



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003131385/06, 20.10.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.10.2003(30) Конвенционный приоритет:
22.10.2002 FR 02 13144

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2005

(45) Опубликовано: 10.05.2008 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2148732 C1, 10.05.2000. RU 203633
C1, 27.05.1995. RU 2176333 C2, 27.11.2001. DE
2642603 B2, 23.11.1978. GB 2158879 A,
20.11.1985. DE 1022745 A, 16.01.1958.

Адрес для переписки:

191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-
ПАТЕНТ", пат.пов. В.М.Рыбакову, рег. № 90

(72) Автор(ы):

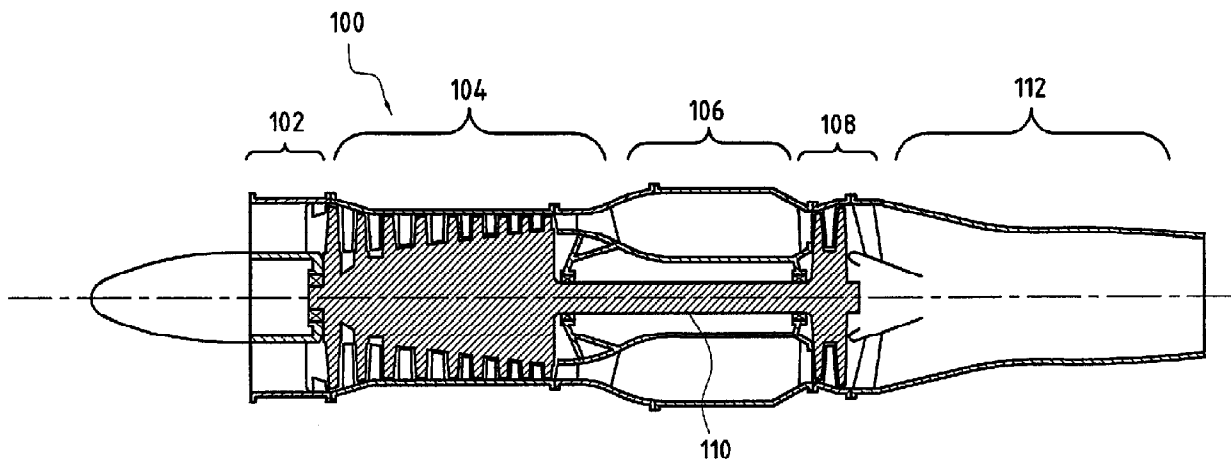
ЛЕ БЬЕ Филипп (FR),
ЛЕБРЕ Ян (FR),
МОН Марсель (FR)(73) Патентообладатель(и):
СНЕКМА МОТОРС (FR)

(54) КОРПУС, КОМПРЕССОР, ТУРБИНА И ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, СОДЕРЖАЩИЕ ЭТОТ КОРПУС

(57) Реферат:

В корпусе установлены венцы статорных лопаток, между которыми расположены венцы роторных лопаток, вращающихся вокруг продольной оси. Радиально внешние кромки роторных лопаток находятся вблизи внутренней поверхности корпуса. Корпус содержит основной элемент и противоположащую, по меньшей мере, одному из венцов роторных лопаток комбинацию элементов, содержащую пластину, изготовленную из материала с сотовой структурой, образованной трубчатыми ячейками, и покрытие, расположенное на стороне пластины, обращенной от лопаток, так что ячейки открыты в направлении лопаток. В

покрытии имеются отверстия, открывающиеся в некоторые ячейки пластины и образующие тем самым открытые ячейки. В то время как указанное покрытие закрывает некоторые ячейки пластины, образуя закрытые ячейки. Между пластиной и внутренней поверхностью основного элемента образована полость. В предпочтительном варианте корпус по изобретению предназначен для использования в качестве корпуса осевого компрессора низкого давления в составе турбореактивного двигателя. Изобретение направлено на устранение помпажа и увеличение устойчивости к последнему. 4 н. и 7 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ. 1

RU 2324076 C2

RU 2324076 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003131385/06, 20.10.2003**

(24) Effective date for property rights: **20.10.2003**

(30) Priority:
22.10.2002 FR 02 13144

(43) Application published: **10.04.2005**

(45) Date of publication: **10.05.2008 Bull. 13**

Mail address:
191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", pat.pov. V.M.Rybakovu, reg. № 90

(72) Inventor(s):
**LE B'E Philipp (FR),
LEBRE Jan (FR),
MON Marsel' (FR)**

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

(54) **FRAME, COMPRESSOR, TURBO AND GASTURBINE ENGINE INCLUDED INTO FRAME**

(57) Abstract:

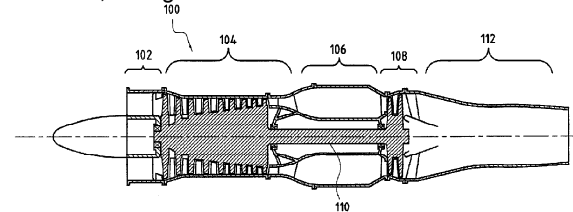
FIELD: engineering industry.

SUBSTANCE: frame includes stator blade crowns with rotor blade crowns between them, which rotate round the X-axis. Radial outboard rotor blade edges are found near the inside surface of the frame. Frame includes the main element and element combination lying opposite one of the rotor blade edge. The element combination in its turn has a plate made of the material with cellular structure and cover on the plate's side faced from the blade so that the cells are open in the direction of blades. Cover has the holes which make the cells open. The stated above cover closes some cells of the plate creating the

closed cells. There is a space between the plate and the inner surface of the main element. It is preferred to use this frame as an axial flow compressor frame of low pressure as part of the turbojet engine.

EFFECT: clearing surging and increasing of the stability to the latter.

11 cl, 5 dwg



ФИГ. 1

RU 2 3 2 4 0 7 6 C 2

RU 2 3 2 4 0 7 6 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к корпусу, предназначенному для установки венцов неподвижных лопаток, между которыми расположены венцы роторных лопаток, вращающихся вокруг продольной оси, причем радиально внешние кромки роторных лопаток находятся вблизи внутренней поверхности корпуса. Более конкретно, изобретение относится к корпусу, используемому в авиационных турбореактивных двигателях.

Кроме того, настоящее изобретение охватывает компрессор, в частности осевого типа, а именно компрессор низкого давления и турбину для турбореактивного двигателя, содержащие вышеупомянутый корпус. Изобретение охватывает также газотурбинный (например, турбореактивный) двигатель, содержащий названный компрессор.

Уровень техники

Известны различные варианты построения авиационных турбореактивных двигателей, в том числе турбовентиляторные двигатели, основными компонентами которых являются вентилятор, компрессор, камера сгорания, турбина и выходное устройство (см., например, патент США №6148518, В23Р 015/00, 21.11.2000, в котором описаны ближайшие аналоги настоящего изобретения в части турбины, турбореактивного двигателя и используемого в нем корпуса).

Компрессоры, используемые в турбореактивных двигателях, состоят из ротора, содержащего комплект пространственно отделенных друг от друга последовательно расположенных дисков либо единый барабан, предназначенный для установки венцов лопаток разных ступеней, и статора, несущего венцы статорных лопаток (см., например, патент США №4483054, В21К 003/04, 20.11.1984).

В известных роторах подобного типа на этом едином барабане имеются выемки, выполненные посредством механической обработки и служащие для образования между двумя соседними ступенями пространства, в которое входят лопатки неподвижных (статорных) ступеней, соединенные с неподвижной частью, представляющей собой корпус (выполняющий функцию статора).

Этот корпус образует ограниченный снаружи в радиальном направлении участок канала, вдоль которого внутри турбомшины движется воздушный поток.

Рабочие лопатки обычно соединяются с барабаном индивидуально при помощи расположенных через равные промежутки пазов, число которых бывает равно числу лопаток, а форма соответствует форме хвостовика лопаток. Это позволяет зафиксировать лопатки в радиальном направлении; например, для этого может использоваться соединение типа «ласточкин хвост». Фиксация хвостовика лопатки от перемещения по отношению к пазу, в частности в осевом направлении, обычно достигается для каждой лопатки в отдельности при помощи системы брусков, шплинтов, скоб, фланцев, прокладок и т.п.

В процессе работы турбореактивного двигателя, в частности подобного двигателям, используемым в настоящее время в гражданской авиации, необходимо, с учетом температуры и давления горячего воздуха, обеспечить средства регулировки на случай возникновения помпажа.

Следует отметить, что возникновения помпажа в процессе работы двигателя стараются избегать, поскольку он приводит к резким колебаниям давления и расхода воздуха, в результате которых лопатки подвергаются значительным механическим воздействиям, могущим вызвать уменьшение их прочности и даже разрушение. Это явление проявляется особенно заметно в области верхних кромок лопаток, где между указанными кромками и корпусом существует ограниченный слой воздуха, который вызывает локальное образование областей пониженного давления, приводящее к появлению так называемой кавитации.

В известных решениях эта функция регулировки помпажа осуществляется при помощи разгрузочных вентилях, обеспечивающих всасывание упомянутого ограниченного слоя, что уменьшает число оборотов двигателя, в то же время обеспечивая удаление попавших в него воды и/или льда, особенно в случае компрессоров высокого давления. Однако такие

разгрузочные вентили достаточно дорогостоящи и непрочны и требуют электропитания, а также тщательного ухода.

В известных решениях также предлагалось выполнять в корпусе отверстия для организации контролируемых утечек. Однако такое решение негативно сказывается на энергетическом коэффициенте полезного действия, поскольку оно приводит к непосредственному контакту между воздушным потоком в двигателе и окружающей средой.

В качестве средств для предотвращения помпажа в компрессорах авиационных двигателей предлагалась также подача вспомогательных потоков воздуха в различные зоны двигателя (см. патент США №5984625, 1999) и введение в поток воздуха комплекта диафрагм с диаметром, регулируемым связанными с ним исполнительными механизмами по командам датчиков, контролирующим соответствующие параметры воздушного потока и двигателя (см. патент США №5082421, 1992). Однако подобные технические решения являются конструктивно очень сложными, а следовательно, недостаточно надежными и, кроме того, весьма дорогостоящими.

Раскрытие изобретения

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании корпуса, позволяющего исключить или минимизировать использование разгрузочных вентилях и избежать существенных потерь мощности.

Другими словами, задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в локальном уменьшении явления помпажа и в увеличении запаса устойчивости двигателя к помпажу без уменьшения его коэффициента полезного действия.

В соответствии с изобретением решение поставленной задачи достигается тем, что корпус по изобретению содержит основной элемент и противоположающую, по меньшей мере, одному из венцов роторных лопаток комбинацию элементов, содержащую пластину, изготовленную из материала с сотовой структурой, образованной трубчатыми ячейками, и покрытие, расположенное на стороне пластины, обращенной от лопаток, так что ячейки открыты в направлении лопаток. При этом в покрытии имеются отверстия, открывающиеся в некоторые ячейки пластины и образующие открытые ячейки. В то же время покрытие закрывает некоторые ячейки пластины, образуя закрытые ячейки, тогда как между указанной пластиной и внутренней поверхностью указанного основного элемента образована полость.

Таким образом, предполагается, что наличие в сотовой пластине, имеющей легкую и прочную конструкцию, открытых ячеек обеспечивает удаление воздуха из ограниченного слоя в полость, что препятствует возникновению явления помпажа. Такое устройство также просто в использовании благодаря высокой адаптивности и легкости установки сотовых пластин.

Настоящее решение дает также дополнительные преимущества, поскольку наличие полости между пластиной и внутренней поверхностью основного элемента позволяет организовать рециркуляцию сжатого воздуха, заключенного в ограниченном слое напротив яруса лопаток и/или перед ним. Такая рециркуляция, с одной стороны, позволяет ограничить утечку воздуха, а с другой стороны, позволяет увеличить давление за соответствующим венцом лопаток.

В целом использование устройства по настоящему изобретению позволяет организовать откачку воздуха из ограниченного слоя, способного породить явление помпажа, не уменьшая числа оборотов двигателя, благодаря рециркуляции воздуха. Тем самым обеспечивается возможность повысить устойчивость системы, режим работы которой приближается к оптимальному режиму эксплуатации.

В предпочтительном варианте указанная комбинация элементов дополнительно содержит металлический лист с отверстиями. Данный лист расположен между покрытием и внутренней поверхностью основного элемента корпуса, причем указанная полость образуется между данным листом и внутренней поверхностью основного элемента. При этом, по меньшей мере, некоторые из указанных отверстий являются продолжением открытых ячеек.

Описанный перфорированный металлический лист способствует подаче выведенного из ограниченного слоя и вновь инжектированного воздуха против направления движения воздушного потока; этот лист позволяет также ограничить завихрения в полости и, таким образом, улучшить акустические характеристики.

5 В предпочтительном варианте все указанные ячейки сориентированы в одном направлении, образующем острый угол (α) с продольной осью.

Такой угол позволяет изменять по необходимости условия отвода и рециркуляции сжатого воздуха благодаря ориентации сотовой структуры против потока.

10 Также предпочтительным является расположение, по меньшей мере, части указанных ячеек как перед указанным венцом роторных лопаток, так и за ним. За счет этого обеспечивается рециркуляция между ограниченным слоем, расположенным за барабаном (комплексом роторных лопаток), характеристики которого должны быть улучшены. Такое расположение может использоваться в сочетании с возможностью размещения открытых ячеек также и на участке, являющемся продолжением данного венца роторных лопаток

15 и/или других венцов роторных лопаток.
В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения, по меньшей мере, некоторые из закрытых ячеек наполнены изнашивающимся материалом: такое решение придает пластине функции "истираемого" элемента. Таким образом, в сущности, добиваются выполнения указанной комбинацией элементов корпуса функции так

20 называемого "истирания" под воздействием внешних (верхних) кромок лопаток. Другими словами, имеет место использование амортизационного материала, способного к стиранию, т.е. к расходуванию в результате трения об него кромок лопаток.

В предпочтительном варианте изнашивающийся материал содержит один из материалов, относящихся к группе, образованной смолами, силиконами, силиконовыми

25 смолами.
В соответствии с другой особенностью осуществления, которая может применяться в сочетании с особенностью, описанной в предыдущем абзаце, указанный амортизационный материал содержит полые шарики, в частности стеклянные шарики.

30 Настоящее изобретение охватывает также компрессор, в предпочтительном варианте осевой, в частности работающий при низком давлении, содержащий в качестве статора вышеописанный корпус.

Настоящее изобретение охватывает также газотурбинный двигатель внутреннего сгорания, в частности турбореактивный двигатель, содержащий компрессор описанного типа.

35 Наконец, настоящее изобретение охватывает также турбину, содержащую описанный корпус.

Краткое описание чертежей

40 Другие свойства и достоинства настоящего изобретения станут ясны из нижеследующего описания, относящегося к примеру осуществления изобретения и содержащего ссылки на прилагаемые чертежи.

На чертежах:

- на фиг.1 схематично представлен турбореактивный двигатель в продольном сечении,
- на фиг.2 представлен частичный вид в продольном сечении передней части турбореактивного двигателя с вентилятором и компрессором низкого давления,
- 45 снабженным корпусом по настоящему изобретению,
- фиг.3 изображает на виде в плане часть корпуса по настоящему изобретению со свободными концами лопаток в поперечном сечении,
- фиг.4 соответствует сечению плоскостью IV-IV на фиг.3,
- фиг.5 изображает в увеличенном виде свободный конец лопатки и смежную с ней часть
- 50 корпуса по настоящему изобретению.

Осуществление изобретения

Как следует из фиг.1, на которой схематически изображен осевой турбореактивный двигатель 100 (причем его подвижные части заштрихованы), в направлении движения

воздушного потока в составе двигателя имеются следующие основные компоненты: вентилятор 102, компрессор 104, камера сгорания 106, турбина 108 с валом 110 и выходное устройство 112.

На фиг.2 изображена в увеличенном виде часть фиг.1.

5 Точнее, на фиг.2 изображена в сечении половина передней части 10 турбореактивного двигателя того же типа, что и на фиг.1, причем эта половина расположена по одну сторону продольной оси 12, образующей ось вращательной симметрии различных элементов, в частности различных подвижных элементов турбореактивного двигателя.

10 На фиг.2 среди различных элементов, расположенных аксиально вокруг продольной оси 12 и образующих традиционную структуру такого турбореактивного двигателя, особенно хорошо видны вентилятор 102 и компрессор 104 низкого давления.

Вентилятор 102 содержит комплект лопаток 18, направленных радиально и установленных на кольцевом диске 20 (на фиг.2 показана только одна из этих лопаток).
15 Подразумевается, что диск 20 и лопатки 18 установлены таким образом, что они могут вращаться вокруг продольной оси 12 турбореактивного двигателя.

Направление воздушного потока определяет положение передней (слева на фиг.2) и задней (справа на фиг.2) частей двигателя.

20 Во избежание загромождения чертежей другие традиционно используемые элементы такого турбореактивного двигателя, расположенные дальше компрессора 104 по направлению движения воздушного потока и дальше от продольной оси 12 в радиальном направлении, на фигурах не показаны.

Компрессор 104 содержит несколько венцов (рядов) рабочих (вращающихся) лопаток 22, установленных на диске или барабане 24, жестко связанном с диском 20 вентилятора 102.

25 На фиг.2 изображены три венца рабочих лопаток 22 и четыре венца неподвижных (статорных) лопаток 26, укрепленных на корпусе 28.

Строение корпуса 28 в соответствии с настоящим изобретением будет наиболее полно описано ниже со ссылками на фиг.3-5.

Направление течения воздуха указано стрелкой 30, в то время как стрелка 32 указывает направление вращения лопаток 22 компрессора 104.

30 Корпус 28 содержит основной элемент 34, образующий несущую конструкцию корпуса 28 и отделяющий канал протекания воздушного потока от окружающей среды. Этот основной элемент 34 в основном соответствует классической форме корпуса согласно известным решениям.

35 Основной элемент 34 содержит кольцеобразные желоба 36, выполненные для каждого венца лопаток 22, на которые желательнее воздействовать для предотвращения помпажа.

Как видно из фиг.3, размер этих кольцеобразных желобов 36 вдоль продольной оси 12 немного превосходит размер лопаток 22 вдоль той же продольной оси 12 (ось 12, изображенная на фиг.3, параллельна оси 12, изображенной на фиг.2).

40 Кольцеобразный желоб 36 служит для установки в нем комбинации элементов, в состав которой входит пластина 38, изготовленная из материала с сотовой структурой, образованной из соответственно расположенных и склеенных друг с другом пластинок. В состав данной комбинации входят также покрытие 40, которое образует оболочку, расположенную на стороне пластины 38, обращенной от лопаток 22, и металлический лист 42, расположенный между покрытием 40 пластины 38 и дном кольцеобразного желоба 36.

45 Покрытие 40 содержит отверстия 40а, являющиеся продолжением некоторых из трубчатых ячеек пластины 38, которые благодаря этому образуют открытые ячейки 38а. Однако не все ячейки 38 оказываются открытыми благодаря наличию отверстий 40а, так что некоторые из них образуют закрытые ячейки 38b.

50 Фактически эти закрытые ячейки 38b перекрыты покрытием 40 со стороны, обращенной от лопаток 22, в то время как их концы, обращенные к лопаткам 22, остаются открытыми.

Эти закрытые ячейки 38b предпочтительно заполняют материалом 44, подвергающимся износу, что позволяет пластине 38 играть также роль "истираемого" элемента, т.е. стираться по мере необходимости внешними кромками лопаток 22 (см. фиг.5).

Из фиг.4 также видно, что в металлическом листе 42 выполнены отверстия 42а, расположенные в продолжение отверстий 40а в покрытии 40. Однако положение, распределение и плотность расположения отверстий 42а можно варьировать с целью использования перфорированного металлического листа 42 для улучшения акустических характеристик.

Фактически, как показано на фиг.4, использование вышеописанного устройства приводит к образованию закрытой полости 46, расположенной между дном желоба 36 и металлическим листом 42 и служащей для рециркуляции воздуха, как это подробнее описано ниже.

Таким образом, пластина 38 содержит ряды 38с ячеек 38а, 38б; один из этих рядов 38с показан на фиг.4. Эти ряды ячеек 38с ориентированы таким образом, что образуют с осью 12', параллельной продольной оси 12, угол α .

Этот, в оптимальном варианте острый, угол α может варьироваться от 0° до 90° , а в предпочтительном варианте - от 15° до 45° ; в наиболее предпочтительном варианте он равен 30° . Фактически этот угол α должен быть выбран близким к углу разворота лопатки, т.е. углу между продольной осью 12 (осью вращения турбореактивного двигателя) и прямой линией, проходящей по верхней кромке лопатки от ее передней кромки к задней кромке.

Ячейки 38а, 38б пластины 38 также наклонены под углом β относительно оси 13, которая проходит перпендикулярно продольной оси 12 и параллельно радиальной (поперечной) плоскости компрессора 104.

Этот угол β может варьироваться от -90° до $+90^\circ$ (случай окружного паза) в зависимости от вектора скорости у верхней кромки лопатки.

Как изображено на фиг.3, ячейки 38а, 38б имеют в сечении шестиугольную форму; подразумевается, однако, что могут быть использованы ячейки и других форм, в том числе прямоугольные, изогнутые, волнообразные, шестиугольные усиленные, цилиндрические, синусоидальные, квадратные, крестообразные, шестиугольные со смещением, квадратные изогнутые (см., в частности, стр.7 французского нормативного документа PR L 19-000, касающегося общего вида ячеистых материалов с трубчатыми ячейками, применяемых в авиационной и космической промышленности).

В классическом варианте листы, используемые для изготовления сотовой пластины 38, изготавливают из алюминиевого сплава, титанового сплава, стали или других металлов, или же из композитных и неметаллических материалов.

В предпочтительном варианте используют пластину 38, изготовленную из алюминиевого сплава или из материала "Nomex" (зарегистрированный товарный знак), т.е. из термостойкого текстильного арамидного волокна, состоящего из поли(метафениленизофталамида).

Длина I ячеек 38а, 38б также может быть изменена в зависимости от желаемого результата. Следует учитывать, что закрытая полость 46 обеспечивает рециркуляцию воздуха за счет входа воздуха в полость и выхода из нее через каналы, образованные открытыми ячейками 38а.

В частности, как следует из фиг.5, в процессе вращения лопаток 22 свободные концы этих лопаток 22 проходят мимо различных ячеек 38, что приводит к возникновению в открытых ячейках 38а различных значений давления в зависимости от положения лопатки 22. Кроме того, как изображено на фиг.5, на которой стрелка 32 указывает направление вращения лопатки 22, сторона 22а лопатки 22 соответствует области низкого давления, в то время как сторона 22b соответствует области с более высоким давлением.

Например, в случае открытой ячейки 38а₁ и лопатки 22₁, изображенных на фиг.3, в исходном положении открытая ячейка 38а₁ находится со стороны области высокого давления 22b, создаваемой лопаткой 22₁. Однако, поскольку лопатка, вращаясь, движется по направлению, указанному стрелкой 32, открытая ячейка 38а₁ впоследствии, когда лопатка 22₁ окажется в следующем положении, подвергнется воздействию давления, соответствующего области низкого давления со стороны 22а, так же, как ему

подвергалась ячейка 38a₂ в начальном положении лопатки 22₁.

Таким образом, как изображено на фиг.5, открытая ячейка 38a₂, первоначально подвергавшаяся воздействию давления, соответствующего высокому давлению со стороны 22b лопатки 22, испускает струю воздуха (стрелка 48) в область, соответствующую

5 низкому давлению со стороны 22a лопатки 22, в то время как лопатка проходит мимо этой ячейки 38a₂ благодаря предварительному впуску (стрелка 50) струи воздуха из области, подверженной воздействию высокого давления со стороны 22b лопатки 22.

То же явление происходит в открытой ячейке 38a₁, в которую в исходном положении, изображенном на фиг.5, проникает воздух (стрелка 50), поскольку эта открытая ячейка 38a₁

10 находится со стороны 22b лопатки, подверженной воздействию высокого давления.

В числе других выбираемых параметров следует отметить средний размер d (см. фиг.5) сечения ячеек 38a, 38b, который в предпочтительном варианте должен быть приблизительно равен толщине лопаток 22.

В предпочтительном варианте длина l ячеек пластины 38, по меньшей мере, равна

15 размеру d, а в оптимальном варианте превышает этот размер d в 2-10 раз.

Таким образом, подразумевается, что возникновение явления помпажа предотвращается посредством отвода части воздуха, содержащегося в ограниченном слое, расположенном между внешней (верхней) кромкой каждой из лопаток 22 и пластиной 38

20 благодаря вышеописанной рециркуляции воздуха (обозначенной стрелками 50 и 48).

Таким образом, должно быть понятно, что воздух, отводимый в зоне верхних кромок лопаток, не теряется, но повторно инжектируется таким образом, что не происходит потерь коэффициента полезного действия, возникающих при использовании

контролируемых утечек для устранения явления помпажа.

Материал 44, подвергающийся износу и используемый для создания "стираемого"

25 элемента, может быть получен из разнообразных материалов, среди которых предпочтение отдается материалам, относящимся к группе, образованной смолами, силиконами, силиконовыми смолами; в оптимальном варианте с добавлением полых шариков, в частности стеклянных шариков.

В этих целях могут использоваться смолы с добавлением полых шариков, например,

30 соответствующих продукту "minnesota Ec 3524". Среди силиконовых смол с добавлением полых стеклянных шариков можно отметить использование продукта "RTV 147/148".

На фиг.3 в каждом ряду 38c ячеек 38a, 38b предусмотрено по одной открытой ячейке 38a из трех ячеек, однако подразумевается, что могут быть использованы и другие

распределения этих ячеек.

На фиг.3 предусмотрен, кроме того, сдвиг положения открытых ячеек 38a и закрытых ячеек 38b через каждые семь рядов ячеек 38c, однако подразумевается, что могут быть

35 выбраны и другие варианты расположения ячеек.

Также следует учитывать следующие параметры оптимизации конструкции корпуса 28: плотность ячеек 38a, 38b пластины 38, пропорции ячеек (форму их сечения), угол, образуемый относительно канала (связанный с углом β), отношение числа открытых ячеек

40 38a к числу закрытых ячеек 38b, положение и ориентацию открытых ячеек и закрытых ячеек, размеры сечения открытых ячеек 38a и выбор положения открытых ячеек 38a относительно закрытых ячеек 38b, толщину сотовой пластины 38.

Кроме того, следует отметить, что комбинация элементов 38, 40, 42, находящихся в

45 желобе 36, может охватывать один или несколько венцов лопаток 22, соседние венцы лопаток или же только некоторые венцы лопаток.

Далее, возможно предусмотреть конструкцию, при которой желоб 36 выполняют по всей длине основного элемента 34 таким образом, что весь компрессор 104 и все венцы лопаток 22, имеющиеся в нем, обслуживаются единой комбинацией элементов 38, 40, 42,

50 обеспечивающей рециркуляцию воздуха на каждой решетке.

Таким образом, из вышесказанного следует, что, помимо выполнения функции "стираемого" элемента, комбинация элементов 38, 40, 42 позволяет значительно повысить стабилизацию давления ограниченного воздушного слоя в компрессоре 104.

В общем случае очевидно, что применение пластины, изготовленной из ячеистого материала с трубчатыми ячейками (или сотового материала), характеризуется простотой в эксплуатации и большими возможностями адаптации с учетом всех возможностей использования разнообразных материалов, а также возможных форм (углов наклона и форм сечения) и размеров (длин и размеров сечения) ячеек.

Формула изобретения

1. Корпус (28), на котором установлены венцы статорных лопаток (18; 26), между которыми расположены венцы роторных лопаток (22), вращающихся вокруг продольной оси (12), причем радиально внешние кромки роторных лопаток (22) находятся вблизи внутренней поверхности корпуса (28), отличающийся тем, что он содержит основной элемент (34) и противоположащую, по меньшей мере, одному из венцов роторных лопаток (22) комбинацию элементов, содержащую пластину (38), изготовленную из материала с сотовой структурой, образованной трубчатыми ячейками и покрытие (40), расположенное на стороне пластины (38), обращенной от лопаток (22), так что ячейки (38а, 38b) открыты в направлении лопаток (22), причем в указанном покрытии (40) имеются отверстия, открывающиеся в некоторые ячейки пластины (38) и образующие тем самым открытые ячейки (38а), в то время как указанное покрытие (40) закрывает некоторые ячейки пластины, образуя закрытые ячейки (38b), а между пластиной (38) и внутренней поверхностью основного элемента (34) образована полость (46).

2. Корпус по п.1, отличающийся тем, что указанная комбинация элементов дополнительно содержит металлический лист (42), который расположен между покрытием (40) и внутренней поверхностью основного элемента (34) и в котором выполнены отверстия (42а), причем, по меньшей мере, часть указанных отверстий (42а) расположена в продолжение открытых ячеек (38а).

3. Корпус по п.1 или 2, отличающийся тем, что ячейки (38а, 38b) сориентированы в одном направлении, образующем острый угол (α) с продольной осью (12).

4. Корпус по п.1, отличающийся тем, что указанный угол (α) находится в пределах от 0 до 90°, предпочтительно в пределах от 15 до 30° и наиболее предпочтительно равен 30°.

5. Корпус по п.1 или 2, отличающийся тем, что, по меньшей мере, часть указанных открытых ячеек (38а) расположена перед указанным венцом роторных лопаток (22) и за ним.

6. Корпус по п.1 или 2, отличающийся тем, что, по меньшей мере, некоторые из закрытых ячеек (38b) заполнены изнашивающимся материалом (44).

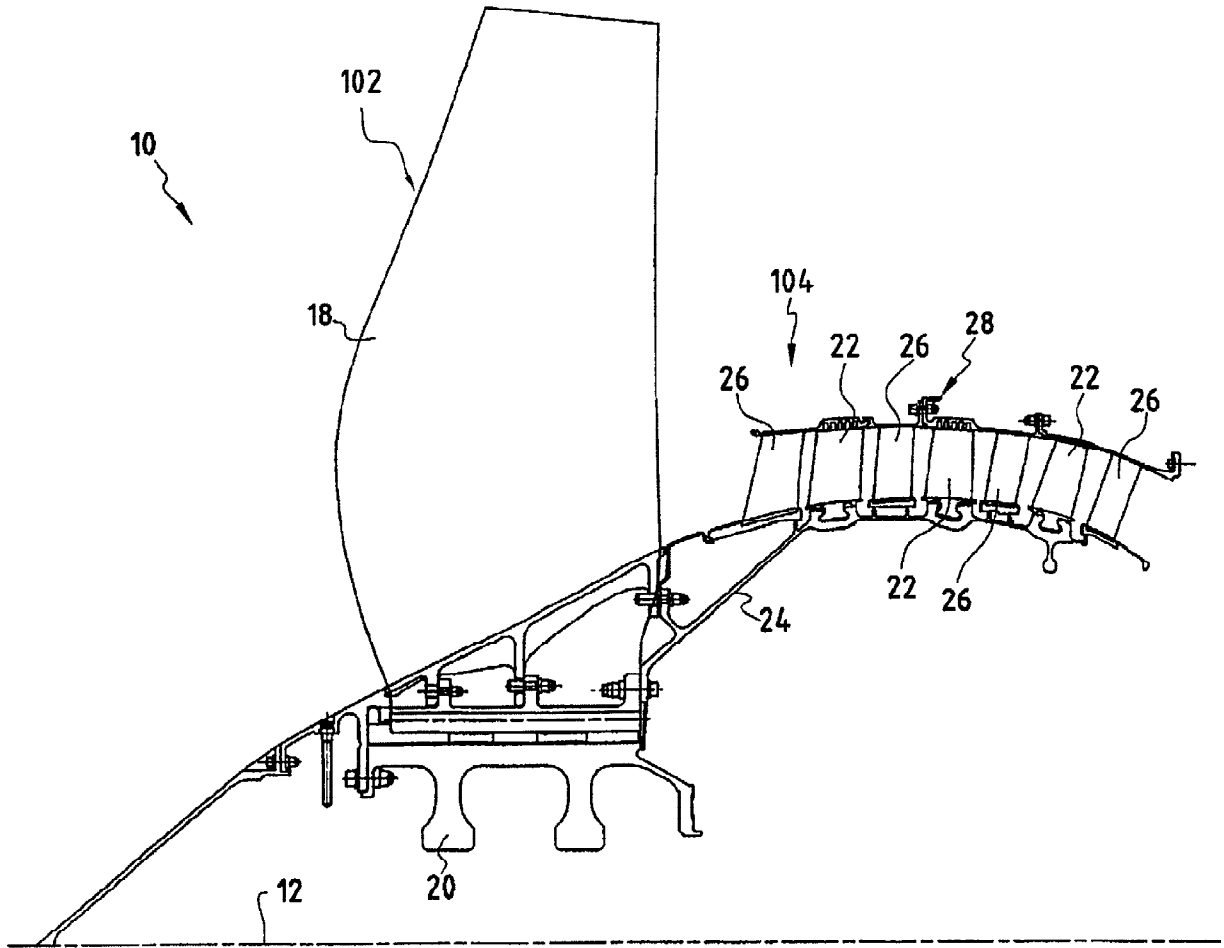
7. Корпус по п.6, отличающийся тем, что изнашивающийся материал (44) содержит один из материалов, относящихся к группе, образованной смолами, силиконами и силиконовыми смолами.

8. Корпус по п.6, отличающийся тем, что изнашивающийся материал (44) содержит полые шарики, в частности стеклянные.

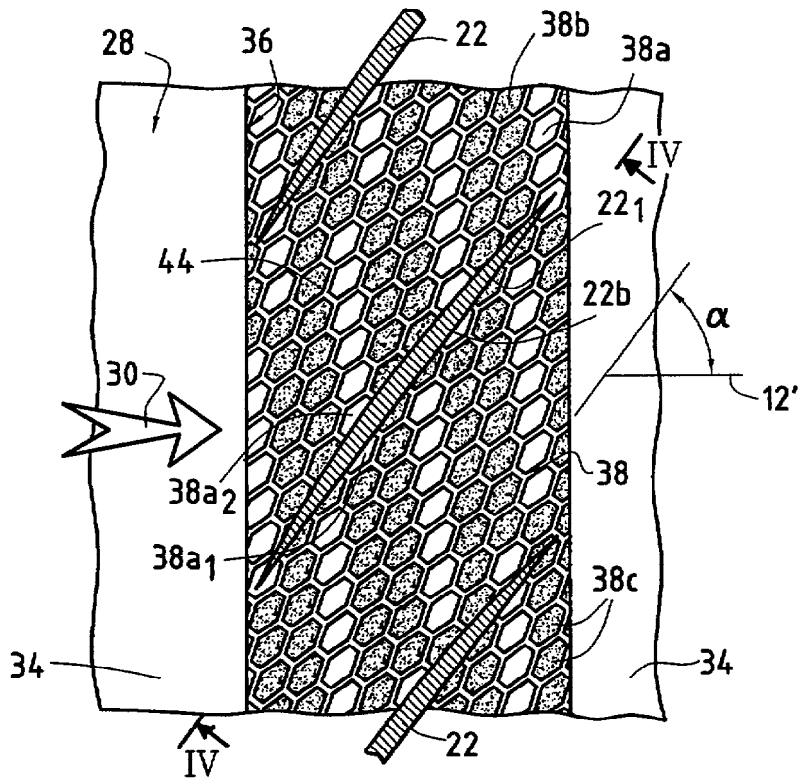
9. Осевой компрессор (104), в частности компрессор низкого давления, содержащий в качестве статора корпус (28) по любому из предыдущих пунктов.

10. Газотурбинный двигатель, в частности турбореактивный, содержащий компрессор (104) по п.9.

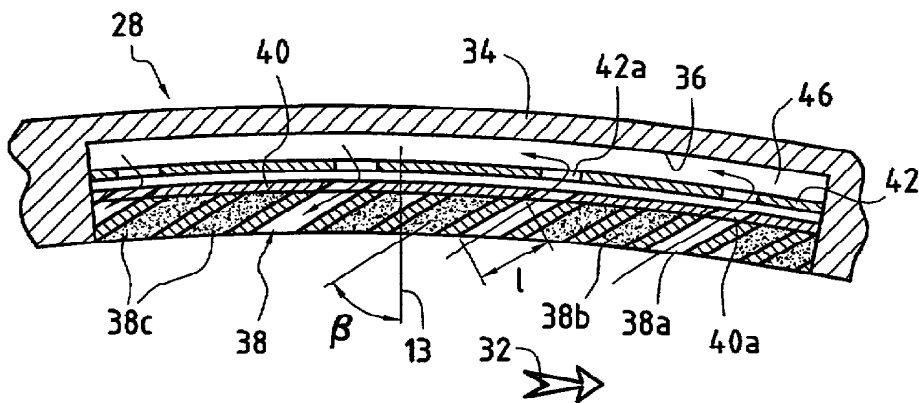
11. Турбина (108) для турбореактивного двигателя, содержащая корпус (28) по любому из пп.1-8.



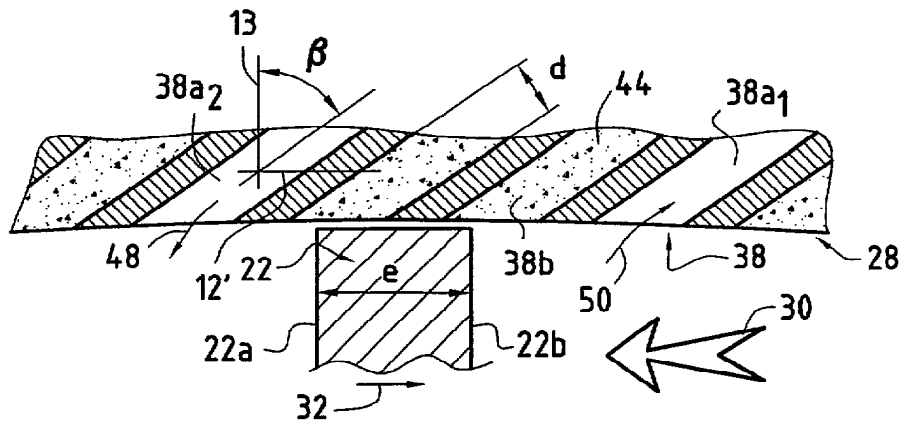
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5