РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 587 026**(13) **C2**

(51) МПК
F01D 5/26 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2013102305/06, 16.06.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.06.2011

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
18.06.2010 FR 1054849

(43) Дата публикации заявки: **27.07.2014** Бюл. № **21**

(45) Опубликовано: **10.06.2016** Бюл. № **16**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2007/0297900 A1, 27.12.2007. US 6494679 B1, 17.12.2002. EP 1980715 A1, 15.10.2008. SU 141041 A1, 20.02.1961. SU 1108221 A1, 15.08.1984.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **18.01.2013**

(86) Заявка PCT:
FR 2011/051372 (16.06.2011)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2011/157956 (22.12.2011)

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

(72) Автор(ы):
КЛОАРЕК Ивон (FR)

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

(54) УГЛОВОЙ СЕКТОР СТАТОРА КОМПРЕССОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ, СТАТОР ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ И ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, СОДЕРЖАЩИЙ ТАКОЙ СЕКТОР

(57) Реферат:

Угловой сектор статора компрессора газотурбинного двигателя содержит внешний и внутренний бандажи и лопатку, проходящую между бандажами и соединенную с ними. Внешний бандаж имеет первое и второе установочные средства для установки углового сектора статора на корпусе двигателя, ориентированные параллельно оси в противоположных направлениях и соединенные друг с другом промежуточным участком. Внешний бандаж имеет осевой концевой участок, проходящий от промежуточного участка, снабженный свободным концом и соединенный с радиально внешним концом лопатки. Демпфирующая вставка выполнена с возможностью входить в контакт с концевым участком. При превышении заданной величины амплитуды колебаний концевого участка демпфирующая вставка и концевой участок выполнены с возможностью двигаться относительно друг друга так, чтобы изменить общую движущуюся массу, которая движется с

RU 2587026 C2

RU 2587026 C2

концевым участком, тем самым изменяя характер колебаний этого концевого участка. Внешний бандаж содержит на одном осевом конце полость, открытую в сторону этого осевого конца, при этом полость проходит между концевым участком и внешним радиальным язычком, несущим одно из первого и второго установочных средств. Другие изобретения группы относятся к статору газотурбинного двигателя, включающему указанный выше угловой сектор, и газотурбинному двигателю, содержащему такой статор. Группа изобретений позволяет обеспечить демпфирование колебаний передней и/или задней кромок концевого участка лопатки углового сектора статора. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 11 ил.

RU 2587026 C2

RU 2587026 C2

RUSSIAN FEDERATION

(19) **RU** (11) **2 587 026**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
F01D 5/26 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2013102305/06, 16.06.2011**

(24) Effective date for property rights:
16.06.2011

Priority:
(30) Convention priority:
18.06.2010 FR 1054849

(43) Application published: **27.07.2014** Bull. № **21**

(45) Date of publication: **10.06.2016** Bull. № **16**

(85) Commencement of national phase: **18.01.2013**

(86) PCT application:
FR 2011/051372 (16.06.2011)

(87) PCT publication:
WO 2011/157956 (22.12.2011)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3, OOO "JUridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
KLOAREK Ivon (FR)

(73) Proprietor(s):
SNEKMA (FR)

RU 2587026 C2

(54) ANGULAR SECTOR OF STATOR FOR TURBINE ENGINE COMPRESSOR, TURBINE ENGINE STATOR, AND TURBINE ENGINE INCLUDING SUCH SECTOR

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: angular sector of gas turbine engine compressor stator comprises outer and inner rings and blade passing between bands and connected therewith. Outer ring has first and second mounts for installation of angular sector of stator on engine housing, oriented parallel to axis in opposite directions and interconnected by mid section. Outer ring has axial end section extending from intermediate section with free end and connected to radially outer end of blade. Damping insert is made with possibility of being in contact with end section. If specified value of amplitude of oscillation damping insert end section and end section can move relative to each other so that to change common moving mass which moves with end section, thus changing nature of oscillations of this end. External bandage comprises on one axial end of cavity, open towards axial end, cavity passes between end section and outer radial tab carrying one of first and second mounts. Other group inventions relate to gas turbine engine stator comprising abovementioned angular sector and a gas turbine engine comprising such stator.

EFFECT: group of inventions allows providing damping of oscillations of front and/or rear edges of end section of blade angular sector of stator.

16 cl, 11 dwg

RU 2587026 C2

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к области статоров компрессора газотурбинного двигателя, такого как турбовинтовой или турбореактивный двигатель самолета.

Компрессор в газотурбинном двигателе изготавливается из множества ступеней компрессора, каждая из которых содержит кольцевой ряд движущихся лопаток, установленных на валу двигателя, а также статора, установленного на внешнем кольцевом корпусе двигателя.

Статор компрессора может быть образован кольцом или может быть разделен на сектора (т.е. образован множеством угловых секторов, соединенных по окружности торец в торец вокруг продольной оси компрессора). В настоящей заявке термин "угловой сектор статора" (или, более кратко, "сектор статора") используется для обозначения любого углового сектора статора и представляет угол, меньше или равный 360°.

Каждый сектор статора имеет внешний бандаж и внутренний бандаж, установленные соосно друг с другом, вместе с одной (или более) лопаткой, проходящей радиально между бандажами и соединенной с ними своими радиальными концами.

Например, каждый угловой сектор статора установлен на внешнем кольцевом корпусе двигателя с помощью установочных выступов, предоставленных на каждом осевом конце внешнего бандажа этого сектора для зацепления с соответствующими канавками в корпусе.

При работе на такой сектор статора действуют высокие механические напряжения, как статические, так и колебательные.

В статорах по предшествующему уровню техники, в которых передняя и задняя кромки лопаток соединены с участками внешнего бандажа, которые являются очень толстыми и очень жесткими, эти механические напряжения по существу принимаются зонами передней кромки и задней кромки, соединенными с внешним бандажом сектора статора. Поскольку эти соединительные зоны являются тонкими и не очень прочными, существует риск того, что передняя и задняя кромки будут повреждены или даже разрушены.

В документе EP 1811131 предлагается уменьшить напряжения на передней и задней кромках лопаток секторов статора, уменьшив жесткость соединений лопаток статора для оптимизации перехода сил с лопаток на внешний бандаж. Для этого передние и/или задние кромки лопаток соединяются с зонами внешнего бандажа, которые имеют меньшую жесткость, чем зоны внешнего бандажа, соединенные, в частности, с установочными выступами. Тем не менее, такое решение не предоставляет удовлетворительного демпфирования передней и задней кромок лопаток в соединительных зонах, где они соединены с внешним бандажом, чтобы эффективно предотвратить разрушение лопаток в результате колебаний.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью настоящего изобретения является создание углового сектора статора, который эффективно ограничивает механические напряжения, действующие на каждую лопатку сектора статора при работе двигателя, в частности, на переднюю и/или заднюю кромки.

Эта цель достигается с помощью углового сектора статора компрессора газотурбинного двигателя, проходящего вокруг оси радиальной симметрии и содержащего внешний бандаж и внутренний бандаж, расположенные соосно, один внутри другого, и по меньшей мере одну лопатку, проходящую радиально между этими бандажами и соединенную с ними своими радиальными концами, в котором внешний бандаж имеет первое и второе установочные средства для установки углового сектора статора на корпус двигателя, при этом первое и второе установочные средства

ориентированы параллельно оси в противоположных направлениях и соединены друг с другом промежуточным участком; при этом сектор отличается тем, что внешний бандаж имеет защиту по меньшей мере одного осевого конца, проходящую от этого промежуточного участка, имеющую свободный конец и соединенный с радиально внешним концом лопатки; тем, что по меньшей мере одна демпфирующая вставка выполнена с возможностью входить в контакт с концевым участком; и тем, что за пределами заданной величины амплитуды колебаний концевого участка демпфирующая вставка и концевой участок выполнены с возможностью движения относительно друг друга так, чтобы изменять общую массу, движущуюся с концевым участком, тем самым изменяя характер колебаний этого концевого участка.

В настоящей заявке, если не указано иное, термины "передний" («вперед») и "задний" («назад») определены относительно общего направления потока газа в двигателе (спереди назад). Кроме того, ось двигателя является осью радиальной симметрии двигателя. Осевое направление соответствует направлению, в котором проходит ось двигателя, а радиальное направление является направлением, перпендикулярным этой оси. Аналогично, "осевая" плоскость является плоскостью, в которой лежит ось двигателя, а "радиальная" плоскость является плоскостью, перпендикулярной этой оси. Если не указано иное, прилагательные и наречия "осевой", "радиальный", "аксиально" и "радиально" используются со ссылками на определенные выше осевое и радиальное направления. Наконец, если не указано иное, прилагательные "внутренний" и "внешний" используются относительно радиального направления так, что внутренний участок или поверхность (т.е. радиально внутренний участок или поверхность) элемента расположен ближе к оси двигателя, чем внешний участок или поверхность (т.е. радиально внешний участок или поверхность) этого же элемента.

В настоящем описании термин "осевой концевой участок" используется для обозначения участка внешнего бандажа, который проходит в осевом направлении сектора статора. Преимущественно этот участок непосредственно соединен с участком лопатки, в котором сосредоточена колебательная активность, которую следует демпфировать.

В настоящем изобретении демпфирующая вставка служит для противодействия радиальному движению концевого участка при работе так, чтобы можно было ограничивать уровни колебаний лопаток, соединенных с концевым участком. Взаимодействие между демпфирующей вставкой и концевым участком более подробно описано ниже.

В одном примере работы демпфирующая вставка в состоянии покоя прижата к концевому участку или по меньшей мере находится в контакте с ним, или прикреплена к концевому участку.

Для первого в диапазоне амплитуд колебаний концевого участка демпфирующая вставка и концевой участок остаются прикрепленными друг к другу и совершают колебания вместе. Общая движущаяся масса, закрепленная на концевом участке, тогда соответствует сумме масс концевого участка и демпфирующей вставки.

Тем не менее демпфирующая вставка не соединена с концевым участком постоянным соединением. Следовательно, когда концевой участок достигает достаточного уровня колебательной активности (т.е., когда радиальные движения концевого участка достигают предельного значения), тогда под действием инерции демпфер теряет контакт с концевым участком или больше не остается прикрепленным к нему. В этих обстоятельствах демпфирующая вставка и концевой участок совершают колебания отдельно друг от друга и общая движущаяся масса, прикрепленная к концевому участку,

равна только массе концевого участка.

Изменяя общую движущуюся массу, которая прикреплена к концевому участку, демпфирующая вставка противодействует режиму колебаний и изменяет частоту колебаний. Это препятствует входу режима колебаний статора в резонанс. Демпфирующая вставка возбуждается источником возбуждения на частоте, которая не соответствует одной из ее собственных резонансных частот, и вставка, таким образом, на входит в резонанс, а, скорее, участвует в противодействии движениям бандажа статора.

В другом примере работы контакт между концевым участком и демпфирующей вставкой в состоянии покоя является неустойчивым (не постоянным). Такая потеря контакта может возникнуть в результате, например, износа контактирующих поверхностей. В таких обстоятельствах для небольших уровней колебаний концевого участка общая движущаяся масса, прикрепленная к этому концевому участку, меньше, чем сумма масс демпфирующей вставки и концевого участка.

Когда концевой участок достигает достаточного уровня колебательной активности (т.е., когда радиальные движения достаточны для преодоления начального зазора, имеющегося между концевым участком и демпфирующей вставкой), демпфер прижимается к концевому участку, и его масса суммируется с массой концевого участка. И вновь, изменение общей движущейся массы, прикрепленной к концевому участку, приводит к изменению частоты колебаний. Благодаря этому изменению частоты колебаний больше не возникает какого-либо резонанса.

В варианте настоящего изобретения концевой участок взаимодействует с по существу соосным язычком, расположенным радиально на его внешней стороне для определения по меньшей мере одной полости, открытой в сторону осевого конца внешнего бандажа. Другими словами, внешний бандаж содержит по меньшей мере на одном осевом конце полость, открытую в сторону этого осевого конца и проходящую между концевым участком и внешним радиальным язычком, несущим одно из первого и второго установочных средств.

В конкретном варианте внешний бандаж включает в себя переднюю полость, открывающуюся в сторону переднего конца внешнего бандажа, и заднюю полость, открывающуюся в сторону заднего конца внешнего бандажа, при этом в по меньшей мере одной из этих полостей расположена по меньшей мере одна демпфирующая вставка. В одном варианте по меньшей мере одна демпфирующая вставка может быть расположена в каждой полости внешнего бандажа. Понятно, что в таких обстоятельствах внешний бандаж имеет центральный промежуточный участок, соединенный с передним и задним установочными средствами внешнего бандажа, и два осевых концевых участка - один проходящий вперед, и второй, проходящий назад от этого промежуточного участка.

В варианте настоящего изобретения внешний бандаж выполнен как одна деталь. Другими словами, крепежные средства, промежуточный участок и осевой концевой участок (участки) выполнены заодно. Внешний бандаж может быть изготовлен, например, литьем. В другом варианте его форма в равной степени может быть получена машинной обработкой.

В другом варианте весь сектор статора может быть выполнен как одна деталь. Другими словами, узел, состоящий из внешнего бандажа, внутреннего бандажа и лопатки (лопаток), образует конструкцию единой детали, которая легче в изготовлении и прочнее, чем набор из нескольких деталей, собранных вместе.

В варианте настоящего изобретения демпфирующая вставка является участком

кольца, выполненным с возможностью установки без зазора на осевой концевой участок внешнего бандажа. Этот участок кольца может быть, например, участком тороидального кольца или кольца, являющегося по существу цилиндрическим.

В варианте настоящего изобретения на осевом концевом участке выполнено по меньшей мере одно углубление, имеющее форму, ответную форме демпфирующей вставки, и образующее удерживающее средство для демпфирующей вставки.

В варианте настоящего изобретения демпфирующая вставка содержит упругий пружинный зажим, имеющий участок гильзы и участок крюка, проходящий от этого участка гильзы радиально наружу и вперед к открытому осевому концу внешнего бандажа, при этом участок гильзы выполнен с возможностью радиально прижиматься к концевому участку внешнего бандажа, например, к радиально внешнему язычку внешнего бандажа или к поверхности корпуса двигателя. В настоящем описании термин "зажим" определен как участок кольца, содержащий участок гильзы и участок крюка, проходящий от участка гильзы радиально наружу и к открытому концу полости, в которую он вставлен.

В другом варианте настоящего изобретения участок гильзы пружинного элемента выполнен с возможностью прижиматься к промежуточному участку внешнего бандажа. Более конкретно, и когда внешний бандаж имеет полость, определенную между осевым концевым участком и радиально внешним язычком, участок гильзы зажима выполнен с возможностью опираться своим осевым концом, направленным внутрь полости, к среднему участку внешнего бандажа, соединяющему концевой участок и радиально внешний язычок, и образует торцевую стенку полости. Для этого участок гильзы может, например, иметь основной участок, который по существу является частью цилиндра и который может быть удлинен в направлении его осевого конца внутрь полости дополнительным участком, расходящимся наружу.

Участок гильзы на своей радиально внутренней поверхности также может иметь по меньшей мере одну выемку. Такая выемка позволяет снизить вес и позволяет лучше позиционировать контакт между пружинным элементом и концевым участком внешнего бандажа.

В другом варианте изобретения радиально внешний язычок внешнего бандажа является выступом, направленным радиально внутрь полости, при этом выступ образует осевой удерживающий стопор для этого зажима. Таким образом, можно избежать ошибок монтажа, поскольку зажим удерживается внутри полости внешнего бандажа. В частности, предотвращается выпадение пружинного элемента из полости и его потеря во время установки. Такая конструкция также позволяет предотвратить прямой контакт между пружинным элементом и корпусом, тем самым защищая корпус.

В другом варианте осевой концевой участок определяет по меньшей мере часть камеры или полости, которая закрыта и герметизирована и в которой расположен маховик или демпфирующая вставка.

Например, демпфирующая вставка может быть твердым телом, порошком, в частности, металлическим порошком, или даже жидкостью (или другим материалом, который плавится при рабочей температуре). Демпфирующая вставка предпочтительно изготовлена из плотного материала, например, стали, никеля, вольфрама, обедненного урана и пр.

Как правило, камера должна быть заполнена почти полностью, чтобы уменьшить относительные движения между демпфирующей вставкой и камерой.

При использовании порошка размер его зерен предпочтительно выбирают очень мелким, чтобы избежать изменения со временем параметров системы.

Режим работы совпадает с описанным выше. Демпфирующая вставка движется между положением, в котором она контактирует с осевым концевым участком внешнего бандажа, и положением, в котором она больше не контактирует с этим концевым участком. Тем не менее, в таких обстоятельствах, концевой участок может подвергаться деформации как в направлении радиально наружу, так и в направлении радиально внутрь.

Как правило, во всех вариантах настоящего изобретения демпфирование колебаний в лопатке можно определить следующим образом.

Осевой концевой участок внешнего бандажа, совершая колебания, движется между первым предельным положением и вторым предельным положением.

По меньшей мере в одном из этих положений демпфирующая вставка находится в контакте с концевым участком.

В промежуточном положении между первым и вторым положениями и/или если демпфирующая вставка входит в контакт с концевым участком только в одном из этих положений, то в другом из этих положений демпфирующая вставка не контактирует с концевым участком.

Таким образом, согласно настоящему изобретению существует по меньшей мере один момент t1, когда общая движущаяся масса, прикрепленная к концевому участку, равна массе этого участка плюс масса демпфирующей вставки, и по меньшей мере один момент t2, когда эта масса уменьшается до массы одного только концевого участка.

Изменение массы между моментами t1 и t2 приводит к изменению частоты, поэтому колебания демпфируются, а резонанс не возникает.

Согласно настоящему изобретению также предоставляется статор газотурбинного двигателя, выполненный из одного или более углового сектора статора, описанного выше. Предоставляется также газотурбинный двигатель, включающий в себя по меньшей мере один такой статор.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Другие отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения будут понятны из нижеследующего подробного описания вариантов изобретения, приведенных в качестве неограничивающих примеров. В описании приведены ссылки на приложенные чертежи, где:

Фиг. 1A - фрагментарное продольное сечение компрессора газотурбинного двигателя, содержащего по меньше мере один угловой сектор статора по первому варианту реализации изобретения.

Фиг. 1B - вариант реализации по фиг. 1A.

Фиг. 2A-6C - фрагментарные осевые сечения угловых секторов статора по другим вариантам реализации изобретения.

Подробное описание вариантов реализации изобретения

Компрессор 10 показан схематически, и его часть, показанная на фиг. 1A, содержит множество ступеней сжатия, из которых показаны только две. Каждая ступень сжатия содержит кольцевой ряд движущихся лопаток 12, установленных на диске 14, который смонтирован на валу ротора (не показан) газотурбинного двигателя, и неподвижный статор 18, установленный на внешнем корпусе 20 двигателя, и образованный одной или более угловыми секциями статора, расположенными по окружности торец в торец. Ось радиальной симметрии компрессора на фиг. 1A обозначена A.

Сектор 18 статора, относящийся к типу, показанному на фиг. 1A, имеет внутренний и внешний бандажи 22 и 24, например, образующие части цилиндров, проходящих один внутри другого и соединенных друг с другом одной или более радиальной лопаткой

26. Каждая из этих лопаток 26 имеет поверхность вогнутой стороны или стороны давления и поверхность выпуклой стороны или стороны всасывания, и эти поверхности соединены друг с другом на переднем и заднем концах так, чтобы образовать переднюю кромку 28 и заднюю кромку 30 для воздуха, который протекает через компрессор 10.

Внутренний бандаж 22 на своей внутренней поверхности несет истираемое покрытие 32 для взаимодействия с радиальными скользящими контактами 34, установленными на валу ротора (не показан) для предотвращения обратного потока газа под внутренним бандажом 22.

В примере, показанном на фиг. 1А, внешний бандаж 24 сектора 18 статора выполнен как единая деталь и имеет радиально внутренний язычок 36, к которому прикреплены радиально внешние концы лопаток 26, и радиально внешний язычок 38, соосный радиально внутреннему язычку 36, при этом эти язычки соединены друг с другом средним участком 40.

В показанном примере средний участок 40 расположен на переднем конце внешнего бандажа 24, а непосредственно к нему прикреплены передние концы радиально внутреннего и радиально внешнего язычков 36, 38. Полость 42, открытая в сторону заднего конца внешнего бандажа 36, таким образом, определяется радиально внутренним и радиально внешним язычками 36, 38 (которые образуют стенки полости) и средним участком 40 (который является торцевой стенкой полости).

В варианте, который не показан на чертежах, в радиально внутреннем язычке 36 между всеми или только некоторыми лопатками 26 сектора 18 статора могут быть выполнены прорези.

На каждом из своих осевых концов внешний бандаж имеет средства для монтажа сектора 18 статора на корпус 20 двигателя. На фиг. 1А эти установочные средства содержат передний установочный выступ 44 в форме участка, выступающего вперед от среднего участка 40, и задний установочный выступ 46, сформированный на конце радиально внешнего язычка 38, состоящий из участка 48 кольца, проходящего по существу радиально наружу, и цилиндрического участка 50, проходящего назад от внешнего радиального конца участка 48 кольца. Каждый из этих установочных выступов 44, 46 предназначен для взаимодействия с соответствующей канавкой 52, 54 в корпусе 20.

В этом примере радиально внешний язычок 38 и средний участок 40 образуют промежуточный участок 41, соединяющий друг с другом установочные выступы 44 и 46.

Радиально внутренний язычок 36 образует осевой концевой участок, проходящий от промежуточного участка 41, предоставленный со свободным концом 43 и соединенный с внешним радиальным концом лопатки 26.

Легко понять, что концевой участок 36, который удален от зацепления между установочными выступами 44, 46 с канавками 52, 54 корпуса 20, имеет жесткость, существенно меньшую, чем в зонах (41) внешнего бандажа 24, которые непосредственно соединены с этими выступами 44, 46. Концевой участок 36 преимущественно выполнен как можно более тонким, чтобы придать ему еще большую гибкость.

Следует отметить, что в упрощенном варианте реализации изобретения, показанном на фиг. 3А-5, задний установочный выступ также может быть просто образован участком, расположенным на конце радиально внешнего язычка 38 и иметь форму единственного участка цилиндра 46′.

В настоящем изобретении полость 42 внешнего бандажа 24 выполнена с возможностью принимать вставку, обеспечивающую демпфирование (обозначаемую

ниже как «демпфирующая вставка»).

В примере, показанном на фиг. 1А, эта демпфирующая вставка является тороидальным кольцом для установки в кольцевую полость, например, сформированную соответствующими полостями 42 множества секторов 18 статора, соединенных друг с другом по окружности торец в торец для формирования статора. Точнее, для данного сектора статора демпфирование осуществляется участком 601 этого тороидального кольца, расположенного в полости 42 сектора статора и проходящего над тем же угловым сектором, что и сектор статора.

Тороидальное кольцо может быть выполнено как единая кольцевая деталь. Как вариант, оно может быть составлено из множества участков кольца, соединенных торец в торец друг с другом для получения кольца окружностью 360°. Для этого каждый участок кольца может содержать на каждом из своих двух радиальных концов элемент в форме крюка, или любое другое механическое соединительное средство для удержания двух частей друг с другом с натяжением.

На внешней поверхности радиально внутреннего язычка 36 имеется участок 62 кольцевой канавки, имеющий форму, ответную сечению кольца в осевой плоскости, и который образует осевое удерживающее средство для участка 601 кольца.

Участок 601 кольца предпочтительно устанавливается на сектор статора без зазора. Тем не менее, его зажим можно оптимизировать в экстремальных ситуациях (в частности, в моменты резонанса в критических режимах) и, в частности, в зависимости от температуры, относительного расширения деталей и т.д.

Демпфирующее действие участка 601 кольца на внешний бандаж 24 происходит следующим образом: в состоянии покоя участок 601 кольца просто прижат к радиально внутреннему язычку 36 внешнего бандажа 24. Радиальному движению участка 601 кольца ничто не мешает. Кроме того, отсутствует постоянное соединение для фиксации участка 601 кольца на радиально внутреннем язычке 36 в форме сварки, пайки и пр. При работе в первом диапазоне величин амплитуды колебаний радиально внутреннего язычка, участок 601 кольца и радиально внутренний язычок 36 движутся вместе (т.е. обе эти детали совершают колебания совместно). Когда радиально внутренний язычок 36 достигает предельной амплитуды колебаний, участок 601 кольца отделяется от радиально внутреннего язычка так, что общая масса, движущаяся вместе с радиально внутренним язычком, изменяется. Это изменение массы и жесткости радиально внутреннего язычка приводит к изменению частоты резонансного режима или каждого резонансного режима детали, которая больше не соответствует частоте источника (источников) возбуждения и, следовательно, затухает. Ситуация, генерируемая наличием участка 601 кольца, является нестабильной ситуацией, что дает преимущество, заключающееся в отсутствии необходимости постоянно рассеивать энергию.

На фиг. 1В показан вариант решения по фиг. 1А, в котором внешний бандаж 24 сектора статора не имеет осевой полости.

Как и в вышеописанном примере, внешний бандаж 24 имеет первый установочный выступ 44, направленный вперед, второй установочный выступ 46, направленный назад, и промежуточный участок 41, соединенный с двумя установочными выступами 44 и 46 и с верхним концевым участком лопатки 26.

В этом варианте второй установочный выступ 46 расположен в направлении середины внешнего бандажа 24 в осевом направлении, т.е. он расположен дальше вперед, чем в предыдущем примере. Внешний бандаж 24 в этом примере не имеет внешнего радиального язычка.

Назад от промежуточного участка 41 проходит только концевой участок 36,

соединенный с верхним концом лопатки 26 и обращенный к части корпуса 20 двигателя.

На этот концевой участок 36 между промежуточным участком 41 и свободным концом 43 можно установить демпфирующую вставку 601, описанную выше со ссылками на фиг. 1A, которая будет работать точно так же.

На фиг. 2A и 2B показан второй вариант реализации настоящего изобретения, в котором демпфирующей вставкой является участок 602 цилиндрического кольца, внутренняя поверхность которого прижата в состоянии покоя к внешней стороне радиально внутреннего язычка 36. По сравнению с вариантами по фиг. 1A и 1B такая форма позволяет увеличить площадь опоры между демпфирующей вставкой и радиально внутренним язычком 36.

Все элементы, являющиеся общими с вариантами реализации по фиг. 1A и 1B, имеют те же числовые позиции и не описываются снова для краткости. Работа демпфирующей вставки 602 также идентична описанной со ссылками на фиг. 1A.

В примере по фиг. 2A в радиально внутреннем язычке 36 выполнено углубление 62′, имеющее форму, ответную форме участка 602 кольца. Это углубление служит для удержания участка 602 кольца в осевом направлении, когда оно устанавливается в полости 402.

В преимущественном варианте, показанном на фиг. 2B, можно предусмотреть углубление 61′, открытое в сторону заднего конца внешнего бандажа 24. Такое углубление облегчает установку цилиндрического кольца в осевом направлении с учетом того, что кольцо является относительно жестким благодаря его форме. В такой конфигурации демпфирующая вставка удерживается от перемещения в осевом направлении, во-первых, углублением 62′ и во-вторых, опорой участка 602 кольца после сборки на корпус 20 или по меньшей мере наличием поверхности корпуса, обращенной к осевому концу участка 602 кольца, после того, как оно будет установлено в углубление 62′.

Позиционирование контактов между участком 602 кольца и радиально внутренним язычком 36 внешнего бандажа 24 можно улучшить, выполнив выемку (не показана) в радиально внутренней поверхности участка 602 кольца.

В других вариантах демпфирующая вставка может быть участком кольца, имеющим любое другое подходящее сечение или массу. Ее положение внутри полости в осевом направлении также можно оптимизировать.

Преимущественно, демпфирующая вставка должна располагаться в зоне, в которой радиальные движения внешнего бандажа являются наибольшими. По существу кольцо нужно поместить как можно ближе к свободному концу радиально внутреннего язычка 36.

На фиг. 3A показан третий вариант настоящего изобретения, в котором демпфирующая вставка является упругим пружинным зажимом 604, который после установки в полость 42 должен упираться в радиально внутренний и радиально внешний язычки 36 и 38 внешнего бандажа 24.

Как можно видеть на фиг. 3A, зажим 604 в осевой плоскости имеет сечение в форме строчной буквы "h", при этом ее вертикальная часть лежит на радиально внутреннем язычке 36 внешнего бандажа 24. Более конкретно, зажим 604 является участком кольца, имеющим участок 71 гильзы и участок 73 крюка, проходящий от этого участка 71 гильзы радиально наружу и затем к открытому концу полости 42. Участок 71 гильзы и участок 73 крюка образуют пружину, которая опирается радиально на радиально внутренний язычок 36 и радиально внешний язычок 38 внешнего бандажа 24 с небольшим усилием зажима. Гибкость зажима 604 необходимо оптимизировать для

получения хорошего контакта с радиально внутренним язычком и с радиально внешним язычком при сохранении достаточной гибкости для демпфирования вибраций радиально внутреннего язычка, как будет более подробно описано ниже.

Участок 71 гильзы имеет основной участок 68, по существу, в форме цилиндра и продолжающийся своим осевым концом, направленным внутрь полости 42 участком 72, который расширяется в радиальном направлении наружу.

Как показано на фиг. 3А, торец 70 осевого конца расширяющегося участка 72 после установки может опираться на торцевую стенку полости 42, т.е. на средний участок 40 и, более конкретно, на торец среднего участка 40, который проходит по существу в радиальной плоскости.

Внутренняя сторона основного участка 68 опирается на радиально внутренний язычок 36 внешнего бандажа 24.

В показанном примере выемка 82, выполненная на радиально внутренней стороне основного участка 68, также служит для снижения массы и улучшения позиционирования контактов между зажимом 604 и радиально внутренним язычком 36 внешнего бандажа 24.

Примерно на полпути между своими двумя осевыми концами участок 71 гильзы продолжается участком 73 крюка, который сам имеет среднюю часть 74, образующую часть кольца, проходящего радиально наружу от основного участка 68, и концевой участок 76, который по существу имеет форму участка и который проходит от радиально внешнего конца участка 74 кольца наружу относительно полости 42 (в этом примере - назад).

Радиально внешняя сторона участка 73 крюка может сильно опираться на радиально внешний язычок 38.

Для того, чтобы обеспечить такое сильное прижатие, концевой участок 76 имеет опорный участок в форме дополнительной толщины, которая проходит радиально наружу, при этом радиально внешняя сторона участка дополнительной толщины опирается на ответную поверхность радиально внешнего язычка 38.

В варианте, показанном на фиг. 3А, концевой участок 76 образован из тонкого первого сегмента 78, гибкость которого оптимизирована, и который соединен с участком 74 кольца, и второго сегмента 80, который является опорным участком и который расположен так, чтобы продолжать первый сегмент 78, в то же время обладая радиально внешним диаметром, который больше диаметра первого сегмента 78. Радиально внешняя сторона второго сегмента 80 образует радиальную опорную поверхность, подходящую для контакта с радиально внешним язычком 38 внешнего бандажа 24, когда зажим 604 вставлен в полость 42.

На фиг. 3В показан предпочтительный вариант реализации изобретения, в котором несущий участок (дополнительной толщины) 80 концевого участка 76 расположен по существу совпадая с серединой выемки 82 в осевом направлении. Такая конфигурация позволяет предотвратить опрокидывание зажима 604.

Зажим 604 может быть кольцевым или он может состоять из секторов.

Когда зажим 604 разделен на секторы, угол каждого углового сектора может быть равен углу сектора статора, в который зажим устанавливается, или быть меньше или больше этого угла. Тем не менее, пружинный элемент по существу будет проходить по всему угловому сектору статора.

Участок 73 крюка необязательно может иметь форму одного или более "подсекторов", каждый из которых проходит по окружности только по части углового сектора, занятого участком 71 гильзы.

Более конкретно, цилиндрический участок 76 может иметь форму одного или более "подсекторов" участка 73 крюка, при этом каждый подсектор проходит по окружности только от части участка 74 кольца.

Зажим 604, описанный выше, можно вставлять в полость 42 скольжением по касательной, прежде чем сектор будет установлен на корпус двигателя, когда угловой сектор статора 18 представляет собой угол менее 360°, или путем скольжения в осевом направлении (в частности, когда угловой сектор статора занимает 360°).

Как видно на фиг. 3A и 3B, когда статор установлен, зажим 604 упирается своим передним концом в торцевую стенку полости 42, а задним концом 84 участка 73 крюка в корпус 20 двигателя. Таким образом, он удерживается в осевом направлении в положении внутри полости 42.

Альтернативно или дополнительно, зажим 604 после установки также может опираться на корпус 20 двигателя через задний конец участка 71 гильзы.

В другом варианте реализации основной участок 68 зажима 604 может располагаться в углублении, сформированном в радиально внутреннем язычке внешнего бандажа. Зажим 604 затем удерживается в осевом направлении так же, как и участки 601 и/или 602 кольца вариантов реализации по фиг. 1, 2A и 2B.

В еще одном примере варианта реализации дополнительная толщина 80 цилиндрического участка 76 может быть выполнена с возможностью образовывать язычок, который можно вставить при установке в соответствующую канавку радиально внешнего язычка 38, тем самым удерживая зажим 604 в осевом направлении.

Также можно предотвратить тангенциальное движение зажима 604, добавив блокирующее утолщение или любое другое стопорное средство, установленное на внешнем бандаже.

В состоянии покоя зажим 604 контактирует с обеими стенками полости 42 во внешнем бандаже и, в частности, с радиально внутренним язычком 36 внешнего бандажа 24. При работе, когда амплитуда колебаний радиально внутреннего язычка меньше данной предельной величины, зажим 604 и радиально внутренний язычок 36 совершают колебания, оставаясь в контакте. Когда радиально внутренний язычок достигает этой предельной амплитуды колебаний и превышает ее, зажим 604 отделяется от радиально внутреннего язычка 36 так, чтобы общая масса, движущаяся с радиально внутренним язычком 36, уменьшилась. Это изменение массы приводит к изменению резонансной частоты, и поскольку она больше не соответствует частоте источника возбуждения, колебания затухают.

Далее следует описание четвертого варианта со ссылкой на фиг. 4.

В этом варианте демпфирующая вставка является зажимом 605, имеющим такую же конструкцию, что и зажим 604, описанный со ссылками на фиг. 3A и 3B. В частности, он также имеет сечение в осевой плоскости, имеющее форму строчной буквы "h", вертикальная часть которой лежит на радиально внутреннем язычке 36 внешнего бандажа 24. Поэтому его подробное описание опускается.

Этот четвертый вариант отличается от показанного на фиг. 3A и 3B только тем, что радиально внешний язычок 398 имеет выступающую часть 86, проходящую радиально внутрь полости 42, тем самым образуя осевой удерживающий стопор для демпфирующей вставки в форме зажима 605.

Таким образом, конец участка 73 крюка опирается и радиально в радиально внешний язычок 38, и своим задним торцом 84 в осевом направлении в удерживающий стопор 86.

Зажим 605, таким образом, удерживается в осевом направлении внутри полости 42

внешнего бандажа и не может выйти из нее, в частности, во время монтажа или перед тем, как сектор 18 статора будет смонтирован в корпусе 20 двигателя. Такие конструкции также позволяют избежать прямого контакта между зажимом 605 и корпусом 20, тем самым защищая корпус 20 от износа в результате трения.

В этом варианте реализации зажим 605 нормально монтируется скольжением по касательной.

На фиг. 5 показан пятый вариант реализации изобретения.

В этом варианте радиально внешний язычок 38 несет на своей радиально внутренней поверхности осевой удерживающий стопор 86', состоящий из первого сегмента 88 и второго сегмента 90, внутренний диаметр которого меньше, чем внутренний диаметр первого сегмента 88, так что между первым сегментом 88 и вторым сегментом 90 образовано плечо 92.

Как и в третьем, и в четвертом вариантах, описанных выше, демпфирующая вставка является зажимом 606, с сечением в осевой плоскости, имеющим форму строчной буквы "h", вертикальная часть которой опирается на радиально внутренний язычок 36 внешнего бандажа 24.

Зажим 606 имеет участок 71 гильзы, который по существу идентичен зажимам 604 и 605, и от которого проходит участок 73 крюка, имеющий средний участок 74, проходящий радиально наружу, и гибкий концевой участок 94, который в этом примере образует усеченный конус, расширяющийся наружу от радиально внешнего конца среднего участка 74.

Благодаря своей форме и небольшой толщине, концевой участок 94 обладает упругостью, что позволяет ему, когда зажим 606 вставлен в осевом направлении в полость 42, изгибаться во взаимодействии со вторым сегментом 90 осевого удерживающего стопора 86' и возвращаться наружу, когда он пройдет за этот стопор.

Когда зажим 606 установлен в полость 42, передний торец 70 участка 71 гильзы опирается на средний участок 40 внешнего бандажа 24, а задний конец конического участка 94 удерживается на плече 92, благодаря чему зажим 606 удерживается в положении внутри полости 42.

В этом варианте реализации, и когда зажим 606 является кольцевым, необходимо создать устройство, которое позволило бы осуществлять демонтаж.

Например, демонтаж может облегчиться, если участок 73 крюка является разрезным и имеет арочные или зубчатые элементы, выполненные с возможностью их отгиба, чтобы пройти под вторым сегментом 90 осевого удерживающего стопора 86.

В конкретной конфигурации, в которой статор состоит из множества угловых секторов, расположенных торец в торец, устройство для демонтажа должно существовать по меньшей мере на одном из угловых секторов, например, на секторе, в котором выполнено отверстие для эндоскопа. В таких обстоятельствах, когда этот сектор извлечен, другие можно будет извлечь еще более легко, сдвигая их по касательной в зону, которая имеет конфигурацию, позволяющую извлечь их по принципу байонетного крепления.

Во всех показанных и описанных выше вариантах реализации задние кромки 30 прикреплены к концу осевого концевого участка 36 (в этих примерах - к его заднему концу), который удален от более жесткого среднего участка. Задние кромки 30 лопаток 26, таким образом, прикреплены к части внешнего бандажа 24, которая не обладает высокой жесткостью, и в любом случае ее жесткость меньше, чем у участка, к которому прикреплены передние кромки 28 лопаток. Такая конфигурация является особенно подходящей, когда задние кромки 30 лопаток 26 при работе совершают радиальные

движения, которые превышают движения, совершаемые передними кромками 28.

Наоборот, можно предусмотреть внешний бандаж 24, имеющий промежуточный участок 41, расположенный на его заднем конце. В таких обстоятельствах передние кромки 28 лопаток 26 будут прикреплены к участку внешнего бандажа 24 (т.е. к периферическому концу осевого концевого участка 36), который не является столь же жестким, что и участок, к которому прикреплены задние кромки 30 лопаток 26. Такая конфигурация особенно подходит, когда передние кромки 28 лопаток 26 совершают при работе радиальные движения, которые больше радиальных движений, совершаемых задними кромками 30.

Можно также предусмотреть, чтобы промежуточный участок 41 был расположен на расстоянии от осевых концов внешнего бандажа 24 и предпочтительно находился по существу в центре этого бандажа 24 относительно осевого направления.

В таких обстоятельствах внешний бандаж 24 может, например, иметь две полости: переднюю полость, открывающуюся в сторону переднего конца бандажа, и заднюю полость, открывающуюся в сторону его заднего конца. В этом случае каждый радиальный язычок состоит из двух пар язычков: передней пары и задней пары, и эти пары соединены друг с другом средним участком. Передняя полость определена участком переднего, радиально внутреннего язычка, участком переднего, радиально внешнего язычка и средним участком. Таким же образом, задняя полость определена участком заднего, радиально внутреннего язычка, участком заднего, радиально внешнего язычка и средним участком.

Можно предусмотреть, что одна или более демпфирующих вставок расположена только в одной из этих двух полостей. Можно также предусмотреть, что в каждую из полостей внешнего бандажа установлена по меньшей мере одна демпфирующая вставка.

Такая конфигурация особенно подходит в том случае, когда передние кромки 28 и задние кромки 30 лопаток 26 подвергаются высокому уровню колебательной активности так, что существует возможность входа: полностью развязанные режимы колебаний войдут в резонанс раздельно на передних и задних кромках 28 и 30.

Следует отметить, что установка в полость внешнего бандажа элемента, образующего стопор, облегчается, когда высота и глубина полости являются большими.

В вариантах, показанных на фиг. 1A и 2A-5, переднее и заднее установочные средства 44, 46 и 46' для установки сектора 18 статора на корпус 20 двигателя взаимно смещены в радиальном направлении. Например, на фиг. 1A в частности показано, что соединение между задним установочным выступом 46 (т.е. установочным выступом, установленным на радиально внешнем язычке 38, и расположенным рядом с полостью 42) и соответствующей канавкой 54 в корпусе было поднято.

Такая конструкция позволяет увеличить высоту (в радиальном направлении) внешнего бандажа и, следовательно, полости 42.

Когда полость выполняется машинной обработкой, такая конструкция также позволяет увеличить глубину полости 42. Из-за ограничений, связанных с машинной обработкой (ограничений, накладываемых, в частности, применяемым инструментом), высота полости 42 определяет ее глубину. Чем больше высота полости 42, тем больше можно увеличить глубину полости и на тем большие радиальные перемещения может воздействовать демпфер.

Следует отметить, что все демпфирующие вставки, описанные со ссылками на фиг. 2A-5, могут взаимодействовать с внешним бандажом одинаково, как показано на фиг. 1B. В этих обстоятельствах зажимы 604, 605 и 606 опираются на концевой участок 36 и на обращенную к ним поверхность корпуса 20 двигателя.

На фиг. 6A показан шестой вариант реализации настоящего изобретения, в котором концевой участок 36 внешнего бандажа 24 имеет по меньшей мере одну выпуклость 49 (показанную на фиг. 6B, более подробно описываемой ниже), в котором создана камера 45, которая может закрываться крышкой 47 или завариваться.

Камера 45 определяется радиально внутренней стороной 45a, радиально внешней стороной 45b и боковыми сторонами 45c.

Она в значительной степени заполнена демпфирующей вставкой 607 в форме жидкости, металлического порошка или сплошного элемента особой формы. Как показано на местном виде на фиг. 6A, в состоянии покоя между демпфирующей вставкой 607 и одной из радиально внутренней стороны 45a и радиально внешней стороны 45b камеры 45 (в зависимости от ориентации сектора статора) сохраняется зазор e.

Для того, чтобы избежать утечек, камера 45, закрытая крышкой 47, полностью герметична.

Для демпфирующей вставки 607 предпочтительно выбирать очень плотный материал, типа стали или никеля.

Принцип работы этого варианта реализации аналогичен описанному выше.

В состоянии покоя и при небольших колебаниях концевого участка демпфирующая вставка 607 находится в контакте с одной из радиально внутренней и радиально внешней сторон камеры 45.

Когда концевой участок достигает определенной амплитуды колебаний, в результате эффекта инерции демпфирующая вставка 607 движется так, чтобы занять промежуточное положение, в котором она больше не контактирует с одной из радиально внутренней или радиально внешней сторон 45a и 45b камеры 45.

В этот момент общая масса, движущаяся с концевым участком 36, изменяется.

Затем, демпфирующая вставка 607 ударяется о другую из радиально внутренней стороны 45a и радиально внешней стороны 45b камеры 45, еще раз изменяя общую движущуюся массу.

За счет изменения этой общей массы демпфирующая вставка изменяет резонансную частоту и, таким образом, дает возможность в долгосрочном плане предотвратить разрушение лопаток в результате вибрационной усталости.

Следует отметить, что хотя камера может быть обработана непосредственно в концевом участке 36 внешнего бандажа, как описано выше, можно также формировать ее как вставку, приваривая отдельные элементы, образующие боковую сторону 45c и радиально внешнюю сторону 45b камеры 45, к концевому участку 36. В таких обстоятельствах концевой участок 36 внешнего бандажа 45 образует только радиально внутреннюю сторону 45a камеры 45.

На фиг. 6B приведен вид в перспективе сектора статора по настоящему варианту реализации. В этом варианте множество лопаток проходит радиально между внутренним бандажом 22 и внешним бандажом 24. Чтобы гарантировать гибкость концевого участка 36, он предпочтительно разделен на секции так, чтобы каждая его секция несла одну лопатку 26.

В показанном примере камера 45, содержащая демпфирующую вставку 607, проходит по ограниченной части концевого участка 36. Следовательно, такой демпфер выполняет локализованное демпфирование.

Тем не менее, следует отметить, что форма или ориентация камеры 45 не ограничивается показанным вариантом, и существенным признаком является то, что камера остается расположенной в точке или близко к точке максимального локального перемещения концевого участка 36.

На фиг. 5C представлен схематический вид, показывающий тот факт, что демпфирующая вставка 607 (и, следовательно, в этом варианте, камера 45) предпочтительно расположена как можно дальше от конца лопатки 26.

Формула изобретения

1. Угловой сектор статора для компрессора газотурбинного двигателя, проходящий вокруг оси радиальной симметрии и содержащий:

внешний бандаж и внутренний бандаж, расположенные соосно один внутри другого; и

по меньшей мере одну лопатку, проходящую радиально между бандажами и соединенную с ними своими радиальными концами;

в котором внешний бандаж имеет первое и второе установочные средства для установки углового сектора статора на корпусе двигателя, при этом эти первое и второе установочные средства ориентированы параллельно оси в противоположных направлениях и соединены друг с другом промежуточным участком;

в котором внешний бандаж имеет по меньшей мере один осевой концевой участок, проходящий от промежуточного участка, снабженный свободным концом и соединенный с радиально внешним концом лопатки;

в котором по меньшей мере одна демпфирующая вставка выполнена с возможностью входить в контакт с концевым участком; и

в котором при превышении заданной величины амплитуды колебаний концевого участка демпфирующая вставка и концевой участок выполнены с возможностью двигаться относительно друг друга так, чтобы изменить общую движущуюся массу, которая движется с концевым участком, тем самым изменяя характер колебаний этого концевого участка, при этом внешний бандаж содержит по меньшей мере на одном осевом конце полость, открытую в сторону этого осевого конца, при этом полость проходит между концевым участком и внешним радиальным язычком, несущим одно из первого и второго установочных средств.

2. Угловой сектор статора по п. 1, в котором внешний бандаж содержит переднюю полость, открытую в сторону переднего конца, и заднюю полость, открытую в сторону заднего конца внешнего бандажа, при этом по меньшей мере в одну из этих полостей вставлена по меньшей мере одна демпфирующая вставка.

3. Угловой сектор статора по любому из пп. 1 и 2, в котором внешний бандаж выполнен как единая деталь.

4. Угловой сектор статора по п. 1, в котором демпфирующая вставка является участком кольца, выполненным с возможностью установки без зазора на концевой участок внешнего бандажа.

5. Угловой сектор статора по п. 4, в котором упомянутый участок кольца является участком тороидального кольца.

6. Угловой сектор статора по п. 4, в котором упомянутый участок кольца является по существу участком цилиндрического кольца.

7. Угловой сектор статора по п. 1, в котором на концевом участке выполнено по меньшей мере одно углубление, имеющее форму, ответную форме демпфирующей вставки, и образующее осевое средство удержания для демпфирующей вставки.

8. Угловой сектор статора по п. 1, в котором концевой участок определяет по меньшей мере часть герметичной камеры, в которую помещена демпфирующая вставка.

9. Угловой сектор статора по п. 8, в котором демпфирующая вставка является порошком.

10. Угловой сектор статора по п. 9, в котором демпфирующая вставка является жидкостью.

11. Угловой сектор статора по п. 1, в котором демпфирующая вставка содержит пружинный зажим, имеющий участок гильзы и участок крюка, проходящий от участка гильзы радиально наружу и в сторону полости, открытой к упомянутому осевому концу внешнего бандажа, при этом участок гильзы выполнен с возможностью радиально опираться на концевой участок внешнего бандажа, а участок крюка выполнен с возможностью радиально опираться на поверхность, противоположную концевому участку.

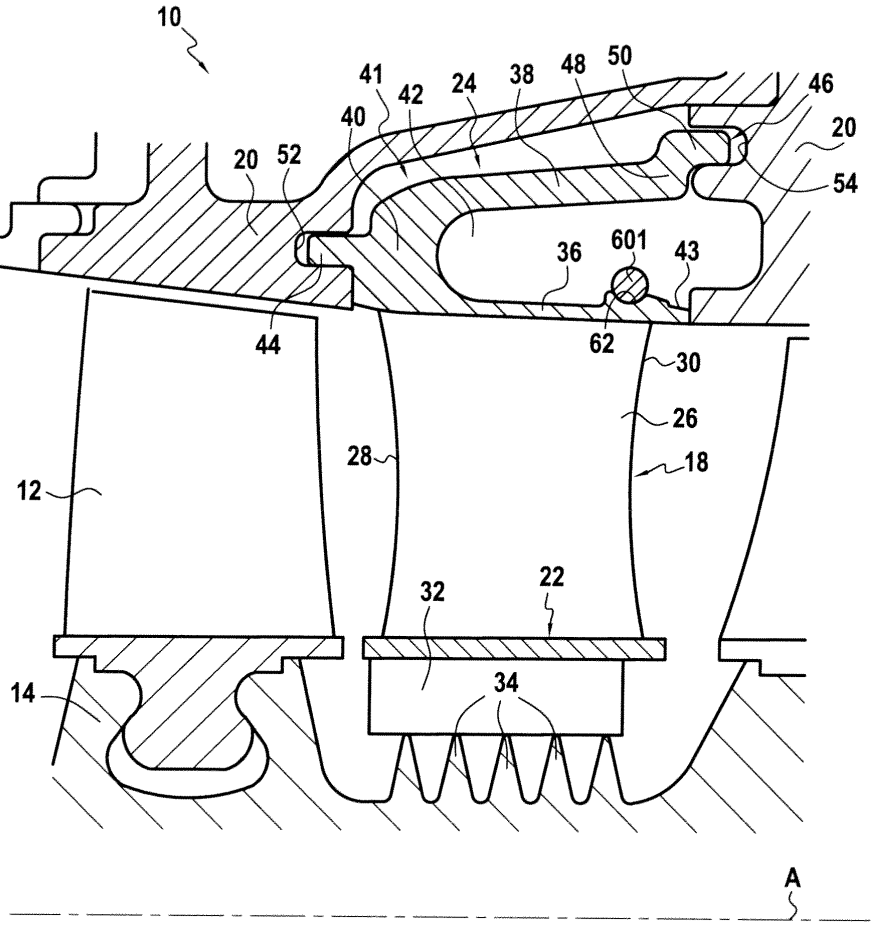
12. Угловой сектор статора по п. 11, в котором участок гильзы выполнен с возможностью опираться на промежуточный участок внешнего бандажа.

13. Угловой сектор статора по п. 11, в котором участок (71) гильзы содержит по меньшей мере одну выемку (82) на своей радиально внутренней стороне.

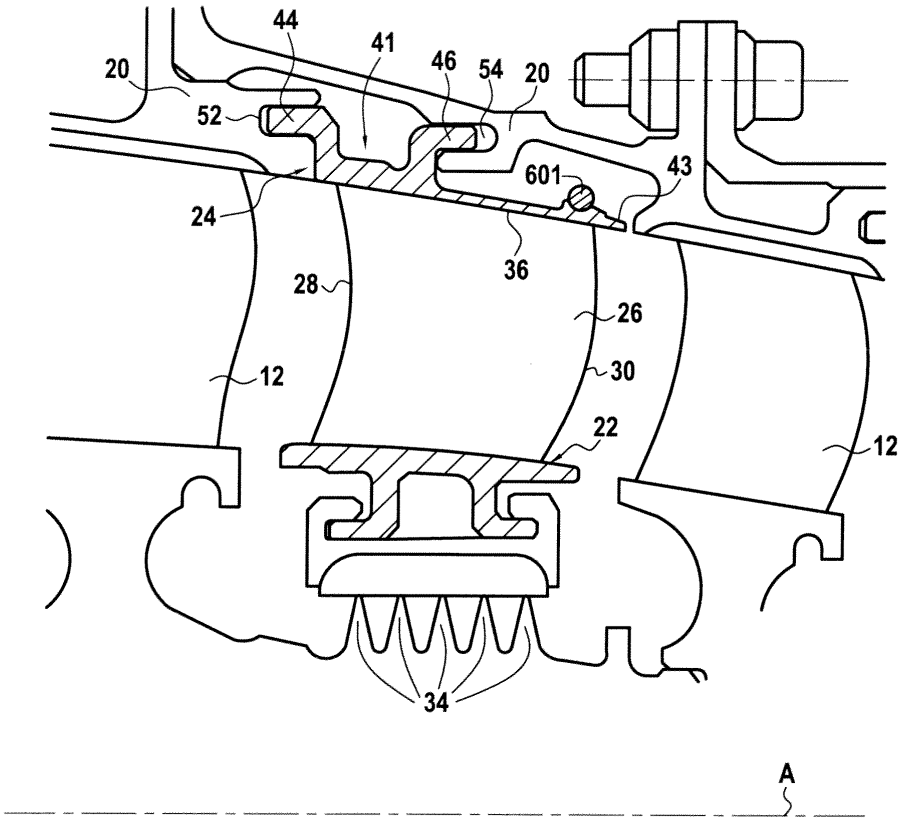
14. Угловой сектор статора по п. 11, в котором на радиально внешнем язычке внешнего бандажа выполнена выступающая часть, направленная радиально внутрь полости, при этом выступающая часть образует осевой удерживающий стопор для упомянутого зажима.

15. Статор газотурбинного двигателя, состоящий из одного или более угловых секторов статора по п. 1.

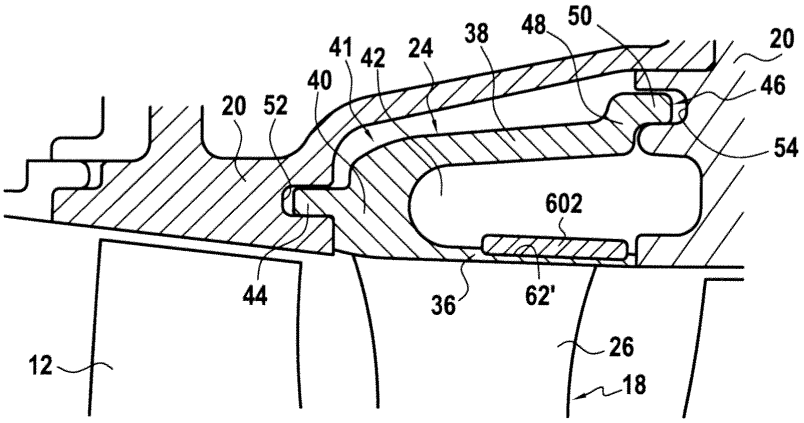
16. Газотурбинный двигатель, содержащий по меньшей мере один статор по п. 15.


10
41
42
24
38
48
50
46
40
20
52
20
54
36
601
43
44
62
30
26
28
18
12
32
22
14
34
A

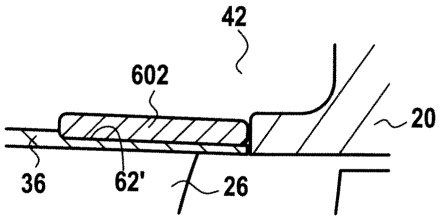
ФИГ.1А



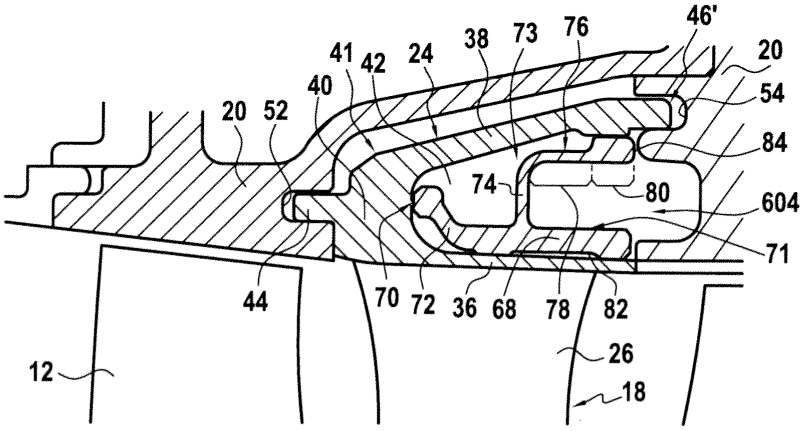
ФИГ.1В



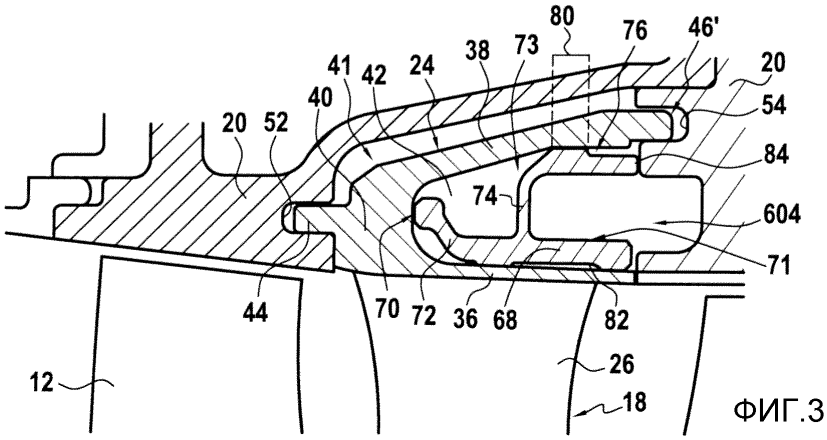
ФИГ.2А



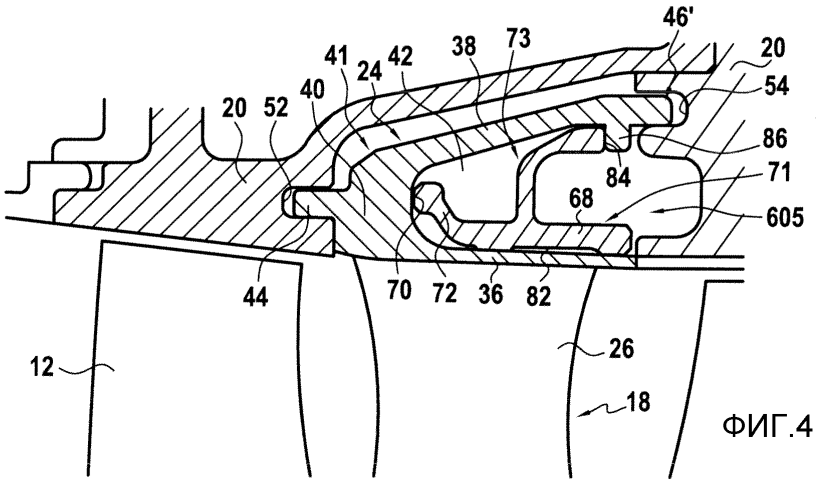
ФИГ.2В



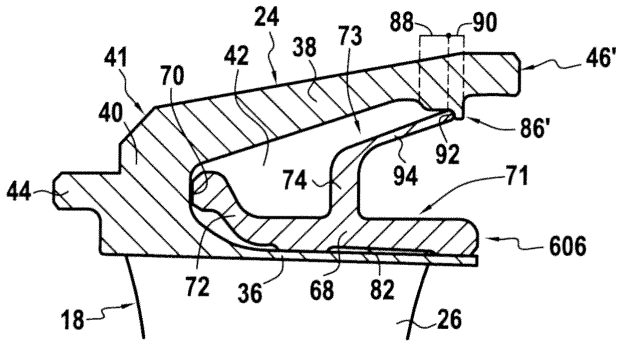
ФИГ.3А



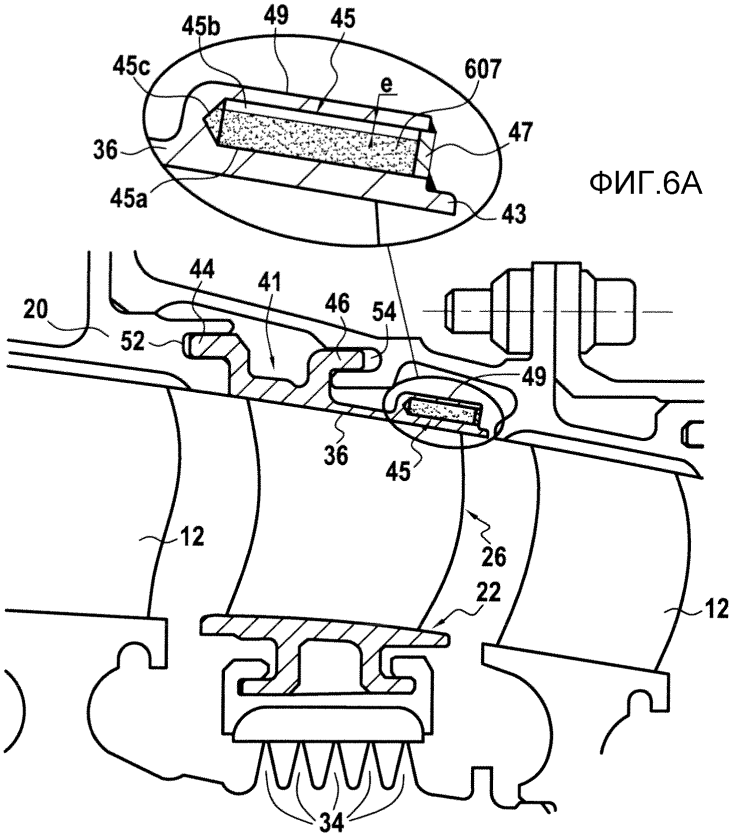
ФИГ.3В



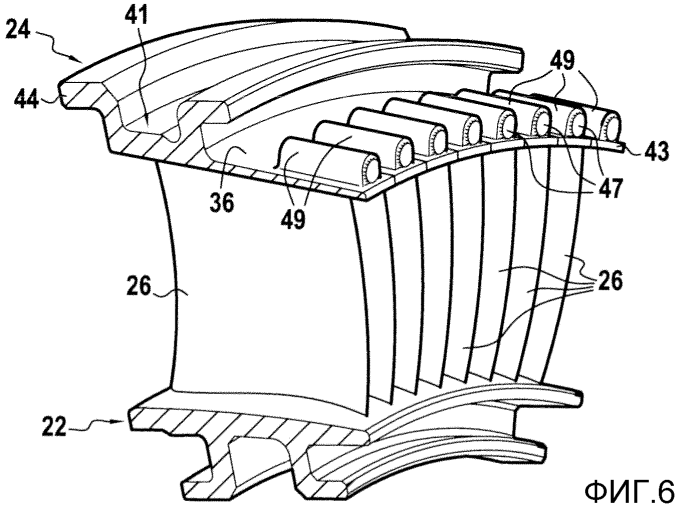
ФИГ.4



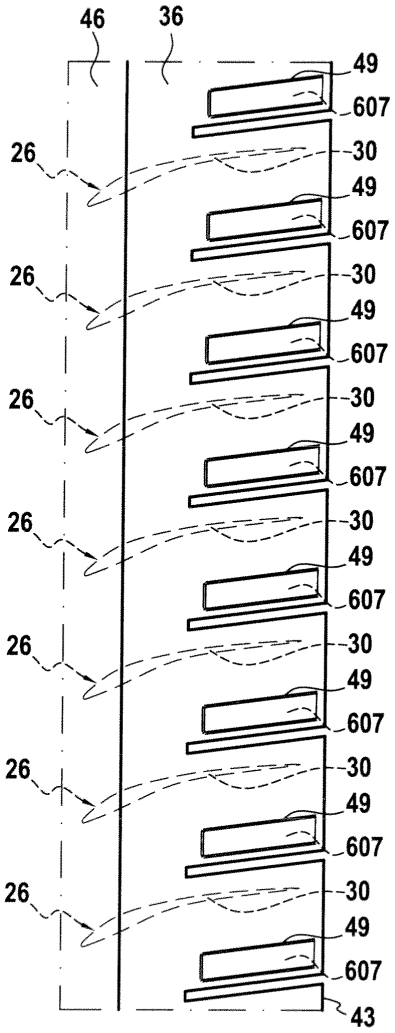
ФИГ.5


45b
49
45
45c
607
e
47
36
45a
43
44
41
46
54
20
52
49
36
45
12
26
22
12
34

ФИГ.6А


24
41
44
49
43
47
36
49
26
26
22

ФИГ.6В


46
36
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
26
30
49
607
43

ФИГ.6С