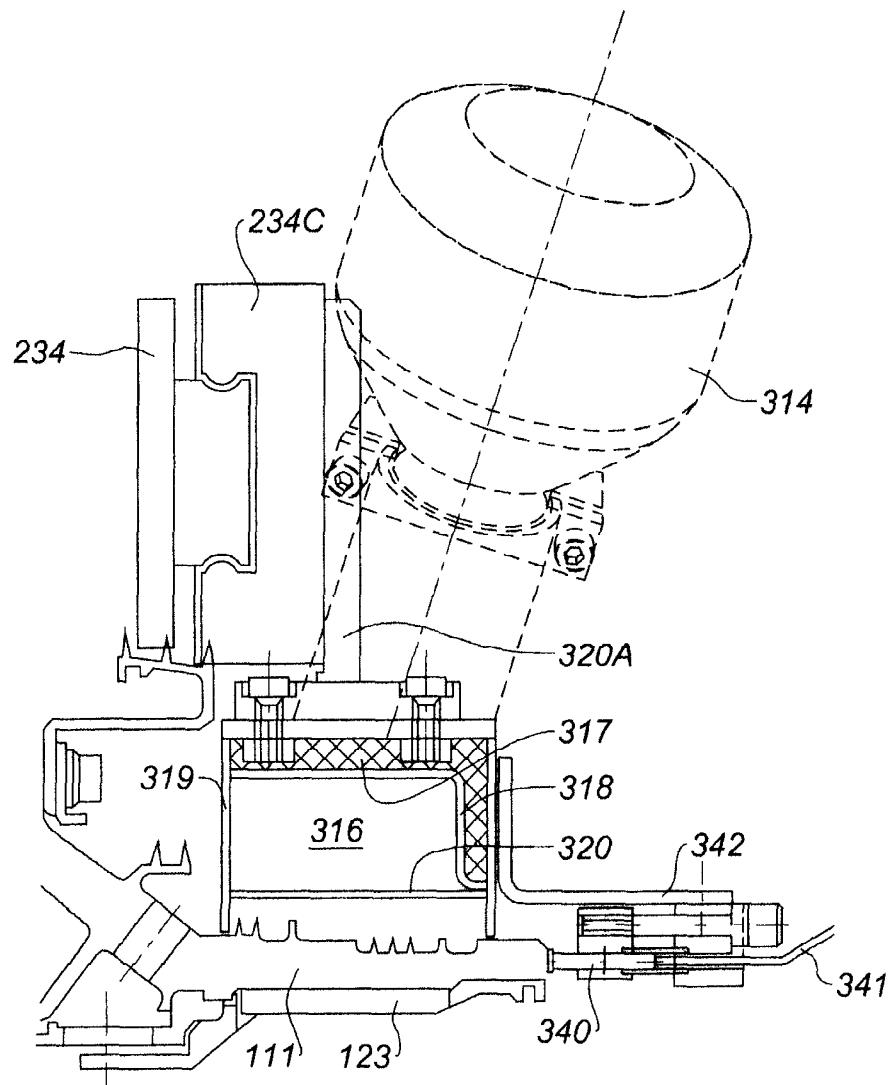
ФИГ.6



ФИГ.7



ФИГ.8



ФИГ.9