



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F01D 11/24 (2017.02)

(21)(22) Заявка: 2013122075, 15.05.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2013

Дата регистрации:
22.03.2018

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
16.05.2012 US 13/473,095

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2014 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 22.03.2018 Бюл. № 9

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):
ЧИЛЛАР Рахуль Дж. (US),
АНСАРИ Адил (US),
ПЕНА Эзио (FR),
АНТУАН Николя (FR),
ВИГНОЛО Жан-Луи (FR)

(73) Патентообладатель(и):
Дженерал Электрик Компани (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2011030051 A1, 17.03.2011. SU
576463 A1, 15.10.1977. GB 2103718 A,
23.02.1983. FR 2828908 A1, 28.02.2003.

(54) ТУРБИННАЯ СИСТЕМА И СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАЗОРОВ В ТУРБИНЕ

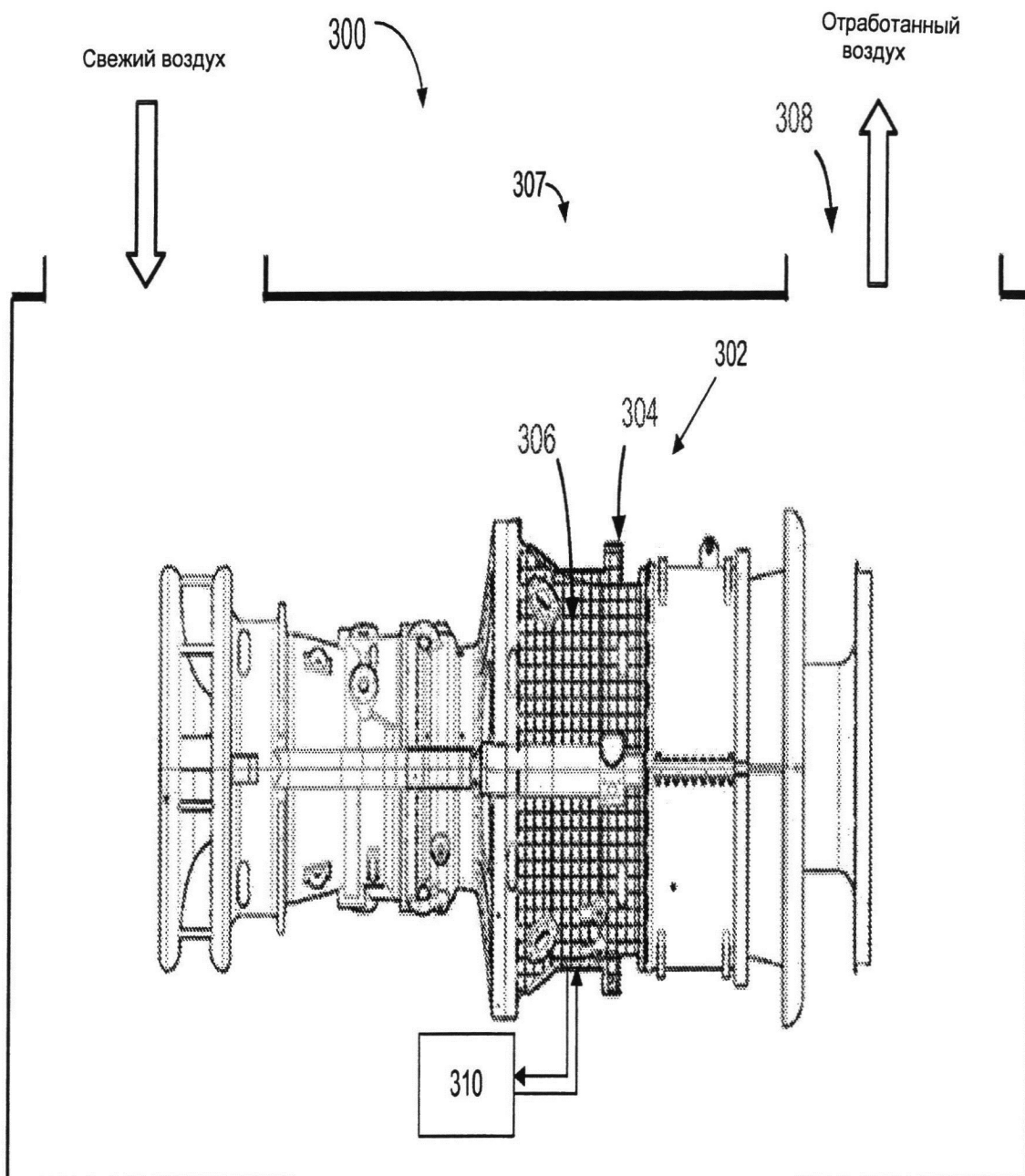
(57) Реферат:

Турбинная система (102) и способ регулирования зазоров (108) в турбине (102). Система может содержать по меньшей мере одну лопатку (104) турбины, корпус (106), окружающий указанную по меньшей мере одну лопатку (104), термоэлемент (110), расположенный по меньшей мере частично около корпуса (106) турбины, охлаждающую систему (307), находящуюся в сообщении с термоэлементом (110), и контроллер (112), находящийся в сообщении с охлаждающей системой (307) и термоэлементом (110). Контроллер (112) может быть выполнен с возможностью контролирования расширения или сжатия корпуса (106) турбины путем нагревания или охлаждения по меньшей мере части корпуса

(106) турбины термоэлементом (110), а также путем регулирования охлаждающей системы (307) с обеспечением регулирования зазора (108) между указанной по меньшей мере одной лопаткой (104) турбины и корпусом (106) турбины. В предложенной турбинной системе обеспечивается более точное управление рабочим зазором между лопатками и корпусом турбины, в результате чего повышается эффективность работы турбинной системы в переходных режимах, а также обеспечивается дополнительное повышение надежности и безопасности эксплуатации турбинной системы в режиме работы с полной нагрузкой. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 648 196 C2

RU 2 648 196 C2



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F01D 11/24 (2017.02)

(21)(22) Application: **2013122075, 15.05.2013**

(24) Effective date for property rights:
15.05.2013

Registration date:
22.03.2018

Priority:

(30) Convention priority:
16.05.2012 US 13/473,095

(43) Application published: **20.11.2014 Bull. № 32**

(45) Date of publication: **22.03.2018 Bull. № 9**

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

(72) Inventor(s):

**CHILLAR Rakhul Dzh. (US),
ANSARI Adil (US),
PENA Ezio (FR),
ANTUAN Nikolya (FR),
VIGNOLO Zhan-Lui (FR)**

(73) Proprietor(s):

Dzheneral Elektrik Kompani (US)

(54) **TURBINE SYSTEM AND METHOD FOR ADJUSTING GAPS IN THE TURBINE**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: turbine system (102) and method for adjusting gaps (108) in turbine (102). System may comprise at least one turbine blade (104), housing (106) surrounding said at least one blade (104), thermoelement (110) located at least partially near turbine housing (106), cooling system (307) in connection with thermoelement (110), and controller (112) in connection with cooling system (307) and thermoelement (110). Controller (112) may be configured to control the expansion or contraction of turbine housing (106) by heating or cooling at least a

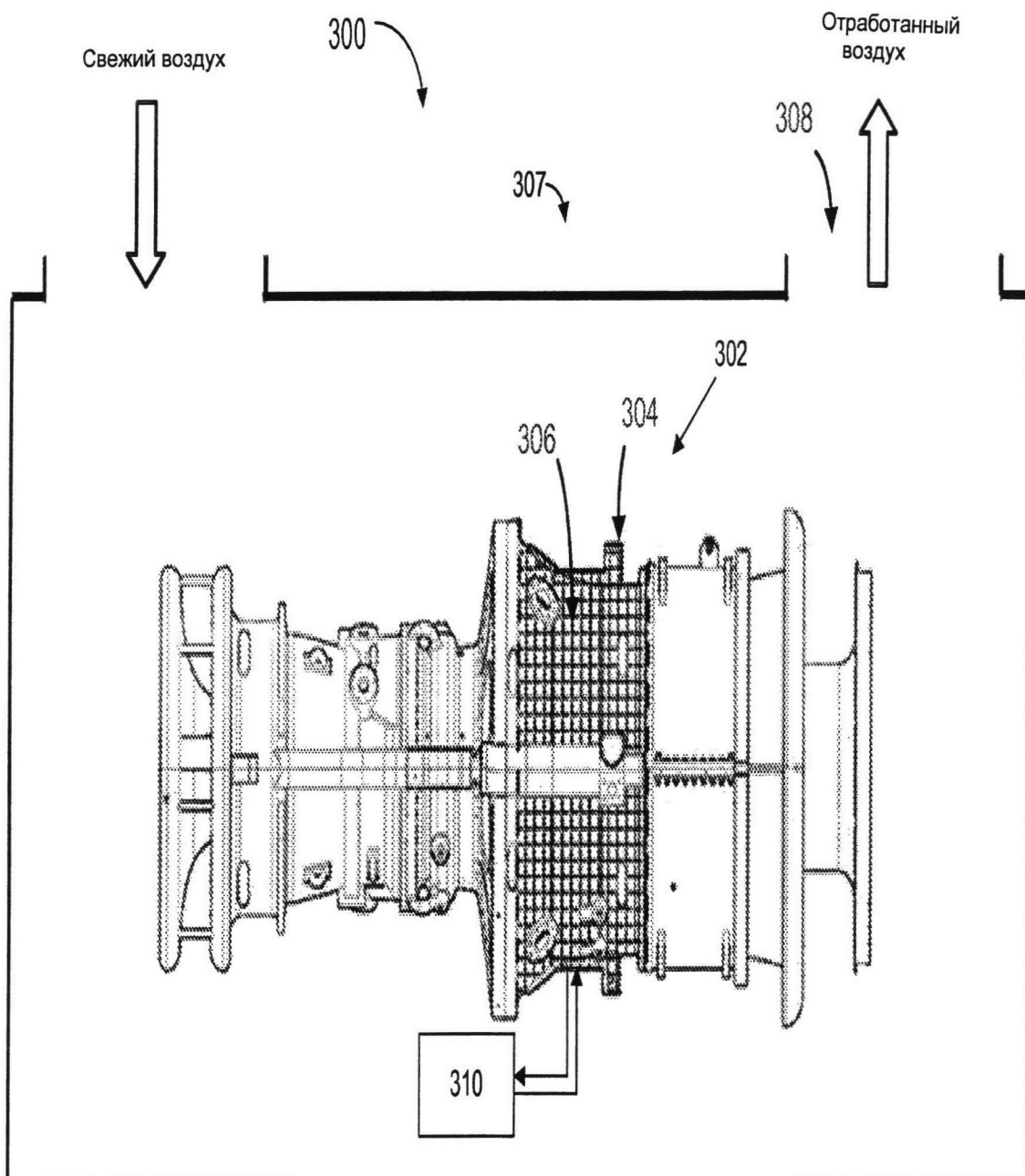
portion of turbine housing (106) with thermoelement (110) and also by adjusting cooling system (307) to adjust gap (108) between said at least one turbine blade (104) and turbine housing (106).

EFFECT: in proposed turbine system, more precise control of the working gap between the blades and the turbine housing is ensured, which increases the efficiency of the turbine system in transient conditions and also provides an additional increase in reliability and safety of operation of the turbine system in full load operation mode.

12 cl, 5 dwg

C 2
6
9
6
1
8
4
8
2
R U

R U
2
6
4
8
1
9
6
C 2



Фиг. 3

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА СВЯЗАННЫЕ ЗАЯВКИ

[0001] Представленная заявка является частичным продолжением заявки на патент США №13/302372, которая подана 22 ноября 2011 г. и полностью включена в настоящий документ посредством ссылки и по дате подачи которой испрашивается приоритет

5 настоящей заявки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Варианты выполнения заявки в целом относятся к турбинам и более конкретно к системам и способам регулирования зазоров в турбинах.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

10 [0003] Лопатки и корпуса турбины могут расширяться и сжиматься во время запуска и работы турбины вследствие изменения теплового состояния турбины. Соответственно, зазоры между лопатками турбины и ее корпусом могут изменяться вследствие расширения или сжатия турбинных лопаток и корпуса турбины. В целом, чем меньше зазор между турбинными лопатками и корпусом, тем больше КПД турбины во время

15 работы. Кроме того, чем больше зазор между турбинными лопатками и корпусом, тем быстрее осуществляется запуск турбины.

В документе WO 2011/030051 A1 (Vincent Philippot), 17.03.2011 описана турбомашина, содержащая наружный корпус, расположенный вокруг рабочих лопаток, и средства регулирования рабочих зазоров между корпусом и рабочими лопатками. Средства

20 регулирования рабочих зазоров содержат средство охлаждения указанного наружного корпуса посредством воздуха, отводимого из компрессора турбомашины, и средство электрического нагрева верхней и нижней частей корпуса. Средство охлаждения представляет собой систему с клапаном и каналами для отвода охлаждающего воздуха от компрессора и направления его на поверхность корпуса. Средство нагрева

25 представляет собой первый и второй резистивные нагревательные элементы, установленные соответственно на верхней и нижней частях корпуса, благодаря чему обеспечивается возможность независимого нагрева верхней и нижней частей корпуса. Регулирование рабочих зазоров при работе турбомашины производят, в зависимости от условий работы, либо при помощи только средства нагрева, либо при помощи только

30 средства охлаждения. В частности, при запуске турбомашины (при холодном или горячем пуске) и при изменении режимов ее работы корпус нагревают с различной скоростью (быстрее или медленнее, для согласования со скоростью расширения/сжатия рабочих лопаток) путем регулирования мощности, подаваемой к средству нагрева. Средство охлаждения используют только во время фазы полета на крейсерской скорости

35 (то есть при работе турбомашины в установившемся режиме) для отвода теплоты трения, возникающей при вращении ротора, и, соответственно, для предотвращения нежелательного уменьшения рабочего зазора вследствие расширения корпуса в результате подвода к нему указанной теплоты трения.

Таким образом, в вышеописанной турбомашине нельзя одновременно управлять

40 средством нагрева и средством охлаждения, а также оперативно регулировать перенос тепла от указанных средств, для поддержания необходимой величины указанных рабочих зазоров. Из-за этого работа вышеописанной турбомашины в переходных режимах и в режиме с полной нагрузкой оказывается недостаточно эффективной.

Задачей настоящего изобретения является создание турбинной системы, в которой

45 обеспечивается возможность одновременно управлять средством нагрева/охлаждения корпуса турбины и регулировать перенос тепла от указанного средства нагрева/охлаждения для повышения эффективности работы турбинной системы.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0004] Некоторые или все из вышеупомянутых задач и/или проблем могут быть решены в некоторых вариантах выполнения настоящего изобретения.

[0005] В соответствии с одним вариантом выполнения предложена турбинная система, содержащая по меньшей мере одну турбинную лопатку, корпус, окружающий указанную по меньшей мере одну лопатку, термоэлемент, расположенный по меньшей мере частично около корпуса турбины, охлаждающую систему, находящуюся в сообщении с термоэлементом, и контроллер, находящийся в сообщении с охлаждающей системой и термоэлементом и выполненный с возможностью управления расширением и сжатием корпуса турбины путем соответствующего нагревания и охлаждения по меньшей мере части корпуса турбины термоэлементом, а также путем регулирования охлаждающей системы для соответствующего увеличения и уменьшения переноса тепла от термоэлемента с обеспечением регулирования зазора между указанной по меньшей мере одной лопаткой турбины и корпусом турбины.

Термоэлемент может содержать элемент Пельтье, расположенный между холодным теплоприемником и теплоотводом, при этом к элементу Пельтье подводится напряжение для регулирования переноса тепла между холодным теплоприемником и теплоотводом, причем холодный теплоприемник и теплоотвод зависят от полярности напряжения, подводимого к элементу Пельтье.

Охлаждающая система может содержать по меньшей мере одно из следующих устройств: вентиляционную систему, охлаждающий контур охладителя и открытую систему или закрытую систему.

Холодный теплоприемник и теплоотвод указанного элемента Пельтье могут содержать керамические подложки. Теплоотвод может содержать металлопену, которая может представлять собой пеномедь, пеноалюминий, или пенографит, или любую комбинацию указанных веществ.

В упомянутой турбинной системе зазор между указанной по меньшей мере одной лопаткой турбины и корпусом турбины выполнен с возможностью уменьшения для повышения КПД при работе. Кроме того, указанный зазор между указанной по меньшей мере одной лопаткой турбины и корпусом турбины выполнен с возможностью увеличения для повышения КПД и скорости запуска.

Термоэлемент может быть расположен в окружном направлении около по меньшей мере части корпуса турбины на одной линии с указанной по меньшей мере одной лопаткой турбины.

[0006] В соответствии с другим вариантом выполнения предложен способ регулирования зазоров в турбине, содержащей корпус, окружающий по меньшей мере одну лопатку турбины, при этом способ включает расположение по меньшей мере одного термоэлемента по меньшей мере частично около корпуса турбины, обеспечение наличия охлаждающей системы, находящейся в сообщении с указанным по меньшей мере одним термоэлементом, регулирование напряжения, приложенного к указанному по меньшей мере одному термоэлементу, и регулирование потока текучей среды охлаждающей системы для соответствующего увеличения и уменьшения переноса тепла от термоэлемента.

В упомянутом способе регулируют зазор между указанной по меньшей мере одной лопаткой турбины и корпусом турбины.

Напряжение, приложенное к указанному по меньшей мере одному термоэлементу, и поток текучей среды охлаждающей системы регулируют в зависимости от температуры корпуса турбины.

Благодаря наличию охлаждающей системы, в дополнение к термоэлементу,

расположенному по меньшей мере частично около корпуса турбины, обеспечивается возможность согласованного управления двумя тепловыми процессами, а именно нагревом и охлаждением посредством термоэлемента по меньшей мере части корпуса турбины и увеличением и уменьшением переноса тепла от указанного термоэлемента посредством охлаждающей системы, тем самым обеспечивая более точное управление рабочим зазором между лопатками и корпусом турбины, в результате чего повышается эффективность работы турбинной системы в переходных режимах, а также обеспечивается дополнительное повышение надежности и безопасности эксплуатации турбинной системы в режиме работы с полной нагрузкой.

[0007] Другие варианты выполнения, аспекты и признаки настоящего изобретения будут понятны специалисту из последующего подробного описания, сопровождающих чертежей и пунктов формулы изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0008] Ниже делаются ссылки на сопровождающие чертежи, которые не обязательно выполнены в масштабе и на которых:

[0009] фиг. 1 изображает схематический вид иллюстративной турбинной системы, включающий блок-схему компьютерной среды для регулирования зазоров в турбине, в соответствии с вариантом выполнения.

[0010] Фиг. 2 изображает схематический вид элементов иллюстративного термоэлемента в соответствии с вариантом выполнения.

[0011] Фиг. 3 изображает схематический вид иллюстративной турбинной системы в соответствии с вариантом выполнения.

[0012] Фиг. 4 изображает блок-схему, показывающую этапы иллюстративного способа регулирования зазоров в турбине в соответствии с вариантом выполнения.

[0013] Фиг. 5 изображает схематический вид иллюстративной системы регулирования зазоров в турбине в соответствии с вариантом выполнения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0014] Ниже более подробно описаны иллюстративные варианты выполнения изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых изображены некоторые, но не все варианты выполнения изобретения. Представленное изобретение может быть выполнено во многих различных формах и не должно рассматриваться как ограниченное представленными ниже вариантами выполнения. Описание вариантов выполнения должно удовлетворять требованиям законодательства. В описании подобные номера позиций относятся к подобным элементам.

[0015] Помимо прочего, иллюстративные варианты выполнения относятся к системам и способам регулирования зазоров в турбине. Отдельные иллюстративные варианты выполнения могут относиться к термоэлементу, расположенному около по меньшей мере части корпуса турбины, для расширения или сжатия корпуса турбины путем нагревания или охлаждения по меньшей мере части корпуса турбины с регулированием тем самым зазора между одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины.

[0016] В некоторых вариантах выполнения термоэлемент может содержать элемент Пельтье, расположенный между холодным теплоприемником и теплоотводом. Для регулирования передачи тепла между холодным теплоприемником и теплоотводом к элементу Пельтье может быть приложено напряжение. Холодный теплоприемник и теплоотвод могут зависеть от полярности напряжения, приложенного к элементу Пельтье. В некоторых аспектах изобретения холодный теплоприемник и теплоотвод могут содержать керамические пластины. В других аспектах изобретения теплоотвод

может находиться в сообщении с охлаждающей системой. В некоторых других аспектах изобретения термоэлемент может быть расположен в окружном направлении вокруг по меньшей мере части корпуса турбины на одной линии с указанной одной или несколькими турбинными лопатками.

5 [0017] Отдельные варианты выполнения могут обеспечить техническое решение по регулированию зазоров между одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины. В одном варианте выполнения зазор между указанной одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины может быть уменьшен для
10 увеличения КПД во время работы. Таким образом, корпус турбины может быть охлажден с его сжатием вблизи одной или нескольких турбинных лопаток. В другом варианте выполнения зазор между указанной одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины может быть увеличен с увеличением КПД во время запуска и
15 увеличения скорости запуска. Таким образом, корпус турбины может быть нагрет с его расширением около указанной одной или несколькими турбинными лопатками для обеспечения возможности расширения указанной одной или нескольких турбинных лопаток во время запуска. В еще одном варианте выполнения зазор между указанной
20 одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины может быть отрегулирован для увеличения КПД в переходном режиме.

[0018] На фиг. 1 показана иллюстративная турбинная система 100, изображающая
20 элементы, предназначенные для регулирования зазоров в турбине 102. Турбина 102 может содержать одну или несколько турбинных лопаток 104 (или роторов). Турбина 102 также может иметь корпус 106 (или статор), такой как корпус 106 турбины, окружающий указанную одну или несколько турбинных лопаток 104. Указанная одна
25 или несколько турбинных лопаток 104 в целом вращается вокруг центральной оси 109 турбины 102. Турбина 102 может иметь зазор 108 между наиболее удаленными концами указанной одной или нескольких турбинных лопаток 104 и внутренним радиусом корпуса 106 турбины.

[0019] Турбинная система 100 может содержать термоэлемент 110, расположенный
30 по меньшей мере частично вокруг корпуса 106 турбины. В отдельных вариантах выполнения термоэлемент 110 может быть расположен по меньшей мере частично вокруг корпуса турбины на одной линии с турбинными лопатками 104. Термоэлемент 110 может нагревать или охлаждать часть корпуса 106 турбины, находящуюся в сообщении с термоэлементом 110. Нагревание и охлаждение корпуса 106 турбины термоэлементом 110 может приводить соответственно к расширению или сжатию по
35 меньшей мере части корпуса 106 турбины. Расширение и сжатие корпуса 106 турбины регулирует зазор 108 между указанной одной или несколькими турбинными лопатками 104 и корпусом 106 турбины. Для текущего контроля турбинной системы 100 на корпусе турбины или около него, на указанной одной или нескольких турбинных лопатках и/или в каких-нибудь других местах на турбине или около нее может быть расположен
40 один или несколько датчиков температуры.

[0020] В отдельных вариантах выполнения термоэлемент 110 может содержать
теплоотвод 111 для рассеяния тепла от термоэлемента 110. Нагревание или охлаждение
указанного одного или нескольких термоэлементов 110 зависит от величины и
полярности напряжения, полученного от источника 132 питания. Например, теплоотвод
45 111 может быть теплоотводом или холодным теплоприемником в зависимости от полярности источника питания, питающего термоэлемент 110. Соответственно, находится ли термоэлемент в режиме нагревания или в режиме охлаждения, зависит от полярности источника 132 питания.

[0021] Еще раз обращаясь к фиг. 1, отметим, что в отдельных иллюстративных вариантах выполнения турбинная система 100 может содержать контроллер 112, предназначенный для регулирования зазора между указанной одной или несколькими турбинными лопатками 104 и корпусом 106 турбины. Контроллер 112 может быть выполнен в виде любого подходящего вычислительного устройства, пригодного для осуществления описанных признаков и прилагаемых способов, таких как описанные при обращении к фиг. 4, но без ограничения ими. В качестве примера, но без ограничения, подходящие вычислительные устройства могут содержать персональные компьютеры (ПК), серверы, группу серверов, центры обработки и хранения данных или любые другие устройства, пригодные для хранения и выполнения всех или части описанных признаков.

[0022] В одной иллюстративной конструкции контроллер 112 содержит по меньшей мере запоминающее устройство 114 и одно или несколько устройств 116 обработки данных (или процессор, процессоры). Процессор (процессоры) 116 могут быть выполнены в виде устройств, подходящих в отношении аппаратного оборудования, программного обеспечения, аппаратнореализованного программного обеспечения или их комбинаций. Программное выполнение или выполнение аппаратнореализованного программного обеспечения процессора (процессоров) 116 может включать исполняемые компьютером или исполняемые механизмом программы, написанные на любом подходящем языке программирования для выполнения различных описанных действий.

[0023] Запоминающее устройство 114 может хранить программные команды, которые могут быть загружены и выполнены процессором (процессорами) 116, а также данные, полученные при выполнении программ. В зависимости от конфигурации и типа контроллера 112 запоминающее устройство 114 может быть энергозависимым (таким, как запоминающее устройство случайного доступа (RAM)) и/или энергонезависимым (таким, как постоянное запоминающее устройство (ROM), флэш-память и т.п.). Вычислительное устройство или сервер также может содержать дополнительное устройство 118 хранения данных со сменным носителем и/или стационарное устройство 120 хранения данных, содержащее, но не ограничиваясь этим, магнитные накопители, оптические диски, и/или накопители на магнитной ленте. Дисководы и связанные с ними машиночитаемые носители могут обеспечивать энергонезависимое устройство накопления машиночитаемых команд, структур данных, программных модулей и других данных для вычислительных устройств. В некоторых вариантах выполнения запоминающее устройство 114 может содержать запоминающие устройства различных типов, таких как статическое запоминающее устройство с произвольной выборкой (SRAM), динамическое запоминающее устройство с произвольной выборкой (DRAM), или постоянную память ROM.

[0024] Запоминающее устройство 114, устройство 118 хранения данных со сменным носителем и стационарное устройство 120 хранения данных являются примерами машиночитаемых запоминающих носителей. Например, машиночитаемые запоминающие носители могут содержать энергозависимые и энергонезависимые, сменные и несменные носители, выполненные любыми способами или технологиями для хранения информации, такой как машиночитаемые команды, структуры данных, программные модули или другие данные. Запоминающее устройство 114, устройство 118 хранения данных со сменным носителем и стационарное устройство 120 хранения данных являются примерами запоминающих носителей. Запоминающие носители дополнительных типов, которые могут быть использованы, представляют собой, но

без ограничения, программируемое запоминающее устройство со случайным выбором (PRAM), SRAM, DRAM, RAM, ROM, электрически программируемое постоянное запоминающее устройство (EEPROM), флэш-память или запоминающее устройство, основанное на другой технологии, постоянное запоминающее устройство на компакт-диске (CD-ROM), универсальные цифровые диски (DVD), или другие оптические запоминающие устройства, магнитные кассеты, магнитные ленты, запоминающее устройство на магнитном диске, или другие магнитные запоминающие устройства, или любой другой носитель, который может быть использован для хранения требуемой информации и который может быть доступным серверу или другому вычислительному устройству. Комбинации любых упомянутых выше устройств также могут быть отнесены к области машиночитаемых носителей.

[0025] Кроме этого, машиночитаемые коммуникационные носители могут представлять собой машиночитаемые команды, программные модули или другие данные, передаваемые цифровым сигналом, таким как несущая волна или другим передаваемым сигналом.

[0026] Контроллер 112 также может иметь коммуникационное соединение (соединения) 122, которое обеспечивает возможность обмена данными контроллера 112 с хранимой базой данных, другим вычислительным устройством или сервером, терминалами пользователей и/или другими устройствами в сети. Контроллер 112 также может содержать устройство (устройства) 124 ввода, такое как клавиатура, мышь, стилус, устройство речевого ввода, устройство сенсорного ввода и т.д., а также устройство (устройства) 126 вывода, такое как дисплей, громкоговоритель, принтер и т.п.

[0027] Обращаясь более подробно к содержанию запоминающего устройства 114, отметим, что оно может содержать операционную систему 128 и одно или несколько прикладных программ или сервисов для реализации описанных здесь признаков, включая модуль 130 зазора. Модуль 130 зазора может быть предназначен для контроля расширения или сжатия корпуса 106 турбины путем регулирования нагревания или охлаждения по меньшей мере части корпуса 106 турбины через один или несколько термоэлементов 110, так что зазор 108 между указанной одной или несколькими турбинными лопатками 104 и корпусом 106 турбины является отрегулированным благодаря расширению или сжатию корпуса 106 турбины. Модуль 130 зазора может регулировать нагревание или охлаждение указанного одного или нескольких термоэлементов 110 путем регулирования величины и полярности напряжения, приложенного к указанному одному или нескольким термоэлементам 110 от источника 132 питания. То есть нагревание или охлаждение термоэлемента 110 зависит от полярности напряжения, которое приложено к нему от источника 132 питания. В отдельных вариантах выполнения, если мощность источника 132 питания увеличена, то нагревание или охлаждение корпуса 106 турбины может увеличиться. Наоборот, в других вариантах выполнения, если мощность от источника 132 питания уменьшена, то нагревание или охлаждение корпуса 106 турбины может уменьшиться.

[0028] Различные указания, способы и технологии, описанные здесь, могут быть рассмотрены в общей связи с исполняемыми компьютером командами, такими как программные модули, выполняемые одним или несколькими компьютерами или другими устройствами. В целом программные модули содержат стандартные программы, программы, объекты, компоненты, структуры данных и тому подобное для выполнения конкретных задач или реализации конкретных абстрактных типов данных. Эти программные модули и подобные им программы могут быть выполнены в собственном

коде или могут быть загружены и выполнены, как, например, в виртуальной машине или в другой среде выполнения с оперативной компиляцией. В целом функциональные возможности программных модулей могут быть объединены или распределены, как требуется в различных вариантах выполнения. Выполнение этих модулей и техники

5 вычислений может быть сохранено на некоторых формах запоминающих носителей.

[0029] Изображенный на фиг. 1 иллюстративный контроллер 112 представлен только в качестве примера. Возможно использование различных других рабочих сред, системных архитектур и конфигурации устройств. Соответственно, варианты выполнения представленного изобретения не следует рассматривать как ограниченные

10 любой конкретной рабочей средой, системной архитектурой или конфигурацией устройства.

[0030] Фиг. 2 изображает схематический вид элементов иллюстративного термоэлемента 200. В отдельных вариантах выполнения термоэлемент 200 может содержать по меньшей мере один элемент Пельтье или может содержать компонент,

15 применяющий или использующий иным образом эффект Пельтье. Например, термоэлемент 200 может содержать полупроводник 202, легированный ионами примеси n-типа и полупроводник 204, легированный ионами примеси p-типа. Полупроводниковые элементы 202 и 204, легированные примесями n-типа и p-типа, могут быть соединены вместе проводником 206 и 208 с образованием последовательной электрической цепи

20 и параллельной тепловой цепи. Проводники 206 и 208 могут быть окружены соответственно теплопередающими подложками 210 и 212. Теплопередающие подложки 210 и 212 могут быть холодными теплоприемниками или теплоотводами в зависимости от полярности термоэлемента 200.

[0031] Как известно, в термоэлементах типа Пельтье, приложение тока 214 к

25 термоэлементу 200 способствует локализованному нагреванию и/или охлаждению в соединениях и/или проводниках, так как разность энергии в термоэлементе типа Пельтье преобразуется в тепло или холод. Соответственно, термоэлемент 200 может быть расположен таким образом, что нагревание будет происходить в одном месте, а охлаждение - в другом и наоборот.

[0032] Подложки 210 и 212 могут быть холодным теплоприемником или теплоотводом в зависимости от полярности напряжения, приложенного к термоэлементу 200. Например, как изображено на фиг. 2, теплопередающая подложка 212 является

30 холодным теплоприемником, а теплопередающая подложка 210 является теплоотводом. В других вариантах выполнения теплопередающая подложка 212 может быть теплоотводом, а теплопередающая подложка 210 может быть холодным

35 теплоприемником.

[0033] Фиг. 3 изображает схематический вид иллюстративной турбинной системы 300. Турбинная система 300 может содержать турбину 302. Турбина 302 может иметь корпус 304. Система 300 также может содержать термоэлемент 306, расположенный

40 по меньшей мере частично около корпуса 304 турбины. Термоэлемент 306 нагревает или охлаждает часть корпуса 304 турбины, находящуюся в сообщении с термоэлементом 306. Нагревание и охлаждение корпуса 304 турбины термоэлементом 306 соответственно расширяет или сжимает по меньшей мере часть корпуса 304 турбины. Расширение и сжатие корпуса 304 турбины регулирует зазор между указанной одной или несколькими

45 турбинными лопатками и корпусом 304 турбины. Термоэлемент 306 может находиться в сообщении с охлаждающей системой 307. В иллюстративном варианте выполнения охлаждающая система 307 может содержать вентиляционную систему 308. Например, находясь в режиме охлаждения, термоэлемент 306 может содержать наружную часть

теплоотвода 111, как изображено на фиг. 1. Часть теплоотвода может рассеивать тепло, переносимое от корпуса 304 турбины в окружающее внешнее пространство.

Вентиляционная система 308 может направлять рассеянное тепло от части теплоотвода термоэлемента 306 к удаленному месту, где тепло может быть использовано повторно или выведено. В другом варианте выполнения охлаждающая система 307 может содержать охлаждающий контур 310. Например, охлаждающая система 308 может содержать охлаждающий контур охладителя, находящийся в сообщении с термоэлементом 306. В некоторых случаях охлаждающий контур охладителя может содержать контур водяного охлаждения (открытый или закрытый). Любой тип или количество охладителей могут быть использованы в охлаждающем контуре 310.

[0034] Фиг. 4 изображает блок-схему способа 400 регулирования зазоров в турбине в соответствии с вариантом выполнения изобретения. В одном примере иллюстративный контроллер 112, показанный на фиг. 1, и/или один или несколько модулей иллюстративного контроллера 112 в одиночку или в комбинации могут обеспечивать выполнение описанных операций способа 400.

[0035] В этой конкретной реализации способ 400 может начинаться с блока 402, показанного на фиг. 4, в котором способ 400 может включать расположение одного или нескольких термоэлементов по меньшей мере частично около корпуса турбины. Указанный один или несколько термоэлементов могут быть расположены на одной линии с указанной одной или несколькими турбинными лопатками или смежно с указанной одной или несколькими турбинными лопатками. Кроме этого, указанный один или несколько термоэлементов могут быть расположены по всей окружности корпуса турбины или только части окружности корпуса турбины. Указанный один или несколько термоэлементов могут быть расположены в любом месте любым способом на корпусе турбины или около него.

[0036] За блоком 402 следует блок 404. В блоке 404 способ 400 может включать управление расширением или сжатием корпуса турбины путем нагревания или охлаждения по меньшей мере части корпуса турбины с указанным одним или несколькими термоэлементами, при этом регулируют зазор между указанной одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины. Например, в отдельных вариантах выполнения способ 400 обеспечивает уменьшение зазора между указанной одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины для увеличения КПД во время работы, то есть, корпус турбины может быть охлажден для его сжатия около указанной одной или нескольких турбинных лопаток. В другом варианте выполнения способ 400 обеспечивает увеличение зазора между указанной одной или несколькими турбинными лопатками и корпусом турбины для увеличения КПД при запуске, то есть корпус турбины может быть нагрет с его расширением около указанной одной или нескольких турбинных лопаток для обеспечения возможности расширения указанной одной или нескольких турбинных лопаток при запуске.

[0037] В иллюстративном варианте выполнения, как изображено на фиг. 5, система 500 термоэлементов может содержать по меньшей мере один элемент Пельтье или может содержать компонент, применяющий или иным образом использующий эффект Пельтье. Теплопередающие подложки 504 и 506 могут быть холодным теплоприемником или теплоотводом в зависимости от полярности напряжения, приложенного к системе 500 термоэлементов. В иллюстративном варианте выполнения теплопередающая подложка 504 может содержать металлопену (такую, как, например, пеномедь, пеноалюминий или пенографит), а теплопередающая подложка 506 может содержать керамическую подложку (например, кремниевую или подобную ей). В данном варианте

выполнения керамическая подложка 506 может быть расположена с поджимом на корпусе 106 турбины. Система 500 термоэлементов может быть предназначена для контроля расширения или сжатия корпуса 106 турбины путем контроля нагревания или охлаждения по меньшей мере части корпуса 106 турбины через указанный по
5 по меньшей мере один элемент 502 Пельтье, теплоотвод 504 из пенометалла, керамическую подложку 506 и через охлаждающую систему 512, так что обеспечивается регулирование зазора между указанной одной или несколькими лопатками и корпусом 106 турбины благодаря расширению или сжатию корпуса 106. Система 500 термоэлемента может
10 обеспечивать регулирование нагревания или охлаждения корпуса 106 турбины путем контроля величины и полярности напряжения, приложенного к по меньшей мере одному элементу 502 Пельтье. Таким образом, нагревание или охлаждение корпуса 106 турбины зависит от полярности напряжения на указанном по меньшей мере одном элементе 502 Пельтье.

[0038] Как показано на фиг. 5, в иллюстративном варианте выполнения контроллер
15 510 может находиться в сообщении с указанным по меньшей мере одним элементом 502 Пельтье и с охлаждающей системой 512. Контроллер 510 может быть выполнен с использованием аппаратного обеспечения, программного обеспечения, или комбинации указанных обеспечений для осуществления описанных здесь функций. В качестве
20 примера, контроллером 510 может быть процессор, микросхема ASIC, компаратор, дифференциальный модуль или другие средства аппаратного обеспечения. Кроме того, контроллер 510 может содержать программное обеспечение и исполняемые компьютером команды, которые могут храниться в запоминающем устройстве и могут
исполняться процессором или другими средствами обработки. В некоторых примерах контроллер 510 может быть аналогичен описанному ранее контроллеру 112. Контроллер
25 510 может обеспечивать возможность последовательной работы указанного по меньшей мере одного элемента 502 Пельтье и охлаждающей системы 512 для контроля расширения или сжатия корпуса 106 турбины. Например, датчик 508 температуры может непрерывно отслеживать температуру корпуса 106 турбины. В зависимости от температуры корпуса 106 турбины контроллер 510 может регулировать (например,
30 увеличивать, уменьшать и/или изменять знак) напряжения на указанном по меньшей мере одном элементе 502 Пельтье. Кроме того, в зависимости от температуры корпуса 106 турбины, контроллер 510 может обеспечивать регулирование охлаждающей системы 512 для увеличения или уменьшения количества воздуха (например, окружающего воздуха), направленного на теплоотвод из теплоопы 504, увеличивая или уменьшая
35 перенос тепла. Таким образом, контроллер 510 может обеспечивать одновременно регулирование указанного по меньшей мере одного элемента 502 Пельтье и охлаждающей системы 512 с регулированием расширения или сжатия корпуса 106 турбины.

[0039] В иллюстративном варианте выполнения система 500 термоэлементов может
40 быть расположена внутри полости 514 турбины. Полость 514 турбины может полностью или частично окружать систему 500 термоэлементов. Полость 514 турбины может находиться под отрицательным давлением для предотвращения утечки из него текучей среды. Таким образом, контроллер 510 может находиться в сообщении с охлаждающей системой 512 для регулирования потока текучей среды через полость 514. Например,
45 контроллер 510 может находиться в сообщении с одним или несколькими регуляторами потока или демпферами охлаждающей системы 512. В некоторых примерах контроллер 510 может управлять одним или несколькими регуляторами потока или демпферами охлаждающей системы 512 с регулированием потока текучей среды, направленной на

теплоотвод 504 из металлопены, для увеличения или уменьшения переноса тепла. Соответственно, при помощи контроллера 510 охлаждающая система 512 может последовательно работать с указанным по меньшей мере одним элементом 502 Пельтье и регулировать расширение или сжатие корпуса 106 турбины.

5 [0040] Описаны иллюстративные системы и способы для регулирования зазоров в турбине. Некоторые или все из этих систем и способов могут быть реализованы по меньшей мере частично в конфигурациях, таких как изображенные на фиг. 1.

[0041] Хотя варианты выполнения описаны с использованием выражений, специфических для конструктивных признаков и/или методологических действий, 10 следует понимать, что изобретение не обязательно ограничено описанными конкретными признаками или действиями. Скорее, конкретные признаки и действия описаны как иллюстративные формы реализации изобретения.

(57) Формула изобретения

15 1. Турбинная система (102), содержащая:
по меньшей мере одну турбинную лопатку (104),
корпус (106), окружающий указанную по меньшей мере одну лопатку (104),
термоэлемент (110), расположенный по меньшей мере частично около корпуса (106)
турбины,

20 охлаждающую систему (307), находящуюся в сообщении с термоэлементом (110), и контроллер (112), находящийся в сообщении с охлаждающей системой (307) и термоэлементом (110) и выполненный с возможностью управления расширением и сжатием корпуса (106) турбины путем соответствующего нагревания и охлаждения по меньшей мере части корпуса (106) турбины термоэлементом (110), а также путем
25 регулирования охлаждающей системы (307) для соответствующего увеличения и уменьшения переноса тепла от термоэлемента (110) с обеспечением регулирования зазора (108) между указанной по меньшей мере одной лопаткой (104) турбины и корпусом (106) турбины.

2. Турбинная система по п. 1, в которой термоэлемент (110) содержит элемент (502) Пельтье, расположенный между холодным теплоприемником (210) и теплоотводом (212), при этом к элементу (502) Пельтье подводится напряжение (132) для регулирования переноса тепла между холодным теплоприемником (210) и теплоотводом (212), причем холодный теплоприемник (210) и теплоотвод (212) зависят от полярности напряжения, подводимого к элементу (502) Пельтье.

35 3. Турбинная система по п. 1, в которой охлаждающая система (307) содержит по меньшей мере одно из следующих устройств: вентиляционную систему (308), охлаждающий контур (310) охладителя и открытую систему (310) или закрытую систему (310).

4. Турбинная система по п. 2, в которой холодный теплоприемник (210) и теплоотвод (212) содержат керамические подложки (506).

40 5. Турбинная система по п. 2, в которой теплоотвод (212) содержит металлопену (504).

6. Турбинная система по п. 5, в которой металлопена (504) представляет собой пеномедь, пеноалюминий, или пенографит, или любую комбинацию указанных веществ.

45 7. Турбинная система по п. 1, в которой зазор (108) между указанной по меньшей мере одной лопаткой (104) турбины и корпусом (106) турбины уменьшается для увеличения КПД при работе.

8. Турбинная система по п. 1, в которой зазор (108) между указанной по меньшей

мере одной лопаткой (104) турбины и корпусом (106) турбины увеличивается для увеличения КПД и скорости запуска.

9. Турбинная система по п. 1, в которой термоэлемент (110) расположен в окружном направлении около по меньшей мере части корпуса (106) турбины на одной линии с
5 указанной по меньшей мере одной лопаткой (104) турбины.

10. Способ регулирования зазоров (108) в турбине (102), содержащей корпус (106), окружающий по меньшей мере одну лопатку (104) турбины, при этом способ включает:
расположение по меньшей мере одного термоэлемента (110) по меньшей мере
частично около корпуса (106) турбины,

10 обеспечение наличия охлаждающей системы (307), находящейся в сообщении с
указанным по меньшей мере одним термоэлементом (110),

регулирование напряжения (132), приложенного к указанному по меньшей мере
одному термоэлементу (110), и

15 регулирование потока текучей среды охлаждающей системы (307) для
соответствующего увеличения и уменьшения переноса тепла от термоэлемента (110).

11. Способ по п. 10, в котором регулируют зазор (108) между указанной по меньшей
мере одной лопаткой (104) турбины и корпусом (106) турбины.

12. Способ по п. 10, в котором напряжение, приложенное к указанному по меньшей
мере одному термоэлементу (110), и поток текучей среды охлаждающей системы (307)
20 регулируют в зависимости от температуры корпуса (106) турбины.

25

30

35

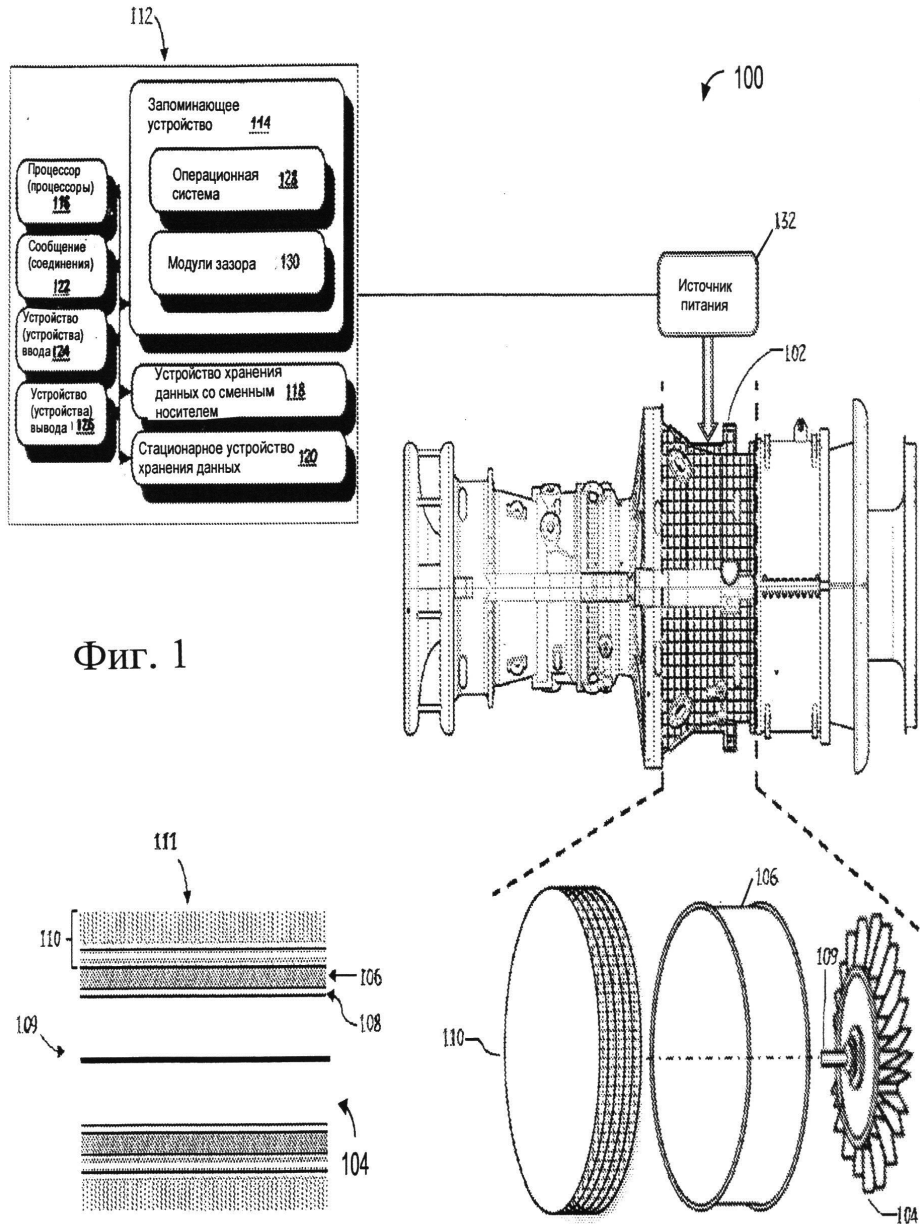
40

45

1

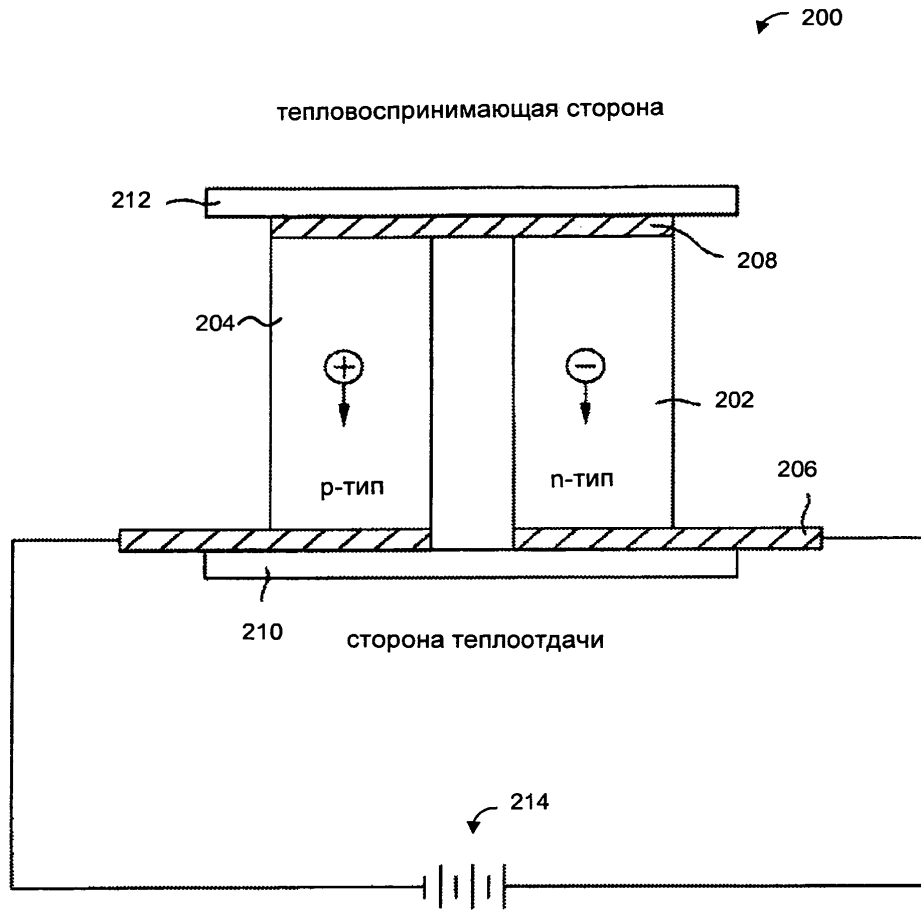
Турбинная система и способ регулирования зазоров в турбине

1/5

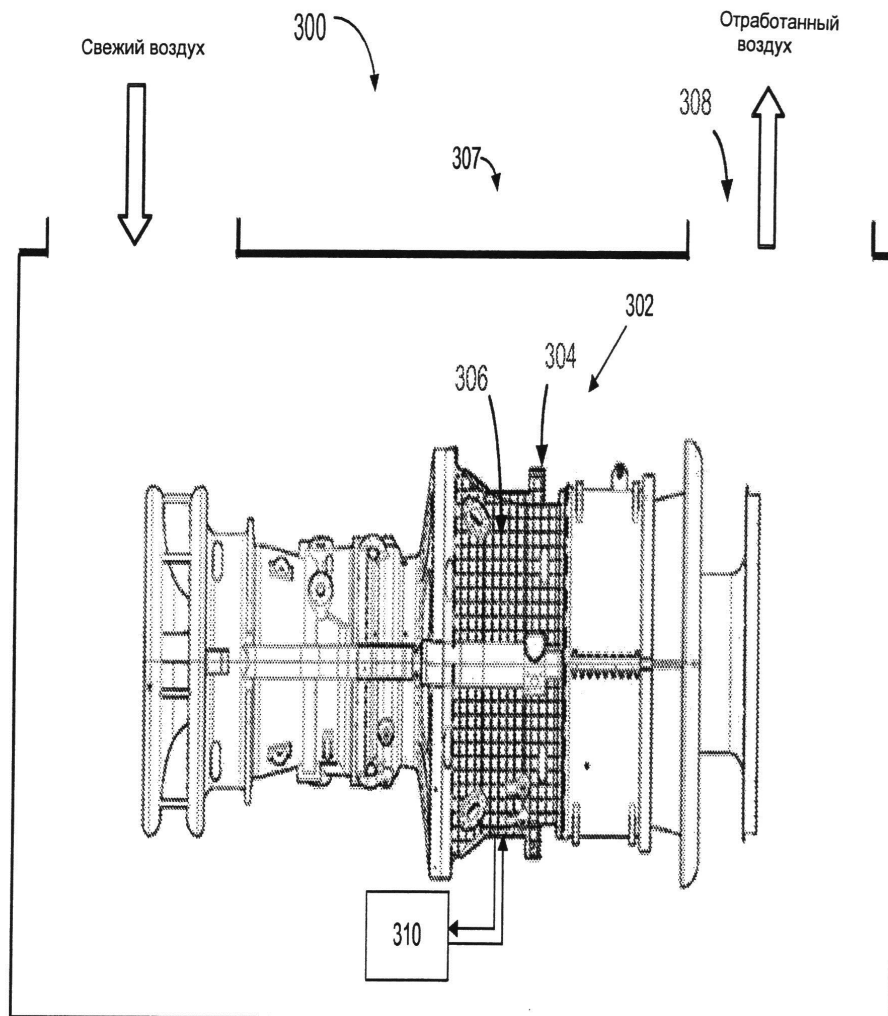


Фиг. 1

2

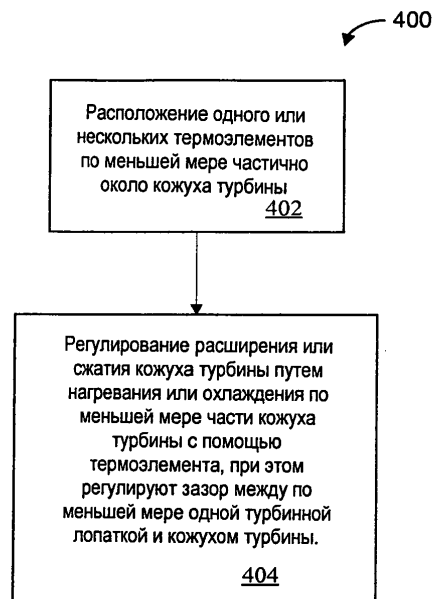


Фиг. 2

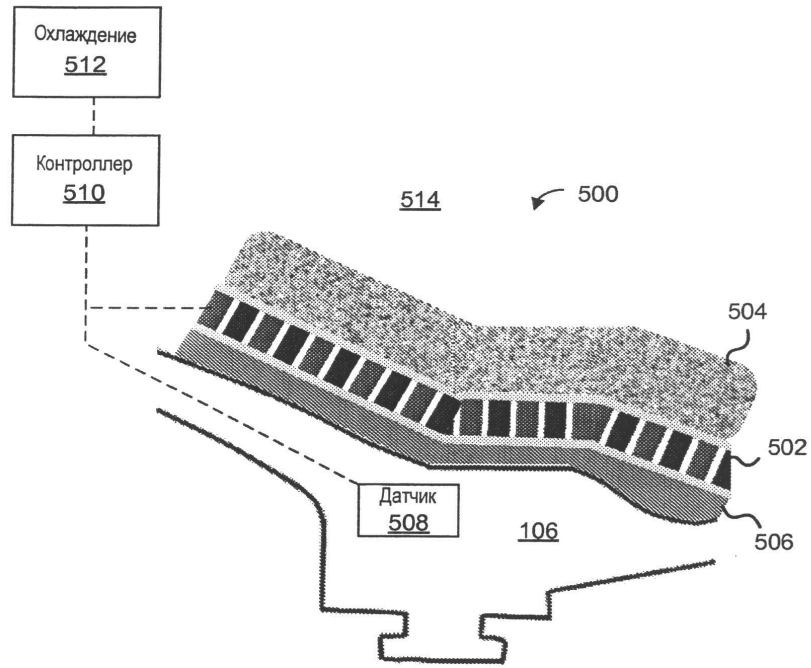


Фиг. 3

4/5



Фиг. 4



Фиг.5