



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009112405/06, 27.06.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.06.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
04.09.2006 EP 06018490.0

(45) Опубликовано: 27.01.2011 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2005/0084370 A1, 21.04.2005. US 5902093
A, 11.05.1999. US 5462405 A, 31.10.1995. DE
3234906 A1, 01.06.1989. SU 1332933 A2,
10.12.2005. SU 902541 A1, 09.02.1995. SU
1275963 A1, 27.01.2006.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 06.04.2009(86) Заявка РСТ:
EP 2007/056425 (27.06.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/028702 (13.03.2008)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.п.в. А.В.Мицу, рег.№ 364(72) Автор(ы):
ГРОСС Хайнц-Юрген (DE)(73) Патентообладатель(и):
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ (DE)

R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

(54) ОХЛАЖДАЕМАЯ РАБОЧАЯ ЛОПАТКА ТУРБИНЫ

(57) Реферат:

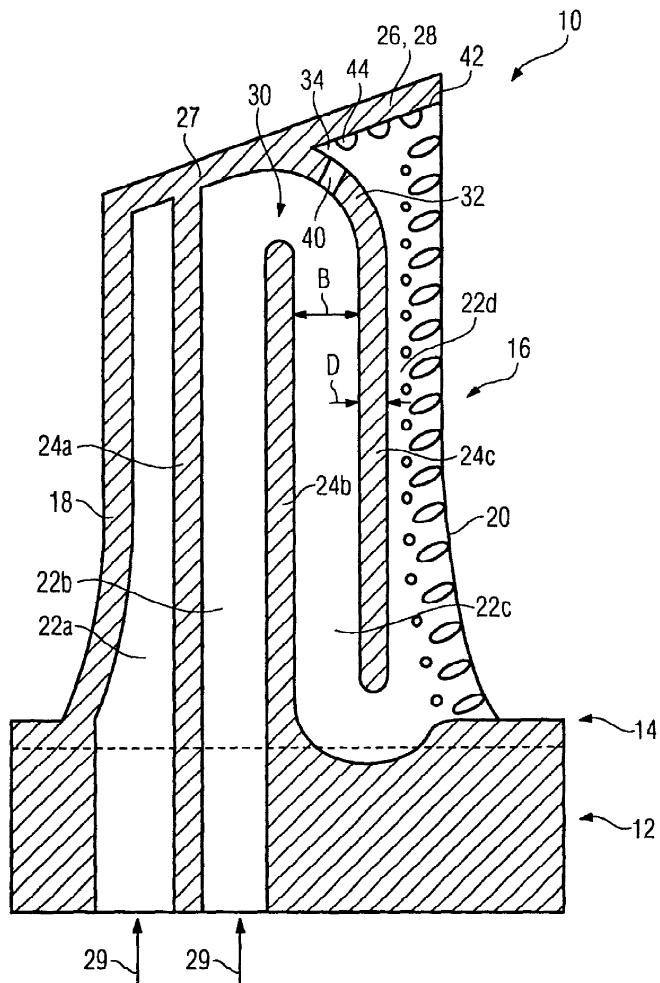
Охлаждаемая рабочая лопатка турбины для стационарной газовой турбины с осевым прохождением потока выполнена с областью крепления, от которой до острия лопасти проходит профиль несущей поверхности, образованный расположенной на стороне всасывания стенкой лопатки и расположенной на напорной стороне стенкой лопатки. Профиль несущей поверхности содержит одну переднюю кромку и одну заднюю кромку, с расположенными внутри профиля несущей поверхности по соседству друг с другом

охлаждающими каналами, которые, по меньшей мере, частично отделены каждый друг от друга ребром, которое соединяет расположенную на напорной стороне стенку лопатки с расположенной на стороне всасывания стенкой лопатки и проходит от области крепления к острию лопасти, и с замыкающей стенкой, ограничивающей охлаждающие каналы на стороне острия. По меньшей мере, одно из ребер, при рассмотрении от области крепления в направлении области острия, имеет оставшуюся по существу неизменной толщину

R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

ребра и с образованием остроугольной в продольном сечении угловой области охлаждающего канала. Это ребро искривлено в области острия лопасти в направлении передней или задней кромки. Предусмотрено, по меньшей мере, одно, расположенное в искривлении, соединяющее два соседних

охлаждающих канала отверстие, через которое часть потока охлаждающего средства соседнего с угловой областью охлаждающего канала может перетекать в остроугольную угловую область охлаждающего канала. Изобретение направлено на увеличение срока службы лопатки. 10 з.п. ф-лы, 1 ил.



R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) RU (11) 2 410 546 (13) C2

(51) Int. Cl.
F01D 5/18 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2009112405/06, 27.06.2007

(24) Effective date for property rights:
27.06.2007

Priority:

(30) Priority:
04.09.2006 EP 06018490.0

(45) Date of publication: 27.01.2011 Bull. 3

(85) Commencement of national phase: 06.04.2009

(86) PCT application:
EP 2007/056425 (27.06.2007)

(87) PCT publication:
WO 2008/028702 (13.03.2008)

Mail address:
129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364

(72) Inventor(s):
GROSS Khajnts-Jurgen (DE)

(73) Proprietor(s):
SIMENS AKTsiENGEZELL'ShAFT (DE)

R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

(54) TURBINE COOLED ROTOR BLADE

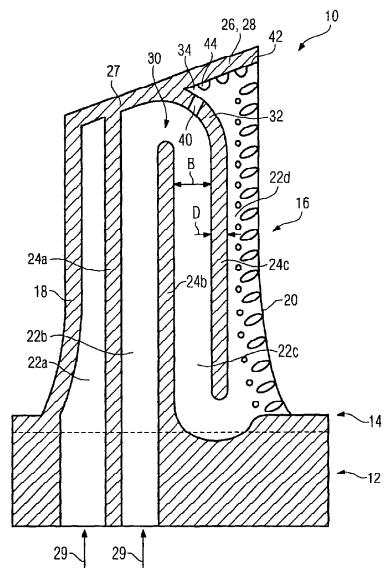
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.
SUBSTANCE: cooled turbine rotor blade for stationary gas turbine with flow axial passing is performed with attachment area from which to blade tip there goes carrying surface profile formed by blade wall located at suction side and blade wall located at pressure side. Carrying surface profile contains one front edge and one rear edge with located inside carrying surface profile next to each other cooling channels that are, at least, partially separated from one another by rib that connects blade wall located at pressure side to blade wall connected to suction side and runs from attachment area to

blade tip, and with head wall that limits cooling channels at blade tip. At least one of the ribs, at reviewing from attachment area towards tip area, has in fact unchangeable thickness with formation of sharp-angled area in longitudinal section of cooling channel. This rib is curved at blade tip area towards the front or rear edge. There provided is, at least, one hole located in distortion that connects two neighbouring cooling channels and through which part of the cooling agent flow of cooling channel neighbouring the angled area can overflow to cooling channel sharp-angled area.

EFFECT: increase of blade service life.

11 cl, 1 dwg



R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

R U 2 4 1 0 5 4 6 C 2

Изобретение касается охлаждаемой рабочей лопатки турбины в соответствии с ограничительной частью пункта 1 формулы изобретения.

Например, из заявки EP 0735240 A1 известна соответствующая родовому признаку рабочая лопатка турбины с профилем несущей поверхности. Для охлаждения профиля несущей поверхности внутри предусмотрено несколько соседних друг с другом охлаждающих каналов, которые расположены в форме меандра и через которые последовательно протекает охлаждающее средство. При этом каждый из каналов располагается параллельно передней кромке. Охлаждающие каналы отделены 10 каждый друг от друга с помощью ребер, причем ребра заканчиваются в области отклонения, в которой соседние охлаждающие каналы переходят друг в друга. Для того чтобы избежать в этих областях отклонения, в которых, например, охлаждающий воздух отклоняется от направленного наружу потока к направленному вовнутрь потоку, областей с ограниченными скоростями потока и, следовательно, 15 недостаточным охлаждением, в этих местах предусмотрены отклоняющие перья (фиг.12). Несмотря на отклоняющие перья в дальнейшем возможно, однако, что в области отклонения могут возникать локальные перегревы, что в последующем сокращает срок службы лопатки турбины.

20 Далее, из заявки US 5246340 известна лопатка турбины, которая содержит внутри несколько параллельных друг другу охлаждающих каналов. При этом каждый охлаждающий канал отделен от другого ребром. В одном из ребер в области вершины лопатки предусмотрено отверстие, которое соединяет два соседних охлаждающих 25 канала, через которое может проходить поперечный поток для ударного охлаждения острия рабочей стороны лопатки.

Заявка GB 2106996 раскрывает к тому же лопатку турбины со вставкой ударного охлаждения в форме листа.

Задачей настоящего изобретения является предложение рабочей лопатки турбины с 30 увеличенным сроком службы.

Задача, направленная на создание соответствующей родовому признаку рабочей лопатки турбины, решается за счет того, что она выполнена в соответствии с 35 отличительной частью пункта 1 формулы изобретения. Предлагается, что по меньшей мере одно из ребер - при рассмотрении в направлении от области крепления к области 40 острия - имеет в основном остающуюся неизменной толщину ребра и искривлена с образованием остроугольной в продольном сечении угловой области охлаждающего канала в области острия лопатки в направлении передней кромки или задней кромки и что предусмотрено по меньшей мере одно, расположенное в искривлении, соединяющее два соседних охлаждающих канала отверстие, через которое часть 45 потока охлаждающего средства соседнего с угловой областью охлаждающего канала может перетекать в остроугольную угловую область охлаждающего канала.

Вследствие искривленного ребра отклонение проходящего через охлаждающие каналы охлаждающего воздуха осуществляется в основном аэродинамически.

45 Отклонение становится интегральной составной частью ребра, в результате чего можно устраниТЬ в области отклонения области с незначительной или отсутствующей скоростью потока (области стоячей воды). Следовательно, скорость потока поддерживается приблизительно неизменной в том или ином охлаждающем канале, в 50 направлении которого изгибается ребро. За счет изгиба ребра в соседнем охлаждающем канале возникает, однако, остроугольная угловая область, в которой отныне, в свою очередь, могли бы возникать области стоячей воды. Для предотвращения возникновения областей стоячей воды в соседнем охлаждающем

канале в угловой области, предусмотрено, кроме того, следующее, по меньшей мере одно, расположенное в искривлении отверстие, соединяющее оба соседних 5 охлаждающих канала, через которое часть потока охлаждающего средства может своевременно переходить или перетекать из одного охлаждающего канала в другой охлаждающий канал.

Кроме того, расположенное в искривленном ребре отверстие может изготавливаться особо простым образом. Литьевая установка, использующаяся для литья рабочих лопаток турбины, содержит для изготовления полых пространств, 10 через которые может протекать охлаждающее средство, литое ядро, которое содержит расположенные в форме меандра элементы ядра. С целью оправления этих соседних, расположенных в форме меандра элементов ядра друг о друга между двумя соседними элементами ядра может быть предусмотрена жеребейка, которая после удаления литого ядра из отлитой, представляющей собой единый элемент лопатки турбины, 15 оставляет отверстие внутри искривленного ребра. Таким образом, указывается стабилизированное литьевое ядро, что повышает точность способа изготовления.

Дальнейшие предпочтительные исполнения изобретения указаны в дополнительных пунктах формулы изобретения.

20 В случае особенно предпочтительного исполнения можно, кроме того, ударным образом охлаждать также часто подвергающуюся локальным перегревам замыкающую стенку, которая называется также основанием венца, с помощью проходящей через отверстие струи охлаждающего средства, так что в результате этого также может осуществляться эффективное охлаждение замыкающей стенки. Для этого 25 необходимо только наклонить отверстие таким образом, чтобы его продольное прохождение было направлено на замыкающую стенку.

Предпочтительно соседнее с задней кромкой ребро искривлено в области остряя 30 лопасти. При этом ребро - при рассмотрении от области крепления к области остряя - искривлено в направлении передней кромки, в результате чего в одной части области отклонения между двумя соседними каналами охлаждающего средства может 35 обеспечиваться остающаяся в основном неизменной поверхность поперечного сечения потока. Это снижает потери давления в охлаждающем средстве. Для получения особо легкой рабочей лопатки турбины, ребро вдоль своего искривления имеет в основном остающуюся неизменной толщину.

При предпочтительной модификации изобретения внутренняя сторона замыкающей 40 стенки оснащена завихрителями, в результате чего несложным образом может быть улучшено охлаждение замыкающей стенки или основания венца. В зависимости от исполнения рабочей лопатки турбины возможно, что через соседние охлаждающие 45 каналы последовательно или также параллельно может проходить охлаждающее средство. При охлаждающих каналах, через которые поток охлаждающего средства проходит параллельно, следует обратить внимание на то, чтобы между ними существовал достаточный перепад давления, чтобы поддерживать регулируемый отверстием поток охлаждающего средства.

Изобретение поясняется на основании чертежа. При этом единственный чертеж показывает продольное сечение соответствующей изобретению рабочей лопатки турбины с расположенными в форме меандра охлаждающими каналами.

50 Чертеж показывает в продольном сечении изготовленную методом литья рабочую лопатку 10 турбины. Состоящая, таким образом, из одной части рабочая лопатка 10 турбины содержит имеющую в поперечном сечении елочную форму крепежную область 12 с платформой 14, а также расположенный на нем профиль 16 несущей

поверхности. Аэродинамически профилированный в поперечном сечении профиль 16 несущей поверхности образуется расположенной на стороне всасывания стенкой лопатки и расположенной на напорной стороне стенкой лопатки, каждая из которых проходит от передней кромки 18 к задней кромке 20 и при этом охватывают 5 расположенное внутри профиля 16 несущей поверхности полое пространство, в котором предусмотрены несколько охлаждающих каналов 22a, 22b, 22c, 22d.

Охлаждающие каналы 22 расположены по соседству друг с другом и проходят 10 каждый приблизительно параллельно передней кромке 18. Соседние по отношению друг к другу охлаждающие каналы 22 отделены каждый друг от друга по участкам с помощью ребра 24a, 24b, 24c, которое соединяет расположенную на напорной стороне 15 стенку с расположенной на стороне всасывания стенкой. В области острия 27 лопасти, которая расположена напротив области 12 крепления, охлаждающие каналы 22 ограничены замыкающей стенкой 28. Замыкающую стенку 28 называют также основанием венца.

Изображенная на чертеже рабочая лопатка 10 турбины содержит расположенный на стороне передней кромки охлаждающий канал 22a, к которому на стороне 20 крепления может подводиться охлаждающее средство 29, например, охлаждающий 20 воздух или охлаждающий пар. Подведенный охлаждающий воздух охлаждает область передней кромки 18 профиля 16 несущей поверхности общеупотребительными 25 методами охлаждения, например, методами конвекционного охлаждения, ударного охлаждения и/или пленочного охлаждения. Охлаждающее средство 29, которое может подводиться к охлаждающему каналу 22b со стороны основания, протекает вдоль 25 канала 22b к острию 27 лопасти и в завершение в области 30 отклонения изменяет свое направление с целью реверсирования своего направления потока, а именно в направлении области 12 крепления. С этой целью соседнее с задней кромкой 20 ребро 24 с искривлено в области острия 27 лопасти при сохраняющейся неизменной 30 толщине D ребра. Искривление 32 выполнено таким образом, что ребро 24 с - при рассмотрении от области 12 крепления к области 26 острия - искривляется в 35 направлении передней кромки 18. За счет этого часть области 30 отклонения имеет по сравнению с охлаждающим каналом 22c приблизительно остающуюся неизменной ширину B охлаждающего канала. В результате этого может достигаться особо 35 аэродинамическое отклонение охлаждающего средства 29, последовательно проходящего через охлаждающие каналы 22b, 22c.

На основании искривления 32 соседнего с задней кромкой 20 ребра 24 с в 40 охлаждающем канале 22d в области острия 27 лопасти образована остроконечная угловая область 34. В ребре 24 с в области искривления 32 предусмотрено 45 отверстие 40, через которое протекающее в области 30 отклонения охлаждающее средство 29 вследствие устанавливающегося соотношения давления частично может выходить из него и входить в угловую область 34. При необходимости могут быть также предусмотрены несколько отверстий 40 с целью оказания целевого влияния на поток в угловых областях 34. Таким образом, угловая область 34 может охлаждаться 50 в достаточной мере. Тем самым в этом месте надежно исключаются области с незначительными скоростями потока охлаждающего средства и, следовательно, с недостаточным охлаждением.

Проходящий через отверстие 40 поток охлаждающего средства соударяется с 50 внутренней стороной 42 замыкающей стенки 28 и вызывает при этом ударное охлаждение острия 27 лопасти. С целью дальнейшего улучшения охлаждающего действия ударного охлаждающего потока на внутренней стороне 42 замыкающей

стенки 28 могут быть к тому же предусмотрены завихрители 44, которые обеспечивают дальнейшее увеличение подлежащей охлаждению поверхности. Кроме того, протекающее вдоль внутренней стороны 42 замыкающей стенки 28 охлаждающее средство 29 может обеспечить дальнейшее увеличение коэффициентов теплового перехода на стороне охлаждающего воздуха вследствие возбуждения турбулентности, в результате чего может достигаться дальнейшее улучшение охлаждения основания венца.

Представляется также возможным, что ребро 24а в области 26 острия рабочей 10 лопатки 10 турбины в соответствии с изобретением искривленно переходит в направлении задней кромки в замыкающую стенку 28, а в искривлении также могут быть предусмотрены одно или несколько отверстий.

В общей сложности изобретением указывается рабочая лопатка 10 турбины для, в частности, стационарной газовой турбины с осевым сквозным прохождением потока, 15 которая оснащена областью 12 крепления, профилем 16 несущей лопасти и некоторыми, расположенными в форме меандра внутри профиля 16 несущей плоскости охлаждающими каналами 22. Чтобы исключить области с пониженными скоростями потока охлаждающего средства 29 в области 30 отклонения или на конце 20 канала, изобретение предлагает, что по меньшей мере одно из ребер 24 при сохраняющейся неизменной толщине D ребра в области острия 27 лопасти проходит в направлении передней кромки 18 или в направлении задней кромки 20 с искривлением, и что в искривлении 32 ребра 24 предусмотрено по меньшей мере одно отверстие 40, через которое часть протекающего в области 30 отклонения охлаждающего 25 средства 29 может переходить в соседний охлаждающий канал 22d.

Формула изобретения

1. Охлаждаемая рабочая лопатка (10) турбины для стационарной газовой турбины с осевым прохождением потока, с областью (12) крепления, от которой до острия (27) лопасти проходит профиль (16) несущей поверхности, образованный расположенной на стороне всасывания стенкой лопатки и расположенной на напорной стороне стенкой лопатки, причем профиль (16) несущей поверхности содержит одну переднюю кромку (18) и одну заднюю кромку (20), с расположенными внутри профиля (16) 30 несущей поверхности по соседству друг с другом охлаждающими каналами (22), которые по меньшей мере частично отделены каждый друг от друга ребром (24а, 24b, 24c), которое соединяет расположенную на напорной стороне стенку лопатки с расположенной на стороне всасывания стенкой лопатки и проходит от области (12) 35 крепления к острию (27) лопасти, и с замыкающей стенкой (28), ограничивающей охлаждающие каналы (22) на стороне острия, отличающаяся тем, что по меньшей мере одно из ребер (24c), при рассмотрении от области (12) крепления в направлении области (26) острия, имеет остающуюся, по существу, неизменной толщину (D) ребра и с образованием остроугольной в продольном сечении угловой области охлаждающего 40 канала искривлено в области острия (27) лопасти в направлении передней кромки (18) или задней кромки (20), и что предусмотрено по меньшей мере одно, расположенное в искривлении (32), соединяющее два соседних охлаждающих канала (22c, 22d) 45 отверстие (40), через которое часть потока (29) охлаждающего средства соседнего с угловой областью охлаждающего канала (22c) может перетекать в остроугольную 50 угловую область охлаждающего канала (22d).

2. Рабочая лопатка (10) турбины по п.1, в которой соседнее с задней кромкой (20) ребро (24c) искривлено в области острия (27) лопасти.

3. Рабочая лопатка (10) турбины по п.1 или 2, в которой отверстие расположено таким образом, что может осуществляться ударное охлаждение замыкающей стенки.

4. Рабочая лопатка (10) турбины по п.1 или 2, внутренняя сторона (42) замыкающей стенки (28) которой оснащена завихрителями (44).

5. Рабочая лопатка (10) турбины по п.3, внутренняя сторона (42) замыкающей стенки (28) которой оснащена завихрителями (44).

6. Рабочая лопатка (10) турбины по п.1 или 2, в которой через охлаждающие каналы (22a, 22b, 22c, 22d) может последовательно или параллельно протекать охлаждающее средство (29).

7. Рабочая лопатка (10) турбины по п.3, в которой через охлаждающие каналы (22a, 22b, 22c, 22d) может последовательно или параллельно протекать охлаждающее средство (29).

8. Рабочая лопатка (10) турбины по п.4, в которой через охлаждающие каналы (22a, 22b, 22c, 22d) может последовательно или параллельно протекать охлаждающее средство (29).

9. Рабочая лопатка (10) турбины по п.5, в которой через охлаждающие каналы (22a, 22b, 22c, 22d) может последовательно или параллельно протекать охлаждающее средство (29).

10. Рабочая лопатка (10) турбины по п.1 или 2, которая является литым изделием.

11. Рабочая лопатка (10) турбины по любому из пп.5, 7, 8 или 9, которая является литым изделием.

25

30

35

40

45

50