

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F04D 29/32 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016120632, 24.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.11.2014Дата регистрации:
21.01.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
29.11.2013 FR 1361906

(45) Опубликовано: 21.01.2019 Бюл. № 3

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 29.06.2016(86) Заявка РСТ:
FR 2014/053017 (24.11.2014)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/079154 (04.06.2015)Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24,
"НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ПЕРДРИЖОН Кристоф (FR),
ЯБЛОНСКИ Лорен (FR),
ЖОЛИ Филипп Жерар Эдмон (FR)

(73) Патентообладатель(и):

САФРАН ЭРКРАФТ ЭНДЖИНЗ (FR)

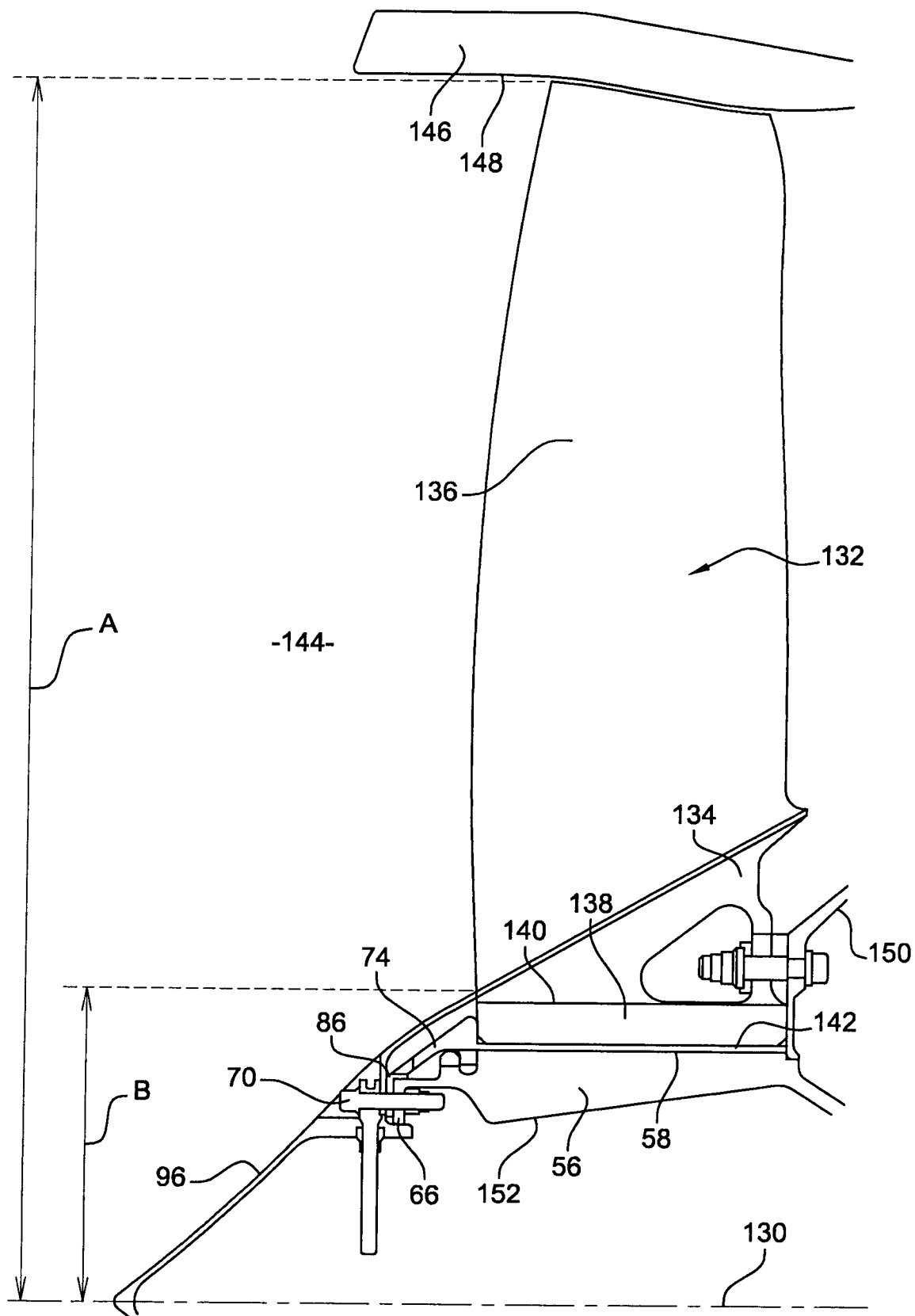
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 2128450 A1, 02.12.2009. FR
2971822 A1, 24.08.2012. EP 1995467 A1,
26.11.2008. RU 2018037 C1, 15.08.1994.

(54) Вентилятор, в частности, для турбинного двигателя

(57) Реферат:

Изобретение относится к вентилятору, в частности, для небольшого турбинного двигателя, такого как турбореактивный двигатель, имеющему относительный диаметр ступицы, соответствующий отношению диаметра внутренней границы воздухозаборной секции 26

у радиально внутренних концов передних кромок лопаток 10 вентилятора к диаметру окружности, проходящей через наружные концы лопаток, составляющий от 0,25 до 0,27. 4 н. и 12 з.п. ф-лы, 10 ил.



Фиг. 8



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F04D 29/32 (2006.01)

(21)(22) Application: **2016120632, 24.11.2014**

(24) Effective date for property rights:
24.11.2014

Registration date:
21.01.2019

Priority:

(30) Convention priority:
29.11.2013 FR 1361906

(45) Date of publication: **21.01.2019** Bull. № 3

(85) Commencement of national phase: **29.06.2016**

(86) PCT application:
FR 2014/053017 (24.11.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/079154 (04.06.2015)

Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ya 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

**PERDRIZHON Kristof (FR),
YABLONSKI Loren (FR),
ZHOLI Filipp Zherar Edmon (FR)**

(73) Proprietor(s):

SAFRAN ERKRAFT ENDZHINZ (FR)

(54) **FAN, IN PARTICULAR, FOR TURBINE ENGINE**

(57) Abstract:

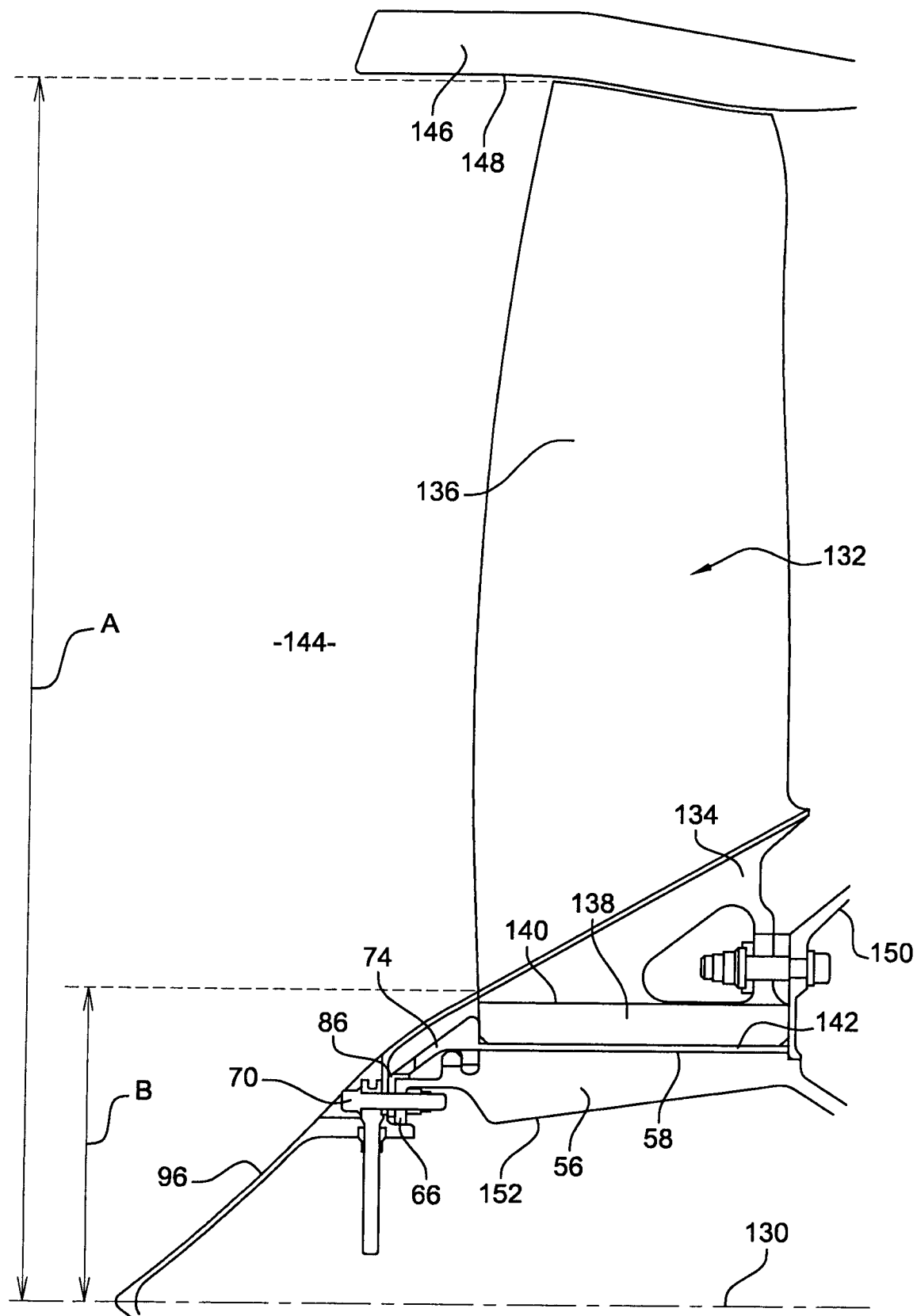
FIELD: non-displacement compressors and pumps.

SUBSTANCE: invention relates to a fan, in particular, for a small turbine engine, such as a jet engine, having a hub ratio corresponding to the ratio of the diameter of the inner limit of air intake section 26 at the radially internal ends of the leading edges of fan blades 10, divided by the diameter of the circle through

which the outer ends of the fan blades pass, which has a value of 0.25 to 0.27.

EFFECT: present invention provides for a selection of particular dimensions of a fan for a turbine engine, and thus a significant improvement of performances and saving in weight.

16 cl, 10 dwg



Фиг. 8

Данное изобретение относится к вентилятору, имеющему специфические размеры, в частности, к вентилятору для турбинного двигателя, такого как турбореактивный двигатель.

Изобретение решает реальную техническую проблему и представляет особую
5 значимость применительно к турбинным двигателям, наружные размеры которых должны соответствовать области деловой авиации. Входной диаметр таких сравнительно малогабаритных турбинных двигателей, определяемый диаметром на входе в секцию турбинного двигателя, обычно составляет от 900 мм до 1550 мм, что обеспечивает близкое соответствие габаритов двигателя его общей массе и возможность установки
10 на воздушных судах типа служебных реактивных самолетов.

Как и в случае турбинного двигателя любого типа, разработки, касающиеся таких малогабаритных турбинных двигателей, главным образом, направлены на улучшение рабочих характеристик, снижение потребления топлива и облегчение конструкции. Такие разработки имеют разные направления и могут относиться, например, к выбору
15 материалов, конструкции лопаток, оптимизации механических соединений между элементами, предотвращению утечек и т.д.

Как правило, одно из направлений разработок заключается в уменьшении относительного диаметра ступицы вентилятора турбинного двигателя. Относительный диаметр ступицы представляет собой отношение наружного диаметра ступицы у
20 передних кромок лопаток вентилятора к диаметру окружности, проходящей через радиальные концы лопаток. Уменьшение относительного диаметра ступицы влечет за собой уменьшение ее радиального размера и, следовательно, снижение веса, но также влечет за собой увеличение всасывающей секции турбинного двигателя, что приводит к увеличению воздушного потока, приводящего в движение двигатель, и, таким образом,
25 к улучшению рабочих характеристик. Однако, учитывая опыт конструирования и изготовления малогабаритных турбинных двигателей, например, имеющих вышеуказанный входной диаметр, полагают, что турбинный двигатель такого типа не позволяет сделать наружный диаметр ступицы, особенно у передних кромок лопастей вентилятора, меньше, чем диаметр, используемый в настоящее время и обычно
30 составляющий от 570 до 585 мм. Считается, что существующие размеры механических компонентов, входящих в состав ступицы, не допускают возможности уменьшения, главным образом, по очевидным соображениям, касающимся радиальных лопаток, в частности их механической прочности, прочности при кручении, допусков при изготовлении, способов изготовления, возможности доступа для инструментов и т.д.

Изобретение опровергает указанные технические предубеждения и позволяет создать вентилятор для турбинного двигателя, имеющий специфические размеры, и, следовательно, существенно улучшить рабочие характеристики и уменьшить вес.

С этой целью, согласно изобретению, предложен вентилятор, в особенности для турбинного двигателя, такого как турбореактивный двигатель. Вентилятор содержит
40 расположенные на входе лопатки, кольцевой кожух и ступицу, вращающуюся вокруг оси турбинного двигателя, на которой установлены лопатки, проходящие радиально относительно указанной оси в кольцевой секции, ограниченной внутри ступицей и снаружи кольцевым кожухом. Ступица содержит диск вентилятора, по наружной периферии которого расположены по существу осевые ребра, чередующиеся с
45 канавками, в которые вставлены хвостовики лопаток. Входной диаметр вентилятора, соответствующий диаметру окружности, проходящей через радиально наружные концы лопаток, составляет от 900 мм до 1550 мм, а относительный диаметр ступицы, соответствующий отношению диаметра внутренней границы секции у радиально

внутренних концов передних кромок лопаток к входному диаметру, составляет от 0,20 до 0,265.

Входной диаметр предпочтительно лежит в пределах от 900 мм до 1200 мм, что дает еще большее преимущество в отношении массы. Как будет показано ниже, возможность выбора такого наружного диаметра обусловлена особенно важным предубеждением в данной области техники.

Кроме того, в изобретении предложено специфическое механическое устройство ротора вентилятора, которое особенно хорошо подходит для этих выбранных размеров.

Ротор вентилятора турбинного двигателя содержит диск, по наружной периферии которого установлены лопатки, хвостовики которых вставлены в по существу осевые канавки на наружной периферии диска. Лопатки удерживаются на диске в радиальном направлении, поскольку форма их хвостовиков соответствует форме указанных канавок. Например, хвостовики лопаток имеют форму ласточкина хвоста. Между лопатками вентилятора на диске установлены межлопаточные платформы. Диск снабжен балансировочными элементами, проходящими радиально внутрь.

Согласно уровню техники, лопатки удерживаются на диске в осевом направлении при помощи средств, установленных на диске выше и ниже по потоку относительно лопаток и препятствующих осевому перемещению хвостовиков в канавках диска.

Удерживающие средства, расположенные ниже по потоку относительно лопаток, содержат, например, по меньшей мере крюк хвостовика лопатки, входящий в зацепление с прорезью, выполненной путем механической обработки в верхней по потоку концевой части компрессора низкого давления, расположенного за вентилятором. Канавки диска должны иметь больший радиальный размер, чем хвостовики лопаток, чтобы можно было установить крюки в прорезях компрессора низкого давления. Таким образом, лопатки можно перемещать на дне канавок и установить крюки хвостовиков напротив прорезей по одной линии с ними. В таком случае при помощи достаточно толстых прокладок, расположенных на дне канавок, лопатки можно приподнять в радиальном направлении для вставки крюков хвостовиков в прорези и удерживания лопаток в верхнем положении.

Удерживающие средства, расположенные выше по потоку относительно лопаток, содержат, например, вставной кольцевой фланец, прикрепленный к верхнему по потоку концу диска. Фланец установлен на диске соосно с ним и включает фестонную часть, взаимодействующую с соответствующей фестонной частью диска. Фланец блокирует осевое перемещение кольца на диске и не может поворачиваться относительно диска. Наружная периферия фланца опирается в осевом направлении на хвостовики лопаток, препятствуя их осевому перемещению в направлении потока. Внутренняя периферия фланца прилегает и прикреплена к соответствующему кольцевому зажиму диска. На наружной периферии фланца установлены штифты для фиксации верхних по потоку концов межлопаточных платформ.

На диске, выше по потоку относительно лопаток, установлен кожух, имеющий форму усеченного конуса и определяющий внутреннюю границу кольцевой воздухозаборной секции турбинного двигателя. Кожух на своем нижнем по потоку конце содержит внутренний, в радиальном направлении, кольцевой зажим, прилегающий в осевом направлении к указанному фланцу и прикрепленный вместе с ним к диску болтами.

Колпак в форме усеченного конуса закреплен на верхней по потоку части кожуха при помощи других болтов, входящих в отверстия колпака и зажимов кожуха и расположенных в радиальном направлении внутри относительно болтов, предназначенных для установки кожуха на диске.

Такую конструкцию нельзя использовать для вентилятора, который имеет небольшой диаметр. Действительно, радиальное пространство недостаточно для размещения в нем всех указанных болтов и зажимов. В частности, трудно разместить болты и зажимы, служащие для крепления колпака на кожухе.

5 Кроме того, диск прикреплен к приводному валу гайками, навинченными на вал с использованием радиальных зажимов. К таким гайкам должен быть обеспечен осевой доступ для инструмента, используемого для установки и удаления ротора вентилятора. Для этого оператор должен иметь достаточное пространство вокруг центральной оси.

10 Если вентилятор имеет малый диаметр, то доступ к указанным средствам крепления диска на валу в описанной выше известной конструкции отсутствует.

Таким образом, состояние техники в силу указанных технических предубеждений не позволяет создать вентилятор с размерами и относительным диаметром ступицы, которые возможны согласно изобретению.

15 В EP 1357254 тоже описан ротор вентилятора, конструкция которого имеет большие радиальные и осевые габаритные размеры.

В WO 2012/114032 описана конструкция, которая позволяет создать компактный вентилятор с малым диаметром благодаря использованию кольца, прикрепленного к диску и имеющего осевые зубцы, препятствующие повороту фланца. Однако эта конструкция безупречна в отношении общего веса и устойчивости фланца, а это
20 означает, что осевое удерживание лопаток в направлении против потока не является оптимальным и достаточно эффективным. Кроме того, эта конструкция не подходит, если диск с целью оптимизации и уменьшения общих размеров содержит верхний по потоку зажим, проходящий внутрь для крепления, с помощью болтов, колпака в форме усеченного конуса и для крепления, с помощью болтов, кольца, препятствующего
25 повороту фланца, удерживающего лопатки в осевом направлении.

Целью изобретения является создание простого, эффективного и экономичного решения указанной проблемы, включая решения, возможно независимые от указанных выше и заявленных ограничений, касающихся входного диаметра и относительного диаметра ступицы.

30 Для достижения этой цели в изобретении предложен кольцевой колпак для установки на диске выше по потоку относительно лопаток и средства осевого удерживания лопаток на диске, содержащие фланец, установленный в кольцевой канавке диска и образующий осевую опору для хвостовиков лопаток, при этом фланец содержит фестонный радиальный кольцевой обод, взаимодействующий с фестонным радиальным кольцевым
35 ободом кольцевой канавки диска для обеспечения осевой фиксации фланца в указанной канавке, и средства блокировки поворота фланца, содержащие кольцо с лепестками, проходящими радиально внутрь и образованными со средствами крепления на верхней по потоку радиальной поверхности диска. Колпак закреплен на диске крепежными средствами, частично общими со средствами крепления по меньшей мере некоторых
40 лепестков кольца на диске; и отличается тем, что указанное кольцо содержит по меньшей мере один радиальный выступ, взаимодействующий с соответствующим упором фланца, для блокировки поворота фланца относительно кольца.

Описанная выше конструкция обеспечивает более компактный узел по сравнению с известным в уровне техники и поэтому позволяет расположить средства крепления
45 в самых дальних, в радиальном направлении, от центра местях и сосредоточить эти средства между колпаком, фланцем и диском с целью достижения большей универсальности конструкции прилегающего турбинного двигателя. Фиксирующее кольцо, используемое в изобретении, имеет меньшую массу по сравнению с кольцом

согласно WO 2012/114032, поскольку не имеет осевого зубца, проходящего в направлении потока.

Согласно специфическому варианту выполнения, диск содержит верхний по потоку зажим, проходящий внутрь и имеющий отверстия, соосные с отверстиями, выполненными в лепестках, для прохода винтов, закрепляющих кольцо на диске. Винты обеспечивают жесткое крепление, исключаящее поворот кольца и диска друг относительно друга.

Кольцо предпочтительно имеет цилиндрическую часть, от которой в радиальном направлении наружу отходят радиальные выступы, а лепестки отходят от верхнего по потоку края цилиндрической части в радиальном направлении внутрь, причем цилиндрическая часть кольца опирается в радиальном направлении на указанный зажим диска.

Таким образом, кольцо соответствует по форме зажиму в местах закрепления, что уменьшает габаритные размеры, требуемые для крепления кольца на диске.

Упоры фланца, взаимодействующие с радиальными выступами кольца, предпочтительно образованы фестонными вырезами, выполненными на верхнем по потоку крае фланца.

Таким образом, фланец, удерживаемый при осевом упоре в лопатки на своем нижнем по потоку крае, благодаря выступам кольца блокируется от поворота на верхнем по потоку крае. Такая фиксация фланца по каждому его краю делает его более устойчивым, чем фланцы согласно уровню техники.

Согласно другому признаку, один из фестонных вырезов образован на верхнем по потоку крае фланца по одной осевой линии с одним из ребер диска. Фестонные вырезы могут быть расположены на одной линии только с такими ребрами. Это обеспечивает лучшую балансировку при вращении ротора вентилятора.

Радиальный выступ кольца предпочтительно входит между соответствующими двумя фестонными вырезами фланца. Этого достаточно для предотвращения поворота фланца, при этом уменьшается масса кольца.

Согласно другому признаку, колпак в своей центральной части имеет внутренний кольцевой обод с глухими отверстиями, открытыми в направлении потока и предназначенными для размещения головок винтов, закрепляющих кольцо на диске, а также с осевыми сквозными отверстиями, через которые проходят винты для крепления на диске колпака вместе с кольцом.

Таким образом, через некоторые лепестки кольца проходят винты, предназначенные для крепления на диске колпака вместе с кольцом, а через другие лепестки кольца проходят винты, предназначенные для крепления на диске только кольца. Если колпак выполнен из легкого материала, например из алюминия, существует опасность его разрыва, например, когда в вентилятор попадает птица. Отрыв колпака не может привести к отсоединению кольца от диска. Действительно, отрыв колпака не влияет на винты, используемые для крепления к диску только одного кольца. Поэтому полностью предотвращается выскакивание фланца, удерживающего лопатки в осевом направлении, и, следовательно, случайный выброс одной или нескольких лопаток.

Винты для крепления кольца на диске предпочтительно чередуются с винтами для совместного крепления на нем колпака и кольца.

Согласно одному варианту выполнения, в одном из соосных отверстий кольца и диска установлен указательный штифт, головка которого, расположенная выше по потоку, входит в глухое отверстие внутреннего радиального обода колпака. Указательный штифт обеспечивает ориентир углового положения кольца относительно

диска при разборке и сборке ротора вентилятора.

Изобретение также относится к турбинному двигателю, имеющему описанный выше ротор вентилятора.

Также предложено кольцо для описанного выше ротора вентилятора, содержащее цилиндрическую часть, имеющую внутреннюю цилиндрическую поверхность и наружную цилиндрическую поверхность, от которой радиально наружу отходят радиальные выступы, расположенные с равными промежутками, а от края цилиндрической части радиально внутрь отходят лепестки, каждый из которых расположен по существу между соответствующими двумя соседними выступами.

Кроме того, изобретение относится к кольцевому фланцу для описанного выше вентилятора, содержащему стенку переменной толщины, имеющую по существу форму усеченного конуса, при этом конец стенки, имеющий больший диаметр, соединен с кольцевым ободом, проходящим внутрь и имеющим фестонные вырезы, расположенные с равными промежутками, и конец стенки, имеющий меньший диаметр, имеет фестонные вырезы, расположенные с равными промежутками.

Вышеописанный ротор вентилятора, специфическая конструкция которого обусловлена выбором относительного диаметра ступицы применительно к малогабаритному турбинному двигателю, дополнительно дает неожиданный и особенно полезный технический эффект в рамках описанного далее объема технического решения.

Особый выбор относительного диаметра ступицы, упоминаемый в данной заявке, фактически влечет за собой уменьшение общих размеров диска вентилятора турбинного двигателя по сравнению с дисками известных вентиляторов. Обычно наружный диаметр этого диска составляет от 245 мм до 275 мм. Однако диск должен удовлетворять требованиям, касающимся непрерывной работы лопаток вентилятора, количество и размер которых примерно такие же, как в известных вентиляторах. Например, количество лопаток предпочтительно составляет от 17 до 21, в частности, от 18 до 20. Согласно известной технологии, глубину и ширину канавок на диске нельзя уменьшать, так как, с одной стороны, нужно обеспечить зацепление расположенных ниже по потоку крюков для осевого удерживания лопаток и, с другой стороны, размер канавок должен соответствовать размеру хвостовиков лопаток, который нельзя уменьшить, поскольку хвостовики являются опорой вращающихся лопаток.

Необходимость соблюдения требования, касающегося сохранения размеров канавок диска, при одновременном соблюдении требования уменьшить общий диаметр диска неизбежно приводит к тому, что нужно уменьшить ширину, т.е. окружной размер, ребер диска. Но тогда эти ребра, более тонкие чем ребра диска в известном вентиляторе, в котором ступица имеет больший относительный диаметр, будут более хрупкими и больше подвержены поломке под действием крутящего момента в процессе работы.

Данную проблему предлагалось решить путем изготовления диска вентилятора из очень прочного сплава Инконель. Однако этот сплав очень тяжелый, что отрицательно влияет на общие характеристики турбинного двигателя и поэтому такое решение неприемлемо.

Что касается описанного выше ротора вентилятора, неожиданно было обнаружено, что для турбинного двигателя с указанными выше размерами осевая фиксация лопаток, которая обеспечивается выполненным согласно изобретению фиксирующим фланцем, достаточно эффективна и надежна и без крюков на хвостовиках лопаток, расположенных ниже по потоку и входящих в зацепление в компрессоре низкого давления. Поэтому изобретатели отказались от использования этих крюков, что позволило выгодно уменьшить радиальный размер канавок диска вентилятора, часть

которых в известном вентиляторе служила для установки указанных крюков, как правило, на высоте от 18 мм до 22 мм.

Еще один аспект данного вопроса относится к прокладкам, которые используются на дне канавок, чтобы удерживать лопасти высоко вплотную к ребрам. Прокладки должны выполнять функции ограничения смещения хвостовиков лопаток в канавках при работе, защиты дна канавок и демпфирования лопаток в случае их поломки или если в турбинный двигатель попадет крупный предмет. Для оптимального соответствия указанным требованиям, особенно в рамках новой описанной выше концепции, выбранные здесь прокладки сделаны тоньше в радиальном направлении по сравнению с существующими решениями, так что радиальная толщина каждой прокладки составляет от 1 мм до 3 мм, в частности 2 мм, при условии, что они могли бы использоваться даже при отсутствии указанных выше и заявленных ограничений, касающихся входного диаметра и относительного диаметра ступицы. В частности, каждая прокладка имеет форму пластины с двумя поверхностями проходящими по оси вентилятора, и расположена на дне одной из канавок. Прокладка симметрична в осевом, радиальном и окружном направлениях, что исключает возможные ошибки при установке. Каждая поверхность прокладки предпочтительно имеет скосы или скошенные периферийные кромки, и каждый скос образует с соответствующей поверхностью угол $10^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Скосы, выполненные на радиально противоположных поверхностях, соединены на боковых концах прокладки, образуя две ее боковые кромки. Места соединения поверхностей и скосов прокладки предпочтительно скруглены по радиусу от 1,5 мм до 1,8 мм, в частности 1,65 мм, а места соединения скосов, образующих боковые кромки прокладки, предпочтительно скруглены по радиусу от 0,45 мм до 0,75 мм, в частности 0,6 мм. Боковой размер каждой прокладки предпочтительно составляет от 17 мм до 18,2 мм, в частности 17,6 мм.

Уменьшение радиального размера канавок непосредственно приводит к укорочению радиальных ребер, которые в таком случае имеют более компактные пропорции и большее сопротивление изгибающим моментам при работе. Согласно предложенному здесь решению, конструкция ребер диска вентилятора является достаточно прочной, так что их можно изготавливать из титанового сплава, гораздо более легкого, чем сплав Инконель.

Таким образом, ротор вентилятора можно выполнить без каких-либо расположенных ниже по потоку относительно лопаток средств осевого удерживания лопаток на диске вентилятора. В качестве средств осевого удерживания лопаток в таком роторе служит, как описано в данной заявке, фланец, расположенный выше по потоку. Это особенно важно для вентиляторов для малогабаритных турбинных двигателей, имеющих размеры и относительный диаметр ступицы, указанные выше. Поэтому предлагается изготавливать диск вентилятора такого типа из титанового сплава, в особенности из сплава типа TA6V или Ti17(TA5CD4).

Кроме того, уменьшение радиального размера канавок диска вентилятора делает возможным выполнение внутренней поверхности диска с балансировочным профилем, имеющим форму усеченного конуса, ось которого совпадает с осью вентилятора и радиус которого увеличивается в направлении потока. Этот профиль, помимо того, что он обеспечивает хорошую балансировку диска вентилятора, имеет минимальный диаметр (верхний по потоку), как правило, в пределах 120-140 мм, который больше минимального диаметра балансировочного профиля в известном вентиляторе, имеющего форму лука-пороя и используемого для более глубоких канавок, при таком же наружном диаметре диска. Этот новый балансировочный профиль диска обеспечивает в середине

диска большее кольцевое пространство для осевого прохода инструментов, необходимых при установке и затягивании средств крепления диска на валу турбинного двигателя, которые расположены ниже по потоку относительно диска.

Разные аспекты раскрытых здесь решений, а также их особенности, характеристики и преимущества станут более понятными из рассмотрения представленного ниже описания, не ограничивающего изобретения и сопровождаемого чертежами, на которых:

Фиг. 1 представляет собой вид в перспективе при отсутствии части лопаток турбинного двигателя, согласно уровню техники;

Фиг. 2 представляет собой половину осевого разреза ротора вентилятора турбинного двигателя, согласно уровню техники;

Фиг. 3 представляет собой вид в перспективе ротора турбинного двигателя, согласно изобретению, со снятым колпаком;

Фиг. 4 представляет собой вид спереди со снятым колпаком;

Фиг. 5, 6 и 7 представляют собой разрезы по линиям А-А, В-В и С-С фиг. 4;

Фиг. 8 представляет собой частичный схематичный осевой разрез всего вентилятора турбомашин, согласно изобретению;

Фиг. 9 представляет собой вид в перспективе прокладки, применяемой в вентиляторе согласно изобретению;

Фиг. 10 представляет собой указанную прокладку в разрезе.

На фиг. 1 и 2 изображен вентилятор для турбинного двигателя, согласно уровню техники, предшествующему изобретению.

Этот вентилятор содержит установленные на диске 12 лопатки 10, между которыми вставлены межлопаточные платформы 14. Диск 12 прикреплен к верхнему по потоку концу вала 13 турбинного двигателя.

Каждая лопатка 10 содержит лопасть 16, соединенную ее радиально внутренним концом с хвостовиком 18, вставленным в по существу осевую канавку 20, форма которой соответствует форме диска 12 и которая образована между двумя его ребрами 22 и позволяет удерживать в радиальном направлении лопатку 10 на диске 12. Между хвостовиком 18 каждой лопатки 10 и дном соответствующей канавки 20 диска 12 вставлена прокладка 24 для радиальной фиксации лопатки 10 на диске 12.

Межлопаточные платформы 14 образуют стенку, которая определяет внутреннюю границу секции 26 воздушного потока, входящего в турбинный двигатель, и содержат средства, взаимодействующие с соответствующими средствами, предусмотренными на диске 12 между канавками 20, для крепления на диске указанных платформ.

Лопатки 10 удерживаются в осевом направлении в канавках 20 диска 12 при помощи подходящих средств, установленных на нем выше и ниже по потоку относительно лопаток.

Верхние по потоку удерживающие средства включают кольцевой фланец 28, установленный и закрепленный соосно на верхнем по потоку конце диска 12.

Фланец 28 включает внутренний кольцевой фланец 30, который выполнен фестонным или зубчатым и взаимодействует с наружным кольцевым ободом 32 диска 12, выполненного фестонным или зубчатым, для осевой фиксации фланца 28 на диске 12. Фланец 28 посредством наружного обода 34 опирается на прокладки 24 хвостовиков 18 лопаток.

Фланец 28 также включает внутренний кольцевой фланец 36, вставленный между соответствующим кольцевым фланцем 38 диска 12 и внутренним кольцевым фланцем 40 кожуха 42, расположенного выше по потоку относительно диска 12. Зажимы 36, 38, 40 имеют осевые отверстия 44 (не показаны), через которые проходят винты или

подобные средства для скрепления фланцев между собой.

Кожух 42 имеет по существу форму усеченного конуса, расширяющегося в направлении потока, при этом стенка образована межлопаточными платформами, проходящими в направлении осевой протяженности кожуха 42. Кожух 42 имеет радиальные отверстия 46 для установки балансировочных винтов и зажим 48, расположенный на верхнем по потоку конце кожуха. На верхней по потоку части кожуха 42 установлен конический колпак 50. На своем нижнем по потоку конце колпак 50 имеет зажим 52, прикрепленный винтами 54 к верхнему по потоку зажиму 48 кожуха 42.

Ниже по потоку осевое удерживание лопатки 10 обеспечивается крюком 120, образованным на ее нижнем по потоку конце и вставленным в прорезь 122, выполненную на верхнем по потоку конце компрессора 124, расширяющего секцию 26 ниже по потоку относительно вентилятора.

Такая конструкция имеет указанные выше недостатки. В частности, она не подходит для вентилятора, имеющего сравнительно небольшой диаметр.

На фиг. 3-7 показан один вариант выполнения ротора вентилятора согласно решению, предложенному в данной заявке. Вентилятор содержит диск 56, несущий лопатки (не показаны), хвостовики которых вставлены в по существу осевые канавки 58 на наружной периферии диска 56.

Диск 60 содержит кольцевой обод без балансировочных элементов в форме лука-пороя, выступающий вверх по потоку кольцевой частью, имеющей кольцевую канавку 62, образованную между верхней по потоку поверхностью обода и радиальной кромкой 64, выступающей наружу. Верхний по потоку конец кольцевой части имеет зажим 66, проходящий радиально внутрь и расположенный на расстоянии от обода 64. По всей периферии зажима 66 равномерно распределены осевые отверстия 68 для прохода винтов 70, 72. Обод 64 выполнен фестонным или зубчатым и имеет сплошные участки, чередующиеся с заглубленными участками.

Ротор вентилятора снабжен средствами осевого удерживания лопаток на диске в направлении против потока. Эти средства содержат фланец 74, установленный в кольцевой канавке 62 диска 56 и образующий осевую опору для хвостовиков лопаток.

Фланец 74 имеет стенку 76, которая имеет форму по существу усеченного конуса, расширяющегося в направлении потока. Толщина стенки 76 увеличивается в этом же направлении. На своем нижнем по потоку конце фланец 74 ограничен радиальной поверхностью 78, упирающейся в лопатки. Фланец 74 включает расположенный на его нижнем по потоку конце внутренний кольцевой фланец 80, выполненный фестонным или зубчатым и имеющий сплошные участки, чередующиеся с заглубленными участками. Форма фланца по существу соответствует форме обода 64 диска 56, что делает возможным установку фланца 74 в кольцевой канавке 62 и удаление из нее путем осевого перемещения фланца 74, его поворота относительно диска 56 и осевой блокировки в канавке 62 диска благодаря тому, что сплошные участки обода 80 фланца прижимаются к сплошному участку обода 64 диска.

На верхнем по потоку крае фланец 74 имеет фестонные вырезы или заглубленные участки 82, чередующиеся со сплошными участками 84.

Повороту фланца 74 препятствует кольцо 86, имеющее цилиндрическую часть 88, ограниченную внутренней и наружной цилиндрическими поверхностями. Наружная поверхность цилиндрической части 88 имеет выступы 90, выступающие радиально наружу и расположенные в окружном направлении. Выступы 90 входят в фестонные вырезы 82 на верхнем по потоку крае фланца 74 и упираются в сплошные участки 84

на этом крае фланца 74, препятствуя его повороту. Верхний по потоку край кольца соединен с лепестками 92, проходящими радиально внутрь и имеющими отверстия 94 для прохода винтов. Выше по потоку эти лепестки контактируют в осевом направлении с зажимом 66 диска 56 так, что отверстия 94 лепестков 92 расположены соосно с

5 отверстиями 68, выполненными в зажиме 66, и цилиндрическая часть 88 кольца упирается, в осевом направлении внутрь, в зажим 66 диска. Для повышения сопротивления кольца 86 разрыву его можно изготовить из высоколегированной стали.

Таким образом, поворот фланца 74 предотвращается благодаря упору его сплошных участков 84 в выступы 90 кольца.

10 Колпак 96, который изготовлен, например, из алюминия и имеет коническую форму, закреплен на диске 12. Для этого колпак 96 имеет в своей средней части внутренний кольцевой обод 98 с осевыми сквозными отверстиями 100 (фиг. 5), расположенными напротив одного из двух отверстий 94 кольца 86 соосно с некоторыми отверстиями 68, выполненными в зажиме 66 диска 56. Через эти отверстия 100 проходят винты 70,

15 взаимодействующие с гайками 102, упирающимися в нижнюю по потоку сторону фланца 66 диска 56, и позволяющие выполнять сборку колпака 96, кольца 86 и диска 56. Нижняя по потоку часть колпака 96 накрывает кольцо 86 и фланец 74, так что внутренняя секция 26, определяемая межлопаточными платформами, проходит вдоль осевой длины нижней по потоку части колпака 96.

20 Как видно на фиг. 7, через все другие отверстия 94 кольца, кроме отверстий, расположенных напротив других отверстий 68 зажима 66 диска 56, проходят винты 72, взаимодействующие с гайками 104 и используемые для крепления на диске 56 только кольца 86. Головки этих винтов находятся в глухих отверстиях 106, выполненных во внутреннем ободе 98 колпака 96.

25 Внутренний обод 98 колпака 96 также содержит цилиндрический кольцевой выступ 108, проходящий в направлении потока. Конец кольцевого выступа 108 упирается во внутренний конец зажима 66 диска.

Колпак 96 содержит радиальные резьбовые элементы 110 для установки балансировочных винтов, как хорошо известно в области техники. Для правильного

30 позиционирования винтов колпак 96 должен занимать определенное положение относительно ротора вентилятора. Для этого, как показано на фиг. 6, в последнем отверстии 94 кольца, соосном с отверстием 68 зажима 66 диска 56, установлен указательный штифт 112, головка 116 которого находится в глухом отверстии 114 внутреннего обода 98 колпака 96. Головка 116 штифта 112 имеет такой диаметр, что

35 она не может войти в глухое отверстие 106, предназначенное для головок винтов 72.

На фиг. 8 изображен вентилятор согласно изобретению, содержащий описанный выше ротор. Диск 56 расположен вокруг оси 130 турбинного двигателя и вращается посредством расположенного ниже по потоку приводного вала (не показан). На диске 56 установлены лопатки 132, между которыми вставлены межлопаточные платформы

40 134.

Каждая лопатка 132 вентилятора содержит лопасть 136, соединенную на своем радиально внутреннем конце с хвостовиком 138, вставленным в по существу осевую канавку 58, форма которой соответствует форме диска 56 и которая образована между

45 двумя его ребрами 140. Канавка 58 делает возможным удерживание лопатки 132 в радиальном направлении на диске 56.

В осевом направлении лопатки 132 удерживаются в канавках 58 диска 56 при помощи средств 74, 86, 70, 96, описанных выше и расположенных выше по потоку относительно лопаток 132.

Между хвостовиком 138 каждой лопатки 132 и дном соответствующей канавки 58 диска 56 установлена прокладка 142 для предотвращения радиального смещения лопатки 132 на диске 56.

Межлопаточные платформы 134 образуют стенку, которая определяет внутреннюю границу секции 144 воздушного потока, входящего в турбинный двигатель, и содержит средства, взаимодействующие с соответствующими средствами, расположенными на диске 56 между канавками 58, для крепления платформ на диске 50.

Лопатки 132 окружены кольцевым наружным кожухом 146, определяющим воздухозаборное отверстие турбинного двигателя. Наружный кожух 146 имеет внутреннюю кольцевую стенку 148, которая определяет наружную границу секции 144 воздушного потока, входящего в турбинный двигатель, и напротив которой вращаются наружные концы лопаток 132.

Относительный диаметр ступицы вентилятора представляет собой отношение расстояния В между осью 130 турбинного двигателя и внутренней границей секции 144 у передней кромки лопатки 132, к расстоянию А между осью 130 турбинного двигателя и наружными концами лопаток 132. Вентилятор, представленный на фиг. 8, выполнен так, что относительный диаметр ступицы может находиться в пределах от 0,25 до 0,27, при этом расстояние А составляет от 450 мм до 600 мм. Такой выбор относительного диаметра ступицы влечет за собой использование диска, предельный наружный размер которого, измеренный по вершинам ребер, составляет от 115 мм до 145 мм.

Как указано выше, средства 74, 86, 70, 96 осевого удерживания лопаток 132 достаточно эффективны потому, что в отличие от известного вентилятора, изображенного на фиг. 1 и 2, предложенный вентилятор, представленный на фиг. 8, не имеет крюка для осевого удерживания лопаток 132, расположенного ниже по потоку относительно лопаток 132. Как видно на фиг. 8, в противоположность известному вентилятору, компрессор 150 низкого давления, расположенный ниже по потоку относительно диска 56 вентилятора, опирается непосредственно на нижние по потоку концы хвостовиков 138 лопаток и ребер 140. Больше не существует никаких ограничений в отношении радиальной глубины ребер, связанной с зацеплением крюков, расположенных ниже по потоку.

Поэтому по сравнению с канавками, предназначенными для расположения крюков для осевого удерживания лопаток, канавки 58 более мелкие и их глубина составляет от 18 мм до 22 мм. Прокладки 142, используемые для радиального удерживания хвостовиков 138 лопаток в контакте с ребрами 140, тоже более тонкие. Ребра 140, которые вследствие этого стали меньше, достаточно компактны, чтобы противостоять деформации и поломке. Благодаря большей прочности ребер 140 диск можно изготавливать из титанового сплава, более легкого по сравнению, например, со сплавом Инконель. Кроме того, учитывая новое распределение массы диска, обусловленное изменением глубины канавок, внутренняя стенка 152 диска 56 образована с балансировочным профилем, который отличается от известного в уровне техники профиля с балансировочными элементами, имеющими форму лука-пороя. Профиль стенки 152 имеет форму усеченного конуса и расширяется в направлении потока. Соразмерно диску, такой балансировочный профиль проходит не так далеко внутрь турбинного двигателя, как балансировочные элементы в форме лука-пороя, до минимального радиуса, который в рамках объема изобретения составляет от 60 мм до 70 мм, что соответствует внутренней границе диска. Этот профиль позволяет вводить по ходу потока в пространство осевого доступа в центре диска 56 инструменты большего размера, обычно применяемые при монтаже турбинного двигателя. На фиг. 9 и 10

показаны прокладки 142, уменьшающие глубину канавок 58. Каждая прокладка имеет форму двусторонней пластины 154, проходящей по оси вентилятора, и расположена на дне одной из канавок 58. Прокладка симметрична в осевом, радиальном и окружном направлениях, что исключает возможные ошибки при установке. Каждая поверхность прокладки скошена по боковым или периферийным краям 156 под углом 10° . Скосы 158 радиально противоположащих поверхностей 154 соединены на боковых концах прокладки, образуя две ее боковые кромки 156. Углы между поверхностями 154 прокладки и скосами 158 скруглены по радиусу от 1,50 мм до 1,80 мм, в частности 1,65 мм. Углы между соответствующими скосами 158, образующими боковые кромки 156 прокладки, скруглены по радиусу от 0,45 мм до 0,75 мм, в частности 0,6 мм. Радиальная толщина каждой прокладки 142 составляет от 1 мм до 3 мм, более предпочтительно, 2 мм, а боковой размер прокладки составляет от 17 мм до 18,2 мм, более предпочтительно, 17,6 мм.

(57) Формула изобретения

1. Вентилятор для турбинного двигателя, содержащий расположенные на входе лопатки (132), кольцевой кожух и ступицу, вращающуюся вокруг оси (130) турбинного двигателя и несущую указанные лопатки, причем лопатки проходят радиально относительно указанной оси в кольцевой секции (144), ограниченной внутри ступицей, а снаружи кольцевым кожухом (146), причем ступица содержит диск (56) вентилятора, имеющий на своей наружной периферии, по существу, осевые ребра (140), чередующиеся с канавками (58), в которые вставлены хвостовики (138) лопаток, отличающийся тем, что входной диаметр (А) вентилятора, соответствующий диаметру окружности, проходящей через радиально наружные концы лопаток, составляет от 900 мм до 1200 мм, а относительный диаметр ступицы, соответствующий отношению диаметра (В) внутренней границы секции у радиально внутренних концов передних кромок лопаток к входному диаметру, составляет от 0,20 до 0,265, при этом диск изготовлен из титанового сплава.

2. Вентилятор по п. 1, отличающийся тем, что диск изготовлен из сплава ТА6V или Ti17(TA5CD4).

3. Вентилятор по п. 1, отличающийся тем, что он содержит кольцевой колпак (96), установленный на диске (56) выше по потоку относительно лопаток (132), и средства осевого удерживания лопаток на диске, содержащие фланец (74), установленный в кольцевой канавке (62) диска и образующий осевую опору для хвостовиков (138) лопаток, при этом фланец (74) содержит фестонный радиальный кольцевой обод (80), взаимодействующий с фестонным радиальным кольцевым ободом (64) кольцевой канавки (62) диска для осевой фиксации фланца в этой канавке, и средства блокировки поворота фланца (74), содержащие кольцо (86) с лепестками (92), проходящими радиально внутрь и образованными с крепежными средствами (68, 94, 70, 72) на верхней по потоку радиальной поверхности диска (56), при этом указанный колпак (96) закреплен на диске при помощи крепежных средств (100, 68, 94, 70), частично общих со средствами крепления по меньшей мере некоторых лепестков (92) кольца на диске, отличающийся тем, что указанное кольцо (86) содержит также по меньшей мере один радиальный выступ (90), взаимодействующий с упором (84), соответствующим фланцу, для блокировки поворота фланца (74) относительно кольца (86).

4. Вентилятор по п. 3, отличающийся тем, что диск (56) содержит верхний по потоку зажим (66), проходящий внутрь и имеющий отверстия (68), соосные с отверстиями (94) в лепестках (92), для прохода осевых винтов (70, 72) с образованием средства крепления

кольца на диске.

5 5. Вентилятор по п. 4, отличающийся тем, что кольцо (86) имеет цилиндрическую часть (88), от которой отходят радиально наружу радиальные выступы (90), при этом лепестки (92) отходят от верхнего по потоку края цилиндрической части (88) радиально
внутрь, а цилиндрическая часть кольца опирается в радиальном направлении на зажим (66) диска.

6. Вентилятор по п. 3, отличающийся тем, что упоры (84) фланца, взаимодействующие с радиальными выступами (90) кольца, образованы фестонными вырезами (82), выполненными на верхнем по потоку краю фланца (74).

10 7. Вентилятор по п. 6, отличающийся тем, что для всех ребер (140) и для всех фестонных вырезов (82) один фестонный вырез образован на верхнем по потоку краю фланца по одной линии, проходящей в осевом направлении, с одним из ребер диска.

8. Вентилятор по п. 3, отличающийся тем, что колпак (96) имеет в своей центральной части внутренний кольцевой обод (98), в котором образованы глухие осевые отверстия (106), открытые в направлении потока и используемые для размещения головок винтов (72) для крепления кольца на диске, а также осевые сквозные отверстия (100) для прохода винтов (70), предназначенных для совместного крепления колпака (96) и кольца (86) на диске.

9. Кольцо (86) для вентилятора, выполненного по п. 3, имеющее цилиндрическую часть (88) с внутренней цилиндрической поверхностью и наружной цилиндрической поверхностью, от которой радиально наружу отходят радиальные выступы (90), расположенные с равными промежутками, при этом от края цилиндрической части радиально внутрь отходят лепестки (92), каждый из которых расположен, по существу, между соответствующими двумя соседними выступами.

25 10. Кольцевой фланец (74) для вентилятора, выполненного по п. 3, содержащий стенку (76) переменной толщины, по существу, в форме усеченного конуса, при этом конец стенки, имеющий больший диаметр, соединен с кольцевым ободом (80), проходящим внутрь и имеющим фестонные вырезы, расположенные с равными промежутками, и конец стенки, имеющий меньший диаметр, имеет фестонные вырезы, расположенные с равными промежутками.

11. Вентилятор по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что диаметр наружной границы диска (56), образованной наружными концами ребер (140), составляет от 245 мм до 275 мм, а диаметр внутренней границы, образованной внутренним концом балансировочного профиля диска, составляет от 120 мм до 140 мм.

35 12. Вентилятор по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что диаметр наружной границы диска (56), образованной наружными концами ребер (140), составляет от 245 мм до 275 мм, а радиальный размер канавок 58 диска между их дном и вершинами ребер (140) составляет от 18 мм до 22 мм.

13. Вентилятор по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что между хвостовиком (138) лопатки и дном канавки (58) вставлена в радиальном направлении прокладка (142), радиальная толщина которой составляет от 1 мм до 3 мм.

14. Вентилятор по п. 11, отличающийся тем, что балансировочный профиль диска (56) образован внутренним отверстием, имеющим форму усеченного конуса, который расширяется в направлении потока, при этом верхний по потоку конец этого отверстия
45 образует внутреннюю границу диска.

15. Вентилятор по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что на диске установлено от 17 до 21 лопатки.

16. Турбинный двигатель, отличающийся тем, что он содержит вентилятор по одному

из пп. 1-8 и 11-15.

5

10

15

20

25

30

35

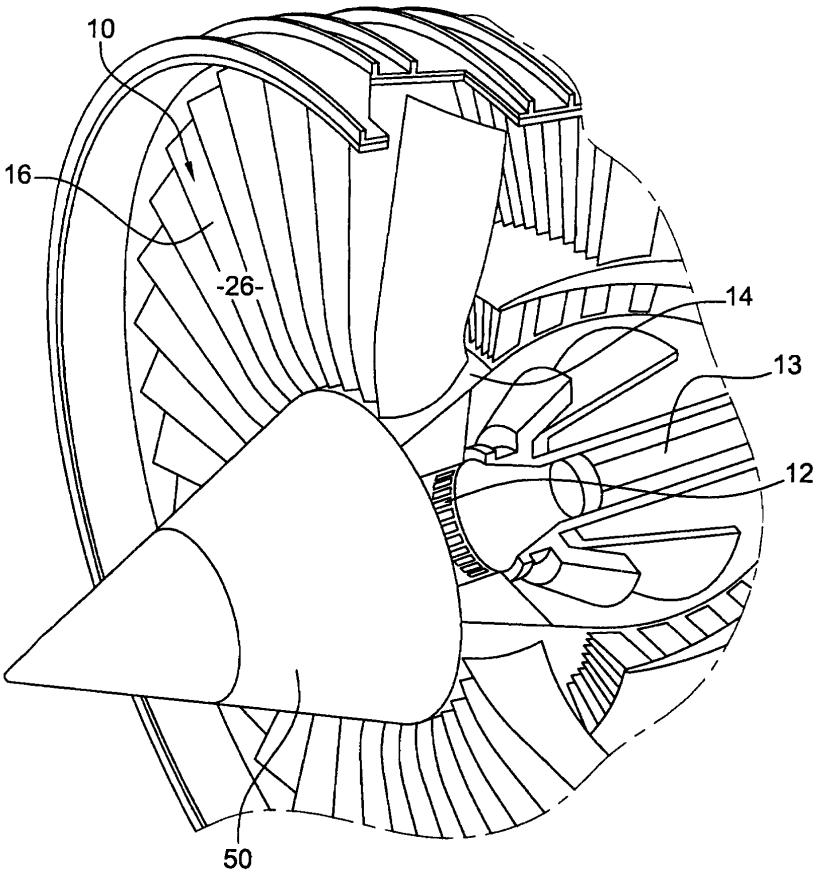
40

45

1

Вентилятор, в частности, для
турбинного двигателя

1/6

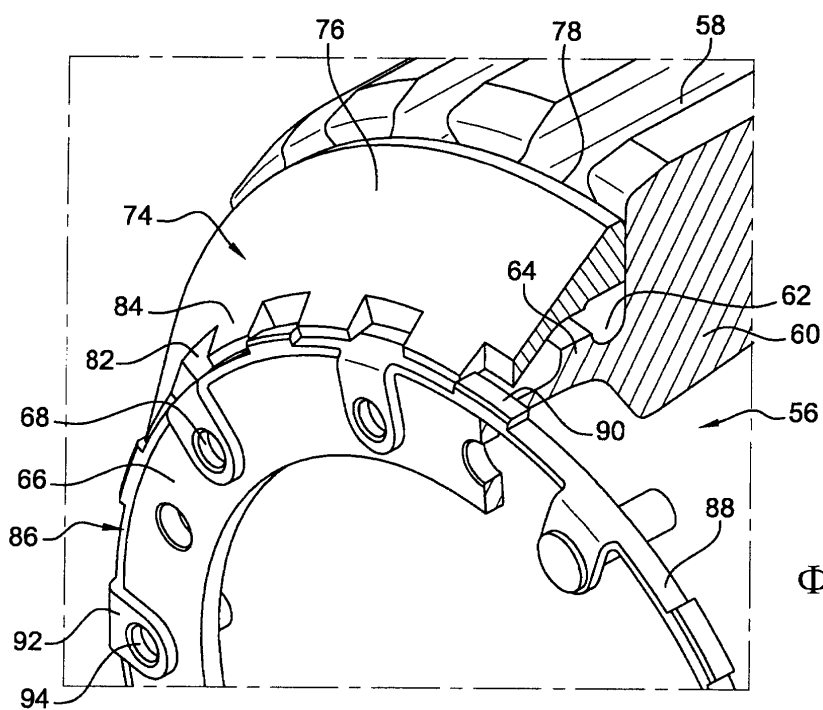
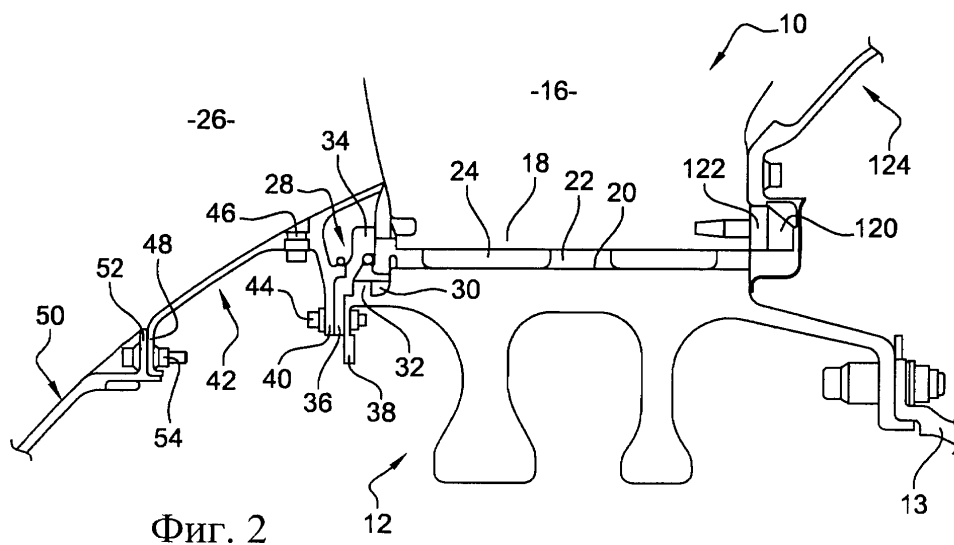


Фиг. 1

2

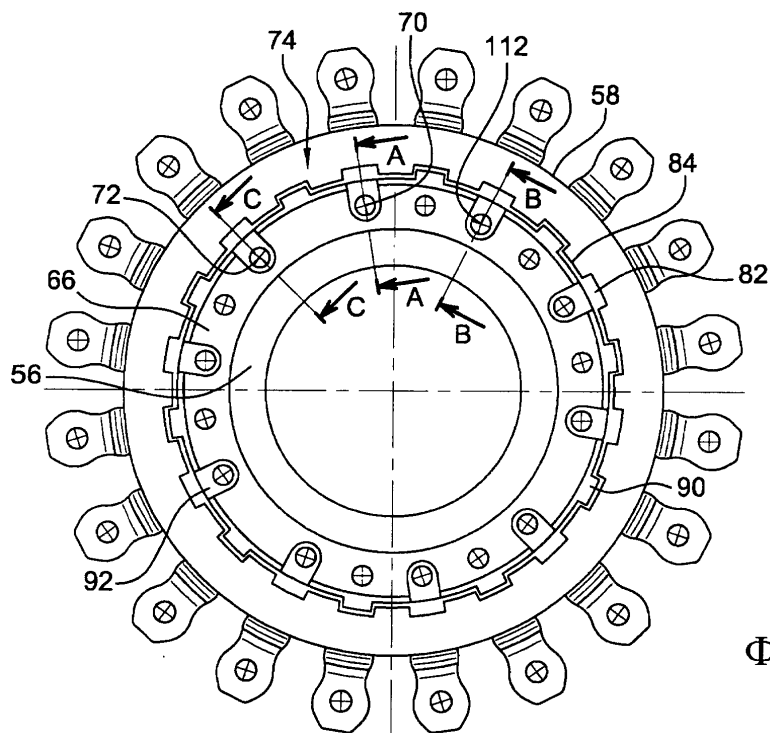
Вентилятор, в частности, для
турбинного двигателя

2 / 6

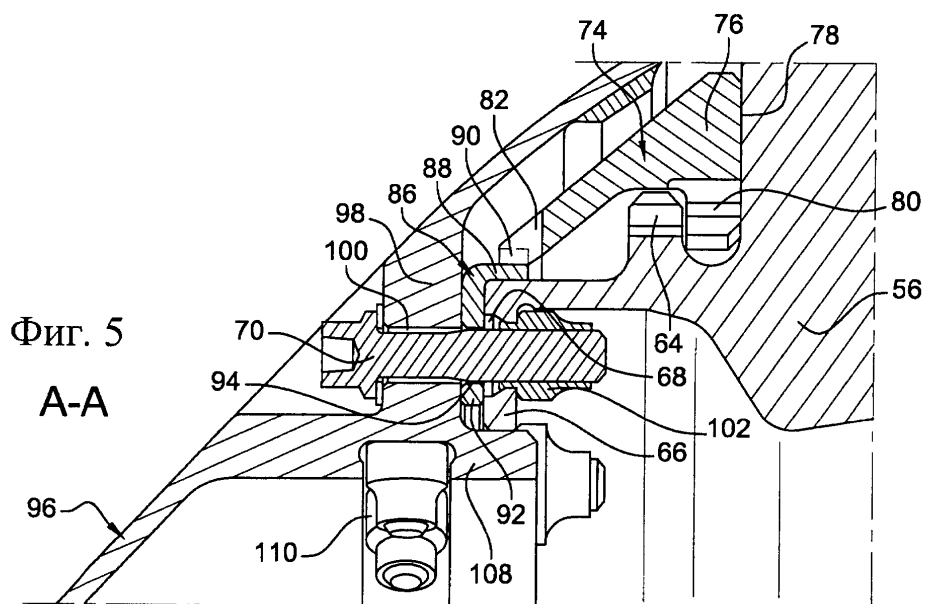


Вентилятор, в частности, для
турбинного двигателя

3/6

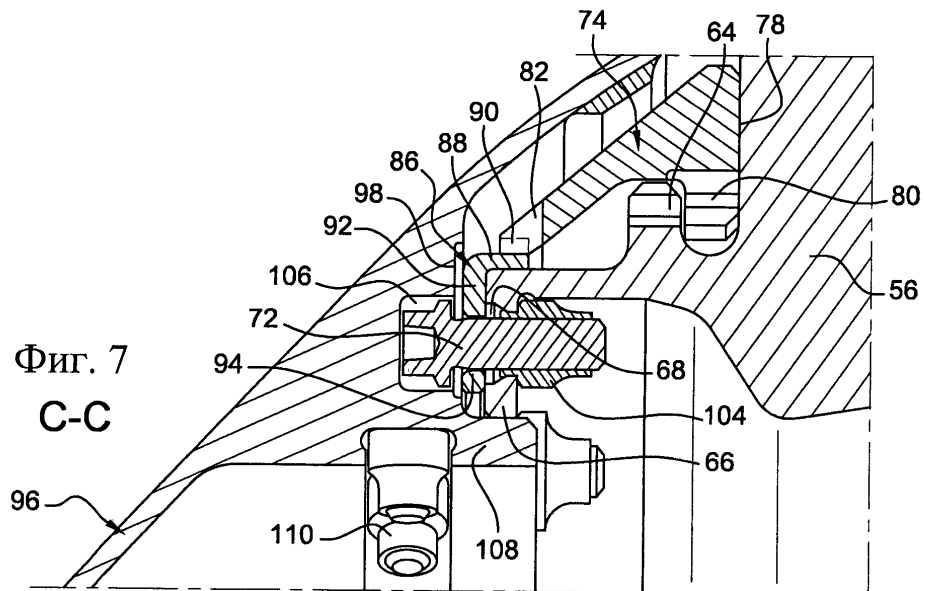
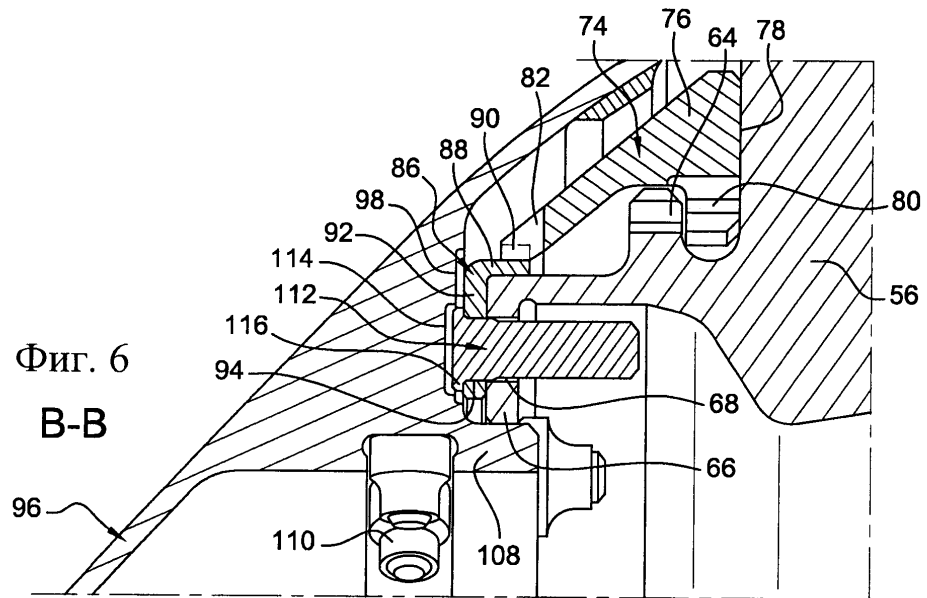


Фиг. 4



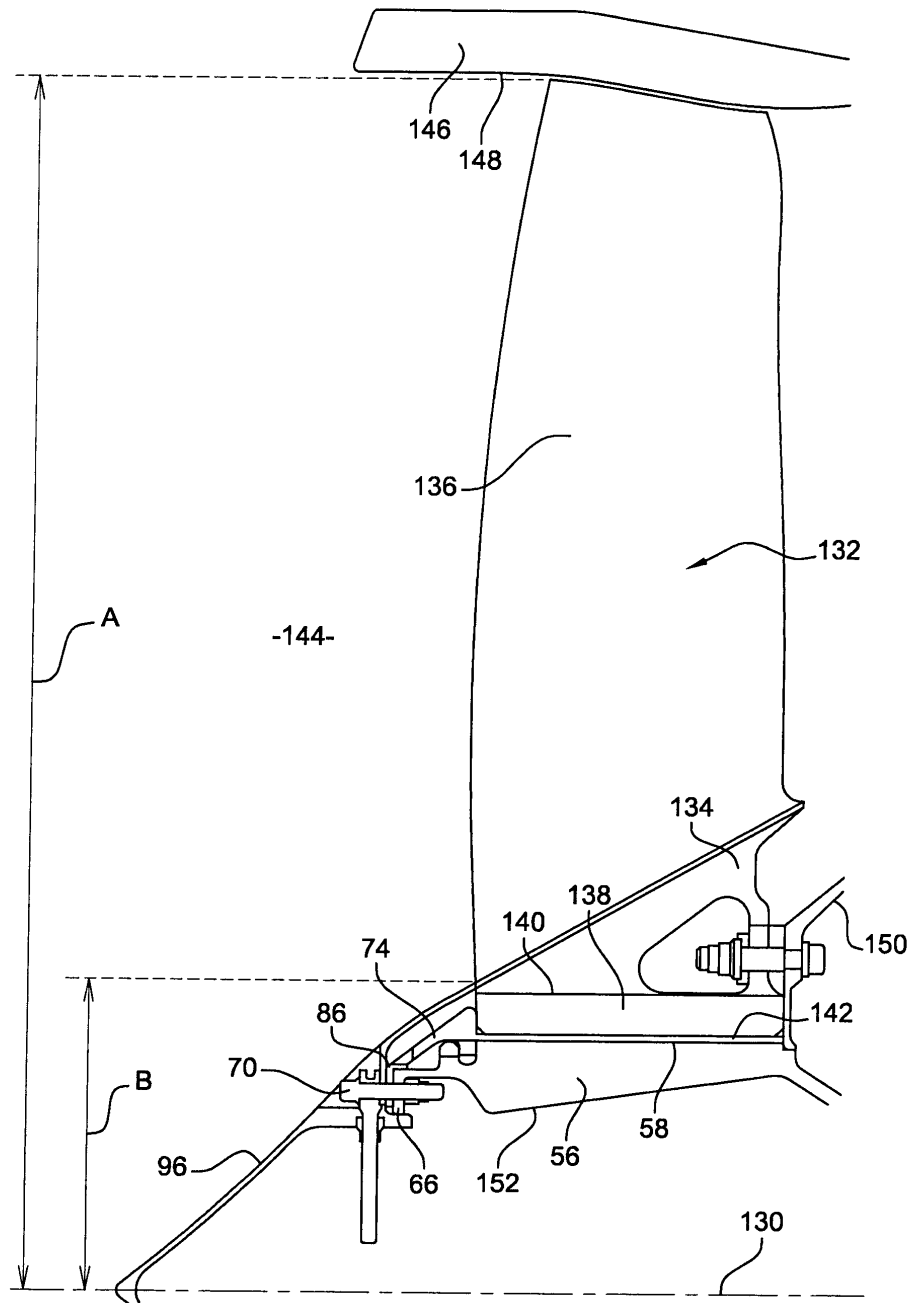
Фиг. 5
A-A

4 / 6



Вентилятор, в частности, для
турбинного двигателя

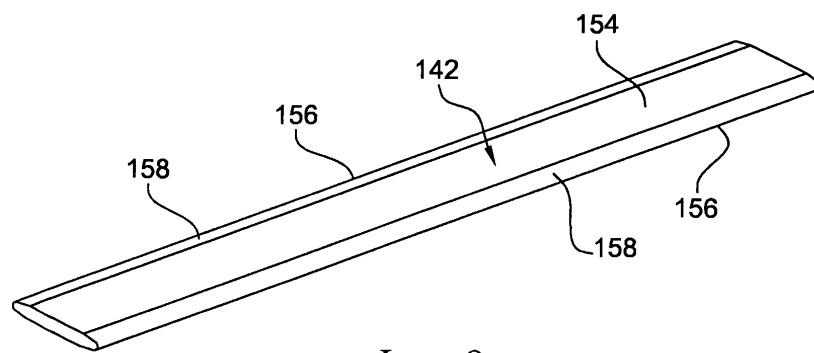
5/6



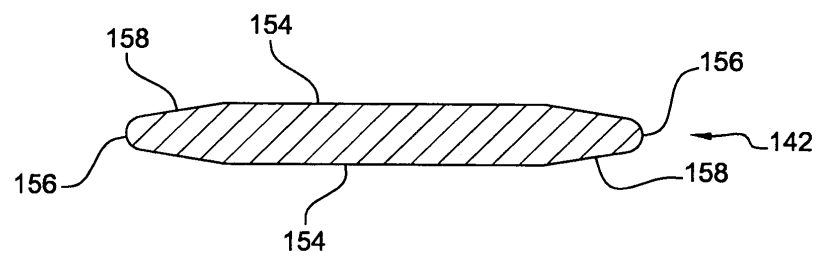
Фиг. 8

Вентилятор, в частности, для
турбинного двигателя

6 / 6



Фиг. 9



Фиг. 10