



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F04D 29/624 (2018.05); F01D 25/243 (2018.05); F04D 29/4206 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2016103716, 17.07.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.07.2014

Дата регистрации:
09.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
18.07.2013 FR 1357109

(43) Дата публикации заявки: 23.08.2017 Бюл. № 24

(45) Опубликовано: 09.07.2018 Бюл. № 19

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 18.02.2016

(86) Заявка РСТ:
FR 2014/051842 (17.07.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/008000 (22.01.2015)

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

(72) Автор(ы):

БРОМАНН Ален Марк Люсьен (FR),
БЕНДЕРРАДЖИ Камель (FR),
РАЙХЕРТ Памела Доминик Даниель (FR)

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 1167722 A2, 02.01.2002. RU
2010153329 A, 10.07.2012. FR 2976623 A1,
21.12.2012. US 4687412 A, 18.08.1987.

(54) КРЫШКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА, ВЫПОЛНЕННАЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ
КРЕПЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ВЫХОДНУЮ СТОРОНУ ВБЛИЗИ СВОЕГО ВХОДНОГО КРАЯ,
ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, СОДЕРЖАЩИЙ ЭТУ КРЫШКУ

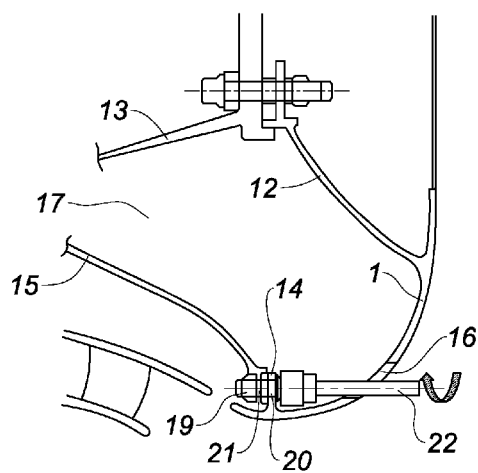
(57) Реферат:

Объектом изобретения является крышка (1) центробежного компрессора, предназначенная для крепления на картере (13, 15) газотурбинного двигателя и содержащая множество отверстий (16). Крышка (1), которая дополнительно содержит средств крепления на картере, отличается тем, что часть упомянутых средств (20) крепления находится на входе относительно отверстий (16) и доступна для крепежного инструмента (22) по меньшей мере через одно из

упомянутых отверстий (16) крышки (1). Объектом изобретения является также газотурбинный двигатель, в котором используют крышку для образования герметичного объема (17), в частности, с целью отбора воздуха. Достигается облегчение монтажа крышки за счет обеспечения доступа к средствам крепления через выходную сторону, когда крышку устанавливают на место. На средствах крепления можно предварительно позиционировать стяжные средства, и в этом

случае достаточно ввести крепежный инструмент
через обеспечивающее к ним доступ отверстие

для крепления крышки путем затягивания на
картере. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 3 ил.



ФИГ. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F01D 25/24 (2006.01)*F04D 29/42* (2006.01)*F04D 29/62* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F04D 29/624 (2018.05); *F01D 25/243* (2018.05); *F04D 29/4206* (2018.05)(21)(22) Application: **2016103716, 17.07.2014**(24) Effective date for property rights:
17.07.2014Registration date:
09.07.2018

Priority:

(30) Convention priority:
18.07.2013 FR 1357109(43) Application published: **23.08.2017** Bull. № 24(45) Date of publication: **09.07.2018** Bull. № 19(85) Commencement of national phase: **18.02.2016**(86) PCT application:
FR 2014/051842 (17.07.2014)(87) PCT publication:
WO 2015/008000 (22.01.2015)Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BROMANN Alen Mark Lyusen (FR),
BENDERRADZHI Kamel (FR),
RAJKHERT Pamela Dominik Daniel (FR)**

(73) Proprietor(s):

SNEKMA (FR)(54) **CENTRIFUGAL COMPRESSOR COVER CONFIGURED TO BE FASTENED THROUGH THE OUTPUT SIDE NEAR ITS INPUT EDGE, CONTAINING THIS COVER GAS TURBINE ENGINE**

(57) Abstract:

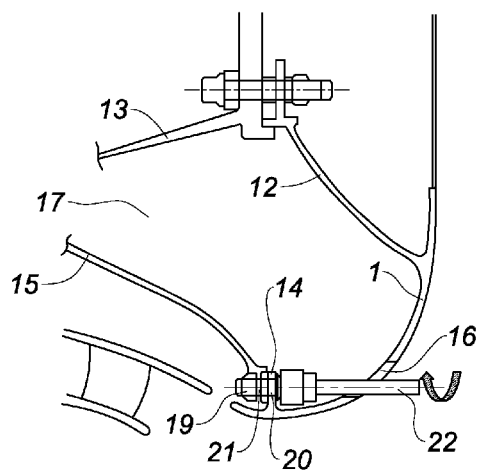
FIELD: motors and pumps.

SUBSTANCE: invention subject matter is the centrifugal compressor cover (1) intended for mounting on the gas turbine engine crankcase (13, 15) and comprising plurality of openings (16). Cover (1), which additionally comprises means for securing on the crankcase, is characterized in that part of said fastening means (20) is in the inlet relative to the openings (16) and is accessible to the fastening tool (22) through at least one of the aforementioned cover (1) openings (16). Invention subject matter also the gas turbine engine, in which cover is used to form the sealed volume (17), in

particular for the purpose of air off-take. Enabling the cover mounting facilitation by providing access to the fastening means through the output side during the cover installation in place. On the fastening means it is possible to pre-position the clamping means, and in this case it is sufficient to insert the fastening tool through the access opening for the cover securing by its tightening on the crankcase.

EFFECT: disclosed are centrifugal compressor cover configured to be fastened through the output side near its input edge, containing this cover gas turbine engine.

10 cl, 3 dwg



ФИГ. 3

Область техники

Настоящее изобретение относится к конструкции крышки центробежного компрессора в газотурбинном двигателе. В частности, оно относится к способу ее установки в газотурбинном двигателе для сохранения герметичности объема, предназначенного для отбираемых газов, который эта крышка образует вместе с картером газотурбинного двигателя на периферии компрессора.

Функцией центробежного компрессора в газотурбинном двигателе является нагнетание сжатого воздуха в камеру сгорания. Для этого ротор имеет расширяющуюся форму, захватывая воздух на выходе осевого компрессора и направляя его в радиальном направлении в канал отбора, сообщающийся с камерой сгорания. Крышка образует статор, то есть наружную стенку канала для прохождения воздуха вокруг ротора.

Как известно, воздух отбирают на уровне центробежного компрессора с целью использования этого сжатого воздуха в качестве источника мощности для агрегатов газотурбинного двигателя или летательного аппарата. Отверстия, выполненные в крышке, позволяют отбирать этот воздух в канале компрессора и направлять его в систему, которая должна его распределять в использующие его агрегаты. Для обеспечения эффективного отбора необходимо, чтобы крышка была герметичной. Для этого крышка входит в герметичный контакт с деталями картера вокруг воздухозаборных отверстий, образуя объем отбора на входе системы распределения сжатого воздуха.

Однако крышка такого компрессора является сложной в установке деталью. Действительно, она должна обеспечивать минимальный зазор с лопастями ротора для обеспечения производительности компрессора. Она должна также обеспечивать непрерывность канала на входе и на выходе. Вместе с тем, механические и термические напряжения, связанные с работой турбины, приводят к значительным деформациям всех деталей в зоне, где находится крышка, в частности, лопастей ротора.

Часто крышку крепят на картере при помощи кольцевого фланца, устанавливаемого на выходе на этой крышке на уровне зоны большего радиуса. Однако, как правило, воздухозаборные отверстия находятся в зоне промежуточного радиуса дальше к выходу на крышке. В этом случае болтовое крепление этого фланца на картере легко обеспечивает герметичность объема отбора на выходе воздухозаборных отверстий. Но возникает проблема обеспечения герметичности на соединении крышки с другой деталью картера, закрывающей объем отбора на входе воздухозаборных отверстий. Для достижения этого результата герметичность можно обеспечить при помощи прокладок между деталью и крышкой, как описано в документе US7824151, или за счет простой центровки, как предложено в документе EP2206882. Эти решения ограничивают утечки, но не обеспечивают идеальной герметичности, в частности, по причине деформаций деталей между различными режимами работы газотурбинного двигателя. Это приводит к потере давления, то есть к снижению характеристик одновременно для компрессора и для системы отбора сжатого воздуха.

В некоторых конструкциях крышек компрессора, описанных, например, в US2011/0002774 и FR2931521, используют фланец, располагаемый на выходе на крышке компрессора и соединяемый болтами с картером газотурбинного двигателя для крепления этой крышки. В этом случае болтовое соединение фланца позволяет обеспечить герметичность объема на входе крышки. Можно даже предусмотреть, как в FR2931521, конструкцию, закрывающую на выходе объем и окружающую крышку компрессора.

Однако после крепления болтами фланца на входной части крышки, в частности,

для обеспечения герметичности на этом уровне, возникает проблема доступа к средствам крепления во время монтажа. Действительно, либо деталь конструкции или фланец перекрывает доступ к ним, когда крышку позиционируют для монтажа, либо, в лучшем случае, пространство, находящееся непосредственно сзади крепежных отверстий, оказывается ограниченным уже самой формой крышки. В этом случае необходимо предусмотреть конструкцию газотурбинного двигателя таким образом, чтобы иметь доступ к винтам крепления фланца крышки через выходную полость осевого компрессора, находящегося перед центробежным компрессором.

Настоящее изобретение призвано предложить простое решение для легкого крепления крышки ее входным краем при помощи стяжного средства на картере газотурбинного двигателя и с обеспечением возможности ее адаптации без существенных изменений к конструкции, когда картер газотурбинного двигателя не позволяет получить доступ к этой части крышки во время монтажа.

Сущность изобретения

Объектом изобретения является крышка центробежного компрессора, предназначенная для крепления на картере газотурбинного двигателя, имеющая входной край и выходной край в направлении потока газов, проходящего через компрессор, при этом упомянутая крышка содержит множество отверстий и средств крепления. Эта крышка отличается тем, что входные средства крепления находятся на входе относительно отверстий и доступны для крепежного инструмента по меньшей мере через одно из упомянутых отверстий крышки.

Изобретение решает задачу облегчения монтажа крышки за счет обеспечения доступа к средствам крепления через выходную сторону, когда крышку устанавливают на место. На средствах крепления можно предварительно позиционировать стяжные средства, и в этом случае достаточно ввести крепежный инструмент через обеспечивающее к ним доступ отверстие для крепления крышки путем затягивания на картере.

Предпочтительно, это расположение соответствует отверстиям, предназначенным для отбора воздуха. Таким образом, крышка изначально предусмотрена для участия в системе распределения сжатого воздуха с отбором воздуха на уровне компрессора. В этом случае, с одной стороны, обеспечивают правильное позиционирование этих отверстий и их правильный размер, чтобы не нарушать работу компрессора, и, с другой стороны, нет необходимости в изменении конструкции крышки на этом уровне.

Предпочтительно упомянутые входные средства крепления крышки центробежного компрессора содержат наружный фланец и крепежные отверстия, выполненные в упомянутом фланце, при этом весь узел предназначен для взаимодействия со стяжными средствами типа винта и гайки, приводимыми в действие крепежным инструментом. Отверстия в фланце можно легко выполнить путем механической обработки и легко позиционировать на фланце. Широко используемая система винта и гайки позволяют производить простое крепление крышки путем ее затягивания на картере. Например, поскольку каждое входное крепежное средство определяет ось, соответствующую вращению подвижного стяжного средства для ее крепления, существует по меньшей мере одно из упомянутых отверстий крышки, через которое проходит эта ось. В частности, в случае когда крепление производят при помощи болтов, это позволяет использовать гаечный ключ без сложного механизма.

Предпочтительно упомянутый фланец образует стенку, полностью окружающую упомянутую крышку. Этот фланец, выполненный с возможностью обеспечения на входе упомянутых отверстий герметичного окружного соединения с деталью картера

после затягивания средств крепления, препятствует выходу через переднюю сторону воздуха, проходящего через отверстия крышки, во время работы газотурбинного двигателя. Прежде всего это позволяет избежать установления сообщения между пространством, в которое попадает воздух, выходящий через отверстия крышки, с входными ступенями газотурбинного двигателя и нарушения его работы. Кроме того, устройства, описанные в вышеупомянутых документах, обеспечивают герметичность соединения крышки с картером на уровне ее наибольшего радиуса на выходе отверстий. Таким образом, во время работы газотурбинного двигателя установление сообщения потока в компрессоре с наружным пространством крышки через отверстия, используемые для введения крепежных инструментов, не влияет на производительность компрессора, поскольку давление уравнивается. Точно также, с точки зрения отбора воздуха для использования в других агрегатах, отсутствие утечек на этом уровне позволяет сохранять высокое давление в системе распределения воздуха.

Предпочтительно, в каждое крепежное отверстие фланца можно вставить стяжной винт по меньшей мере через одно из упомянутых отверстий крышки. Это позволяет вводить, например, винты после установки крышки на картере. В варианте, если отверстия фланца сажают на связанные с картером шпильки, отверстия позволяют вставлять гайки и устанавливать их на шпильках.

Предпочтительно, упомянутый фланец расположен вблизи входного края крышки. В частном варианте выполнения крышка центробежного компрессора дополнительно содержит выходной фланец крепления на картере газотурбинного двигателя, соединенный с наружной стенкой крышки между упомянутыми отверстиями и выходным краем и образующий уплотнительное средство. Использование фланца крепления на выходе для обеспечения герметичного окружного соединения с картером позволяет легко адаптировать крышку для обеспечения идеальной герметичности объема сбора отбираемых газов и облегчения ее установки. Предпочтительно, этот фланец крепят на картере газотурбинного двигателя при помощи болтов.

Объектом изобретения является также газотурбинный двигатель, содержащий центробежный компрессор с описанной выше крышкой, картер которого выполнен с возможностью образования герметичного соединения с входным фланцем крышки после затягивания стяжных средств.

Предпочтительно, картер выполнен с возможностью образования с упомянутой крышкой по меньшей мере одного замкнутого объема для отбора воздуха, проходящего через отверстия крышки.

Предпочтительно, по меньшей мере часть отверстий крышки и упомянутый объем отбора воздуха выполнены с возможностью участия в системе отбора воздуха.

Краткое описание изобретения

Настоящее изобретение и его другие детали, отличительные признаки и преимущества будут более очевидны из нижеследующего описания со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 - вид в осевом разрезе первого варианта выполнения компрессора газотурбинного двигателя с заявленной крышкой.

Фиг.2 - вид, увеличенный относительно Фиг.1, входной зоны крепления крышки с винтом и гайкой в разборе.

Фиг.3 - вид в осевом разрезе газотурбинного двигателя с крышкой, показанной на Фиг.1, в фазе монтажа.

Как показано на Фиг.1, заявленная крышка 1 центробежного компрессора образует радиально наружную стенку канала, в котором вращаются лопасти 2 рабочего колеса

3 ротора. Узел имеет симметрию вращения вокруг не показанной оси, которая является горизонтальной относительно Фиг. 1 и находится снизу показанных на чертеже деталей. Ротор, вращаясь вокруг этой оси, всасывает воздух через свой вход 4, который ориентирован в осевом направлении и нагнетает его с более высоким давлением через свой выход 5, ориентированный в радиальном направлении. Как правило, этот компрессор направляет сжатый воздух в радиальный канал 6 отбора, предназначенный для питания камеры сгорания, которая не показана, но находится справа относительно Фиг. 1, и он питается на входе от осевого компрессора 7.

Крышка 1 представляет собой тело вращения вокруг оси симметрии компрессора, форма которого соответствует, с учетом минимального зазора, форме поверхности, сканируемой радиальным концом лопастей 2. Кроме того, крышка 1 выполнена таким образом, чтобы ее входной передний край 8 обеспечивал непрерывность формы с радиально наружной стенкой канала осевого компрессора 7 и чтобы ее выходной задний край 10 обеспечивал непрерывность формы со стенкой 11 канала 6 отбора.

Крепление крышки на картере газотурбинного двигателя должно позволять позиционировать ее с достаточной точностью для соблюдения вышеупомянутых требований, а также позволять крышке перемещаться в зависимости от условий работы, чтобы следовать деформациям лопастей 2 с сохранением оптимального зазора.

Было предложено несколько решений, в частности, крепление крышки при помощи двух фланцев, как указано в вышеупомянутых документах US2011/0002774 и EP2206882. Что касается удержания крышки, этот монтаж с двумя фланцами предопределяет точки крепления крышки, что необходимо учитывать в характере осуществляемых соединений. Вместе с тем, как показывают упомянутые известные источники, такой монтаж можно вполне реализовать. Изобретение может использовать другие комбинации между фланцами, регулируя упругость обеспечиваемых ими соединений.

Первый вариант выполнения изобретения предусматривает использование такого крепления с двумя фланцами. Кольцевой фланец 12, присоединяемый на выходе в части максимального радиуса крышки 1 относительно оси вращения, крепят болтами по краю окружной детали 13 картера. Кроме того, крышку крепят также в ее входной части при помощи фланца 14 на другой детали 15 картера по всей ее окружности. Этот фланец 14 является деталью в виде усеченного конуса, которая расположена радиально снаружи крышки 1 и отделяет входной край 8 от выходного края 10 по всей окружности крышки. Его крепят на крышке 1 очень близко от входного края 8 крышки 1, и он имеет небольшое радиальное удлинение. Таким образом, соединение между крышкой и деталью 15 картера происходит очень близко от входного края 8. Этот фланец 14 представляет дополнительный интерес с учетом своего положения, что будет показано ниже.

В некоторых газотурбинных двигателях крышка участвует также функции отбора сжатого воздуха на уровне компрессора с целью его подачи в систему распределения в направлении различных агрегатов внутри летательного аппарата.

В представленном примере в крышке 1 выполнено несколько отверстий 16, одно из которых показано в разрезе на Фиг. 1. Эти отверстия 16 расположены на венце вокруг оси симметрии с радиусом, приблизительно соответствующим минимальному радиусу крышки по входному краю 8 и увеличенным на четверть разности с максимальным радиусом по выходному краю 10. Иначе говоря, эти отверстия находятся также в зоне максимальной кривизны осевого профиля крышки 1. Таким образом, они находятся в зоне, где крышка играет наименьшую роль для удержания потока в компрессоре. Следовательно, они могут быть выполнены с достаточным сечением, чтобы пропускать

часть воздуха, циркулирующего в роторе, в направлении наружной стороны крышки, существенно не влияя при этом на работу компрессора.

Отбираемый воздух собирается в объеме 17 сбора, который, в свою очередь, сообщается с непоказанной системой распределения. В примере, представленном на

Фиг.1, этот объем 17 ограничен вблизи крышки, часть крышки 1 вместе с:

- выходным фланцем 12 на выходе, затем кольцевой деталью 13 картера,
- входным фланцем 14 на входе, затем кольцевой деталью 15 картера.

Как показано на Фиг.2, входной фланец 15 закреплен на детали 15 при помощи систем, включающих в себя винт 18 и гайку 19, проходящие через отверстия 20 и 21 фланца 14 и детали 15. Разумеется, во время монтажа крышки эти отверстия располагают друг против друга. Эти отверстия, в частности, отверстия 20, выполненные в фланце 14, образуют, таким образом, вместе с окружающей их частью фланца 14 средства крепления, связанные с крышкой 1. Эти средства 20 крепления взаимодействуют с отверстиями 21, находящимися на краю кольцевой детали 15, и со средствами 18 и 19 болтового соединения для прижатия фланца 14 к детали 15. Входящие друг с другом в контакт части фланца и края детали 15 выполнены, в случае необходимости, с установленной между ними регулировочной прокладкой 23 для обеспечения герметичности соединения по отношению к сжатому воздуху, благодаря давлению со стороны средств 18-19 болтового соединения после их затягивания. Аналогично, выходной фланец 12 закреплен болтовыми средствами на краю детали 13 картера и обеспечивает герметичность объема 17 сбора отбираемого воздуха с выходной стороны крышки 1.

В целом фланец 12 расположен радиально снаружи крышки, что позволяет получить доступ к ее концу, закрепленному болтами на картере через выходную сторону этого фланца, во время операций монтажа или демонтажа крышки.

Трудность монтажа в этой конфигурации состоит в том, что для обеспечения герметичности на входе крышки деталь 15 картера расположена ближе к входному краю 8 крышки 1, где радиус является наименьшим. Во время монтажа в газотурбинном двигателе крышку устанавливают через выходную сторону уже установленных частей картера и компрессора, как показано на Фиг.3. Крышка 1, как и выходной фланец 12, перекрывает доступ к средствам 20 крепления и 18-19 болтового соединения. В заявленной крышке отверстия 16 крышки 1, предусмотренные для отбора воздуха, расположены напротив крепежных отверстий 20 в фланце 14 таким образом, чтобы крепежный инструмент, например, гаечный ключ 22, мог захватить не показанную на Фиг.3 головку винта 18, проходящего через отверстия 20 фланца 14 и отверстия 21 детали 15 картера, для его завинчивания на гайке 19.

В представленном примере гайка 19 закреплена напротив отверстия 21 детали 15 картера с входной стороны и заблокирована от вращения. Следовательно, крышку можно установить с задней стороны картера для завинчивания винтов 18 в гайки 18 через отверстия 20 фланца и отверстия 21 детали 15 картера, которые предварительно следует совместить. Кроме того, при соблюдении критерия работы компрессора это отверстие 16 является достаточно широким, чтобы через него можно было пропустить винт 18 для его введения в гайку 19 через отверстия 20 и 21, а также головку ключа 22, которая будет взаимодействовать с головкой винта 18.

В варианте выполнения головка ключа 22 может быть менее широкой, чем головка винта 18, в отличие от того, что показано на Фиг.3, если она взаимодействует с вырезом в головке винта 18. Таким образом, винты 18 можно предварительно позиционировать в крепежных отверстиях 20 входного фланца 14 крышки перед ее установкой на картере.

В этом случае сечение воздухозаборного отверстия 16 должно пропускать только относительно тонкий ключ.

В другом варианте выполнения направление установки на место винтов 18 или гаек 19 меняется на противоположное. Винт 18, заблокированный от вращения на детали 15 картера, образует, таким образом, шпильку, на которую сажают отверстие 20 фланца 14, прежде чем завинтить гайку 19.

(57) Формула изобретения

1. Крышка центробежного компрессора, предназначенная для крепления на картере (13, 15) газотурбинного двигателя, имеющая входной край (8) и выходной край (10) в направлении потока газов, проходящего через компрессор, при этом упомянутая крышка (1) содержит множество отверстий (16) и средств крепления на картере, отличающаяся тем, что входные средства (20) крепления находятся на входе относительно отверстий (16) и доступны для крепежного инструмента (22) по меньшей мере через одно из упомянутых отверстий (16) крышки (1).

2. Крышка центробежного компрессора по п. 1, в которой упомянутые отверстия (16) предназначены для отбора воздуха в компрессоре.

3. Крышка центробежного компрессора по любому из пп. 1 и 2, в которой упомянутые входные средства крепления содержат наружный фланец (14) и крепежные отверстия (20), выполненные в упомянутом фланце, при этом весь узел предназначен для взаимодействия со стяжными средствами (18-19) типа винта (18) и гайки (19), приводимыми в действие крепежным инструментом (22).

4. Крышка центробежного компрессора по п. 3, в которой упомянутый наружный фланец (14) образует стенку, полностью окружающую упомянутую крышку (1).

5. Крышка центробежного компрессора по п. 4, в которой в каждое крепежное отверстие (20) можно вставлять стяжной винт (18) по меньшей мере через одно из упомянутых отверстий (16).

6. Крышка центробежного компрессора по п. 3, в которой упомянутый фланец (14) расположен вблизи входного края (8) крышки (1).

7. Крышка центробежного компрессора по п. 3, дополнительно содержащая выходной фланец (12) крепления на картере (13) газотурбинного двигателя, соединенный с наружной стенкой крышки (1) между упомянутыми отверстиями (16) и выходным краем (10) и образующий уплотнительное средство.

8. Газотурбинный двигатель, содержащий центробежный компрессор с крышкой по любому из пп. 3-7, картер (15) которого выполнен с возможностью образования герметичного соединения с входным фланцем (14) крышки (1) после затягивания стяжных средств (18-19).

9. Газотурбинный двигатель по п. 8, картер (13, 15) которого выполнен с возможностью образования с упомянутой крышкой (1) по меньшей мере одного замкнутого объема (17) для отбора воздуха, проходящего через отверстия (16) крышки.

10. Газотурбинный двигатель по п. 9, в котором по меньшей мере часть отверстий (16) крышки (1) и упомянутый объем (17) отбора воздуха выполнены с возможностью участия в системе отбора воздуха.

531641

