



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2009144111/06, 24.04.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.04.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
30.04.2007 FR 0754783

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2011 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 20.11.2012 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: GB 1490923 A, 02.11.1977. US 2006/0043236 A1, 02.03.2006. US 2006/0169532 A1, 03.08.2006. US 2002/0036115 A1, 28.03.2002. SU 504001 A1, 25.02.1976. RU 2268384 C1, 20.01.2006.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 30.11.2009

(86) Заявка РСТ:  
FR 2008/050746 (24.04.2008)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2008/152259 (18.12.2008)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул.Б.Спаская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364

(72) Автор(ы):

ЛИДУАН Стефан (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ЭРБЮС ФРАНС (FR)

**(54) ГОНДОЛА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С АКУСТИЧЕСКОЙ ПАНЕЛЬЮ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ**

(57) Реферат:

Гондола летательного аппарата содержит канал, проходящий от воздухозаборника до задней части гондолы и покрытый акустической панелью, содержащей отражающий слой, ячеистую структуру и акустически резистивную структуру. Акустически резистивная структура образует аэродинамическую поверхность канала, на поверхности которой распространяется, по меньшей мере, одна акустическая волна. По меньшей мере, одна из характеристик

акустической панели, влияет на полное сопротивление упомянутой панели, которое изменяется по направлению распространения, по меньшей мере, одной акустической волны. По меньшей мере, одна характеристика акустической панели, влияющая на полное сопротивление, является постоянной в зонах, расположенных на уровне воздухозаборника и на уровне задней части гондолы и непрерывно изменяется между указанными зонами. Изобретение позволяет обеспечить оптимальное снижение уровня шума вдоль всей

RU 2467191 C2

RU 2467191 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009144111/06, 24.04.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**24.04.2008**

Priority:

(30) Convention priority:  
**30.04.2007 FR 0754783**

(43) Application published: **10.06.2011 Bull. 16**

(45) Date of publication: **20.11.2012 Bull. 32**

(85) Commencement of national phase: **30.11.2009**

(86) PCT application:  
**FR 2008/050746 (24.04.2008)**

(87) PCT publication:  
**WO 2008/152259 (18.12.2008)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

**LIDUAN Stefan (FR)**

(73) Proprietor(s):

**EhRBJuS FRANS (FR)**

**(54) AIRCRAFT GONDOLA WITH ACOUSTICAL BOARD HAVING VARIABLE ACOUSTIC PROPERTY**

(57) Abstract:

FIELD: transport.

SUBSTANCE: aircraft gondola contains channel which goes from air intake to gondola rear part and covered with acoustic panel containing reflecting layer, cellular structure and acoustically resistive structure. The acoustically resistive structure forms channel airfoil along the surface of which at least one acoustic wave is propagated. At least one of acoustic panel characteristics influences complex impedance of the mentioned panel which impedance

changes in direction of propagation of at least one acoustic wave. At least one characteristic of acoustic panel influencing complex impedance is constant in areas located at air intake level and at gondola rear part level and continuously varies between the mentioned areas.

EFFECT: invention makes possible to provide optimal reduction of noise level along surface of aircraft gondola.

4 cl, 5 dwg

RU 2 467 191 C2

RU 2 467 191 C2

Изобретение относится к акустической панели, обладающей, по меньшей мере, одной изменяющейся характеристикой.

Для ограничения вредного воздействия звука на окружающую среду вблизи аэропортов международные нормы становятся все более жесткими в вопросах звукового излучения.

Были разработаны технологии снижения шума, производимого летательным аппаратом, в частности шума, производимого силовой установкой летательного аппарата, предусматривающие размещение на уровне некоторых стенок покрытий, целью которых является поглощение части звуковой энергии, в частности путем применения принципа резонаторов Гельмгольца.

Известно, что такое акустическое покрытие, называемое также акустической панелью, содержит, если следовать от внешней стороны внутрь, акустически резистивную структуру, ячеистую структуру и отражающий слой. Под понятием «структура» или «слой» понимается один или несколько слоев одинаковой природы или нет.

Акустически резистивная структура представляет собой пористую структуру, выполняющую рассеивающую функцию, частично преобразующую акустическую энергию звуковой волны, проходящую сквозь нее, в теплоту. Она имеет так называемые открытые зоны, способные пропускать акустические волны, и другие, так называемые закрытые или полные, не пропускающие звуковые волны, но предназначенные для обеспечения механической прочности упомянутого слоя. Этот акустически резистивный слой характеризуется, в основном, долей открытой поверхности, называемой также TSO.

Если речь идет о более сложном акустически резистивном слое, например содержащем металлическую сетку или углеволоконные ленты, или в целом шероховатости на уровне поверхности, находящейся в контакте с аэродинамическими потоками, другие акустические характеристики акустически резистивного слоя могут быть отрегулированы, в частности его сопротивление потоку при нулевой скорости, называемой также RO, его фактор нелинейности, называемый также NLF.

Описание примера акустической панели приведено, в частности, в заявке на патент FR-2826168 от имени заявителя.

Акустические панели представляют собой элементы с локальным обратным действием, которые могут характеризоваться их нормальным полным сопротивлением стенок. Это полное сопротивление зависит от многочисленных характеристик, в частности характеристик акустической панели, например высоты полостей ячеистой структуры или, в частности, акустически резистивной структуры (в основном TSO, RO, NLF). Данное полное сопротивление также зависит от характеристик, связанных с воздушным потоком, протекающим по поверхности панели, или от других характеристик, связанных со звуком, в частности от частоты акустической волны и ее амплитуды.

В соответствии с одним вариантом применения акустическая панель может быть использована для покрытия некоторых стенок силовой установки, в частности стенок гондолы, внутри которой по существу концентрически размещается двигательная установка.

Гондола содержит внутреннюю стенку, ограничивающую в передней части канал с воздухозаборником, первую часть поступающего воздушного потока, называемого потоком первичного воздуха, который проходит сквозь двигательную установку для участия в процессе сгорания, вторую часть воздушного потока, называемого потоком

вторичного воздуха, который приводится в движение посредством вентилятора и протекает в кольцевом канале, ограниченном внутренней стенкой гондолы и наружной стенкой двигательной установки; причем различные каналы имеют одну и ту же продольную ось.

5 Для снижения уровня шума, производимого силовой установкой, внутренняя стенка гондолы покрыта акустической панелью, которая располагается от воздухозаборника до задней части вторичного канала. Акустическая панель, как правило, состоит из нескольких частей, которые, предпочтительно, прилегают друг к другу.

10 Для данных гондолы и двигательной установки характеристики акустической панели и, в частности, характеристики акустически резистивной структуры, а именно TSO, RO, NLF, определяются таким образом, чтобы добиться оптимального полного сопротивления на частотах и на режимах работы интересующего двигателя с целью максимального снижения уровня шума, производимого рассматриваемой

15 силовой установкой. Таким образом, для силовой установки, а именно для данных гондолы и двигательной установки, характеристики акустической панели и, в частности, характеристики акустически резистивной структуры, а именно TSO, RO, NLF, являются

20 постоянными по окружности и вдоль продольного направления гондолы. Такое решение не является удовлетворительным, поскольку оно не позволяет оптимизировать снижение уровня шума вдоль всего канала упомянутой гондолы.

25 Задачей настоящего изобретения также является устранение недостатков предшествующего уровня техники путем предложения акустической панели, позволяющей оптимизировать снижение уровня шума вдоль всего распространения акустической волны.

С этой целью объектом предлагаемого изобретения является акустическая панель, содержащая отражающий слой, по меньшей мере, одну ячеистую структуру и одну

30 акустически резистивную структуру, образующие аэродинамическую поверхность летательного аппарата, на поверхности которой по направлению распространения распространяется, по меньшей мере, одна акустическая волна; причем, по меньшей мере, одна из характеристик акустической панели, влияющей на полное сопротивление

35 упомянутой панели, изменяется по направлению распространения упомянутой, по меньшей мере, одной акустической волны, отличающаяся тем, что она содержит, по меньшей мере, первую зону А с постоянным полным акустическим сопротивлением, расположенную по направлению распространения упомянутой, по меньшей мере, одной акустической волны рядом с зоной С, на уровне которой, по меньшей мере,

40 одна характеристика акустической панели, влияющая на полное сопротивление, постепенно изменяется по направлению распространения упомянутой, по меньшей мере, одной акустической волны; причем упомянутая характеристика имеет значение без резких изменений от одной зоны к другой.

Также объектом изобретения является гондола летательного аппарата, содержащая:

45 канал, который проходит от воздухозаборника до выхода, расположенного в задней части гондолы, упомянутый канал покрыт акустической панелью, которая содержит отражающий слой (28), по меньшей мере, одну ячеистую структуру (30) и акустически резистивную структуру (32), которая образует аэродинамическую

50 поверхность упомянутого канала, на поверхности которой распространяется, по меньшей мере, одна акустическая волна по направлению распространения (24); причем, по меньшей мере, одна из характеристик акустической панели, влияет на

полное сопротивление упомянутой панели, которое изменяется по направлению распространения (24) упомянутой, по меньшей мере, одной акустической волны, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна характеристика акустической панели, влияющая на полное сопротивление, является постоянной в зоне А, расположенной на уровне воздухозаборника и имеет значение  $V_1$ , является постоянной в зоне С, расположенной на уровне задней части гондолы и имеет значение  $V_2$  и изменяется в зоне В, которая разделяет зоны А и С, непрерывно переходя от величины  $V_1$  к величине  $V_2$ .

Другие отличительные признаки и преимущества станут лучше понятны после изучения нижеприводимого описания изобретения, причем описание приведено исключительно в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежа, на которых:

- фиг.1 представляет собой вид в перспективе силовой установки летательного аппарата;

- фиг.2 изображает вид в разрезе силовой установки летательного аппарата;

- фиг.3 представляет собой поперечное сечение панели ослабления звука;

- фиг.4 представляет собой вид сверху, иллюстрирующий изменения доли открытой поверхности акустически резистивной структуры согласно изобретению;

- фиг.5 представляет собой график, иллюстрирующий изменения сопротивления потоку при нулевой скорости (RO) и фактора нелинейности (NLF) акустически резистивной структуры согласно изобретению.

В настоящий момент описание настоящего изобретения приведено применительно к силовой установке летательного аппарата. Однако оно может применяться на уровне различных зон летательного аппарата, где производится акустическая обработка, например на уровне передней кромки крыльев или в любом другом месте, расположенном рядом с двигателем или рядом с лопатками двигателя.

На фиг.1 изображена силовая установка 10 летательного аппарата, которая закреплена под несущей поверхностью крыла посредством опоры 12. Вместе с тем, эта силовая установка могла бы крепиться и в других зонах летательного аппарата.

Данная силовая установка содержит гондолу 14, внутри которой по существу концентрически размещена двигательная установка 16, приводящая в движение вентилятор 18.

Гондола 14 имеет внутреннюю стенку 20, ограничивающую в передней части канал с воздухозаборником 22, первую часть поступающего воздушного потока, называемого первичным потоком, проходящего сквозь двигательную установку для участия в процессе сгорания, вторую часть воздушного потока, называемого вторичным потоком, который приводится в движение посредством вентилятора и протекает в кольцевом канале, ограниченном внутренней стенкой 20 гондолы и наружной стенкой двигательной установки; причем различные каналы имеют одну и ту же продольную ось 24.

В последующем описании под понятием «аэродинамическая поверхность» понимается оболочка летательного аппарата, находящаяся в контакте с аэродинамическим потоком.

Для ограничения вредного воздействия, в частности на уровне аэродинамических поверхностей, предусмотрено покрытие 26, задачей которого является поглощение части звуковой энергии, в частности путем использования принципа резонаторов Гельмгольца. Известно, что такое акустическое покрытие, называемое также акустической панелью, содержит, как это показано на фиг.3 (если следовать изнутри к внешней стороне), отражающий слой 28, по меньшей мере, одну ячеистую

структуру 30 и акустически резистивную структуру 32.

В качестве варианта акустическое покрытие 26 могло бы содержать множество ячеистых структур, разделенных акустически резистивными структурами, называемыми перегородкой.

Акустическое покрытие может располагаться на внутренней стенке 20 гондолы, предпочтительно, от передней части, покрывая переднюю кромку или губу воздухозаборника гондолы, до выхода в задней части гондолы.

Согласно одному способу реализации, отражающий слой 28 может быть представлен в виде металлического листа или обшивки, образованного, по меньшей мере, одним слоем переплетенных или не переплетенных волокон, погруженных в смоляную матрицу.

Ячеистая структура 30 может иметь форму сот, выполненных из металла или композитного материала, например сотовую структуру, поступающую в продажу под наименованием Nida Nomex. Может рассматриваться вариант получения ячеистой структуры другими средствами, например путем соединения лент, которые перекрещиваются друг с другом таким образом, что образуют ячейки, каждый из их краев которых открыт.

Более детальное описание отражающего слоя 28 и ячеистой структуры 30 приводиться не будет, поскольку они известны специалистам.

Акустически резистивная структура 32 представляет собой пористую структуру, имеющую рассеивающую роль, частично преобразующую звуковую энергию звуковой волны, проходящей сквозь нее, в теплоту. Она содержит так называемые открытые зоны, способные пропускать акустические волны, и другие, так называемые закрытые или полные зоны, не пропускающие звуковые волны и предназначенные для обеспечения механической прочности упомянутого слоя. Эта акустически резистивная структура 32 принципиально отличается долей открытой поверхности, называемой также TSO.

В случае, если речь идет о более сложной акустически резистивной структуре 32, например, содержащей металлическую сетку или углеволоконные ленты, или в целом шероховатости на уровне аэродинамической поверхности, другие акустические характеристики акустически резистивного слоя могут быть отрегулированы, в частности его сопротивление потоку при нулевой скорости, называемое также RO, его фактор нелинейности, называемый также NLF.

Согласно одному способу реализации акустически резистивная структура 32 может быть представлена в виде, по меньшей мере, одного слоя переплетенных или не переплетенных волокон; причем волокна, предпочтительно, покрыты смолой для обеспечения восприятия нагрузок в направлении волокон.

Согласно другому способу практической реализации акустически резистивная структура 32 содержит, по меньшей мере, один пористый слой в виде, например, металлической или не металлической сетки, такой как Wiremesh, и, по меньшей мере, один конструктивный слой, например лист, выполненный из металла или композитного материала, с овальными отверстиями или микроперфорацией.

Как правило, внутренняя стенка 20 гондолы покрыта несколькими прилегающими друг к другу акустическими панелями. В последующем описании под понятием «акустическая панель» понимается одна или несколько прилегающих друг к другу акустических панелей.

Вместе с тем, предлагаемое изобретение не ограничивается способами реализации, описание которых было приведено. Могут рассматриваться другие решения для

реализации акустически резистивной структуры.

С функциональной точки зрения акустическая панель имеет в отношении акустических волн локализованную реакцию, которую можно охарактеризовать ее нормальным полным сопротивлением стенки. Данное полное сопротивление зависит от некоторых характеристик акустической панели, в частности TSO, RO, NLF и высоты ячеистой структуры, некоторых характеристик аэродинамического потока, в частности скорости потока, и некоторых характеристик акустической волны, в частности ее частоты и ее амплитуды.

Известно, что характеристики акустической панели или части панели определены таким образом, чтобы получить оптимальное полное сопротивление на частотах и в режимах представляющего интерес двигателя для того, чтобы максимально снизить шум, производимый силовой установкой.

В случае, если речь идет о гондоле, то акустические волны распространяются по продольной оси 24, как правило, по особенному направлению, соответствующему направлению движения воздушных потоков. В последующем описании под понятием «акустическая волна» понимается одна или, как правило, несколько акустических волн.

В процессе распространения упомянутых акустических волн в каналах, в частности во вторичном канале, аэродинамические условия потока, проходящего непосредственно по акустически резистивной структуре, и амплитуда акустической волны меняются вдоль продольной оси 24 гондолы в результате, в частности, поглощения акустической энергии акустическим покрытием.

Согласно изобретению, по меньшей мере, одна из характеристик акустической панели, влияющей на полное сопротивление, изменяется по направлению распространения акустических волн, а точнее по продольной оси 24 гондолы, для того, чтобы локально противодействовать изменениям полного сопротивления в связи с изменением характеристик, связанных с аэродинамическим потоком акустической волной.

Таким образом, по направлению распространения акустической волны характеристики акустической панели, влияющие на полное сопротивление, изменяются для того, чтобы сохранить оптимальное локальное полное сопротивление и, в частности, реальную часть полного сопротивления, соответствующего сопротивлению, позволяющему добиться максимального ослабления.

Согласно другому отличительному признаку предлагаемого изобретения, по меньшей мере, одна характеристика акустической панели, влияющая на полное сопротивление, постоянно изменяется, но без резких изменений по направлению распространения акустических волн. Действительно, заявителем было отмечено, что резкие изменения полного сопротивления приводят к образованию дифракции, могут разрушить модальную структуру, делая менее эффективной акустическую обработку.

Согласно другому отличительному признаку предлагаемого изобретения, по меньшей мере, одна характеристика и, предпочтительно, все характеристики акустической панели, влияющие на полное сопротивление, являются по существу постоянными в плоскости, перпендикулярной направлению распространения. В случае, если речь идет о гондоле, то характеристики акустической панели, влияющие на полное сопротивление, для совокупности точек, расположенных в той же плоскости, перпендикулярной продольной оси, являются постоянными для того, чтобы не нарушить симметрию вращения.

Согласно одному способу реализации, по меньшей мере, одна характеристика

акустической панели, влияющей на полное сопротивление, может быть постоянной в зоне А, например воздухозаборника гондолы, и иметь величину  $V_1$ , быть постоянной в зоне С, например задней части гондолы, и иметь величину  $V_2$  и изменяться в зоне В, разделяющей зоны А и С, непрерывно переходя от величины  $V_1$  к величине  $V_2$ .

Согласно первому способу реализации акустическая панель содержит долю открытой поверхности TSO, которая постоянно изменяется по продольной оси 24. Например, как это показано на фиг.4, отверстия получают посредством отверстий 34, расположенных по первым линиям 36, которые по существу параллельны продольной оси 24. Для того чтобы не нарушить симметрию вращения, отверстия 34 также расположены по вторым линиям 38, которые по существу перпендикулярны продольной оси 24. Непрерывное изменение TSO осуществляется путем постепенного увеличения или сокращения расстояния между вторыми линиями 38. В качестве варианта можно было бы сохранить постоянный промежуток между вторыми линиями 38 и постепенно увеличивать диаметр отверстий второй линии за счет второй линии.

Таким образом, как это показано на фиг.4, значение TSO может быть постоянным и равняться  $TSO_1$  в зоне А, в частности на уровне воздухозаборника, также быть постоянным и равняться  $TSO_2$  в зоне С, в частности в задней части гондолы, и непрерывно и постепенно изменяться в промежуточной зоне В от значения  $TSO_1$  до значения  $TSO_2$ .

Согласно другому способу реализации акустическая панель имеет RO, которое непрерывно изменяется согласно направлению распространения волны. Действительно, поскольку амплитуда и скорость волны уменьшаются, представляется возможным компенсировать эти изменения путем постепенного увеличения RO вдоль направления распространения волны, которое соответствует продольной оси 24 гондолы. Предпочтительно, если принимается решение изменять сопротивление потоку при нулевой скорости (RO) для того, чтобы компенсировать изменения полного сопротивления вследствие изменения характеристик, связанных с аэродинамическим потоком и(или) акустической волной, то одновременно постепенно изменяется фактор нелинейности (NLF) акустической панели по направлению распространения волны, а именно продольной оси 24 в случае, если речь идет о гондоле, для того, чтобы учесть изменения NLF, возникшие в результате изменений RO, как это показано на фиг.5.

И, наоборот, акустическая панель может иметь NLF, который постоянно изменяется по направлению распространения волны. В этом случае сопротивление потоку при нулевой скорости (RO) одновременно постепенно изменяется по направлению распространения волны, а именно продольной оси 24, в случае, если речь идет о гондоле, для того, чтобы учесть изменения RO, возникшие в результате изменений NLF.

#### Формула изобретения

1. Гондола летательного аппарата, содержащая:

канал, который проходит от воздухозаборника до выхода, расположенного в задней части гондолы, упомянутый канал покрыт акустической панелью, которая содержит отражающий слой (28), по меньшей мере, одну ячеистую структуру (30) и акустически резистивную структуру (32), которая образует аэродинамическую поверхность упомянутого канала, на поверхности которой распространяется, по меньшей мере, одна акустическая волна по направлению распространения (24);

причем, по меньшей мере, одна из характеристик акустической панели влияет на полное сопротивление упомянутой панели, которое изменяется по направлению распространения (24) упомянутой, по меньшей мере, одной акустической волны, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна характеристика акустической панели, влияющая на полное сопротивление, является постоянной в зоне А, расположенной на уровне воздухозаборника и имеет значение  $V_1$ , является постоянной в зоне С, расположенной на уровне задней части гондолы, и имеет значение  $V_2$  и изменяется в зоне В, которая разделяет зоны А и С, непрерывно переходя от величины  $V_1$  к величине  $V_2$ .

2. Гондола летательного аппарата по п.1, отличающаяся тем, что все характеристики акустической панели, влияющие на полное сопротивление, являются по существу постоянными в плоскости, перпендикулярной направлению распространения (24).

3. Гондола летательного аппарата по п.1, отличающаяся тем, что характеристикой акустической панели, которая изменяется, является доля открытой поверхности.

4. Гондола летательного аппарата по п.1, отличающаяся тем, что панель имеет две характеристики, которые одновременно изменяются, - сопротивление потоку при нулевой скорости (RO) и фактор нелинейности (NLF).

25

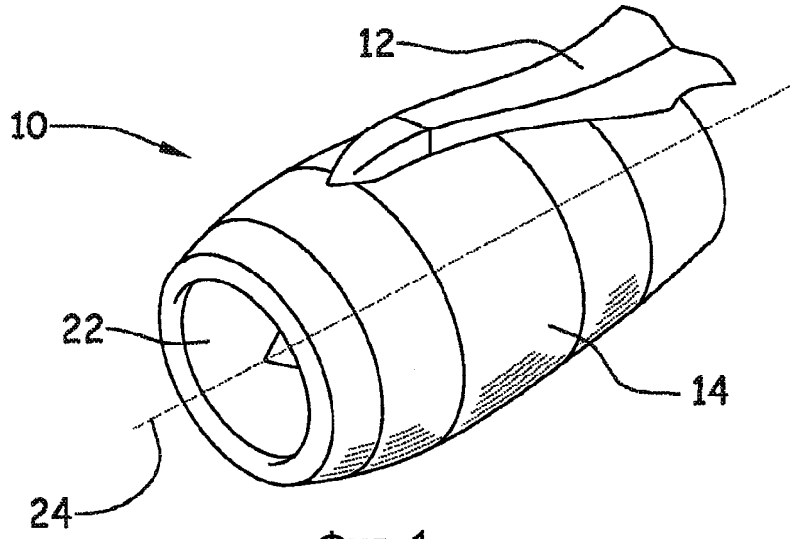
30

35

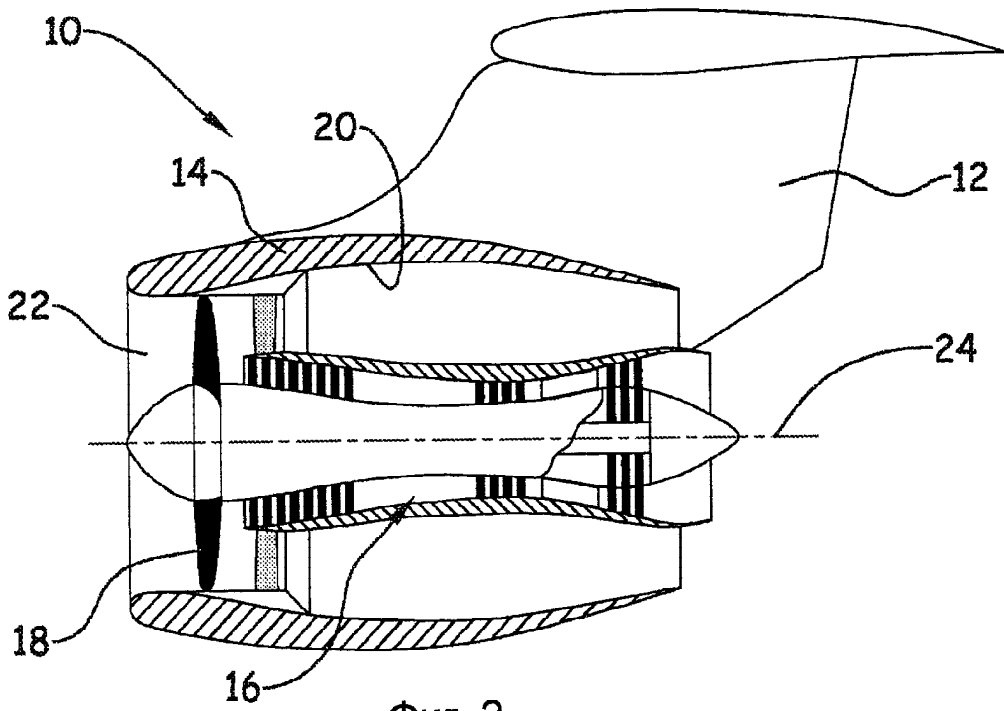
40

45

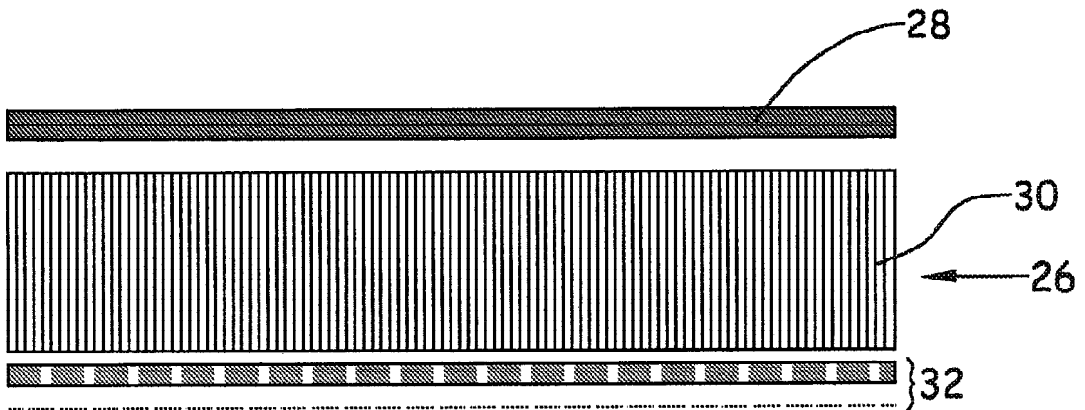
50



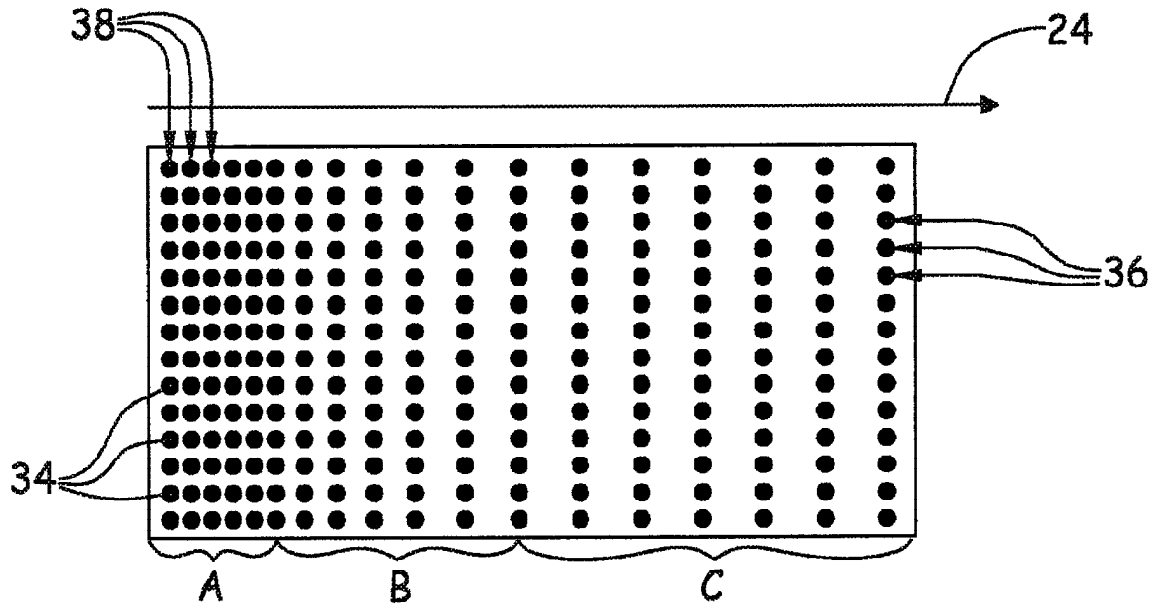
Фиг. 1



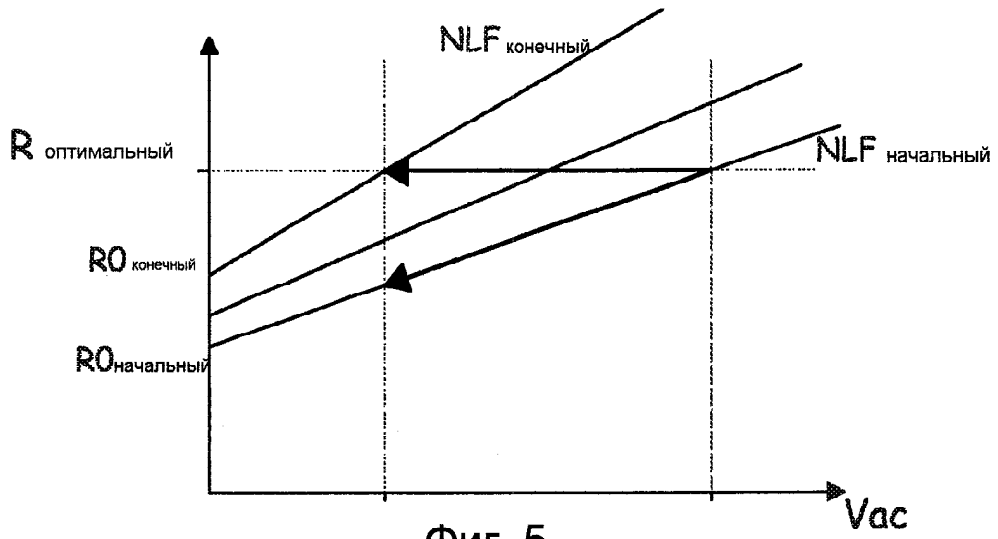
Фиг. 2



Фиг. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5