



(51) МПК  
*F01D 1/30* (2006.01)  
*F01D 25/24* (2006.01)  
*F01D 9/02* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F01D 1/30 (2018.05); F01D 25/246 (2018.05); F01D 9/02 (2018.05)*

(21)(22) Заявка: 2017128885, 14.08.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 14.08.2017

Дата регистрации:  
 09.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.08.2017

(45) Опубликовано: 09.10.2018 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

152903, Ярославская обл., г. Рыбинск, пр-кт  
 Ленина, 163, ОРИС, Публичное акционерное  
 общество "ОДК-Сатурн"

(72) Автор(ы):

Трифанов Евгений Юрьевич (RU),  
 Улитичев Александр Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Российская Федерация, от имени которой  
 выступает Министерство промышленности  
 и торговли Российской Федерации (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 169327 U1, 15.03.2017. RU  
 2342541 C1, 27.12.2008. US 5641267 A,  
 24.06.1997. SU 542009 A1, 05.01.1977. SU  
 1062410 A1, 23.12.1983.

## (54) СОПЛОВОЙ АППАРАТ РЕВЕРСИВНОЙ ТУРБИНЫ

(57) Реферат:

Сопловой аппарат реверсивной турбины включает сопловой аппарат прямого хода, расположенный на нижнем ярусе турбины, сопловой аппарат заднего хода, расположенный в верхнем ярусе турбины, и промежуточный корпус. На внешней стороне промежуточного корпуса закреплены секторы соплового аппарата заднего хода с помощью нижних платформ, а на внутренней стороне промежуточного корпуса закреплены секторы соплового аппарата прямого хода с помощью верхних платформ. Нижняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена передним зацепом, входящим в кольцевую проточку промежуточного корпуса, имеющую опорные цилиндрические поверхности, снабжена задней цилиндрической опорной поверхностью, опирающейся на поверхность промежуточного корпуса, и снабжена радиальным выступом. Радиальный выступ выполнен на задней части нижней платформы со стороны, обращенной к оси двигателя, и входит в продольный паз промежуточного корпуса и одновременно входит

в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата прямого хода, расположенного напротив. Каждый сектор соплового аппарата заднего хода снабжен сквозными отверстиями, проходящими через профили пера одной из лопаток сектора, с установленными в них штифтами, концы которых входят в глухие отверстия промежуточного корпуса. Со стороны верхней платформы сектора соплового аппарата заднего хода штифты зафиксированы с помощью контрольных пластин. Верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата прямого хода содержит передний зацеп, опирающийся цилиндрической поверхностью на внутреннее кольцевое ребро промежуточного корпуса, торцевую кольцевую проточку под передним зацепом, сопрягающуюся с предыдущей ступенью турбины прямого хода, заднее ребро и радиальный выступ. Заднее ребро опирается на опорные поверхности промежуточного корпуса: торцевую поверхность его заднего внутреннего бурта и цилиндрическую поверхность. Радиальный выступ входит в паз на

заднем торце промежуточного корпуса и одновременно входит в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарат заднего хода. Изобретение позволяет повысить

надежность реверсивной турбины за счет снижения напряжений на элементы соплового аппарата. 1 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU 2 6 6 9 2 2 3 C 1

RU 2 6 6 9 2 2 3 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F01D 1/30* (2006.01)  
*F01D 25/24* (2006.01)  
*F01D 9/02* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F01D 1/30 (2018.05); F01D 25/246 (2018.05); F01D 9/02 (2018.05)*(21)(22) Application: **2017128885, 14.08.2017**(24) Effective date for property rights:  
**14.08.2017**Registration date:  
**09.10.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **14.08.2017**(45) Date of publication: **09.10.2018** Bull. № 28

Mail address:

**152903, Yaroslavskaia obl., g. Rybinsk, pr-kt  
Lenina, 163, ORIS, Publichnoe aktsionerhoe  
obshchestvo "ODK-Saturn"**

(72) Inventor(s):

**Trifanov Evgenij Yurevich (RU),  
Ulitichev Aleksandr Gennadevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Rossijskaya Federatsiya, ot imeni kotoroj  
vystupaet Ministerstvo promyshlennosti i  
torgovli Rossijskoj Federatsii (RU)**(54) **REVERSE TURBINE NOZZLE RING**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: nozzle apparatus of reversible turbine includes forward nozzle device located on lower tier of turbine, reverse nozzle device located in upper tier of turbine, and intermediate casing. On outer side of intermediate body sectors of nozzle reversing device are fixed with the help of lower platforms, and on inner side of intermediate body sectors of nozzle device of direct travel are fixed with the help of upper platforms. Lower platform of each sector of nozzle reversing device is equipped with front hitch that enters annular groove of intermediate housing, which has supporting cylindrical surfaces, is provided with rear cylindrical bearing surface supported on surface of intermediate body and is provided with radial protrusion. Radial protrusion is made on rear of lower platform from side facing motor axis, and enters longitudinal groove of intermediate body and simultaneously engages with radial projection of sector of nozzle device of forward stroke opposite. Each sector of nozzle reversing device

is provided with through holes, passing through pen profiles of one of sector blades, with pins installed in them, ends of which enter blind holes of intermediate housing. On the side of upper platform of sector of nozzle reversing device, pins are fixed with the help of holding plates. Upper platform of each sector of nozzle direct-motion device comprises front hitch supported by cylindrical surface on inner annular rib of intermediate body, end ring groove under front hitch, mating with previous stage of direct-drive turbine, rear edge and radial protrusion. Rear fin rests on supporting surfaces of intermediate body: end face of its rear inner shoulder and cylindrical surface. Radial protrusion enters notch on rear end of intermediate housing and simultaneously engages with radial projection of sector of nozzle return device.

EFFECT: invention makes it possible to increase reliability of reversible turbine by reducing stresses on elements of nozzle apparatus.

1 cl, 6 dwg

Изобретение относится к области двигателестроения, в частности к сопловым аппаратам реверсивных турбин, и может найти применение при проектировании реверсивных судовых двигателей с реверсивной турбиной.

5 Наиболее близким является сопловой аппарата реверсивной турбины, включающий сопловой аппарат прямого хода, расположенный на нижнем ярусе турбины, и сопловой аппарат заднего хода, расположенный в верхнем ярусе турбины («Технологическое обеспечение проектирования и производства газотурбинных двигателей» под ред. Б.Н. Леонова, А.С.Новикова/ Б.Н. Леонов, А.С.Новиков, Е.Н. Богомоллов и др. Изд.: ОАО «Рыбинский дом печати», Рыбинск, 2000 г. - 407 С., стр. 30 рис. 1.30).

10 Недостатками данной конструкции соплового аппарата являются сложность изготовления его лопаточных секторов, связанная с наличием в них двух ярусов лопаток и трех платформ, выполненных за одно целое, также значительные напряжения, связанные с консольным закреплением лопаточных секторов в наружном корпусе за верхнюю платформу, и с большой разностью рабочих температур между платформами сектора, возникающей в них в процессе работы, и, как следствие, ухудшение надежности их работы, также утечки газа через подвижное уплотнение из полости перед сопловым аппаратом прямого хода в полость перед сопловым аппаратом заднего хода, приводящее к ухудшению параметров силовой турбины на режиме прямого хода.

20 Техническим результатом, на который направлено изобретение, является снижение напряжений на элементы соплового аппарата благодаря выполнению ярусов соплового аппарата отдельными друг от друга, а также улучшение параметров работы самой реверсивной турбины, как на прямом ходу, так и на заднем, связанное с полным исключением перетекания газа между полостями перед сопловыми аппаратами прямого и заднего хода, упрощение технологического процесса изготовления элементов соплового аппарата, и как следствие повышение надежности реверсивной турбины и реверсивного двигателя в целом.

Технический результат достигается тем, что сопловой аппарат реверсивной турбины, включающий сопловой аппарат прямого хода, расположенный на нижнем ярусе турбины, и сопловой аппарат заднего хода, расположенный в верхнем ярусе турбины, в отличие от известного содержит промежуточный корпус, на внешней стороне которого закреплены секторы соплового аппарата заднего хода с помощью нижних платформ, а на внутренней стороне промежуточного корпуса закреплены секторы соплового аппарата прямого хода с помощью верхних платформ, нижняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена передним зацепом, входящим в кольцевую проточку корпуса промежуточного, имеющую опорные цилиндрические поверхности, снабжена задней цилиндрической опорной поверхностью, опирающейся на поверхность корпуса промежуточного и снабжена радиальным выступом, выполненным на задней части нижней платформы со стороны, обращенной к оси двигателя, и входящим в продольный паз промежуточного корпуса и одновременно входящим в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата прямого хода, расположенного напротив, при этом каждый сектор соплового аппарата заднего хода снабжен сквозными отверстиями, проходящими через профили пера одной из лопаток сектора, с установленными в них штифтами, концы которых входят в глухие отверстия промежуточного корпуса, со стороны верхней платформы сектора соплового аппарата заднего хода штифты зафиксированы с помощью контрольных пластин, верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата прямого хода содержит передний зацеп, опирающийся цилиндрической поверхностью на внутреннее кольцевое ребро промежуточного корпуса, торцевую кольцевую проточку под передним зацепом,

сопрягающуюся с предыдущей ступенью турбины прямого хода, и заднее ребро, опирающееся на опорные поверхности промежуточного корпуса: торцевую поверхность его заднего внутреннего бурта и цилиндрическую поверхность, и содержит радиальный выступ, входящий в паз на заднем торце промежуточного корпуса, и одновременно

5 входящий в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата заднего хода, верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена плоским ребром, устанавливаемым в кольцевую радиальную проточку подвижного разрезного кольца уплотнительного, установленного в кольцевой торцевой проточке наружного корпуса. На фигурах показаны:

- 10 Фиг. 1 - Сопловой аппарат реверсивной турбины;  
 Фиг. 2 - Крепление к промежуточному корпусу секторов соплового аппарата прямого хода и секторов соплового аппарата заднего хода, вид I фиг. 1;  
 Фиг. 3 - Сектор соплового аппарата заднего хода;  
 Фиг. 4 - Промежуточный корпус соплового аппарата реверсивной турбины;  
 15 Фиг. 5 - Вид II фиг. 1;  
 Фиг. 6 - Сектор соплового аппарата прямого хода.

Сопловой аппарат реверсивной турбины содержит сопловой аппарат прямого хода 1 и сопловой аппарат заднего хода 2 (Фиг. 1).

20 Сопловой аппарат прямого хода 1 расположен на нижнем ярусе турбины. Сопловой аппарат заднего хода 2 расположен в верхнем ярусе турбины.

Сопловой аппарат реверсивной турбины содержит промежуточный корпус 3, на внешней стороне которого закреплены секторы 4 соплового аппарата заднего хода 2 с помощью нижних платформ 5, а на внутренней стороне промежуточного корпуса 3 закреплены секторы 6 соплового аппарата прямого хода 1 с помощью верхних платформ

25 7 (Фиг. 1).

Нижняя платформа 5 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2 снабжена передним зацепом 8, входящим в кольцевую проточку 9 промежуточного корпуса 3, имеющую опорные цилиндрические поверхности 10 и 11, и снабжена задней цилиндрической опорной поверхностью 12, опирающейся на поверхность 13 корпуса

30 промежуточного 3 (Фиг. 2, Фиг. 3).

Нижняя платформа 5 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2 снабжена радиальным выступом 14 (Фиг. 3), выполненным в задней части нижней платформы 5 со стороны, обращенной к оси двигателя, и входящим в продольный паз 15

35 промежуточного корпуса 3 (Фиг. 4).

При этом каждый сектор 4 соплового аппарата заднего хода 2 снабжен сквозными отверстиями 16, проходящими через профили пера одной из лопаток сектора 4. В эти отверстия 16 устанавливаются штифты 17, концы которых входят в глухие отверстия 18 промежуточного корпуса 3. Со стороны верхней платформы 19 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2 штифты 17 зафиксированы с помощью

40 контрольных пластин 20, установленных в пазу платформы 19 (Фиг. 2, Фиг. 5).

Верхняя платформа 7 каждого сектора 6 соплового аппарата прямого хода 1 содержит передний зацеп 21, опирающийся цилиндрической поверхностью 22 на внутреннее кольцевое ребро 23 промежуточного корпуса 3, торцевую кольцевую проточку 24 под передним зацепом 21, сопрягающуюся с предыдущей ступенью

45 турбины прямого хода (Фиг. 2, Фиг. 6).

Так же верхняя платформа 7 имеет заднее ребро 26, опирающееся на опорные поверхности промежуточного корпуса 3: торцевую 27 поверхность его заднего внутреннего бурта 28 и цилиндрическую поверхность 29, радиальный выступ 30,

входящий в паз 15 на заднем торце промежуточного корпуса 3, и одновременно входящий в зацепление с радиальным выступом 14 нижней платформы 5 сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2, расположенного напротив (Фиг. 6).

Верхняя платформа 19 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2  
5 снабжена плоским ребром 31, устанавливающимся в кольцевую радиальную проточку 32 подвижного разрезного уплотнительного кольца 33, установленного в кольцевой торцевой проточке 34 наружного корпуса 35 (Фиг. 1).

Сборка соплового аппарата реверсивной турбины производится следующим образом.

Предварительно секторы 6 соплового аппарата прямого хода 1 собирают с  
10 внутренним корпусом турбины (не показан) и устанавливают в промежуточный корпус 3 с предварительным наклоном каждого сектора 6 соплового аппарата прямого хода 1 в радиальной плоскости, проходящей вблизи середины его хорды. При этом передний зацеп 21 верхней платформы 7 своей цилиндрической поверхностью 22 опирается на цилиндрическую поверхность внутреннего кольцевого ребра 23 промежуточного  
15 корпуса 3, а нижняя поверхность кольцевой проточки 24 под передним зацепом 21 верхней платформы 7 сопрягается с поверхностью предыдущей ступени 25 турбины прямого хода. Заднее ребро 26 верхней платформы 7 при этом должно упираться в цилиндрическую 29 и торцевую 27 поверхности, а радиальный выступ 30 должен входить в паз 15 на заднем торце промежуточного корпуса 3.

20 Далее устанавливают секторы 4 соплового аппарата заднего хода 2 с внешней стороны промежуточного корпуса 3, таким образом, чтобы передний зацеп 8 нижней платформы 5 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2 входил в кольцевую проточку 9 промежуточного корпуса 3. При этом цилиндрическая поверхность 12 в задней части нижней платформы 5 опирается на поверхность 13 промежуточного  
25 корпуса 3, радиальный выступ 14 входит в радиальный паз 15 на заднем торце промежуточного корпуса 3, при этом его зацеп входит в сопряжение с зацепом радиального выступа 30 сектора 6 соплового аппарата прямого хода 1. Затем в отверстия 16 каждого сектора 4 соплового аппарата заднего хода 2 устанавливают фиксирующие штифты 17, концы которых входят в глухие отверстия 18 промежуточного  
30 корпуса 3. Со стороны верхних платформ 19 секторов 4 соплового аппарата заднего хода 2 в пазы устанавливают пластины контрольные 20, фиксирующие штифты 17 в осевом направлении.

Далее на верхние платформы 19 секторов 4 соплового аппарата заднего хода 2  
35 устанавливается подвижное разрезное кольцо уплотнительное 33, при этом в его радиальную проточку 32 входят ребра 31 платформ 19, после чего собранный узел устанавливается в корпус наружный 35, в торцевую проточку 34 которого входит цилиндрический выступ разрезного кольца уплотнительного 33.

Благодаря тому, что сопловой аппарат реверсивной турбины, включающий сопловой аппарат прямого хода, расположенный на нижнем ярусе турбины, и сопловой аппарат  
40 заднего хода, расположенный в верхнем ярусе турбины, в отличие от известного содержит промежуточный корпус, на внешней стороне которого закреплены секторы соплового аппарата заднего хода с помощью нижних платформ, а на внутренней стороне промежуточного корпуса закреплены секторы соплового аппарата прямого  
45 хода с помощью верхних платформ, нижняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена передним зацепом, входящим в кольцевую проточку корпуса промежуточного, имеющую опорные цилиндрические поверхности, снабжена задней цилиндрической опорной поверхностью, опирающейся на поверхность корпуса промежуточного и снабжена радиальным выступом, выполненным на задней части

нижней платформы со стороны, обращенной к оси двигателя, и входящий в продольный паз промежуточного корпуса и одновременно входящий в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата прямого хода, расположенного напротив, при этом каждый сектор соплового аппарата заднего хода снабжен сквозными отверстиями, проходящими через профили пера одной из лопаток сектора, с установленными в них 5 штифтами, концы которых входят в глухие отверстия промежуточного корпуса, со стороны верхней платформы сектора соплового аппарата заднего хода штифты зафиксированы с помощью контрольных пластин, верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата прямого хода содержит передний зацеп, опирающийся 10 цилиндрической поверхностью на внутреннее кольцевое ребро промежуточного корпуса, торцевую кольцевую проточку под передним зацепом, сопрягающуюся с предыдущей ступенью турбины прямого хода, и заднее ребро, опирающееся на опорные поверхности промежуточного корпуса: торцевую поверхность его заднего внутреннего бурта и цилиндрическую поверхность, и содержит радиальный выступ, входящий в паз на 15 заднем торце промежуточного корпуса, и одновременно входящий в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата заднего хода, верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена плоским ребром, устанавливаемым в кольцевую радиальную проточку подвижного разрезного кольца уплотнительного, установленного в кольцевой торцевой проточке наружного корпуса, 20 достигается снижение напряжений на элементы соплового аппарата благодаря выполнению ярусов соплового аппарата отдельными друг от друга, а также улучшение параметров работы самой реверсивной турбины, как на прямом ходу, так и на заднем, связанное с полным исключением перетекания газа между полостями перед сопловыми аппаратами прямого и заднего хода, упрощение технологического процесса 25 изготовления элементов соплового аппарата, и как следствие повышение надежности реверсивной турбины и реверсивного двигателя в целом.

#### (57) Формула изобретения

1. Сопловой аппарат реверсивной турбины, включающий сопловой аппарат прямого 30 хода, расположенный на нижнем ярусе турбины, и сопловой аппарат заднего хода, расположенный в верхнем ярусе турбины, отличающийся тем, что сопловой аппарат реверсивной турбины содержит промежуточный корпус, на внешней стороне которого закреплены секторы соплового аппарата заднего хода с помощью нижних платформ, а на внутренней стороне промежуточного корпуса закреплены секторы соплового 35 аппарата прямого хода с помощью верхних платформ, нижняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена передним зацепом, входящим в кольцевую проточку промежуточного корпуса, имеющую опорные цилиндрические поверхности, снабжена задней цилиндрической опорной поверхностью, опирающейся на поверхность корпуса промежуточного, и снабжена радиальным выступом, 40 выполненным в задней части нижней платформы со стороны, обращенной к оси двигателя, и входящим в продольный паз промежуточного корпуса и одновременно входящим в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата прямого хода, расположенного напротив, при этом каждый сектор соплового аппарата заднего хода снабжен сквозными отверстиями, проходящими через профили пера одной из 45 лопаток сектора, с установленными в них штифтами, концы которых входят в глухие отверстия промежуточного корпуса, со стороны верхней платформы сектора соплового аппарата заднего хода штифты зафиксированы с помощью контрольных пластин, верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата прямого хода содержит

передний зацеп, опирающийся цилиндрической поверхностью на внутреннее кольцевое ребро промежуточного корпуса, торцевую кольцевую проточку под передним зацепом, сопрягающуюся с предыдущей ступенью турбины прямого хода, и заднее ребро, опирающееся на опорные поверхности промежуточного корпуса: торцевую поверхность его заднего внутреннего бурта и цилиндрическую поверхность, и содержит радиальный выступ, входящий в паз на заднем торце промежуточного корпуса и одновременно входящий в зацепление с радиальным выступом сектора соплового аппарата заднего хода.

2. Сопловой аппарат реверсивной турбины по п. 1 отличающийся тем, что верхняя платформа каждого сектора соплового аппарата заднего хода снабжена плоским ребром, устанавливаемым в кольцевую радиальную проточку подвижного разрезного кольца уплотнительного, установленного в кольцевой торцевой проточке наружного корпуса.

15

20

25

30

35

40

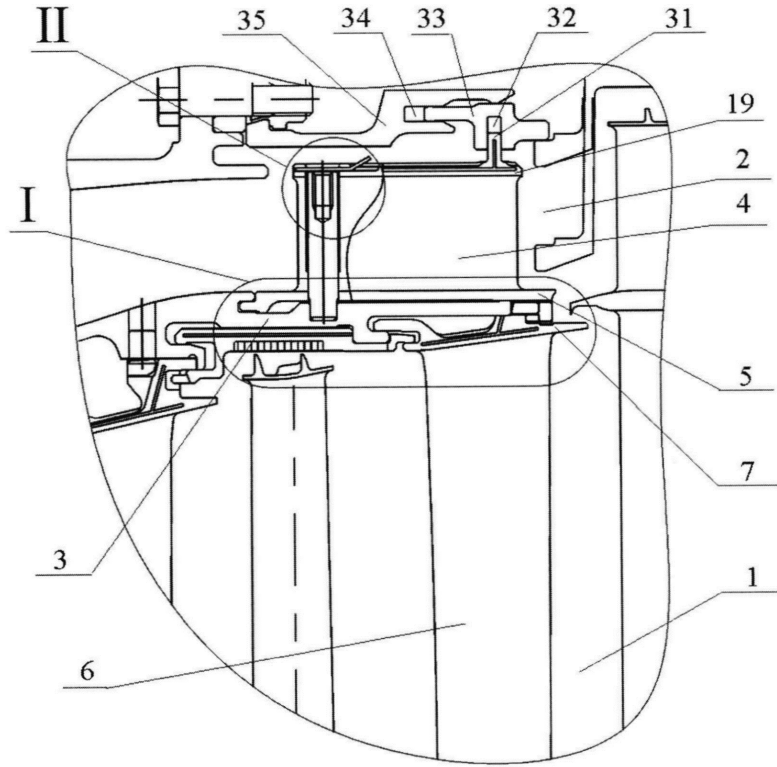
45



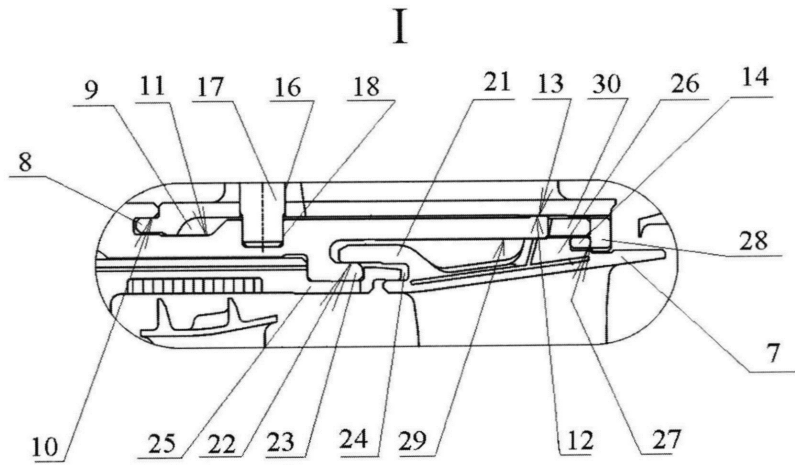
1

1

Сопловой аппарат реверсивной турбины



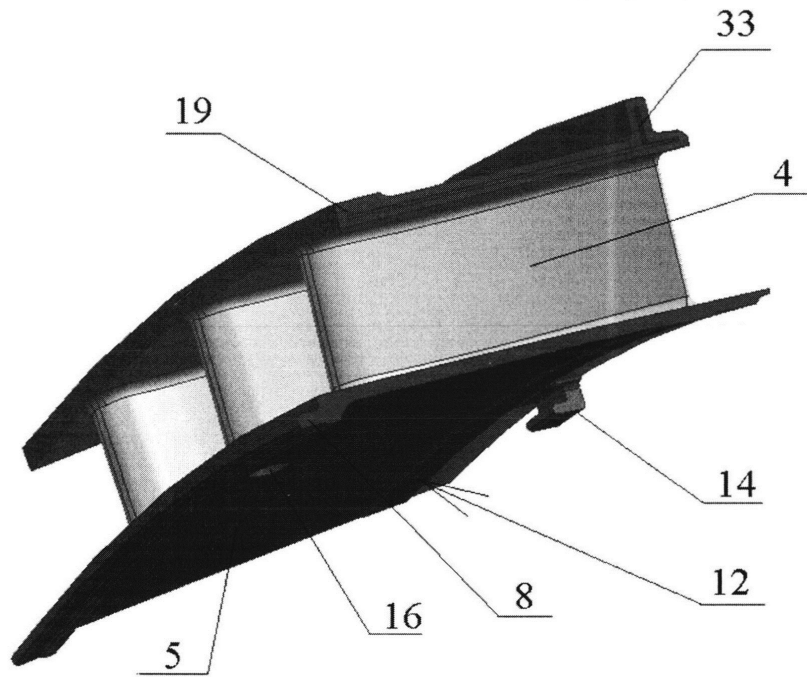
Фиг. 1



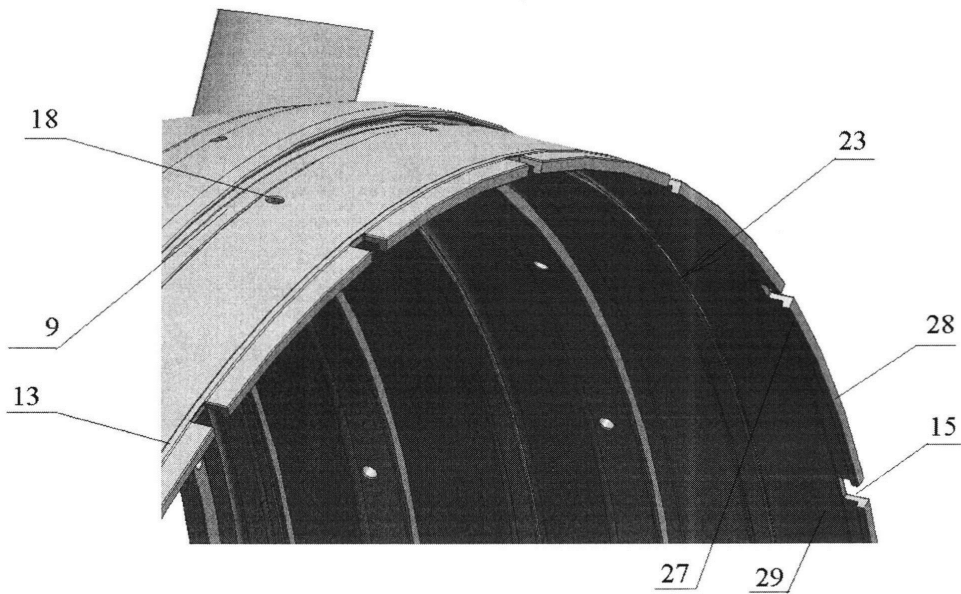
Фиг.2

2

Сопловой аппарат реверсивной турбины

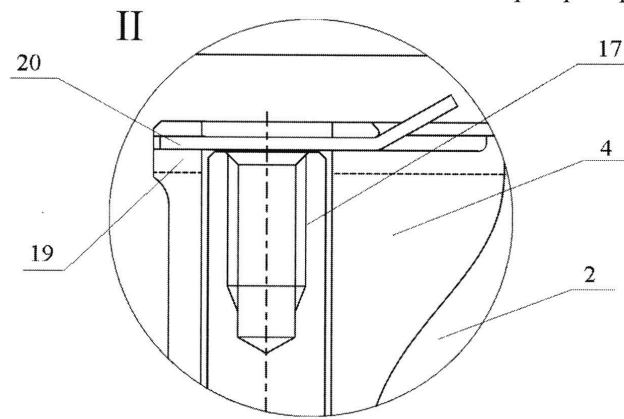


Фиг. 3

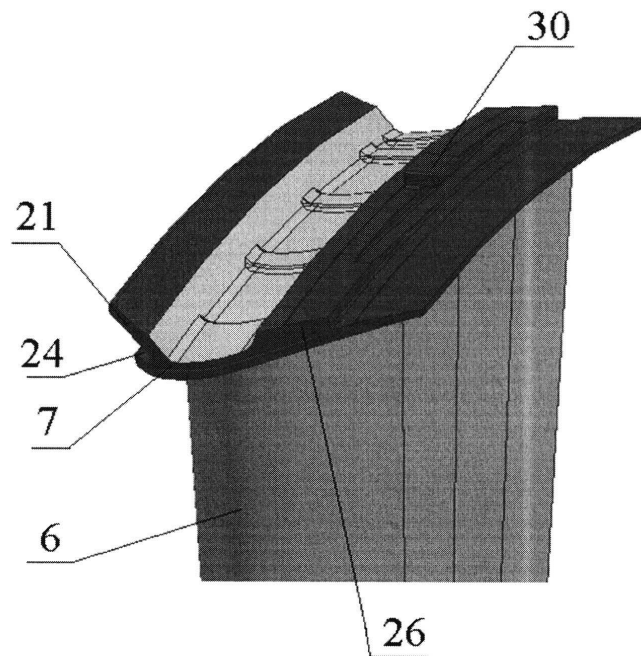


Фиг.4

Сопловой аппарат реверсивной турбины



Фиг. 5



Фиг. 6