



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2007132750/06**, 30.08.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.08.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.08.2006 US 11/469,234(43) Дата публикации заявки: **10.03.2009** Бюл. № 7(45) Опубликовано: **27.04.2012** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 2005/0050877 A1**, 10.03.2005. **US**
2005/0023412 A1, 03.02.2005. **US 6027078 A**,
22.02.2002. **US 5878808 A**, 09.03.1999. **RU**
2203432 C2, 27.04.2003. **RU 2130404 C1**,
20.05.1999.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

ВЕНКАТАРАМАНИ Катталайхери
Сринивасан (US),
МОНИЗ Томас Ори (US),
СТЕФЕНСОН Джастин П. (US),
БЕЙЛИ Уильям Эндрю (US)

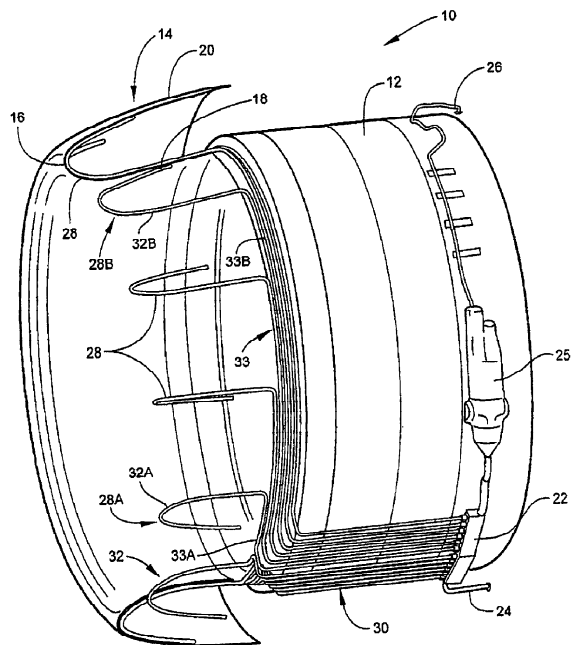
(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)**(54) ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Теплопередающая система для газотурбинного двигателя с обтекателем воздухозаборника содержит кольцевой кожух вентилятора, кольцевой обтекатель воздухозаборника, расположенный спереди кольцевого кожуха вентилятора, теплообменник, имеющий проходящий через него источник тепла и установленный снаружи кольцевого кожуха вентилятора; и множество тепловых трубок, каждая из которых проходит между теплообменником и внутренним пространством обтекателя воздухозаборника. Каждая тепловая трубка имеет задний участок, проходящий в осевом направлении,

переходный участок, проходящий в круговом направлении и имеющий дугообразную форму. Переходный участок соединяет друг с другом задний участок с передним участком, расположенным вблизи верха обтекателя воздухозаборника. Передний участок проходит внутри обтекателя воздухозаборника, при этом передние участки каждой из множества тепловых трубок расположены внутри обтекателя воздухозаборника по окружности. Изобретение направлено на повышение экономичности за счет использования сбросной теплоты масла смазки, уменьшение веса. 8 з.п. ф-лы, 11 ил.



Фиг. 1

RU 2 449 143 C 2

RU 2 449 143 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2007132750/06, 30.08.2007**(24) Effective date for property rights:
30.08.2007

Priority:

(30) Convention priority:
31.08.2006 US 11/469,234(43) Application published: **10.03.2009 Bull. 7**(45) Date of publication: **27.04.2012 Bull. 12**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**VENKATARAMANI Kattalajkheri Srinivasan (US),
MONIZ Tomas Ori (US),
STEFENSON Dzhaslin P. (US),
BEJLI Ul'jam Ehndrju (US)**

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) HEAT-TRANSFER SYSTEM FOR GAS TURBINE ENGINE

(57) Abstract:

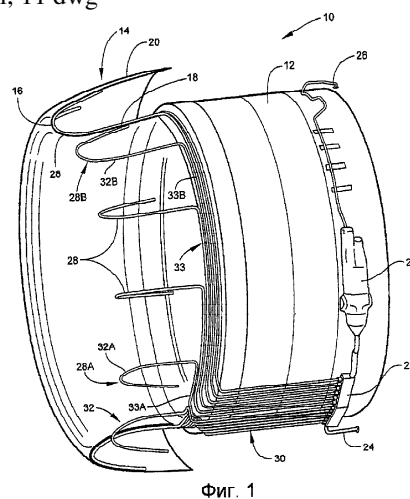
FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: heat-transfer system for a gas turbine engine with an air intake fairing comprises a circular jacket of a fan, a circular airing of an air intake arranged in front of the circular jacket of the fan, a heat exchanger having a source of heat passing through it and installed outside the circular jacket of the fan; and multiple heat tubes, every of which passes between the heat exchanger and the inner space of the air intake fairing. Each heat tube comprises a rear section passing in axial direction, a transition section passing in circular direction and having an arched shape. The transition section connects the rear section and the front section with each other arranged near the top of the air intake fairing. The front section passes inside the air intake fairing, at the same time front sections of each heat tube are arranged inside the air intake

fairing along the circumference.

EFFECT: improved cost-effectiveness due to use of lubricant oil waste heat, lower weight.

9 cl, 11 dwg



Изобретение в основном относится к газотурбинным двигателям и, в частности, к системе, использующей тепловые трубы для передачи тепла в газотурбинном двигателе.

В газотурбинных двигателях используется масло под давлением для смазки и охлаждения различных компонентов (например, подшипников и т.п.). Масло в работе отбирает значительное количество тепла, которое необходимо отводить, чтобы температура масла была в приемлемых пределах. Газотурбинные двигатели известного уровня техники часто используют теплообменники для охлаждения масла двигателя при помощи потока относительно холодного воздуха, такого как исходящий от вентилятора воздух. В турбовентиляторных двигателях этот теплообменник часто расположен в линии канала вентилятора. Недостаток этой конфигурации заключается в потере давления и, следовательно, в значительном понижении эффективности по топливу. Снижение эффективности по удельному расходу топлива, обусловленное конфигурацией этого типа, оценивается в значениях до 1%. Эта конфигурация также является причиной повышения затрат и уменьшения полезного груза.

Помимо этого, в некоторых двигателях на таких наружных компонентах, как кромка обтекателя воздухозаборника, случается нарастание льда при некоторых условиях окружающей среды. При этом может происходить значительное нарастание льда внутри двигателя. Наросший лед может стать причиной частичного блокирования тракта вентилятора и неустойчивой работы вентилятора. Помимо этого наросший лед может быть резко сброшен, например, из-за длительной работы двигателя, резкого перемещения рычага управления двигателем вперед с низкой мощности на высокую мощность работы двигателя, или по причине колебаний, вызванных либо турбулентностью, либо асимметричным нарастанием льда.

Из уровня техники известны различные способы противообледенительной защиты непрерывного действия, например работа двигателя с повышенной рабочей температурой, направление горячего отбираемого от компрессора двигателя воздуха к наружным поверхностям, опрыскивание двигателя противообледенительным раствором до его работы и электрический нагрев. Однако все эти способы имеют различные недостатки. Применение повышенной рабочей температуры и систем отбора воздуха может понизить рабочие показатели двигателя. Для этих систем также может потребоваться перекрытие клапанами потока горячего воздуха во время взлета и отключение других требующих значительного расхода энергии операций, чтобы обеспечить защиту двигателя. Противообледенительная жидкость обеспечивает защиту только в течение очень ограниченного срока. Электрический нагрев требует большого количества электроэнергии для выполнения противообледенительной защиты периодического действия, и для него могут потребоваться дополнительные электрогенераторы, электрические цепи и сложная логика взаимодействия с бортовыми компьютерами, в результате чего повысятся затраты, снизится полезный вес и ухудшатся рабочие показатели.

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является теплотransмиссионная система для газотурбинного двигателя с обтекателем воздухозаборника, раскрытая в US 2005/0050877. Упомянутая теплотransмиссионная система содержит, по меньшей мере, одну тепловую трубу, по меньшей мере, один участок, которой контактирует изнутри с обтекателем воздухозаборника. Тепловая труба термически связана с источником тепла, в результате чего тепло от источника тепла передается по тепловой трубе в обтекатель воздухозаборника.

Изобретение направлено на устранение упомянутых и прочих недостатков известного уровня техники и обеспечивает систему теплопередачи, которая удаляет сбросную теплоту масла смазки двигателя и передает эту теплоту тем компонентам двигателя, для которых требуется нагревание, например, и для
5 противообледенительной защиты непрерывного и периодического действия. Эту теплоту передают по тепловым трубам, имеющим небольшой вес и являющимися герметичными и пассивными, т.е. для которых не требуются клапаны или насосы. Помимо этого тепловые трубы могут использовать невоспламеняемую рабочую
10 жидкость - во избежание риска возгорания в двигателе.

Согласно одному из аспектов изобретения создана теплопередающая система для газотурбинного двигателя с обтекателем воздухозаборника, содержащая кольцевой кожух вентилятора, заканчивающийся у первого конца в кольцевом обтекателе
15 воздухозаборника; теплообменник, имеющий источник тепла, проходящий через него, расположенный у второго конца кожуха вентилятора и установленный на его наружной поверхности; и множество тепловых трубок, каждая из которых проходит между теплообменником и внутренним пространством обтекателя воздухозаборника, причем каждая тепловая трубка имеет задний участок, проходящий в осевом
20 направлении поперек наружной поверхности кожуха вентилятора и заканчивающийся у одного конца во внутренней полости, образованной в теплообменнике, переходный участок, проходящий, по меньшей мере, части круговой поверхности первого конца кожуха вентилятора, и передний участок, заканчивающийся в проходящих, по
25 существу, в осевом направлении частях, присоединенных через дугообразную часть, причем передний участок проходит внутри обтекателя воздухозаборника; при этом передние участки каждой тепловой трубки отстоят вокруг внутреннего пространства обтекателя воздухозаборника.

Предпочтительно, обтекатель воздухозаборника имеет, по существу, U-образное
30 поперечное сечение.

Предпочтительно, переходный участок каждой из множества тепловых трубок проходит, по меньшей мере, частично в круговом направлении.

Предпочтительно, множество тепловых трубок расположено в контакте с внутренним пространством обтекателя воздухозаборника, причем каждая тепловая
35 трубка термически связана с теплообменником.

Предпочтительно, по меньшей мере, один из заднего и переходного участков каждой из множества тепловых трубок является изолированным, а передние участки каждой из множества тепловых трубок являются неизолированными.

Предпочтительно, каждая из множества тепловых трубок имеет некруглое
40 поперечное сечение.

Предпочтительно, по меньшей мере, одна тепловая трубка является составной тепловой трубкой, имеющей переднюю тепловую трубку и заднюю тепловую трубку, термически соединенные друг с другом соединительной муфтой из теплопроводного
45 материала, которая окружает, по меньшей мере, часть передней и задней тепловых трубок.

Предпочтительно, физический контакт между передней и задней тепловыми трубками обеспечен соединительной муфтой.

Предпочтительно, пространство внутри соединительной муфты и между передней и
50 задней тепловыми трубками занято наполнителем из теплопроводного материала.

Предпочтительно, части первичной и вторичной тепловых трубок в соединительной муфте имеют взаимно соответствующие друг другу некруглые формы и находятся в,

по существу, обоюдном контакте друг с другом.

Согласно еще одному аспекту изобретения газотурбинный двигатель содержит множество тепловых труб, причем, по меньшей мере, некоторый участок каждой тепловой трубы примыкает к внутренней поверхности обтекателя воздухозаборника; и источник тепла, находящийся в термической связи с тепловыми трубами, в результате чего тепло от источника тепла может передаваться по тепловым трубам в обтекатель воздухозаборника.

Согласно еще одному аспекту изобретения создан способ теплопередачи в газотурбинном двигателе, имеющем обтекатель воздухозаборника. Согласно способу обеспечивают множество тепловых труб, при этом, по меньшей мере, часть каждой тепловой трубы примыкает к внутренней поверхности обтекателя воздухозаборника; обеспечивают термальную связь тепловых труб с источником тепла; обеспечивают прием тепла в тепловых трубах и передают тепло к обтекателю воздухозаборника.

Далее изобретение будет описано более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 - вид в перспективе местного вида части вентиляторного модуля газотурбинного двигателя, содержащего теплопередающую систему, выполненную согласно одному из аспектов настоящего изобретения;

Фиг.2 - вид в увеличенном масштабе части вентиляторного модуля с Фиг.1;

Фиг.3 - вид в перспективе в увеличенном масштабе теплообменника, установленного в вентиляторном модуле с Фиг.1;

Фиг.4 - вид в перспективе в увеличенном масштабе конфигурации тепловых труб, расположенных по периметру вентиляторного модуля с Фиг.1;

Фиг.5 - вид в поперечном сечении одной из тепловых труб с Фиг.4;

Фиг.6 - вид в перспективе в увеличенном масштабе альтернативной конфигурации тепловых труб, расположенных по периметру вентиляторного модуля с Фиг.1;

Фиг.7 - вид в поперечном сечении одной из тепловых труб с Фиг.6;

Фиг.8 - вид изображения в перспективе части вентиляторного модуля с Фиг.1, при этом показано альтернативное расположение тепловых труб относительно теплообменника;

Фиг.9 - вид в поперечном сечении по линии 9 с Фиг.8;

Фиг.10 - вид в поперечном сечении пары тепловых труб, соединенных в альтернативной конфигурации соединительной муфты; и

Фиг.11 - вид в поперечном сечении пары тепловых труб, соединенных в другой альтернативной конфигурации соединительной муфты.

На всех чертежах одинаковыми ссылочными позициями обозначены одни и те же элементы. На Фиг.1 и 2 показана часть вентиляторного модуля 10 газотурбинного двигателя, включая кольцевой кожух 12 вентилятора, который выполнен вокруг вращающегося вентилятора (не показан). Кожух 12 вентилятора также окружен кольцевым обтекателем вентилятора, причем обтекатель не показан в целях ясности.

Кольцевой обтекатель 14 воздухозаборника расположен спереди кожуха 12 вентилятора. Обтекатель 14 воздухозаборника имеет, по существу, U-образное поперечное сечение, при этом искривленная часть определяет кромку 16 воздухозаборника, внутренняя стенка 20 проходит назад от кромки 16

воздухозаборника, по существу, в осевом направлении, а внешняя стенка 18 проходит назад от кромки 16 воздухозаборника, по существу, в осевом направлении.

Внутренняя стенка 18 образует канал для воздуха, входящего в кожух 12 вентилятора, а внешняя стенка открыта наружному потоку воздуха. Настоящее изобретение также

применимо и для других конфигураций двигателя без обтекателя, например, для турбореактивных двигателей или турбовинтовых двигателей.

Теплообменник 22 установлен снаружи кожуха 12 вентилятора. Теплообменник 22 может быть просто кожухом с открытым внутренним пространством. В поясняемом
5 примере масло из системы смазки двигателя поступает в теплообменник 22 по линии 24 откачки. После выхода из теплообменника 22 оно входит в емкость 25, в которой оно хранится, пока не понадобится снова, и когда оно должно будет использоваться снова, оно возвращается в систему смазки двигателя по линии 26
10 подачи. В остальном система хранения, циркуляции и распределения масла, соединенная с линиями 24 и 26 откачки и подачи, соответствует известному уровню техники газотурбинных двигателей и здесь не излагается. При необходимости теплообменник 22 можно соединить с другим типом источника тепла, таким как линия сброса воздуха, или с другой системой текучей среды в двигателе.

15 Тепловые трубы 28 смонтированы вокруг кожуха 12 вентилятора. Каждая тепловая труба 28 имеет задний участок 30 и передний участок 32, с промежуточным участком 33 между ними. Задний участок 30 расположен, по существу, в осевом направлении. Его длина зависит от расстояния между теплообменником 22 и обтекателем 14 воздухозаборника.

Согласно чертежам передние участки 32 расположены внутри обтекателя 14 воздухозаборника по окружности. Как правило, считается желательным, чтобы форма передних участков соответствовала форме обтекателя воздухозаборника. Как
25 показано на Фиг.4, каждый передний участок 32 имеет, по существу, U-образную форму и имеет внутренний отрезок 34, прилегающий к внутренней стенке 18; внешний отрезок 36, прилегающий к внешней стенке 20; и изгиб 38, прилегающий к кромке 16 воздухозаборника. При необходимости передние участки 32 можно закрепить на месте в примыкании к обтекателю 14 воздухозаборника, например, кронштейнами,
30 адгезивами, сваркой или т.п. Передний участок 32 также при необходимости может иметь J- или L-образную конфигурацию, чтобы соответствовать обтекателю воздухозаборника; либо, если необходимо нагревать только его часть, то относительную длину отрезков 34 и 36 можно изменять.

При необходимости характеристики тепловых труб 28, в частности их передние
35 участки 32, можно изменять сообразно их определенной ориентации. Например, для тепловой трубы 20 с горизонтальным передним участком 32 или для тепловой трубы 36 с вертикальным участком 32 внизу обтекателя 14 воздухозаборника может потребоваться конструкция с капиллярным более сильным действием для обеспечения
40 надлежащего возврата конденсата более сильным, чем у тепловой трубы 28 с ее передним участком 32 сверху обтекателя 14 воздухозаборника.

Переходный участок 33 соединяет задний участок 30 и передний участок 32 друг с другом. Его размер и форма зависят от расположения соответствующего переднего участка 32, хотя переходные участки 33 большей частью в некоторой степени будут
45 проходить в круговом направлении. Например, передний участок 32А тепловой трубы 28А расположен вблизи низа, или в положении «6 часов», обтекателя 14 воздухозаборника, и поэтому потребуется только короткий переходный участок 33А. Напротив, передний участок 32В тепловой трубы 28В расположен вблизи верха, или в
50 положении «12 часов», обтекателя 14 воздухозаборника, в удалении от положения теплообменника 22 на окружности. Соответственно, переходный участок 33 имеет относительно длинную дугообразную форму.

Каждая тепловая труба 28 большей частью покрыта соответствующим типом

теплоизоляции (не показана), чтобы уменьшить теплопередачу. Каждый передний участок 32, или, по меньшей мере, его часть, не имеет изоляции. Заштрихованная область на Фиг.2 показывает возможное местонахождение не имеющей изоляции части 39. Неизолированная часть 39 обозначена как «холодный» или

5 «конденсаторный» конец 40. Следует отметить, что термины «горячий», «испаритель», «холодный» и «конденсатор» применительно к тепловым трубам 28 указывают расположение тепловых труб 28 в зонах относительно высокой или низкой температуры, и они не относятся к какому бы то ни было определенному аспекту

10 конструкции самих тепловых труб 28.

Как показано внутри круга на Фиг.5, часть тепловых труб 28, прилегающих к кожуху 12 вентилятора, может иметь овальную, уплощенную или другую некруглую форму поперечного сечения, чтобы соответствовать нужной площади поперечного сечения и также улучшать упаковывание по объему или теплопередачу. Например, на

15 Фиг.6 и 7 показана альтернативная тепловая труба 28" внутри обтекателя 14' воздухозаборника, имеющая, по существу, овальное поперечное сечение.

Каждая тепловая труба 28 имеет удлиненную внешнюю стенку 42 с закрытыми концами, образующую полость 44. Полость 44 облицована капиллярной, или

20 «фитильной», структурой (не показана), и содержит рабочую жидкость. Для использования в тепловых трубах используются такие различные виды рабочей текучей среды, как газы, вода, органические вещества и металлы с низкой температурой плавления. Рабочая жидкость может быть невоспламеняемой во избежание риска возгорания в области кожуха 12 вентилятора в случае утечки из

25 тепловой трубы 28 или ее поломки.

Как наглядно показано на Фиг.3, один конец каждой тепловой трубы 28 расположен внутри теплообменника 22. Эта часть обозначена как «горячий» или «испарительный» конец 46.

30 Тепловые трубы 28 очень эффективны для теплопередачи. Например, их эффективная теплопроводность на несколько порядков величины выше, чем у красной меди. Количество, длина, диаметр, форма, рабочая текучая среда и другие параметры работы тепловых труб подбираются, исходя из нужной степени теплопередачи при работе двигателя. Ниже подробно излагается работа тепловых

35 труб 28.

Систему теплопередачи можно обеспечить дополнительной теплоизоляцией, которая здесь для ясности не показана, если желательно предотвратить потерю тепла. Например, изоляцию можно выполнить вокруг наружной поверхности

40 теплообменника 22.

На Фиг.8-11 показан альтернативный вариант размещения тепловых труб 128. Тепловые трубы 128 с точки зрения их габарита, размера и функции, по существу, аналогичны тепловым трубам. Однако каждая тепловая труба 128 является составной тепловой трубой, содержащей переднюю тепловую трубу 130 на обтекателе 14

45 воздухозаборника (см. Фиг.2) и заднюю тепловую трубу 132 на кожухе 12 вентилятора. Передняя тепловая труба 130 в отношении ее формы и размера приблизительно соответствует переднему участку 32 и переходному участку 33 упоминаемой выше тепловой трубы 28; и задняя тепловая труба 132 в отношении ее

50 формы и размера приблизительно соответствует заднему участку 30 упоминаемой выше тепловой трубы 28. Везде, где передняя тепловая труба 130 доходит до задней тепловой трубы 132, эти две трубы соединены вместе соединительной муфтой 134. Соединительные муфты 134 выполнены из материала относительно высокой

теплопроводности, такого как сплав, и собраны, соединены, сформованы или иным образом сформированы вокруг передней и задней тепловых труб 130 и 132. Согласно примеру, показанному на Фиг.9, передняя и задняя тепловые трубы 130 и 132 имеют круглое поперечное сечение и контактируют друг с другом, по существу, по линии, параллельной длине соединительной муфты 134 в осевом направлении. При помощи этой конфигурации передние тепловые трубы 130 можно отделить от задних тепловых труб 134, например отсоединив их друг от друга в соединительной муфте 134. Это отсоединение можно использовать для упрощения техобслуживания и сборки, т.е. обтекатель 14 воздухозаборника можно снять с кожуха 12 вентилятора без полного удаления при этом тепловых труб 128.

Соединения между передней и задней тепловых труб 130 и 132 можно выполнить несколькими способами, чтобы повысить эффективность теплопередачи. Например, на Фиг.10 показана возможная конфигурация, согласно которой наполнитель 136 находится внутри соединительной муфты 134 в пустотах между двумя тепловыми трубами. Можно использовать любой материал относительно высокой теплопроводности, например металлы, теплопроводные пасты или пластмассы. Применение наполнителя 136 эффективно увеличивает площадь контакта между передней и задней тепловыми трубами 130 и 132, тем самым, улучшая теплопередачу.

На Фиг.11 показана еще одна возможная конфигурация, использующая модифицированные переднюю и заднюю тепловые трубы 130' и 132'. По меньшей мере, части передней и задней тепловых труб 130' и 132' в соединительной муфте 134 выполнены в виде соответствующих друг другу некруглых форм, причем примыкающие друг к другу стенки 138 и 140 передней и задней тепловых труб 130' и 132', по существу, обоюдно контактируют друг с другом в прилегании для увеличения теплопередачи.

При работе масло, поглотившее тепло разных деталей двигателя, проходит в теплообменник 22, где оно нагревает горячие или испарительные концы 46 тепловых труб 28. Отвод теплоты охлаждает масло до приемлемой рабочей температуры, чтобы поступить в емкость 25 его хранения и потом вновь пройти через двигатель. Рабочая жидкость в тепловых трубах 28 поглощает тепло и испаряется. Создавшиеся при этом пары проходят через полости 44 и конденсируются на холодных частях 40 тепловых труб 28, тем самым, передавая тепло холодным частям 40. Фитильная или другая капиллярная конструкция, проходящая от одного конца тепловой трубы 28 к другому, транспортирует сконденсировавшуюся жидкость обратно к горячим концам 46 за счет капиллярного действия, тем самым, завершая цикл. В зависимости от ориентации тепловой трубы 28 необходимость в применении капиллярной конструкции может отсутствовать. Если используются составные тепловые трубы 128, то имеет место аналогичный процесс, хотя тепло и передается от теплообменника 22 в заднюю тепловую трубу 132, и затем от задней тепловой трубы 132 в переднюю тепловую трубу 130 через соединительную муфту 134. В обоих случаях тепло передается от тепловой трубы 28 или 128 к обтекателю 14 воздухозаборника. Происходящая при этом теплопередача обтекателю 14 в зависимости от уровня нагревания предотвращает обледенение (т.е. осуществляется противообледенительная защита непрерывного действия) и/или удаляет лед (т.е. осуществляется противообледенительная защита периодического действия), образовавшийся на обтекателе 14 воздухозаборника.

Описанной теплопередающей системе, являющейся пассивной, не требуются клапаны, и она является герметизированной. Количество, размер и местоположение

тепловых труб можно подобрать для отвода и передачи тепла, в зависимости от необходимости. Сообразно выбранной определенной конфигурации режим работы системы можно использовать либо только для противообледенительной защиты непрерывного действия или противообледенительной защиты периодического действия, либо только для охлаждения масла, или же для того и другого.

Теплопередающая система использует тепло, нежелательное в одной части двигателя, там, где оно необходимо, т.е. в другой части двигателя, таким образом исключая потери, присущие системам охлаждения согласно известному уровню техники, и исключая необходимость в обеспечении отдельного источника тепла для противообледенительной защиты непрерывного действия.

Несмотря на то, что в данном документе изложены определенные варианты осуществления настоящего изобретения, специалистам в данной области техники очевидными будут возможные различные модификации этого изобретения в рамках его идеи и объема. Соответственно, излагаемое выше описание предпочтительного варианта осуществления изобретения и оптимальный вариант его осуществления изложены только для пояснения, а не ограничения; при этом изобретение охарактеризовано в прилагаемой формуле изобретения.

Формула изобретения

1. Теплопередающая система для газотурбинного двигателя с обтекателем воздухозаборника, содержащая кольцевой кожух вентилятора; кольцевой обтекатель воздухозаборника, расположенный спереди кольцевого кожуха вентилятора; теплообменник, имеющий проходящий через него источник тепла и установленный снаружи кольцевого кожуха вентилятора; и множество тепловых трубок, каждая из которых проходит между теплообменником и внутренним пространством обтекателя воздухозаборника, причем каждая тепловая трубка имеет задний участок, проходящий в осевом направлении, переходный участок, проходящий в круговом направлении и имеющий дугообразную форму, при этом переходный участок соединяет друг с другом задний участок с передним участком, расположенным вблизи верха обтекателя воздухозаборника, причем передний участок проходит внутри обтекателя воздухозаборника; при этом передние участки каждой из множества тепловых трубок расположены внутри обтекателя воздухозаборника по окружности.

2. Система по п.1, в которой обтекатель воздухозаборника имеет, по существу, U-образное поперечное сечение.

3. Система по п.2, в которой переходный участок каждой из множества тепловых трубок проходит, по меньшей мере, частично в круговом направлении.

4. Система по п.1, в которой множество тепловых трубок расположено в контакте с внутренним пространством обтекателя воздухозаборника, причем каждая тепловая трубка термически связана с теплообменником.

5. Система по п.1, в которой каждая из множества тепловых трубок имеет некруглое поперечное сечение.

6. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, одна тепловая трубка является составной тепловой трубкой, имеющей переднюю тепловую трубку и заднюю тепловую трубку, термически соединенные друг с другом соединительной муфтой из теплопроводного материала, которая окружает, по меньшей мере, часть передней и задней тепловых трубок.

7. Система по п.6, в которой физический контакт между передней и задней тепловыми трубками обеспечен соединительной муфтой.

8. Система по п.7, в которой пространство внутри соединительной муфты и между передней и задней тепловыми трубками занято наполнителем из теплопроводного материала.

5 9. Система по п.7, в которой части первичной и вторичной тепловых трубок в соединительной муфте имеют взаимно соответствующие друг другу некруглые формы и находятся в, по существу, обоюдном контакте друг с другом.

10

15

20

25

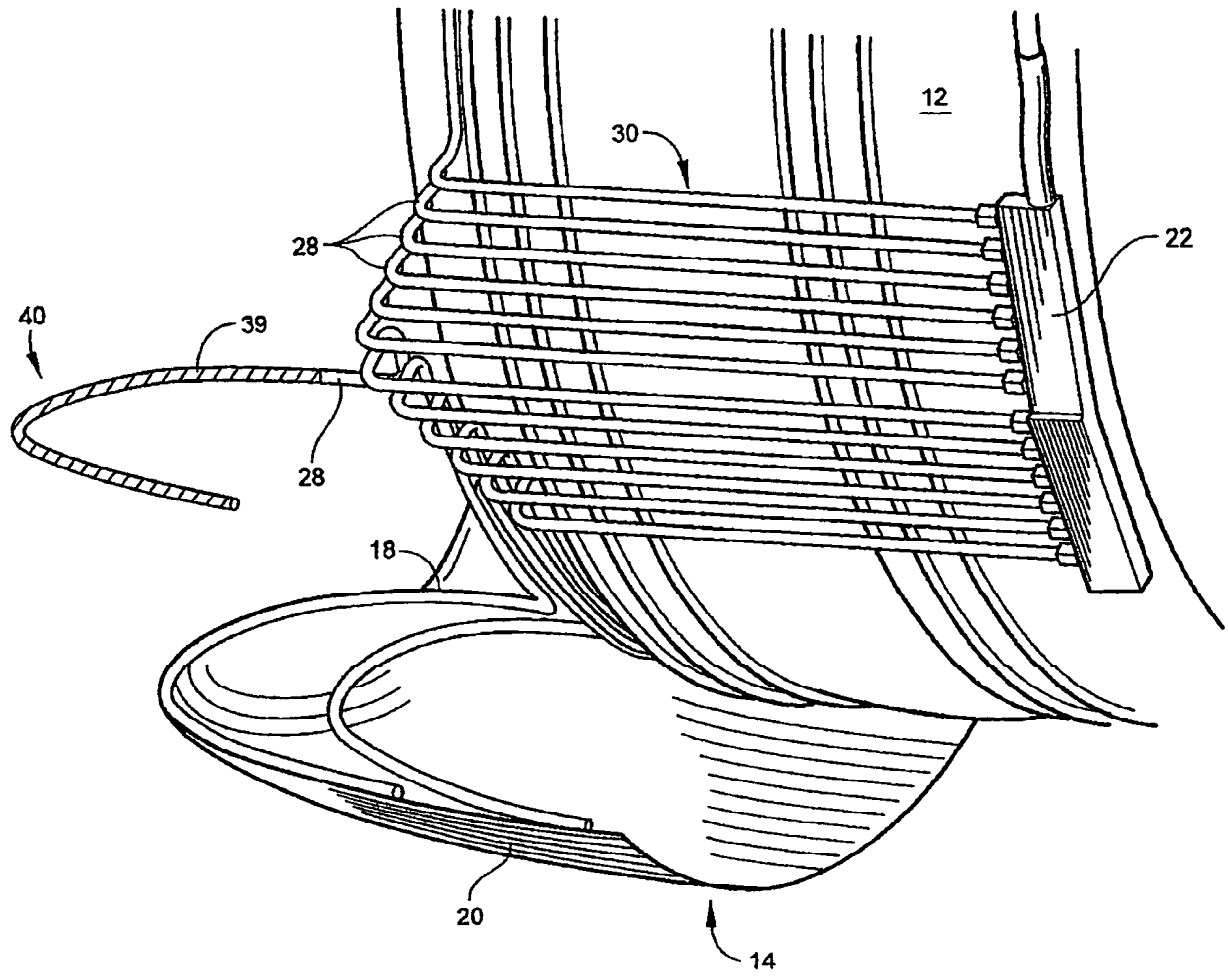
30

35

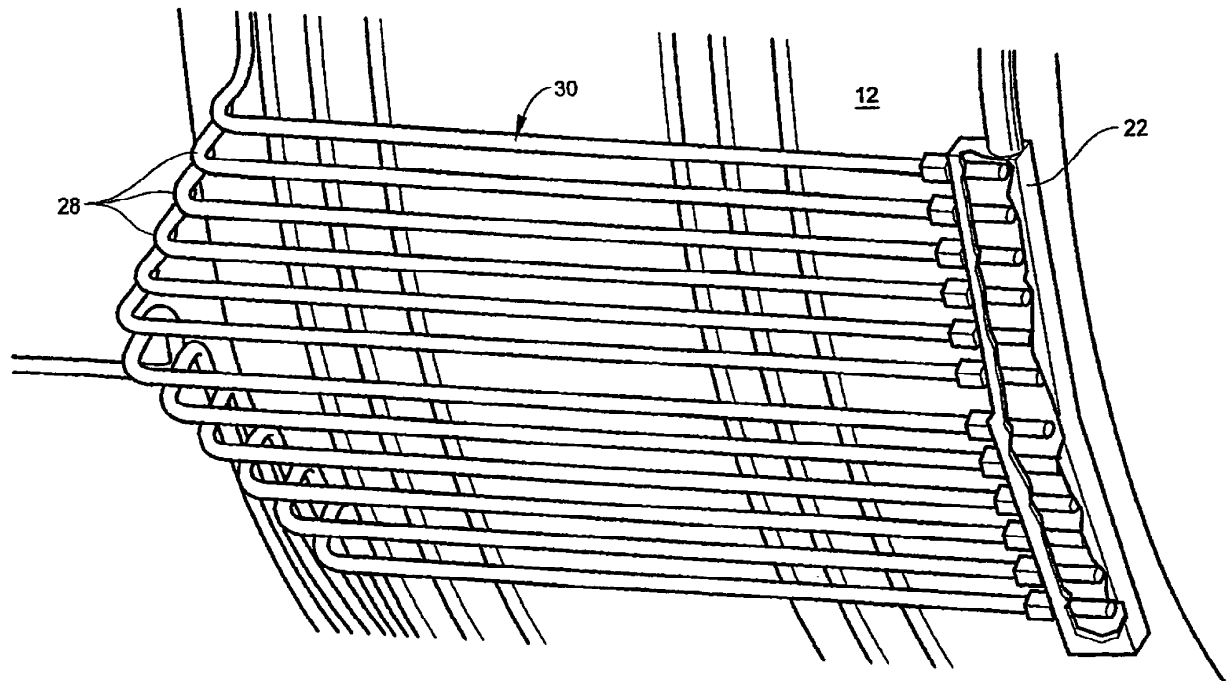
40

45

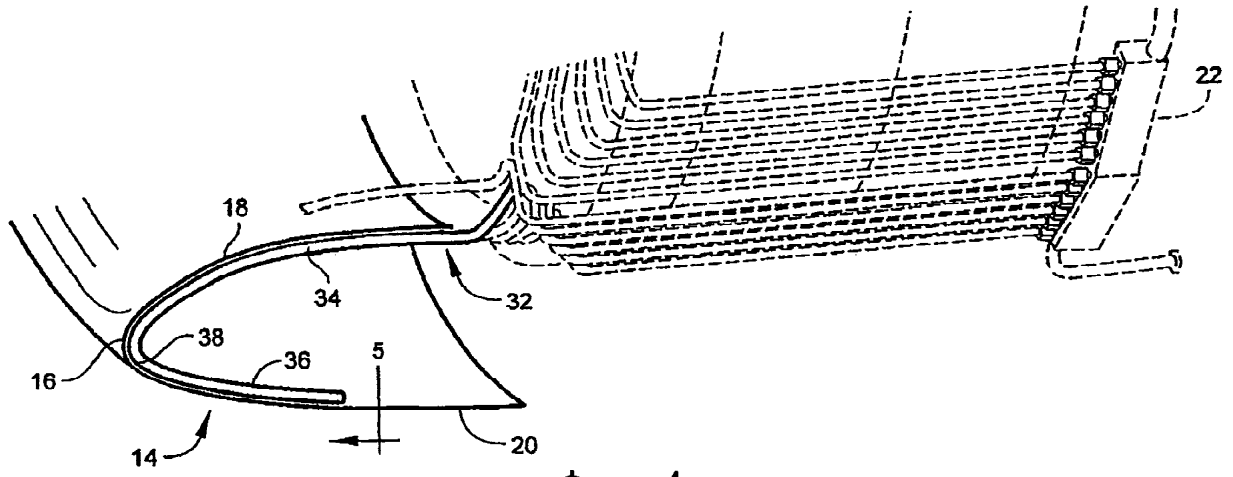
50



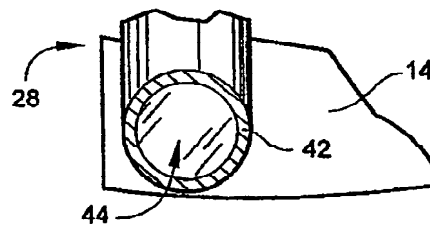
Фиг. 2



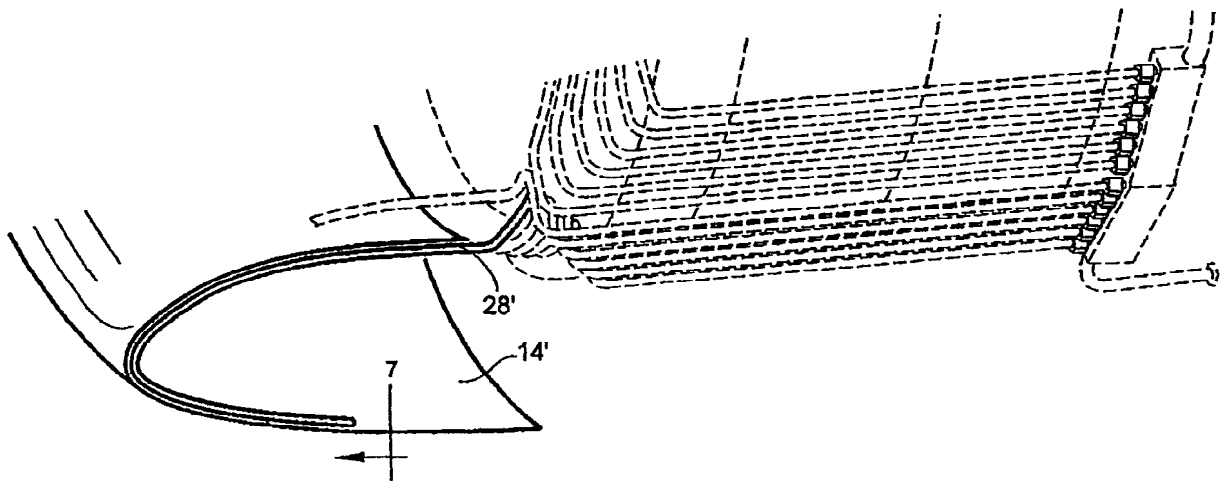
Фиг. 3



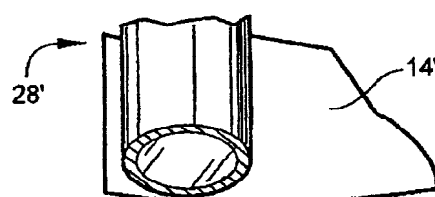
Фиг. 4



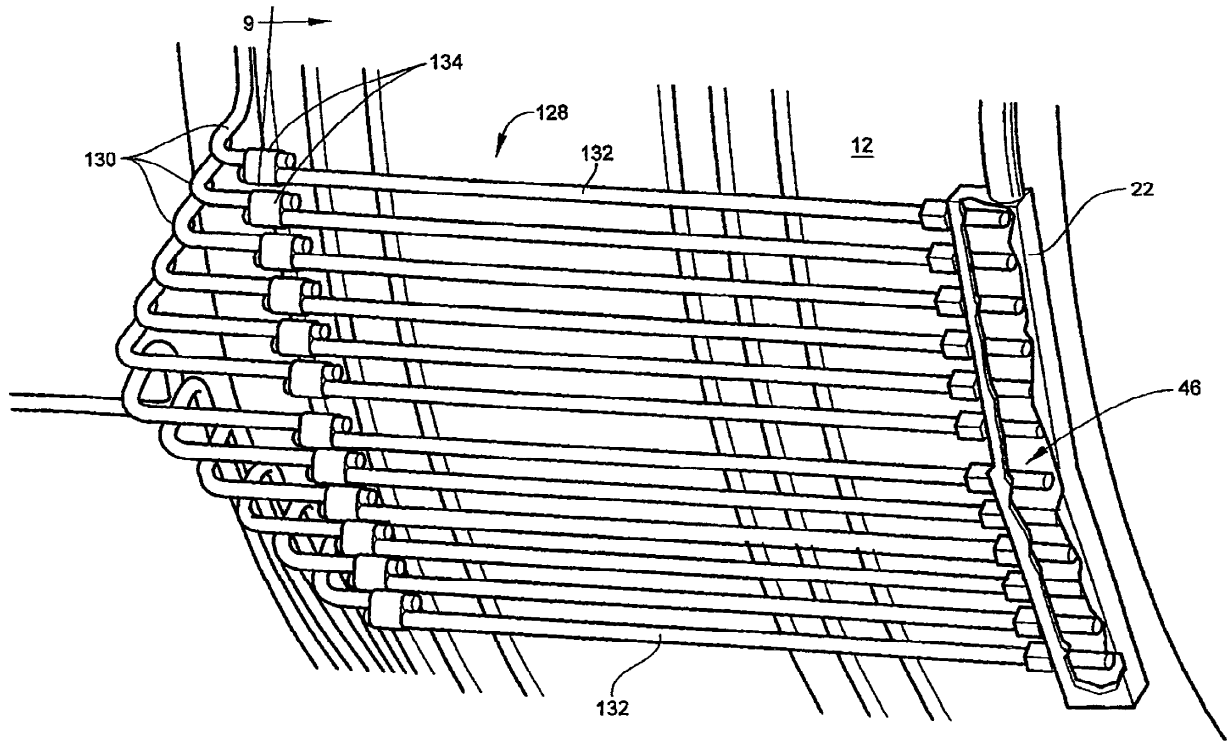
Фиг. 5



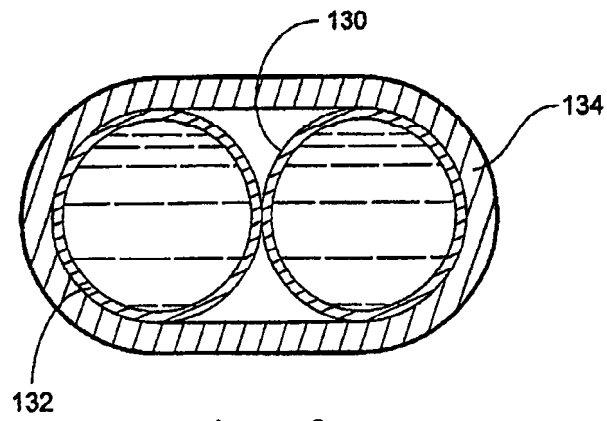
Фиг. 6



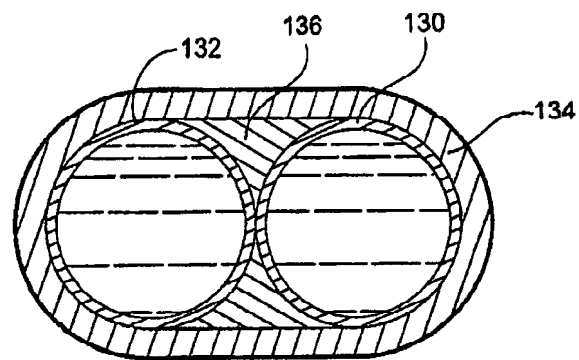
Фиг. 7



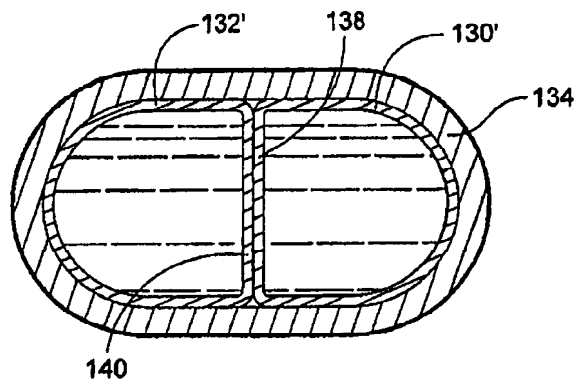
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11