



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011149395/06, 06.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.12.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
13.12.2010 US 12/966,490

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2013 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 20.03.2016 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2656147 A, 20.10.1953. SU 480849
A1, 15.08.1975. US 3551068 A, 29.12.1970. US
4084922 A, 18.04.1978. US 4094615 A, 13.06.1978.
US 5795130 A, 18.08.1998. RU 2235887 C2,
10.09.2004. SU 172160 A1, 22.06.1965.

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

УИЛЛЕТТ Мл. Фред Томас (US),
АДИС Уильям Эдвард (US)

(73) Патентообладатель(и):

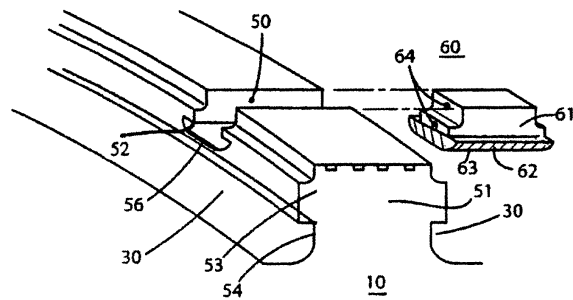
Дженерал Электрик Компани (US)

(54) МНОГОСТУПЕНЧАТАЯ ПАРОВАЯ ТУРБИНА, ОХЛАЖДАЮЩИЙ КОНТУР ДЛЯ
МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ И ОСЕВАЯ ВСТАВКА ДЛЯ ОХЛАЖДАЮЩЕГО
КОНТУРА ПЕРВЫХ СТУПЕНЕЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетике. Охлаждающий контур для многоступенчатой паровой турбины, содержащей барабанный ротор с лопатками, установленными в тангенциальных охватывающих пазах пазового замка для по меньшей мере одной ступени, содержащий внешний источник охлаждающего пара, барабанный ротор. Причем в выступах барабанного ротора между ступенями из лопаток с тангенциальным вводом и пазовым замком выполнены осевые охватывающие пазы пазового

замка, предназначенные для установки осевых вставок. Осевые вставки могут иметь осевые и радиальные охлаждающие каналы, обеспечивающие возможность прохождения более холодного наружного пара, предназначенного для охлаждения барабанного ротора. Также представлены многоступенчатая паровая турбина с паровым охлаждающим контуром и осевая вставка. Изобретение позволяет обеспечить эффективное охлаждение ступеней барабанного ротора. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 17 ил.



Фиг.5



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 578 016** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

F01D 5/08 (2006.01)

F01D 5/32 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011149395/06, 06.12.2011

(24) Effective date for property rights:
06.12.2011

Priority:

(30) Convention priority:
13.12.2010 US 12/966,490

(43) Application published: 20.06.2013 Bull. № 17

(45) Date of publication: 20.03.2016 Bull. № 8

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**WILLETT Jr. Fred Thomas (US),
ADIS William Edward (US)**

(73) Proprietor(s):

General Electric Company (US)

(54) COOLING CIRCUIT FOR ROTOR DRUM

(57) Abstract:

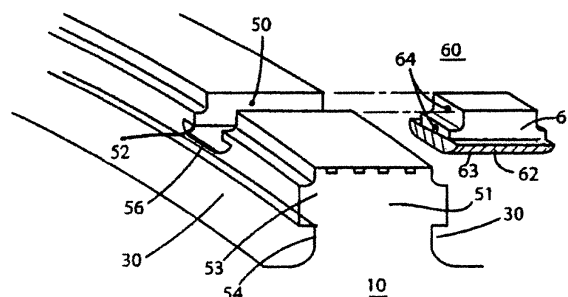
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to power engineering. Cooling circuit for a multi-step steam turbine, comprising a drum rotor with blades, installed in tangential covering slots of a slot lock for at least one step, comprising an external cooling steam source, a drum rotor. Besides, in ledges of the drum rotor, between steps from blades with the tangential inlet and slot lock there are axial covering slots of the slot lock, designed for installation of axial inserts. Axial inserts may have and radial cooling channels providing for the possibility of passage of colder external steam designed for cooling of the drum rotor. Also a multi-stage steam turbine is presented with the steam cooling circuit and

an axial insert.

EFFECT: invention makes it possible to provide for efficient cooling of drum rotor steps.

20 cl, 17 dwg



Фиг.5

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Изобретение относится в целом к паровым турбинам, содержащим барабанные роторы, и, более конкретно, к охлаждению барабанного ротора.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 [0002] В современных силовых установках с комбинированным циклом для обеспечения их работы с максимальной эффективностью используются повышенные температуры пара. Устройства, которые обладают высокой степенью реактивности и в которых используется конструкция ротора барабанного типа, должны выдерживать
10 повышенные температуры пара без ущерба для срока службы ротора. Одно решение проблемы заключается в использовании более качественных и более термоустойчивых материалов для изготовления ротора. Менее затратное решение может заключаться в охлаждении ротора низкотемпературным паром.

[0003] На фиг.1 изображен продольный разрез паровой турбины 5 с барабанным ротором 10 и корпусом 15, содержащей ступени 16, 17, 18, 19, 20, состоящие из
15 чередующихся рядов статорных лопаток 25, проходящих во внутреннем радиальном направлении от корпуса 15 турбины, и аэродинамических частей 26 роторных лопаток 24, причем указанные аэродинамические части проходят в наружном радиальном направлении от охватываемых корневых частей 27 пазового замка, установленных в тангенциальные охватывающие пазы 30 пазового замка, выполненные по периферии
20 барабанного ротора 10. Рабочий пар 21 протекает от впуска 22 для пара последовательно через ступени 16, 17, 18, 19, 20 из чередующихся статорных лопаток 25 и роторных аэродинамических частей 26, что приводит к понижению температуры и давления пара. Таким образом, первые ступени ротора 10 подвержены воздействию
25 пара, находящегося при наибольших температуре и давлении. Уплотнение концов ротора 10 обеспечено уплотнительной головной частью 28 с помощью уплотняющих элементов 29.

[0004] При одном известном подходе наружный охлаждающий пар 35 подается к барабанному ротору 10 от внешнего источника 36, как показано на фиг.2. В данном случае во внешнем источнике 36 может использоваться наконечник 37, который входит
30 в корпус 15 турбины. Изображенный на данном чертеже наконечник входит в уплотнительную головную часть 28. Возможно использование одного или более наконечников. Охлаждающий пар 35 подается по каналу. Уплотнительная головная часть 28 может быть выполнена таким образом, что канал представляет собой прямолинейное радиальное отверстие. Как вариант, головная часть 28 может быть
35 выполнена в виде узла с обеспечением получения канала более сложной конфигурации. Охлаждающий пар 35 подается к выпуску 39 и заполняет кольцевое пространство 40. В местоположениях 41А и/или 41В выполнено лабиринтное уплотнение, щеточное уплотнение или уплотнение другого типа либо комбинация уплотнений, обеспечивающая ограничение протечки охлаждающего пара 35 в тракт 21 рабочего пара. На фиг.17
40 изображен увеличенный вид уплотнительных устройств 41, ограничивающих протечку охлаждающего пара в паровой тракт.

[0005] Тогда как по тракту, изображенному на фиг.2, охлаждающая среда подается к передней стороне первой ступени 16, часто возникает необходимость в охлаждении нескольких ступеней. Осевой поток пара, протекающий через барабанный ротор 10,
45 может быть обеспечен с помощью каналов, образованных осевыми канавками 44, выполненными в корневых частях лопаток 24, как изображено на фиг.3.

[0006] В известных подходах используются осевые отверстия 45, выполненные в барабанном роторе, как изображено на фиг.4. Охлаждающий пар 46 проходит через

осевые отверстия 45 с обеспечением заполнения окружного зазора 48 между пазами 30 и корневыми частями 27 пазового замка и охлаждения ротора. К сожалению, протяженные осевые отверстия 45, выполненные в роторе, на сегодняшний день очень трудны для выполнения.

- 5 [0007] Соответственно, существует необходимость в создании тракта для охлаждающего пара, обеспечивающего эффективное охлаждение нескольких первых ступеней барабанного ротора способами, которые могут применяться совместно с существующей на сегодняшний день технологией и не приводят к ослаблению ротора.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

- 10 [0008] Вкратце, согласно одному аспекту данного изобретения предложена многоступенчатая паровая турбина с паровым охлаждающим контуром для первых ступеней барабанного ротора. Указанная паровая турбина содержит барабанный ротор с источником охлаждающего пара. По наружной окружной периферийной поверхности одной или более ступеней барабанного ротора выполнен тангенциальный
- 15 охватывающий паз пазового замка. В по меньшей мере одном выступе барабанного ротора, проходящем через его ступени, выполнены один или более осевых охватывающих пазов пазового замка. Имеются одна или более осевых охватывающих вставок пазового замка, выполненных с возможностью установки в указанные осевые охватывающие пазы. Через указанную осевую вставку или вокруг нее проходит осевой
- 20 канал для охлаждающего пара.

- [0009] Согласно другому аспекту данного изобретения предложен паровой охлаждающий контур для одной или более ступеней многоступенчатой паровой турбины, содержащей барабанный ротор с лопатками, установленными в тангенциальных охватывающих пазах пазового замка. Указанный охлаждающий контур
- 25 содержит внешний источник охлаждающего пара, подаваемого в барабанный ротор. Наружный охлаждающий пар по внутреннему каналу направляется в пространство, расположенное вблизи первой ступени барабанного ротора паровой турбины. По наружной окружной периферийной поверхности одной или более ступеней барабанного ротора выполнен тангенциальный охватывающий паз пазового замка. Роторные
- 30 лопатки, выполненные с охватываемыми элементами пазового замка, расположены по окружности в указанном тангенциальном пазу вокруг по меньшей мере одной ступени рабочего колеса. На каждой лопатке имеется платформа, которая поддерживает радиально расположенную аэродинамическую часть. Зазор между наружной поверхностью охватываемых элементов лопаток и внутренней поверхностью указанного
- 35 тангенциального паза обеспечивает окружной охлаждающий тракт, проходящий вокруг выступов барабанного ротора. В выступе барабанного ротора, проходящем через ступени ротора, выполнены один или более осевых охватывающих пазов пазового замка. Имеются одна или более осевых охватывающих вставок пазового замка, выполненных с возможностью установки в указанные осевые охватывающие пазы.
- 40 Через указанную осевую вставку или вокруг нее проходит осевой канал для охлаждающего пара. Указанный осевой канал обеспечивает подачу охлаждающего пара к окружному охлаждающему тракту, проходящему вокруг выступов барабанного ротора. Платформа для аэродинамической части, выполненная на лопатках, может иметь охлаждающий канал, проходящий через указанную платформу между окружным
- 45 охлаждающим трактом и пространством для рабочего пара, расположенным над лопаткой.

[0010] Согласно еще одному аспекту данного изобретения предложена осевая вставка для охлаждающего контура первых ступеней паровой турбины, содержащей барабанный

ротор. При этом барабанный ротор имеет тангенциальный охватывающий паз пазового замка, выполненный по периферии по меньшей мере одной ступени барабанного ротора, и по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, проходящий через по меньшей мере одну ступень барабанного ротора. Вставка представляет собой осевую охватываемую вставку пазового замка, выполненную с возможностью установки в указанные осевые пазы, проходящие через одну или более ступеней барабанного ротора. Через указанную осевую вставку или вокруг нее проходит осевой канал для охлаждающего пара. Указанный осевой канал обеспечивает подачу охлаждающего пара к окружному охлаждающему тракту, проходящему вокруг выступов барабанного ротора. Осевая охватываемая вставка пазового замка может содержать набор расположенных на одной линии осевых вставок, установленных в расположенные на одной линии осевые охватывающие пазы пазового замка, выполненные в выступах барабанного ротора, либо может иметься одна осевая вставка пазового замка, проходящая в осевом направлении вдоль расположенных на одной линии охватывающих пазов пазового замка, выполненных в выступах барабанного ротора.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0011] Эти и другие особенности, аспекты и преимущества данного изобретения станут более понятны из нижеследующего подробного описания при его прочтении со ссылкой на сопроводительные чертежи, на всем протяжении которых одинаковые номера позиций обозначают одинаковые элементы и на которых:

фиг.1 изображает продольный разрез известной паровой турбины с барабанным ротором,

фиг.2 иллюстрирует известный способ подачи наружного охлаждающего пара к передней стороне первой ступени известной паровой турбины с барабанным ротором,

фиг.3 изображает осевые охлаждающие каналы, проходящие через корневые части лопаток,

фиг.4 изображает протяженные осевые каналы, проходящие через барабанный ротор, для обеспечения охлаждения его последующих ступеней,

фиг.5 изображает осевые охлаждающие пазы, образованные в роторе вставками пазового замка, выполненными согласно варианту выполнения данного изобретения и предназначенными для использования с окружными элементами пазового замка, выполненными в роторе для лопаток с тангенциальным вводом,

фиг.6 изображает осевые охлаждающие пазы, образованные в роторе вставками пазового замка, выполненными согласно другому варианту выполнения данного изобретения и предназначенными для использования с окружными элементами пазового замка, выполненными в роторе для лопаток с тангенциальным вводом,

фиг.7 иллюстрирует ограничение узла из осевых вставок пазового замка минимальным пространством «d» между соседними выступами корпуса ротора,

фиг.8 изображает еще один вариант выполнения данного изобретения, содержащий одну осевую вставку, которая перекрывает несколько ступеней,

фиг.9 изображает вид с частичным вырезом варианта выполнения осевой вставки, которая перекрывает несколько ступеней,

фиг.10 изображает вид в аксонометрии осевой вставки, которая перекрывает несколько ступеней, в неустановленном состоянии,

фиг.11 изображает вид в изометрии альтернативного варианта выполнения многоступенчатой осевой вставки с радиальными охлаждающими отверстиями, который не предусматривает выполнения протяженных осевых отверстий во вставке для образования осевого охлаждающего канала,

фиг.12 изображает вид с торца альтернативного варианта выполнения многоступенчатой осевой вставки, изображенной на фиг.10,

фиг.13 изображает радиальные охлаждающие отверстия, проходящие через наружную радиальную поверхность осевой вставки в пространство для рабочего пара,

5 фиг.14 изображает вид сверху платформы и аэродинамической части лопатки с отверстием для выпуска охлаждающего пара,

фиг.15 изображает радиальный выпускной тракт для охлаждающего пара, проходящий между окружными полостями пазового замка в расположенное выше пространство для рабочего пара,

10 фиг.16 изображает поток охлаждающего пара, подаваемого от внешнего источника к местоположениям в барабанном роторе, и

фиг.17 изображает увеличенный вид различных уплотнений, которые могут применяться для предотвращения протечки охлаждающего пара в тракт для рабочего пара.

15 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0012] Рассмотренные ниже варианты выполнения данного изобретения обладают различными преимуществами, в том числе обеспечивают охлаждающий контур для барабанного ротора многоступенчатой паровой турбины, имеющей тангенциальные охватывающие пазы пазового замка, выполненные в барабанном роторе и

20 предназначенные для установки лопаток с тангенциальным вводом и пазовым замком. В выступах барабанного ротора выполнены осевые охватывающие пазы пазового замка, проходящие через ступени из указанных лопаток с тангенциальным вводом и предназначенные для установки осевых вставок. Осевые вставки могут иметь осевые и радиальные охлаждающие каналы, обеспечивающие возможность прохождения более
25 холодного наружного пара, предназначенного для охлаждения барабанного ротора, через тангенциальные охлаждающие пространства, образованные между указанными тангенциальными пазами и лопатками.

[0013] На фиг.5 изображены осевые охлаждающие пазы, образованные в роторе вставками пазового замка согласно варианту выполнения данного изобретения и

30 предназначенные для использования совместно с окружными пазами пазового замка, выполненными в роторе и предназначенными для установки лопаток с тангенциальным вводом и пазовым замком. Сначала в выступах 51 корпуса ротора, расположенных между соседними окружными пазами 30 пазового замка, предназначенными для установки лопаток с тангенциальным вводом (не показаны) выполняют осевой
35 охватывающий паз 50 пазового замка. В концевой части 53 выступа 51 корпуса ротора может быть выполнена запирающая часть 52 осевого паза 50. С помощью механической обработки или других стандартных способов может быть изготовлена вставка 60, которая имеет охватываемый осевой элемент 61 пазового замка, комплементарный осевому пазу 50, но имеющий выемку 62 на нижнем конце 63, которая обеспечивает
40 образование осевого охлаждающего канала 56, проходящего через выступ корпуса ротора, при установке вставки 60 в указанный паз 50. Как вариант, в процессе изготовления осевой вставки 60 в ней могут быть выполнены проходящие через нее одно или более осевых охлаждающих отверстий 64, заменяющих или дополняющих осевой канал 56, образованный между вставкой 60 и осевым пазом 50.

45 [0014] В альтернативном варианте, изображенном на фиг.6, запирающая часть 52 осевого охватывающего паза 55 пазового замка может быть выполнена в узкой части 54 выступа 51. Вставка 65 может содержать охватываемый осевой элемент 61 пазового замка, комплементарный осевому пазу 55, но имеющий выемку 66 на нижнем конце

63, которая обеспечивает образование осевого охлаждающего канала 56, проходящего через выступ 51 корпуса ротора, при установке вставки 65 в указанный паз 55. В процессе изготовления осевой вставки 65 в ней могут быть выполнены проходящие через нее одно или более осевых охлаждающих отверстий 64, заменяющих или дополняющих осевой канал 56, образованный между вставкой 65 и осевым пазом 55.

[0015] На фиг.7 проиллюстрированы ограничения отдельных осевых вставок 60 пазового замка по осевой длине. Первая осевая вставка 69 пазового замка не ограничена по длине пространством между выступами ротора, поскольку указанная вставка может быть установлена из расположенного выше по потоку пространства 75. Сборка расположенных ниже по потоку осевых вставок 70 пазового замка ограничена минимальным пространством «d» 68 между соседними выступами 51 корпуса ротора. Любая нижняя по потоку осевая вставка 70, длина которой превышает «d», не может быть установлена. Более того, размер «d» также ограничивает возможность механической обработки пазового замка. Указанные проблемы могут быть решены путем расположения вставок 60 на одной линии по оси 67. Это требует наличия первого установочного паза 71, через который нижние по потоку вставки 70 проводят в осевом направлении через установочные пазы 72 и 73 или вводят в них. (В противном случае может иметься необходимость в непосредственном выполнении осевого охлаждающего канала, проходящего через первый выступ корпуса ротора). Данный подход применим для вставок, в которых имеются осевые охлаждающие каналы 56, показанные как на фиг.5, так и на фиг.6. Указанный подход также подходит для сплошных вставок с осевыми охлаждающими отверстиями 64 (см. фиг.5 и 6). Для облегчения процесса сборки каждая вставка и сопряженный паз могут быть выполнены немного меньшего размера, чем предшествующие им вставка и сопряженный паз.

[0016] На фиг.8 изображен еще один вариант выполнения данного изобретения, содержащий одну вставку, которая перекрывает несколько ступеней. В данном варианте выполнения осевая вставка 80 перекрывает три выступа 51 корпуса ротора и два тангенциальных паза 30. Через каждый выступ 51, ниже тангенциального паза 30 проходит осевой охватывающий паз 81 пазового замка. Вставка 80 может иметь нижнюю выемку 83, образующую охлаждающий канал, проходящий через выступы 51. Как вариант, в осевой вставке 80 могут быть выполнены проходящие через нее охлаждающие отверстия 84, либо может применяться любая комбинация охлаждающего канала 83 и охлаждающих отверстий 84, выполненных в выемке нижней части. Охлаждающий пар протекает в осевом направлении по каналу или отверстиям и обтекает при этом окружные пазовые замки, как изображено на фиг.9.

[0017] На фиг.9 изображен вид с частичным вырезом варианта выполнения осевой вставки, которая перекрывает несколько ступеней. Следует понимать, что данное изображение приведено исключительно в качестве примера и протяженность осевой вставки не ограничена тремя ступенями. Изображенная многоступенчатая осевая вставка 80 проходит через выступы 51 барабанного ротора, от первой ступени 16 к третьей ступени 18. Как и в ранее изображенных примерах, может быть выполнено уплотнение 41. На фиг.9 изображено гребневое уплотнение (41). Также возможно применение другого уплотнения, например уплотнения с перекрытием или щеточного уплотнения. Первый осевой охлаждающий канал 83, выполненный в осевой вставке, может представлять собой нижний паз, расположенный между нижней частью 85 вставки 80 и нижней частью 86 осевого элемента 81 пазового замка, и проходить от переднего конца 87 к заднему концу 88. Вдоль длины осевой вставки 80, на радиальной высоте выступа 54 окружного паза 30 может проходить второй осевой охлаждающий канал

84, который, таким образом, проточно соединен с окружными полостями 89 пазового замка. Кроме того, вставка 80 может иметь радиальные каналы 91, что способствует прохождению потока между первым и вторым осевыми каналами 83 и 84. Однако осевые охлаждающие каналы не обязательно объединяют строго ограниченное количество ступеней. На фиг.10 изображен вид в изометрии осевой вставки 80 в неустановленном состоянии, при этом указанная вставка выполнена с тангенциальными пазми 30 пазового замка, осевыми охлаждающими каналами 83, 84 и радиальным охлаждающим каналом 91.

[0018] На фиг.11 изображен вид в изометрии альтернативного варианта выполнения многоступенчатой осевой вставки 100, который не предусматривает выполнения протяженных осевых отверстий во вставке для образования осевого охлаждающего канала. На фиг.12 изображен разрез альтернативного варианта выполнения осевой вставки, показанного на фиг.11. Осевая вставка 100 может иметь осевое углубление 101, образующее первый осевой охлаждающий канал 102, выполненный вдоль нижней поверхности 103. Осевая вставка 100 имеет тангенциальные охватывающие пазы 30 пазового замка, образующие выступы 104 корпуса ротора. По тангенциальным боковым поверхностям 106 может проходить осевое углубление 105, образующее вторые осевые охлаждающие каналы 107. Проточное соединение между каналами 102 и 107 может быть обеспечено с помощью внутреннего прохода 108. Охлаждающие каналы могут быть выполнены фрезерованием или другими соответствующими способами. В местах пересечения вторых осевых каналов 107 с тангенциальными пазми 30 может быть обеспечено тангенциальное охлаждение вдоль пазов, как проиллюстрировано и описано выше применительно к фиг.9 (номер 89 позиции).

[0019] В еще одном аспекте данного изобретения может быть выполнен выпускной тракт, ведущий в поток рабочего пара. На фиг.13 изображены радиальные охлаждающие отверстия 98, просверленные через наружную радиальную поверхность 99 осевой вставки 80 в осевом местоположении выступа 51. Указанные радиальные отверстия 98 могут быть проточно соединены с каналами 83 или 84 и с окружной полостью 89, описанной применительно к фиг.9. Для обеспечения соответствующей циркуляции может быть необходимым выполнение некоторых осевых вставок 80 только с нижними пазми и выполнение остальных вставок (в других окружных местоположениях) только с выпускными отверстиями 92.

[0020] На фиг.14 и 15 проиллюстрирован еще один аспект охлаждающего тракта барабанного ротора, в котором каждая платформа лопатки имеет отверстие, через которое охлаждающий пар выпускается в проточный тракт для рабочего пара. На фиг.14 изображен вид сверху платформы 93 и аэродинамической части 94 лопатки с отверстием 95 для выпуска охлаждающего пара. Выпускное отверстие 95 проходит в радиальном направлении через заднюю кромку 96 платформы лопатки. На фиг.14 изображено радиальное выпускное отверстие 95, расположенное между полостями 89 пазового замка и проходящее через платформу 93 в расположенное выше пространство 97 для рабочего пара.

[0021] Осевые охлаждающие пазы, изображенные на фиг.9-13, могут использоваться совместно с осевыми охлаждающими отверстиями, выполненными между соседними рабочими лопатками, для образования осевого тракта для охлаждающего пара. Периферический поток охлаждающего пара может быть обеспечен с помощью окружных пазов, расположенных между передней поверхностью корневой части лопатки и задней поверхностью выступа корпуса ротора, а также между задней поверхностью корневой части лопатки и передней поверхностью выступа корпуса ротора. Осевые

охлаждающие пазы, проходящие через выступы корпуса ротора, и осевые охлаждающие отверстия, расположенные между соседними рабочими лопатками, могут быть расположены по окружности вокруг рабочего колеса, при этом их размер и местоположение зависят от требований, предъявляемых к охлаждающему потоку в конкретных областях применения. Осевые охлаждающие пазы или отверстия, образованные осевыми вставками пазового замка, могут, с большой вероятностью, ограничивать проходное сечение системы охлаждения. Количество и размер вставок и/или отверстий могут быть подобраны с обеспечением получения достаточного потока для эффективного охлаждения. Идеальный размер и количество вставок и/или отверстий зависят от термических напряжений ротора, механических напряжений ротора и перепада давления по каналу.

[0022] На фиг.16 изображен поток охлаждающего пара, подаваемого от внешнего источника к местоположениям в барабанном роторе. Наружный охлаждающий пар 36 может протекать через входной наконечник 37 и внутренний канал 38, открывающийся в кольцевое пространство 40 барабанного ротора 10. Охлаждающий пар может быть перекрыт при помощи уплотнения 41 с перекрытием и направлен через осевые отверстия 84 барабанного ротора в окружные охлаждающие полости 89, расположенные между охватывающими пазами пазового замка и охватываемыми корневыми частями лопаток с пазовым замком. Осевой охлаждающий тракт завершается осевыми охлаждающими каналами 44, проходящими между соседними рабочими лопатками.

[0023] Несмотря на то, что в данном документе описаны различные варианты выполнения, из приведенного описания должно быть понятно, что возможно выполнение различных комбинаций элементов, изменений или улучшений, которые находятся в рамках объема изобретения.

Формула изобретения

1. Многоступенчатая паровая турбина с паровым охлаждающим контуром для первых ступеней барабанного ротора, содержащая:

барабанный ротор,

источник охлаждающего пара,

тангенциальный охватывающий паз пазового замка, выполненный по наружной окружной периферийной поверхности для по меньшей мере одной из ступеней барабанного ротора,

по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, выполненный в по меньшей мере одном выступе барабанного ротора между по меньшей мере одной из ступеней барабанного ротора,

по меньшей мере одну осевую охватываемую вставку пазового замка, выполненную с возможностью установки в указанный по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, и

осевой охлаждающий канал для охлаждающего пара, проходящий через осевую охватываемую вставку с пазовым замком и/или вокруг нее.

2. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой осевой охлаждающий канал, проходящий через осевую охватываемую вставку пазового замка, имеет по меньшей мере одно осевое отверстие, проходящее по всей длине указанной вставки.

3. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой осевой охлаждающий канал, проходящий вокруг осевой охватываемой вставки пазового замка, имеет выемку на внутреннем радиальном конце, ограниченную основанием осевого охватывающего паза пазового замка.

4. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой основание осевого охватывающего паза пазового замка расположено в пределах крюкообразной части тангенциального охватывающего паза пазового замка.

5. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой основание осевого охватывающего паза пазового замка расположено ниже крюкообразной части тангенциального охватывающего паза пазового замка.

6. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка и указанный по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, расположенный на выступе барабанного ротора, распределены по окружности выступа барабанного ротора.

7. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка содержит набор расположенных на одной линии осевых вставок, установленных в расположенные на одной линии осевые охватывающие пазы пазового замка, выполненные в выступах барабанного ротора.

8. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка проходит в осевом направлении вдоль расположенных на одной линии охватывающих пазов пазового замка, выполненных в выступах ротора.

9. Многоступенчатая паровая турбина по п.8, в которой осевая вставка пазового замка имеет параллельные осевые охлаждающие каналы, расположенные на различной радиальной высоте внутри осевой вставки пазового замка и имеющие одинаковую ориентацию в окружном направлении, и по меньшей мере один радиальный охлаждающий канал, расположенный внутри по меньшей мере одного выступа барабанного ротора и проточно соединенный с указанными параллельными осевыми охлаждающими каналами.

10. Многоступенчатая паровая турбина по п.9, дополнительно имеющая по меньшей мере один радиальный охлаждающий канал, расположенный внутри той части осевой вставки пазового замка, которая размещена в пространстве выступа барабанного ротора, причем указанный радиальный охлаждающий канал обеспечивает проточное соединение между пространством для рабочего пара, расположенным над указанной вставкой, и осевым охлаждающим каналом, расположенным внутри вставки.

11. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, дополнительно содержащая лопатки с охватываемыми элементами пазового замка, расположенные по окружности в окружных охватывающих пазах пазового замка вокруг по меньшей мере одной ступени рабочего колеса, платформу для аэродинамической части, выполненную на каждой лопатке и поддерживающую радиально расположенную аэродинамическую часть, и зазор между наружной поверхностью охватываемых элементов пазового замка, выполненных на лопатках, и внутренней поверхностью окружных охватывающих пазов пазового замка, обеспечивающий образование между ними окружного охлаждающего тракта.

12. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, дополнительно имеющая охлаждающий канал, проходящий через платформу для аэродинамической части между окружным охлаждающим трактом и рабочим паром у лопатки.

13. Многоступенчатая паровая турбина по п.1, в которой источник охлаждающего пара представляет собой внешний источник охлаждающего пара.

14. Многоступенчатая паровая турбина по п.13, в которой внешний источник охлаждающего пара представляет собой источник охлаждающего пара, подпитываемый через протечное кольцевое пространство первой ступени.

15. Охлаждающий контур для многоступенчатой паровой турбины, содержащей барабанный ротор с лопатками, установленными в тангенциальных охватывающих пазах пазового замка для по меньшей мере одной ступени, содержащий:

внешний источник охлаждающего пара,

5 барабанный ротор,

внутренний канал для прохождения наружного охлаждающего пара в пространство, расположенное вблизи первой ступени барабанного ротора паровой турбины,

10 тангенциальный охватывающий паз пазового замка, выполненный по наружной окружной периферийной поверхности для по меньшей мере одной из ступеней барабанного ротора,

лопатки, выполненные с охватываемыми элементами пазового замка и расположенные по окружности в указанном тангенциальном охватывающем пазу пазового замка вокруг по меньшей мере одной ступени рабочего колеса,

15 платформу для аэродинамической части, выполненную на каждой лопатке и поддерживающую радиально расположенную аэродинамическую часть, и

зазор между наружной поверхностью охватываемых элементов пазового замка, выполненных на лопатках, и внутренней поверхностью окружных охватывающих пазов пазового замка, обеспечивающий образование между ними окружного охлаждающего тракта вокруг выступов барабанного ротора,

20 по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, выполненный в по меньшей мере одном выступе барабанного ротора между по меньшей мере одной из ступеней барабанного ротора,

по меньшей мере одну осевую охватываемую вставку пазового замка, выполненную с возможностью установки в указанный по меньшей мере один осевой охватывающий

25 паз пазового замка, осевой охлаждающий канал для охлаждающего пара, проходящий через осевую охватываемую вставку с пазовым замком и/или вокруг нее и обеспечивающий подачу охлаждающего пара к окружному охлаждающему тракту, проходящему вокруг выступов барабанного ротора, и

30 платформу для аэродинамической части, выполненную на лопатках и имеющую охлаждающий канал, проходящий через указанную платформу между окружным охлаждающим трактом и пространством для рабочего пара, расположенным над лопаткой.

16. Охлаждающий контур по п.15, в котором указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка проходит в осевом направлении через выступы барабанного ротора в последовательных ступенях турбины.

17. Охлаждающий контур по п.15, в котором указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка расположена по окружности вокруг выступа барабанного ротора в по меньшей мере одной ступени турбины.

40 18. Осевая вставка для охлаждающего контура первых ступеней паровой турбины, содержащей барабанный ротор с тангенциальным охватывающим пазом пазового замка, выполненным по периферии по меньшей мере одной ступени барабанного ротора, и по меньшей мере одним осевым охватывающим пазом пазового замка, проходящим по меньшей мере через одну ступень барабанного ротора, содержащая:

45 осевую охватываемую вставку пазового замка, выполненную с возможностью установки в указанный по меньшей мере один осевой охватывающий паз пазового замка, проходящий через по меньшей мере одну ступень барабанного ротора,

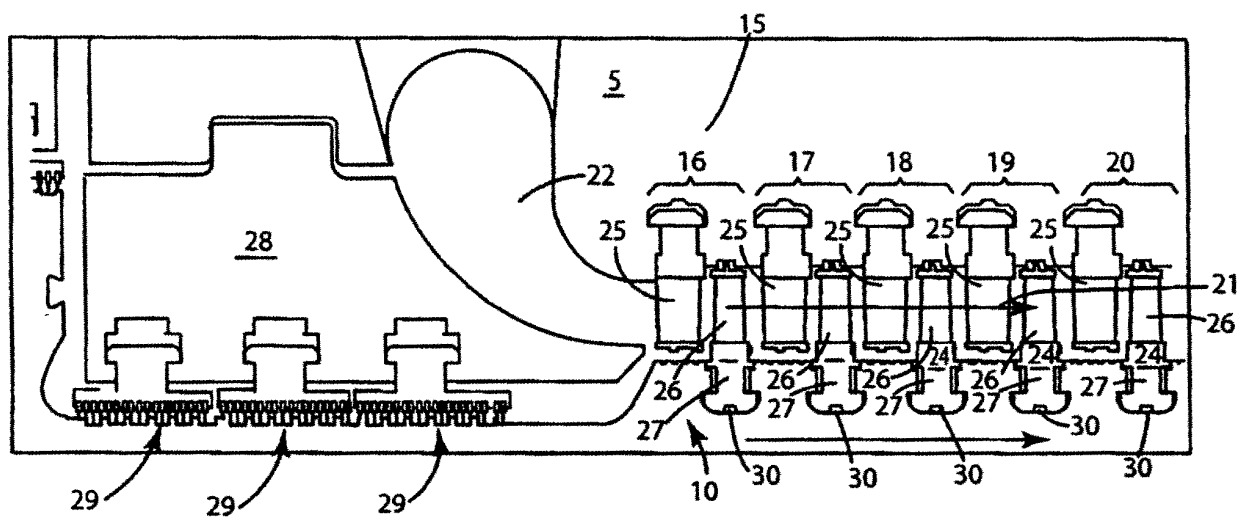
осевой охлаждающий канал для охлаждающего пара, проходящий через осевую

охватываемую вставку с пазовым замком и/или вокруг нее и обеспечивающий подачу охлаждающего пара к окружному охлаждающему тракту, проходящему вокруг выступов барабанного ротора,

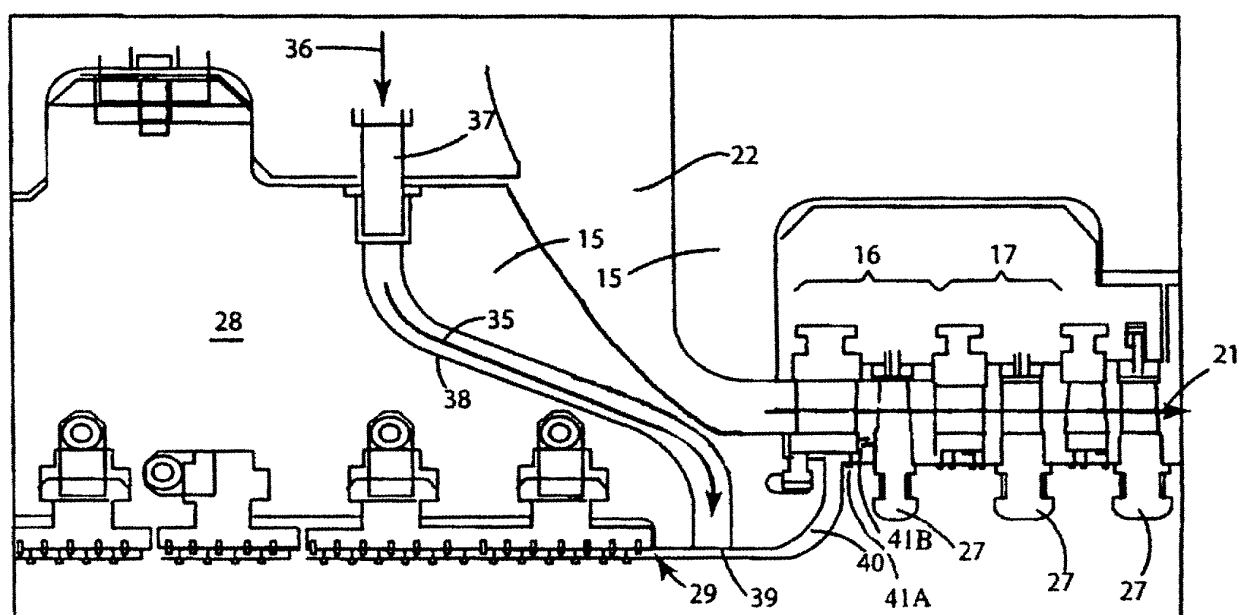
причем указанная по меньшей мере одна осевая охватываемая вставка пазового замка содержит набор расположенных на одной линии осевых вставок, установленных в расположенные на одной линии осевые охватывающие пазы пазового замка, выполненные в выступах барабанного ротора, и проходит в осевом направлении вдоль расположенных на одной линии охватывающих пазов пазового замка, выполненных в выступах барабанного ротора.

19. Осевая вставка по п.18, имеющая параллельные осевые охлаждающие каналы, расположенные на различной радиальной высоте внутри осевой вставки и имеющие одинаковую ориентацию в окружном направлении, и по меньшей мере один радиальный охлаждающий канал, расположенный внутри по меньшей мере одного выступа барабанного ротора и проточно соединенный с указанными параллельными осевыми охлаждающими каналами.

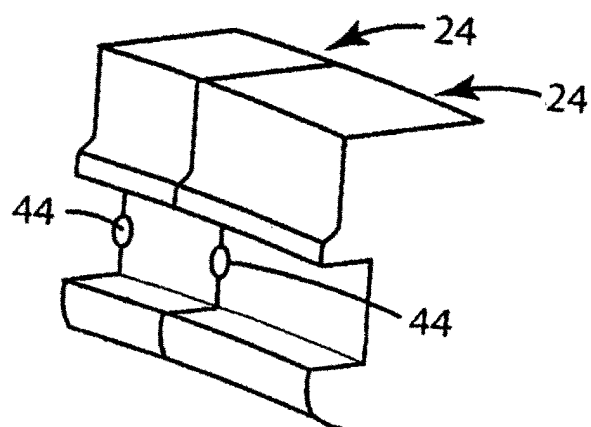
20. Осевая вставка по п.19, имеющая по меньшей мере один радиальный охлаждающий канал, расположенный внутри той части осевой вставки, которая размещена в пространстве выступа барабанного ротора, причем указанный радиальный охлаждающий канал обеспечивает проточное соединение между пространством для рабочего пара, расположенным над указанной вставкой, и осевым охлаждающим каналом, расположенным внутри вставки.



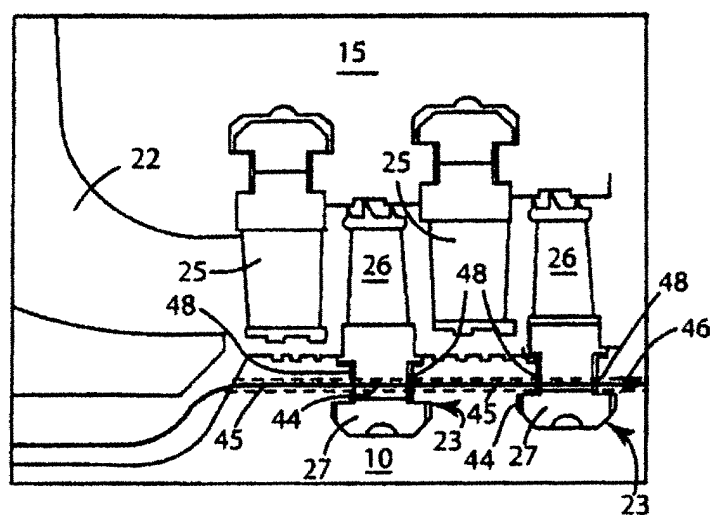
Фиг.1



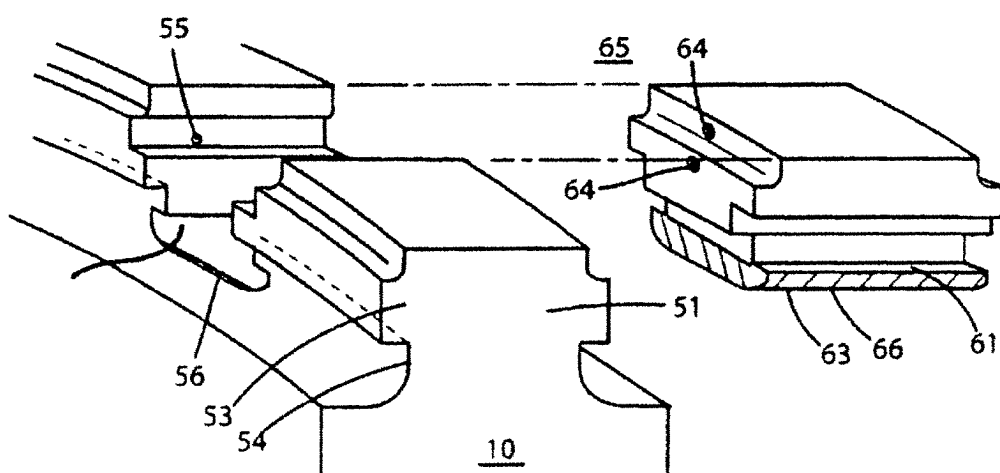
Фиг.2



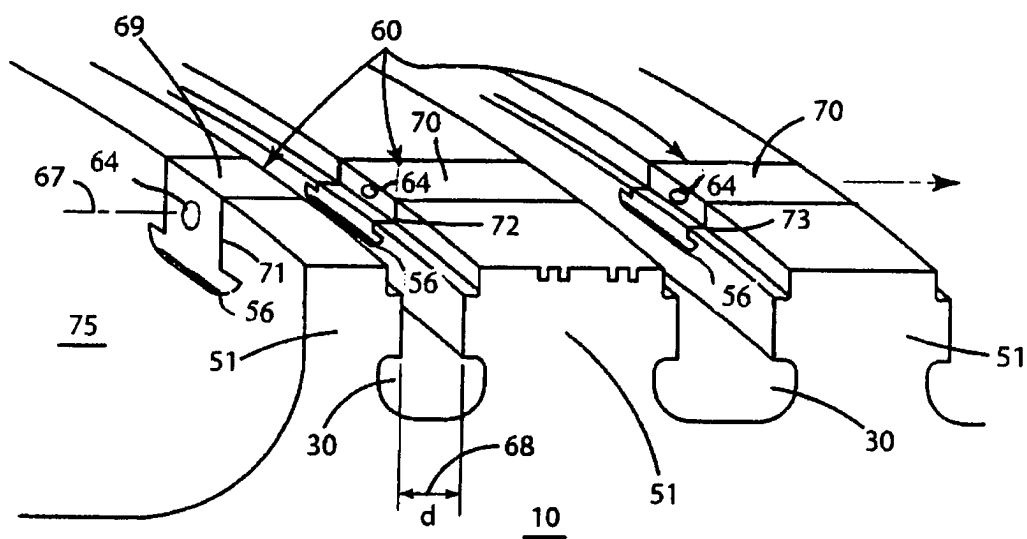
Фиг.3



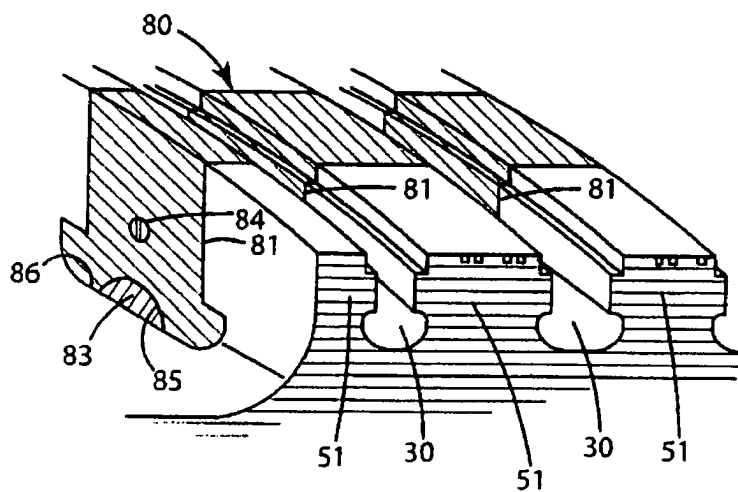
Фиг.4



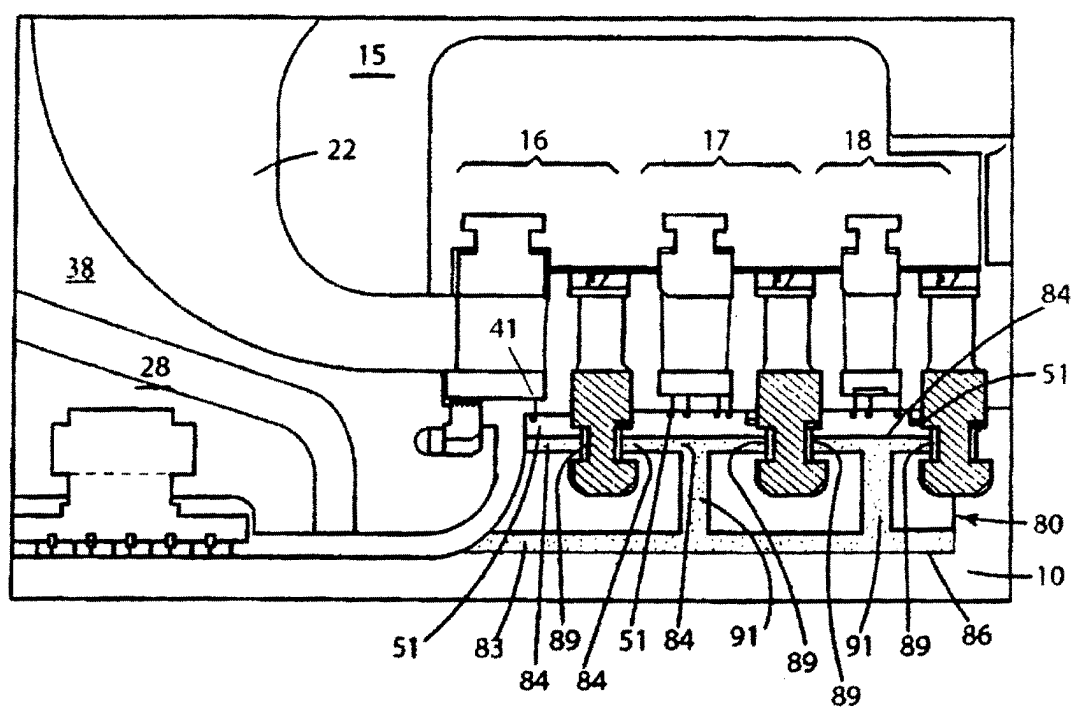
Фиг.6



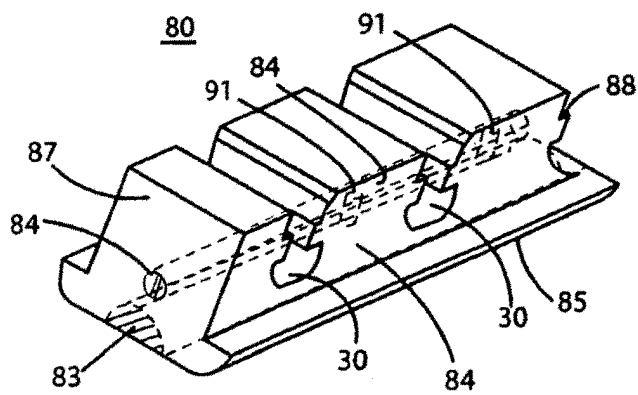
Фиг.7



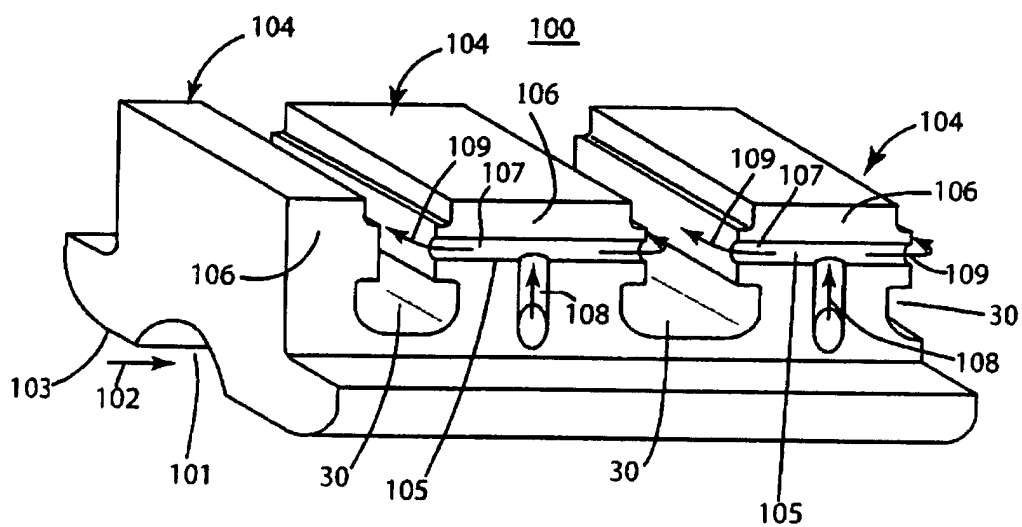
Фиг.8



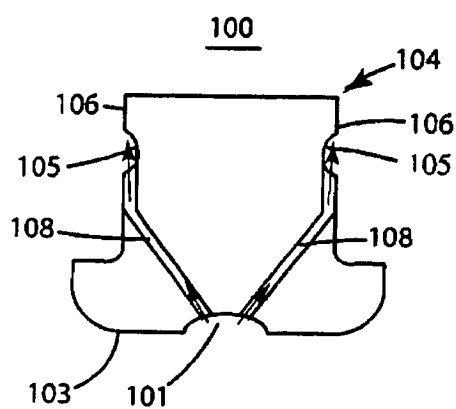
Фиг.9



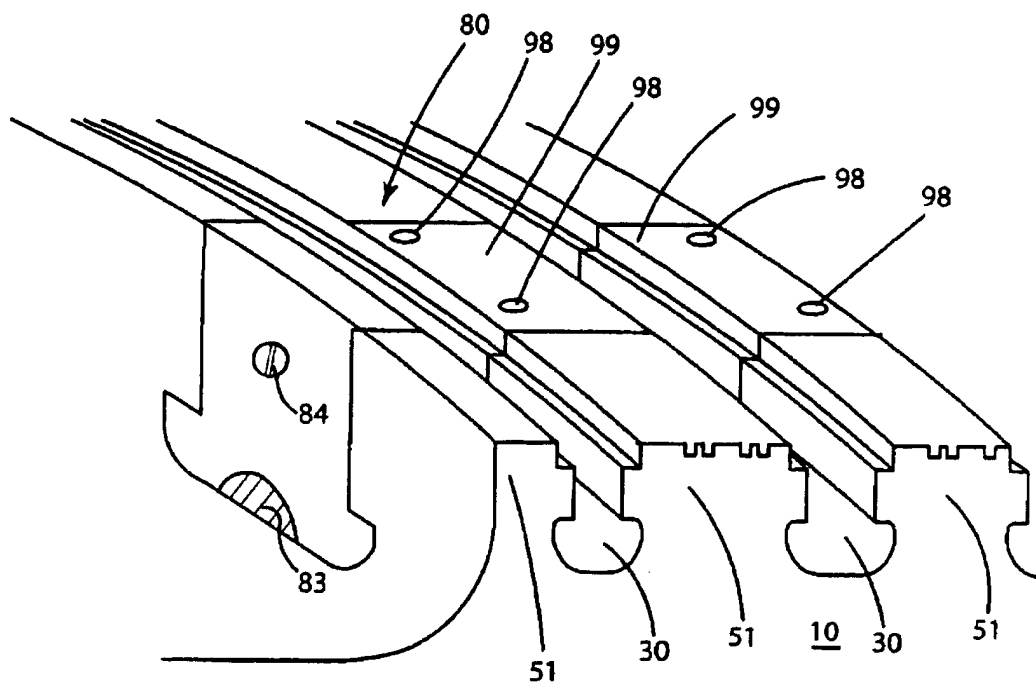
Фиг.10



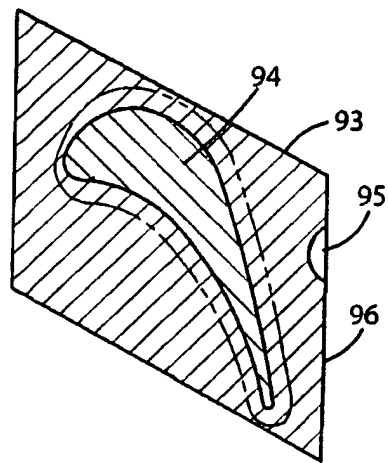
Фиг.11



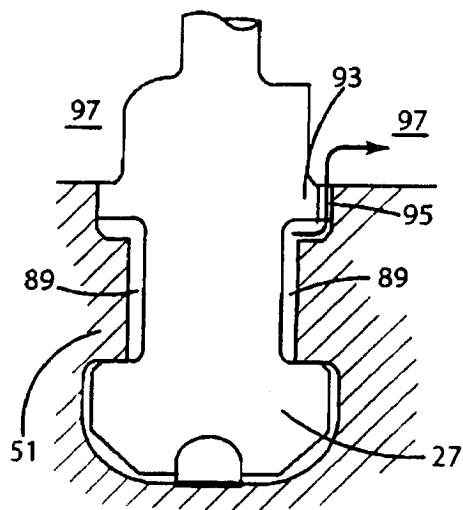
Фиг.12



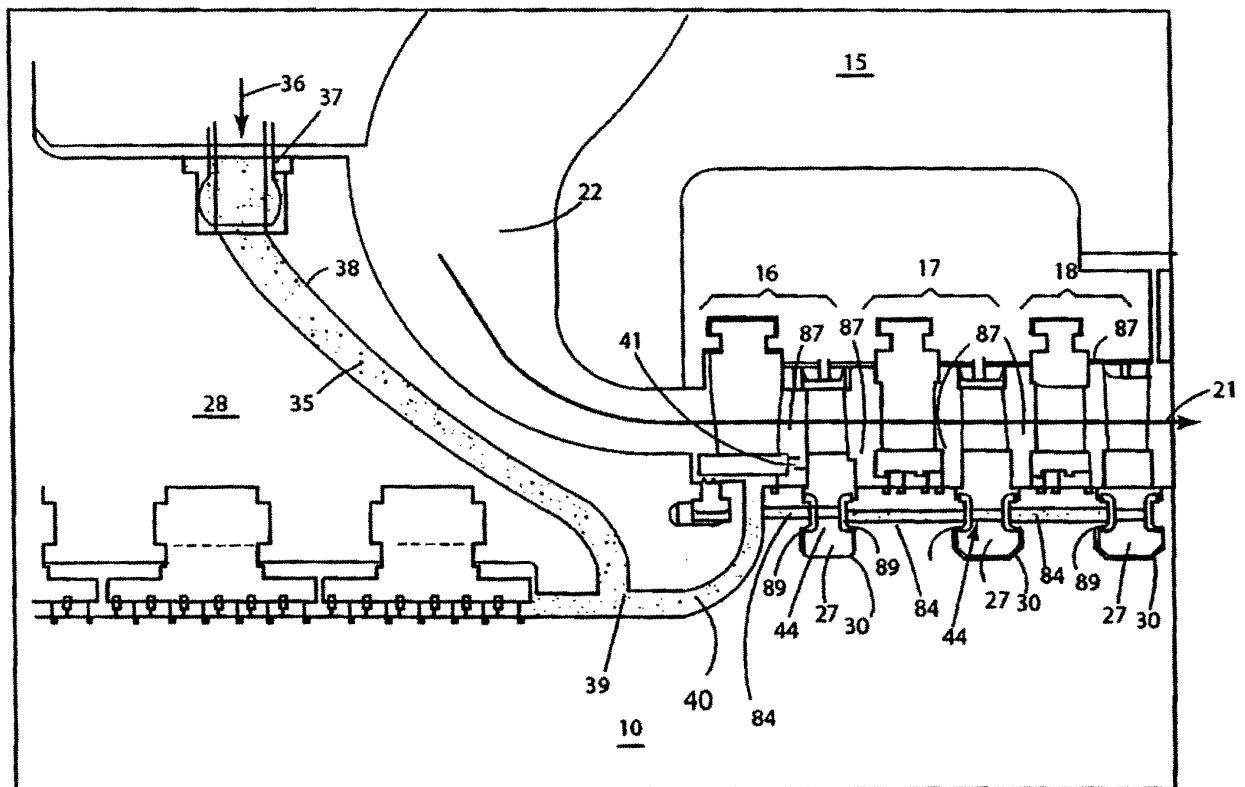
Фиг.13



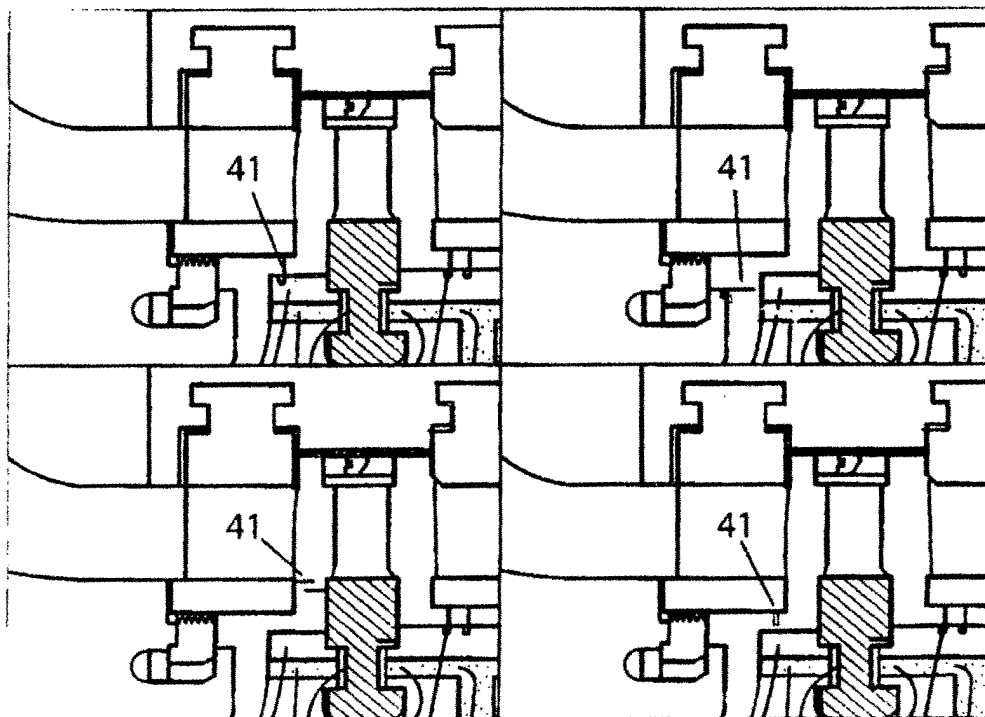
Фиг.14



Фиг.15



Фиг.16



Фиг.17