

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012158300/06, 27.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.12.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
09.01.2012 US 13/345,779

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2014 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 20.12.2016 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 6142730 A, 07.11.2000. US 2002/  
0182057 A1, 05.12.2002. US 5320483 A,  
14.06.2002US. US 6382906 B1, 07.05.2002. RU  
2382892 C1, 27.02.2010. RU 2081334 C1,  
10.06.1997.Адрес для переписки:  
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"(72) Автор(ы):  
УИНН Аарон Грегори (US)(73) Патентообладатель(и):  
Дженерал Электрик Компани (US)R U  
2 6 0 5 2 7 0  
C 2

## (54) СИСТЕМА ИНЖЕКЦИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И ТУРБИНА (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Система инжекционного охлаждения для использования с фасонной поверхностью содержит камеру инжекционного охлаждения, пластину инжекционного охлаждения, обращенную к фасонной поверхности и имеющую прямолинейную форму, причем пластина инжекционного охлаждения имеет несколько

спроектированных областей. Спроектированные области содержат несколько отверстий инжекционного охлаждения разных размеров и с разными расстояниями между ними. Изобретение направлено на повышение эффективности охлаждения. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 6 ил.

RUSSIAN FEDERATION



(19) **RU**<sup>(11)</sup> **2 605 270**<sup>(13)</sup> **C2**

(51) Int. Cl.  
*F01D 25/08* (2006.01)

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012158300/06, 27.12.2012

(24) Effective date for property rights:  
27.12.2012

Priority:

(30) Convention priority:  
09.01.2012 US 13/345,779

(43) Application published: 10.07.2014 Bull. № 19

(45) Date of publication: 20.12.2016 Bull. № 35

Mail address:

191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):  
WINN Aaron Gregory (US)

(73) Proprietor(s):  
General Electric Company (US)

C2

2 6 0 5 2 7 0

R U

R U  
2 6 0 5 2 7 0 C 2

**(54) INJECTION SYSTEM COOLING AND TURBINE (OPTIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: cooling systems.

SUBSTANCE: injection cooling system for use with profiled surface comprises injection cooling chamber, rectilinear injection cooling plate facing the profiled surface, the injection cooling plate has several projected areas. Projected areas comprise several

injection cooling openings of different sizes and with different distances between them.

EFFECT: invention is aimed at raising of cooling efficiency.

20 cl, 6 dwg

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0101] Настоящая заявка и ожидаемый патент относятся в целом к газотурбинным двигателям и, более конкретно, к системе инжекционного охлаждения для равномерного охлаждения фасонных поверхностей в газовой турбине и в других местах в упрощенной конструкции.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0102] Системы инжекционного охлаждения используются с турбинными машинами для охлаждения элементов различных типов, таких как корпуса, рабочие лопатки, сопловые лопатки и тому подобное. Системы инжекционного охлаждения охлаждают элементы турбины посредством воздушного потока с обеспечением поддержания достаточного зазора между элементами и адекватного срока службы элементов. Одна из проблем с известными системами инжекционного охлаждения заключается в способности поддерживать равномерный коэффициент теплопередачи через неоднородные или фасонные поверхности. Поддержание постоянного коэффициента теплопередачи обычно требует, чтобы общая форма пластин инжекционного охлаждения повторяла контуры охлаждаемой поверхности. Создание профильных пластин инжекционного охлаждения, однако, может быть дорогостоящим и может привести к неравномерности в них охлаждающего потока.

[0103] Поэтому имеется стремление к созданию усовершенствованной системы инжекционного охлаждения. Такая усовершенствованная система инжекционного охлаждения может обеспечивать постоянные коэффициенты теплопередачи на фасонной поверхности в упрощенной конструкции с низкой стоимостью при сохранении адекватной эффективности охлаждения.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0104] Настоящая заявка и ожидаемый патент обеспечивают, тем самым, систему инжекционного охлаждения для использования с фасонной поверхностью. Система инжекционного охлаждения может содержать камеру инжекционного охлаждения и пластину инжекционного охлаждения прямолинейной формы, обращенную к фасонной поверхности. Пластина инжекционного охлаждения может содержать ряд спроектированных областей с рядом отверстий инжекционного охлаждения разных размеров и с разными расстояниями между ними.

[0105] Настоящая заявка и ожидаемый патент дополнительно обеспечивают турбину. Турбина может содержать сопловую лопатку, систему инжекционного охлаждения с рядом отверстий инжекционного охлаждения различных размеров и расстояний между ними и элемент с фасонной поверхностью, расположенный вокруг системы инжекционного охлаждения.

[0106] Настоящая заявка и ожидаемый патент дополнительно обеспечивают турбину. Турбина может содержать сопловую лопатку, систему инжекционного охлаждения прямолинейной формы, имеющую ряд отверстий инжекционного охлаждения различных размеров и расстояний между ними, и элемент с фасонной поверхностью, расположенный вокруг системы инжекционного охлаждения так, что указанная система поддерживает фасонные поверхности, по существу, с постоянным коэффициентом теплопередачи между ними.

[0107] Эти и другие признаки и усовершенствования настоящей заявки и ожидаемого патента станут очевидными для специалиста при рассмотрении последующего подробного описания в сочетании с чертежами и прилагаемой формулой изобретения.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0108] Фиг.1 представляет собой схему газотурбинного двигателя, изображающую

компрессор, камеру сгорания и турбину.

[0109] Фиг.2 представляет собой частичный вид сбоку сопловой лопатки с выполненной в ней системой инжекционного охлаждения.

[0110] Фиг.3 представляет собой частичный вид сбоку сопловой лопатки с системой инжекционного охлаждения, как может быть описано в настоящем документе.

[0111] Фиг.4 представляет собой вид в аксонометрии сетки инжекционного охлаждения, наложенной на фасонную поверхность, изображенную на Фиг.3.

[0112] Фиг.5 представляет собой вид сверху части пластины инжекционного охлаждения, изображенной на Фиг.3.

[0113] Фиг.6 представляет собой вид сверху части пластины инжекционного охлаждения, изображенной на Фиг.3.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0114] Обратимся теперь к чертежам, на которых одинаковые номера позиций относятся к одинаковым элементам на нескольких видах. Фиг.1 изображает схему

газотурбинного двигателя 10, который может быть использован в настоящем документе. Газотурбинный двигатель 10 может содержать компрессор 15. Компрессор 15 сжимает входящий лоток воздуха 20. Компрессор 15 подает сжатый поток воздуха 20 в камеру 25 сгорания. Камера 25 сгорания смешивает сжатый поток воздуха 20 с находящимся под давлением потоком топлива 30 и воспламеняет смесь для создания потока

газообразных продуктов 35 сгорания. Несмотря на то, что показана только одна камера 25 сгорания, газотурбинный двигатель 10 может содержать любое количество камер 25 сгорания. Поток газообразных продуктов 35 сгорания, в свою очередь, доставляется в турбину 40. Поток газообразных продуктов 35 сгорания приводит в действие турбину 40, чтобы получить механическую работу. Механическая работа, произведенная в

турбине 40, приводит в действие компрессор 15 через вал 45 и внешнюю нагрузку 50, такую как электрический генератор и тому подобное.

[0115] Газотурбинный двигатель 10 может использовать природный газ, различные виды синтез-газа и/или другие виды топлива. Газотурбинный двигатель 10 может представлять собой любой двигатель, выбранный из целого ряда различных

газотурбинных двигателей, выпускаемых компанией General Electric Company в Скенектэди, штат Нью-Йорк, США, в том числе, но не ограничиваясь этим, например, тяжелые газотурбинные двигатели 7 или 9 серии и тому подобное. Газотурбинный двигатель 10 может иметь различные конфигурации и может использовать другие типы элементов. В настоящем документе также могут быть использованы и другие типы

газотурбинных двигателей. В настоящем документе вместе также могут быть использованы несколько газотурбинных двигателей, другие типы турбин и другие виды энергетического оборудования.

[0116] На Фиг.2 приведен пример сопловой лопатки 55, которая может быть использована с турбиной 40, описанной выше. Как в целом описано, сопловая лопатка 55 может содержать аэродинамическую часть 60, проходящую между внутренней платформой 65 и наружной платформой 70.

Некоторое количество сопловых лопаток 55 может быть объединено в расположенный в окружном направлении ряд для формирования ступени вместе с некоторым количеством рабочих лопаток (не показаны). Сопловые лопатки 55 также могут содержать систему инжекционного охлаждения в виде камеры 80 инжекционного охлаждения. Камера 80 может иметь ряд выполненных в ней отверстий 85. Камера 80 может находиться в сообщении с потоком воздуха 20 из компрессора 15 или другим источником с помощью охлаждающего трубопровода 90. Поток воздуха 20 проходит

через сопловую лопатку 60 в камеру 80 и наружу через отверстия 85 инжекционного охлаждения таким образом, чтобы инжекционно охлаждать часть сопловой лопатки 55 или другое место. Известны и другие типы камер 80 инжекционного охлаждения.

[0117] Известны многие другие типы систем инжекционного охлаждения. Эти

известные системы инжекционного охлаждения, однако, как правило, имеют равномерный размер и форму, как описано выше. Кроме того, пластина инжекционного охлаждения может иметь форму, повторяющую контуры охлаждаемой поверхности, чтобы поддерживать постоянный коэффициент теплопередачи по всей поверхности.

[0118] Фиг.3 и Фиг.4 показывают пример системы 100 инжекционного охлаждения,

как может быть описано в настоящем документе. Система 100 может содержать камеру 110 инжекционного охлаждения, которая может содержать полость 120, ограниченную пластины 130 инжекционного охлаждения и крышкой 140. Камера 110 может находиться в сообщении с охлаждающим потоком 150 через охлаждающий трубопровод 160.

Охлаждающий трубопровод 160 может находиться в сообщении с компрессором 15 или другим источником 150 охлаждающего потока.

[0119] Пластина 130 камеры 110 может иметь, по существу, плоскую или прямолинейную поверхность 170. Пластина 130 также может иметь ряд выполненных в ней отверстий 180 инжекционного охлаждения. Размер, форма, конфигурация и расположение отверстий 180 инжекционного охлаждения может варьироваться, как будет описано более подробно ниже. В настоящем документе могут быть использованы другие элементы и другие конфигурации.

[0120] Система 100 инжекционного охлаждения может быть использована с любым типом элементов турбины или любых элементов, требующих охлаждения. В этом примере система 100 может быть использована с волнистой или фасонной поверхностью 200. Фасонная поверхность 200 может иметь любую требуемую форму или конфигурацию. В этом примере фасонная поверхность 200 может содержать ряд фасонных областей на разных расстояниях от системы 100 инжекционного охлаждения.

[0121] Для того чтобы поддерживать постоянный коэффициент теплопередачи через фасонные поверхности 200, расстояния между отверстиями 180 в пластине 130 камеры 110 могут корректироваться дискретным образом для компенсации волнистости на фасонной поверхности 200. Фасонная поверхность 200 может быть разделена на сетку 290 с фасонными областями 300 на ней. Каждая из фасонных областей 300 может быть спроектирована на соответствующие спроектированные области 305 на пластине 130 инжекционного охлаждения. Каждая из областей 305 пластины 130 может иметь отверстия 180 инжекционного охлаждения различных размеров, формы и конфигурации, основываясь на смещении противоположных областей 300 от спроектированной области 305. Группа отверстий 180 инжекционного охлаждения в каждой из спроектированных областей 305 может, таким образом, иметь размер 310 и расстояние 320 между ними, причем и то, и другое может быть равномерно скорректировано по локальной спроектированной области 305 для поддержания среднего коэффициента теплопередачи в дискретной области 300 фасонной поверхности 200. Каждое из отверстий 180 инжекционного охлаждения может, таким образом, иметь переменный размер 310 и переменное расстояние 320 или их набор, в котором как размер 310, так и расстояние 320 поддерживаются постоянными в заданной спроектированной области 305. Например, первая область 330 может иметь близко расположенные небольшие отверстия 180, тогда как вторая область 340 может иметь ряд далеко отстоящих друг от друга больших отверстий 180. В настоящем документе могут быть использованы любое количество размеров и положений в любом количестве спроектированных областей 305 в зависимости

от расстояния до противоположной поверхности.

[0122] Система 100 инжекционного охлаждения использует, таким образом, камеру 110 инжекционного охлаждения для обеспечения адекватного охлаждения с упрощенной конструкцией пластины инжекционного охлаждения, так чтобы снизить затраты и

5 увеличить производительность. В частности, отверстия 180 инжекционного охлаждения могут варьироваться в части отношения диаметра отверстия к толщине пластины 130 инжекционного охлаждения, отношения высоты канала к диаметру отверстия и ортогонального расстояния между отверстиями в ряду. Эффективность может рассматриваться в контексте требований к соотношению  $Z/D$ , где  $D$  является диаметрами 10 отверстия, а  $Z$  является средним расстоянием от спроектированной области 305 до фасонной области 300, и/или к соотношению  $X/D$ , где  $X$  измеряется по длине пластины 130. В каждой спроектированной области 305 сетки 290 размер отверстий 180 может быть отрегулирован для поддержания нужных требований к соотношению  $Z/D$ . В той же самой области 305 положение отверстия или  $X/D$  также может быть отрегулировано 15 для поддержания эффективности. Таким образом, пластина 130 камеры 110 может поддерживать согласующиеся коэффициенты теплопередачи с использованием линейной поверхности 170 в отличие от фасонной поверхности.

[0123] Следует понимать, что вышеизложенное относится только к определенным 20 вариантам выполнения настоящей заявки и ожидаемого патента. Специалистом в настоящем документе могут быть выполнены многочисленные изменения и модификации без отхода от общего объема и сущности изобретения, как определено в формуле изобретения и в ее эквивалентах.

#### Формула изобретения

25 1. Система инжекционного охлаждения для использования с фасонной поверхностью, содержащая:

камеру инжекционного охлаждения,

30 пластины инжекционного охлаждения, обращенную к фасонной поверхности и имеющую прямолинейную форму, причем пластина инжекционного охлаждения имеет несколько спроектированных областей,

при этом указанные несколько спроектированных областей содержат несколько отверстий инжекционного охлаждения разных размеров и с разными расстояниями между ними.

35 2. Система по п.1, в которой указанные несколько спроектированных областей содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения первого размера и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения второго размера.

40 3. Система по п.1, в которой указанные несколько спроектированных областей содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения с первым расстоянием между ними и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения со вторым расстоянием между ними.

45 4. Система по п.1, в которой указанные несколько спроектированных областей содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения первого размера и с первым расстоянием между ними и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения второго размера и со вторым расстоянием между ними.

5. Система по п.1, в которой фасонная поверхность содержит несколько фасонных областей, расположенных на нескольких расстояниях от пластины инжекционного охлаждения.

6. Система по п.5, в которой размер указанных нескольких отверстий инжекционного

охлаждения и расстояние между ними в каждой из указанных нескольких спроектированных областей варьируется в зависимости от расстояния до противоположной фасонной области.

7. Система по п.1, в которой камера инжекционного охлаждения содержит полость, ограниченную между пластиной инжекционного охлаждения и крышкой.

8. Система по п.1, в которой камера инжекционного охлаждения находится в сообщении с охлаждающим потоком в охлаждающем трубопроводе.

9. Система по п.1, в которой плата инжекционного охлаждения поддерживает фасонную поверхность, по существу, с постоянным коэффициентом теплопередачи через нее.

10. Турбина, содержащая:

сопловую лопатку,

систему инжекционного охлаждения, имеющую отверстия инжекционного охлаждения с несколькими размерами и несколькими расстояниями между ними, и

элемент, расположенный около системы инжекционного охлаждения, причем указанный элемент турбины имеет фасонную поверхность.

11. Турбина по п.10, в которой система инжекционного охлаждения содержит камеру инжекционного охлаждения с пластиной инжекционного охлаждения, в которой выполнены указанные отверстия инжекционного охлаждения.

12. Турбина по п.11, в которой плата инжекционного охлаждения имеет прямолинейную форму.

13. Турбина по п.11, в которой плата инжекционного охлаждения содержит сетку с несколькими спроектированными областями.

14. Турбина по п.13, в которой указанные несколько спроектированных областей

имеют указанные отверстия инжекционного охлаждения.

15. Турбина по п.13, в которой указанные несколько спроектированных областей содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения первого размера и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения второго размера.

16. Турбина по п.13, в которой указанные несколько спроектированных областей

содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения с первым расстоянием между ними и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения со вторым расстоянием между ними.

17. Турбина по п.13, в которой указанные несколько спроектированных областей содержат первую область с отверстиями инжекционного охлаждения первого размера

и с первым расстоянием между ними и вторую область с отверстиями инжекционного охлаждения второго размера и со вторым расстоянием между ними.

18. Турбина п.13, в которой указанная фасонная поверхность содержит несколько фасонных областей, расположенных на нескольких расстояниях от пластины инжекционного охлаждения.

19. Турбина п.10, в которой плата инжекционного охлаждения поддерживает фасонную поверхность, по существу, с постоянным коэффициентом теплопередачи через нее.

20. Турбина, содержащая:

сопловую лопатку,

систему инжекционного охлаждения, которая содержит пластину инжекционного охлаждения прямолинейной формы с несколькими отверстиями инжекционного охлаждения нескольких размеров и с несколькими расстояниями между ними, и

элемент, расположенный около системы инжекционного охлаждения,

причем указанный элемент турбины имеет фасонную поверхность, так что система инжекционного охлаждения поддерживает фасонную поверхность, по существу, с постоянным коэффициентом теплопередачи через нее.

5

10

15

20

25

30

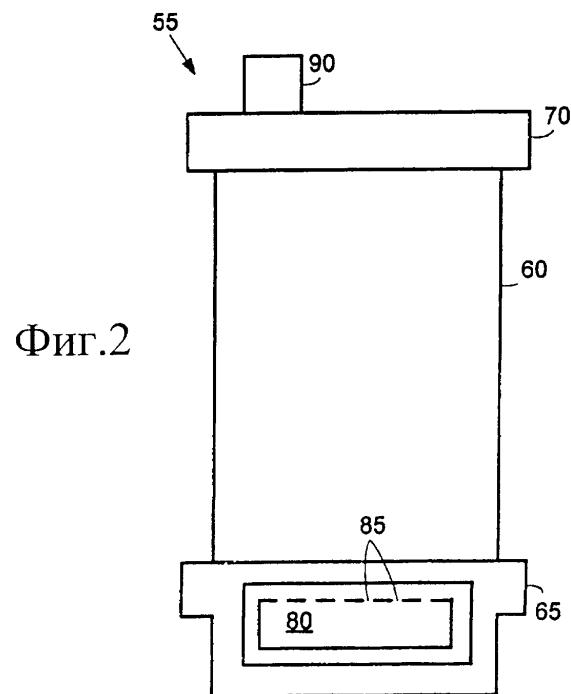
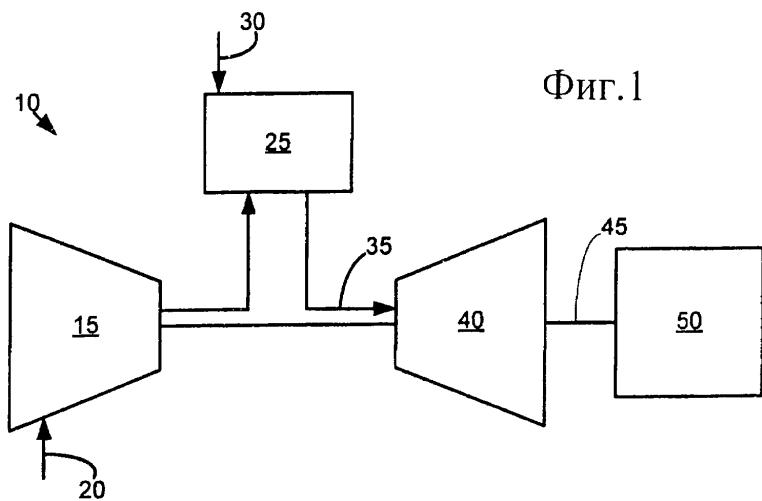
35

40

45

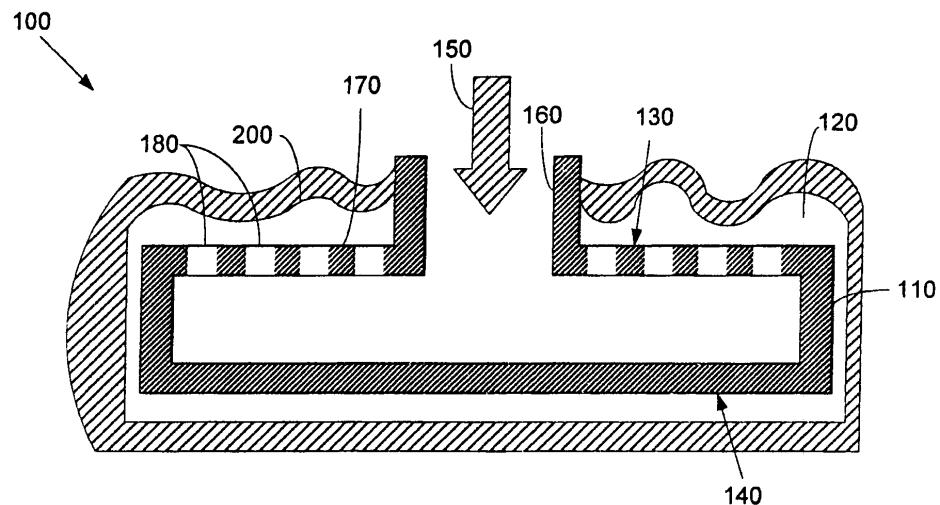
Система инжекционного охлаждения  
и турбина (варианты)

1/3

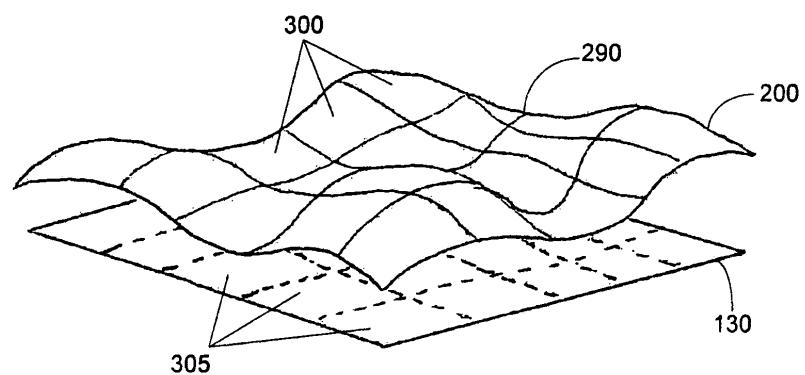


Система инжекционного охлаждения  
и турбина (варианты)

2/3



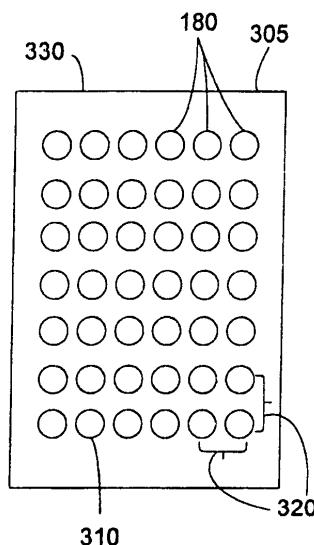
Фиг.3



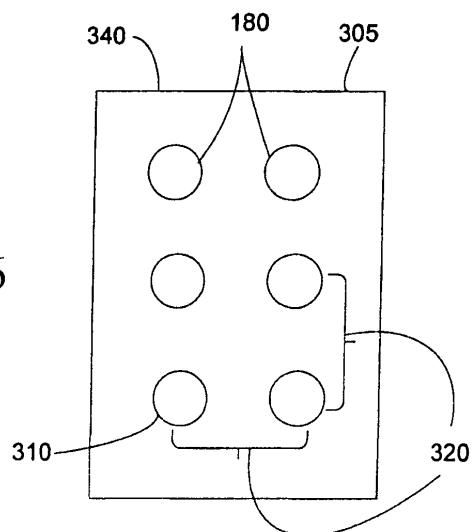
Фиг.4

Система инжекционного охлаждения  
и турбина (варианты)

3/3



Фиг.5



Фиг.6