



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F01D 5/30 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2016126823, 28.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.11.2014Дата регистрации:  
11.07.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
06.12.2013 FR 1362237

(45) Опубликовано: 11.07.2018 Бюл. № 20

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 06.07.2016(86) Заявка РСТ:  
FR 2014/053071 (28.11.2014)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2015/082808 (11.06.2015)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

МЕЗЬЕ Людовик (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ТУРБОМЕКА (FR)

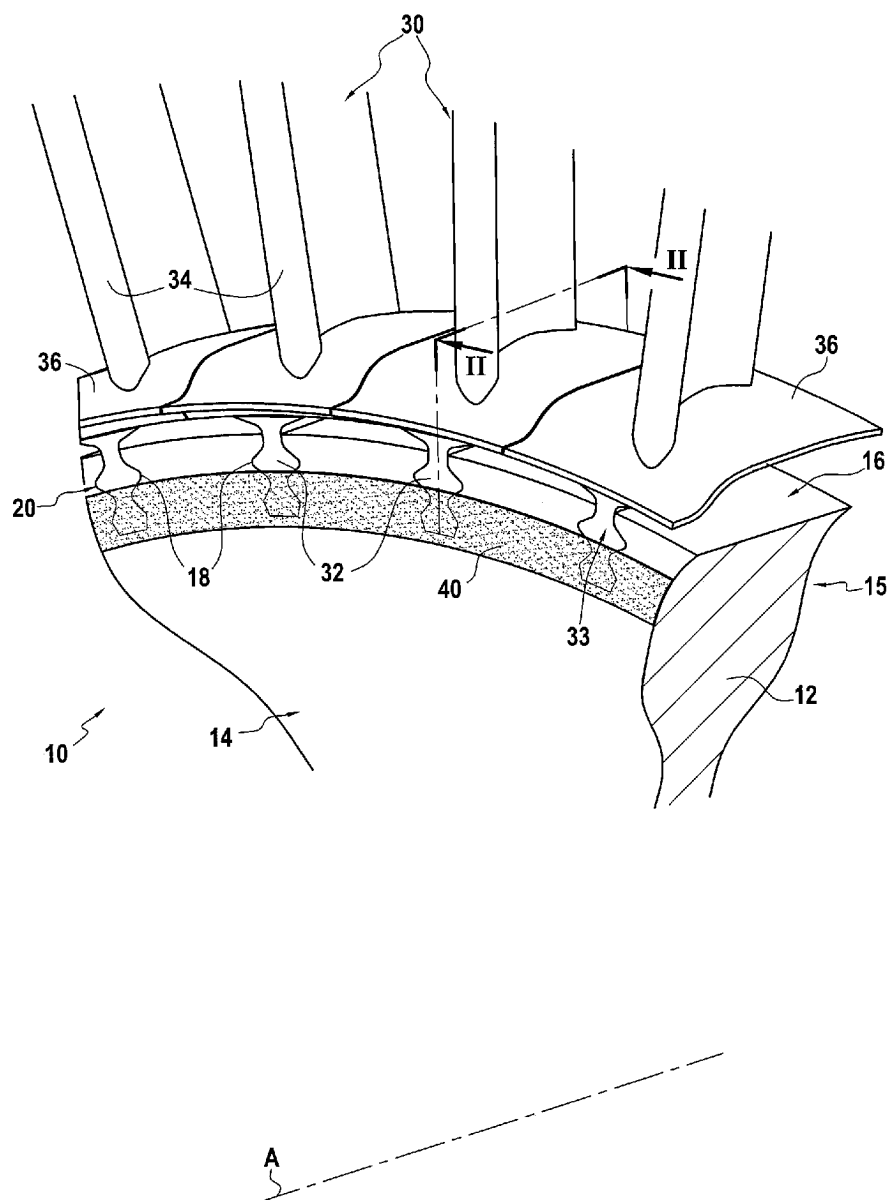
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: FR 2890684 B1, 07.12.2007. RU  
2626871 C2, 02.08.2017. RU 2392349 C2,  
20.06.2010. EP 1764480 A1, 21.03.2007.

## (54) РОТОР С ЛОПАТКАМИ

(57) Реферат:

Предложен ротор с лопатками, содержащий диск ротора, имеющий две передние поверхности и наружную периферийную поверхность, выемки, образованные на наружной периферийной поверхности и открывающиеся на одну из передних поверхностей. Ротор содержит лопатки, каждая, имеющая ножку, при помощи которой лопатка закреплена в выемке, причем торцевая поверхность корня находится на одном уровне с

передней поверхностью диска при закреплении лопатки в выемке. Слой покрытия нанесен на диск с возможностью закрытия как участка передней поверхности диска, так и участка торцевой поверхности ножки. Технический результат: обеспечивается прочное и экономичное соединение между диском и лопатками, препятствующее осевому перемещению лопаток относительно диска. 2 н. и 5 з.п. ф-лы, 2 ил.



ФИГ.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F01D 5/30 (2018.05)*

(21)(22) Application: **2016126823, 28.11.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**28.11.2014**

Registration date:  
**11.07.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**06.12.2013 FR 1362237**

(45) Date of publication: **11.07.2018 Bull. № 20**

(85) Commencement of national phase: **06.07.2016**

(86) PCT application:  
**FR 2014/053071 (28.11.2014)**

(87) PCT publication:  
**WO 2015/082808 (11.06.2015)**

Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MEZE Lyudovik (FR)**

(73) Proprietor(s):

**TURBOMEKA (FR)**

(54) **ROTOR WITH BLADES**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: disclosed is rotor with blades comprising the rotor disc, having two front surfaces and outer peripheral surface, recesses, formed on the outer peripheral surface and opening onto one of the front surfaces. Rotor has blades, each having root, by means of which the blade is fixed in the recess, wherein with the blade fixing in the recess the root end surface

is located at the same level with the disc front surface. On the disc the coating layer is applied with possibility of closing both the disc front surface portion and the root end surface portion.

EFFECT: enabling strong and cost efficient connection between the disk and the blades, preventing the blades relative to the disc axial movement.

7 cl, 2 dwg



## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее раскрытие относится к ротору с лопатками.

Такой ротор может быть использован в наземном или авиационном газотурбинном двигателе и, более конкретно, в турбореактивном двигателе самолета. В конкретном случае турбореактивного двигателя самолета он может быть ротором вентилятора, ротором компрессора или ротором турбины.

### ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В настоящем раскрытии «осевое направление» соответствует направлению оси вращения ротора, и «радиальное направление» является направлением, перпендикулярным к этой оси. Подобным образом, «осевая плоскость» является плоскостью, содержащей ось вращения ротора, и «радиальная плоскость» является плоскостью, перпендикулярной к этой оси.

Кроме того, до тех пор, пока не указано противное, прилагательные «внутренний» и «наружный» используются относительно радиального направления таким образом, что внутренний участок (т.е., радиально внутренний) элемента находится ближе к оси вращения, чем наружный участок (т.е., радиально наружный) того же элемента.

В конечном счете, «вверх по потоку» и «вниз по потоку» определены относительно направления нормального потока текучей жидкости между лопатками ротора (т.е. от вверх по потоку к вниз по потоку).

Настоящее раскрытие относится к ротору с лопатками, имеющему диск, образующий центральный участок ротора, с лопатками, установленными на диске на его наружной периферии. Лопатки закреплены на диске с помощью систем крепления, в которых ножка лопатки образует охватываемый участок системы крепления и удерживается радиально в охватывающем участке системы, который сам образован на наружной периферии диска. Этот охватывающий участок обычно называется «выемкой». Ротор с лопатками и выемка диска могут быть наклонены относительно осевого направления. Выемка открывается на наружной периферийной поверхности диска и также на, по меньшей мере, на одной из осевых торцевых поверхностей диска, называемых «передними» поверхностями, таким образом, образуя переднее отверстие. Лопатка обычно установлена на диске посредством перемещения в выемку через переднее отверстие.

Существуют различные решения для осевого удержания лопатки в ее выемке, т.е., для предотвращения лопатки от перемещения в осевом направлении относительно диска. Эти известные решения включают в себя установку отдельных элементов, таких как провода или сложенные части на осевых концах ножки лопатки, таких как конусные штифты или такие как анкерные плиты, установленные на диске. В качестве примера патентный документ FR 2 890 684 B1 описывает регулировочную шайбу, имеющую два ушка, сложенных на передней поверхности вверх по потоку корня лопатки. Эти известные решения часто увеличивают число частей ротора, и они могут усложнить установку лопаток на диске. Эти известные решения зависят от температуры работы, и, что касается решений, включающих в себя сложенные части или провода, они зависят от числа сгибов для предотвращения любого открытия во время работы. Кроме того, они усложняют проверку уплотнения воздушной системы между поверхностями вверх по потоку и вниз по потоку ротора, или проверку утечки охлаждающего воздуха из ротора с охлаждаемыми лопатками.

Следовательно, существует необходимость в новом решении, обеспечивающем удержание лопаток в осевом направлении относительно диска.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НАСТОЯЩЕГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее раскрытие относится к ротору с лопатками, содержащему диск ротора, имеющий две передние поверхности и наружную периферийную поверхность, причем выемки расположены на наружной периферийной поверхности и открываются на, по меньшей мере, одну из передних поверхностей; и

5 лопатки, каждая из которых имеет ножку, при помощи которой лопатка закреплена в выемке, причем торцевая поверхность корня, по существу, находится на одном уровне с передней поверхностью диска, когда лопатка закреплена в выемке.

В соответствии с предложенным решением слой покрытия нанесен на диск с возможностью покрытия, по меньшей мере, как участка передней поверхности диска, 10 так и, по меньшей мере, участка торцевой поверхности корня. Таким образом, нанесенное покрытие образует соединение между лопаткой и диском, причем это соединение служит для удержания лопатки в осевом направлении относительно диска.

Как указано, торцевая поверхность корня находится, по существу, на одном уровне с передней поверхностью диска, что означает, что торцевая поверхность может быть 15 точно расположена на одном уровне с передней поверхностью корня, но не обязательно. Может иметься смещение между этими поверхностями. При необходимости это смещение может быть компенсировано за счет большей или меньшей толщины слоя покрытия.

В дополнении к вышеупомянутым характеристикам предложенное решение может иметь одну или более из нижеследующих характеристик, рассматриваемых отдельно 20 или в любом технически возможном сочетании:

слой покрытия нанесен при помощи термического напыления, в частности, с помощью плазменного напыления, электродугового напыления или газопламенного напыления;

слой покрытия нанесен при помощи сверхзвукового пламенного термического напыления, в частности, при помощи высокоскоростного кислородно-топливного 25 (HVOF) напыления, высокоскоростного воздушно-топливного (HVOF) напыления или смешанного напыления;

покрытие является сплавом на основе никеля;

покрытие является сплавом типа MCrAlY, где M соответствует элементу Fe, Ni, Co или смеси этих элементов. Таким образом, покрытие может быть сплавом типа 30 NiCoCrAlYTa;

толщина слоя покрытия находится в диапазоне 0,5-1 мм.

Настоящее раскрытие также относится к газотурбинному двигателю, включающему в себя ротор с лопатками, как описано выше.

В дальнейшем изобретение поясняется описанием вариантов его осуществления со 35 ссылками на чертежи:

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сопроводительные чертежи являются схематичными и не даны в масштабе, и они, в основном, служат для иллюстрации принципов настоящего изобретения.

На чертежах, от одного чертежа к другому, элементы (или участки элемента), которые 40 являются идентичными, обозначены одними и теми же ссылочными позициями.

Фиг. 1 изображает частичный вид в изометрии варианта осуществления ротора по настоящему изобретению;

фиг. 2 – вид в разрезе ротора на фиг. 1 по плоскости II-II.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

45 Варианты осуществления описаны подробно ниже со ссылкой на сопроводительные чертежи. Эти варианты осуществления иллюстрируют характеристики и преимущества настоящего изобретения. Тем не менее, настоящее изобретение не ограничивается этими вариантами осуществления.

Фиг. 1 – частичный вид варианта осуществления ротора с лопатками, имеющего ось А вращения. На этом чертеже изображен только кольцевой участок ротора. Ротор 10 содержит диск 12, имеющий торцевую поверхность 14 вверх по потоку и торцевую поверхность 15 вниз по потоку, которая в осевом направлении расположена напротив поверхности 14 вверх по потоку. Эти торцевые поверхности называются «передними» поверхностями в настоящем раскрытии. Они проходят, по существу, радиально относительно оси А. Диск 12 также имеет наружную периферийную поверхность 16, проходящую между его передними поверхностями.

Выемки 18 образованы на наружной периферийной поверхности 16. Эти выемки 18 образуют канавки на наружной периферийной поверхности диска 12. Эти канавки могут быть прямыми или криволинейными, параллельными или наклонными относительно оси А. Они открываются на наружную периферийную поверхность 16 через соответствующие прорезы. Кроме того, они открываются на переднюю поверхность 14 вверх по потоку и/или переднюю поверхность 15 вниз по потоку через отверстие 20.

Диск 12 также имеет лопатки 30, установленные на его периферии. Каждая лопатка 30 имеет ножку 32, на которой установлено крыло 34. В данном примере основание 36 проходит в направлении вдоль окружности от основания крыла 34. При закреплении лопаток 30 на диске 12 их основания 36 расположены кромка к кромке с возможностью образования вращающегося кольца, образующего поверхность вращения вокруг оси А вращения диска. Конкретной функцией этого кольца является образование внутренней поверхности канала потока для текучей среды, проходящей между крыльями 34.

Лопасты 30 закреплены на диске 12 с помощью своих ножек 32, которые размещены в соответствующих выемках 18. Форма ножки 32 может быть дополнительной к форме выемки 18, что и в изображенном примере, в котором ножка 32 имеет поперечное сечение в форме елочки. Тем не менее, могут использоваться другие формы, такие как, например, форма ласточкина хвоста. В варианте (не показан) форма ножки 32 может быть дополнительной только к участку и, в частности, к верхнему участку выемки 18. Это используется, например, когда распорка расположена между ножкой 32 и дном выемки 18.

Ножка 32 проходит от своей поверхности 31 вверх по потоку к своей поверхности 33 вниз по потоку в том же направлении, что и выемка 18. При закреплении лопатки 30 в выемке 18 торцевая поверхность 31 ножки 32 располагается на одном уровне с отверстием 20 и передней поверхностью 14 диска 12.

Слой 40 покрытия нанесен с помощью термического напыления на участок передней поверхности 14 диска, так что покрытие 40 также закрывает участок торцевой поверхности 31 каждой ножки 32. Другими словами, покрытие 40 нанесено как на переднюю поверхность 14, так и на торцевые поверхности 31. В изображенном примере кольцевой слой 40 покрытия нанесен на переднюю поверхность 14 с возможностью закрытия нижнего или внутреннего участка отверстий 20 и, таким образом, внутренних участков торцевых поверхностей 31. Таким образом, покрытие 40 образует физическое соединение между диском 12 и лопатками 30, причем это соединение является достаточно прочным для препятствия осевому перемещению лопаток 30 относительно диска 12.

Прочность образованного соединения зависит от прочности, конкретной для покрытия 40, а также от сцепления покрытия 40 с диском 12 и лопаткой 30. Нанесение покрытия 40 с помощью термического напыления и, в частности, с помощью сверхзвукового пламенного термического напыления, и в качестве примера высокоскоростного кислородно-топливного (HVOF) напыления, способствует как

нанесенному покрытию 40, имеющему хорошую механическую прочность, так и его сцеплению с диском 12 и лопаткой 30. Сцепление покрытия 40 также зависит от сродства между материалом покрытия и материалом диска 12 и лопатки 30. В качестве примера авиационный газотурбинный двигатель типа турбореактивного двигателя самолета, где диск 12 и лопатка 30 выполнены из сверхпрочного сплава на основе никеля, покрытие 40 может быть слоем на основе никеля, например, типа MCrAlY, поскольку эти материалы имеют хорошее сродство. Механическая прочность слоя покрытия 40 также зависит от его толщины. Практически, слой, имеющий толщину, находящуюся в диапазоне 0,5-1 мм, обеспечивает хороший компромисс между механической прочностью и экономией материала.

Другой слой 41 покрытия может быть нанесен таким же способом, что и слой 40 покрытия, но на переднюю поверхность 15 вниз по потоку и торцевую поверхность 33 ножки 32. Этот слой 41 покрытия может быть нанесен в дополнении к слою 40 покрытия, что и в изображенном примере, или это может представлять собой альтернативу для слоя 41 покрытия.

Варианты осуществления, описанные в настоящем раскрытии, даны в качестве неограничивающего примера, и исходя из этого раскрытия, специалист в данной области техники может легко модифицировать эти варианты осуществления или осуществлять другие, оставаясь в пределах объема настоящего изобретения.

Кроме того, различные характеристики этих вариантов осуществления могут использоваться одни или в сочетаниях друг с другом. При их объединении характеристики могут быть объединены, как описано выше, или другими способами, причем настоящее изобретение не ограничивается конкретными сочетаниями, выполненными в настоящем раскрытии. В частности, до тех пор, пока не указано противное, характеристика, описанная со ссылкой на один вариант осуществления, может использоваться аналогичным способом в другом варианте осуществления.

#### (57) Формула изобретения

1. Ротор с лопатками газотурбинного двигателя, содержащий диск (12) ротора, имеющий две передние поверхности (14, 15) и наружную периферийную поверхность (16), выемки (18), образованные на наружной периферийной поверхности (16) открывающиеся на, по меньшей мере, одну из передних поверхностей (14, 15); и

лопатки (30), каждая из которых имеет ножку (32), при помощи которой лопатка закреплена в выемке (18), причем торцевая поверхность (31) ножки находится, по существу, на одном уровне с передней поверхностью (14) диска при закреплении лопатки в выемке;

причем ротор отличается тем, что слой (40) покрытия нанесен на диск (12) с возможностью закрытия как, по меньшей мере, участка передней поверхности (14) диска, так и, по меньшей мере, участка торцевой поверхности (31) ножки (32).

2. Ротор по п. 1, в котором слой (40) покрытия нанесен с помощью термического напыления.

3. Ротор по п. 1, в котором слой (40) покрытия нанесен с помощью сверхскоростного пламенного термического напыления.

4. Ротор по п. 1, в котором покрытие (40) является слоем на основании никеля.

5. Ротор по п. 1, в котором покрытие (40) является слоем типа MCrAlY.

6. Ротор по п. 1, в котором толщина слоя (40) покрытия находится в диапазоне 0,5-1 мм.



7. Газотурбинный двигатель, включающий в себя ротор (10) с лопатками по любому из пп. 1-6.

5

10

15

20

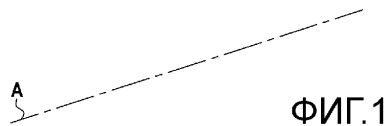
25

30

35

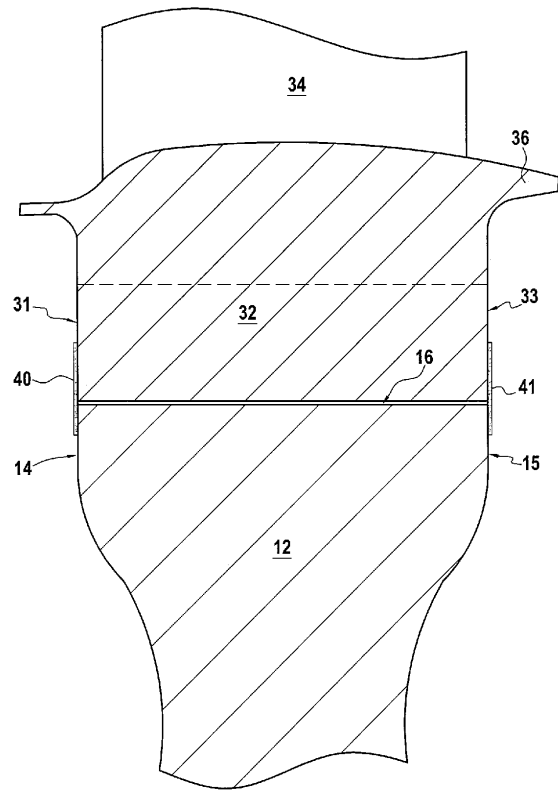
40

45

$\frac{1}{2}$ 

ФИГ.1

2/2



A

ФИГ.2