



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2007146369/06, 13.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.12.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
14.12.2006 US 11/638,818

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2009 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 20.07.2012 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 2005/0111983 A1, 26.05.2005. US 5083903  
A, 28.01.1992. US 5890274 A, 06.04.1999. JP 57-  
056607 A, 05.04.1982. SU 453486 A1,  
15.12.1974. SU 979652 A1, 07.12.1982.

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**МОР Патрик (US),  
НОВАК Дэниел (US),  
ФЕРНАНДЕС Эмилио (US),  
АРНЕТТ Майкл (US),  
УИЛЛЬЯМС Дэвид (US),  
КОЛЛАДО Карлос (US)**

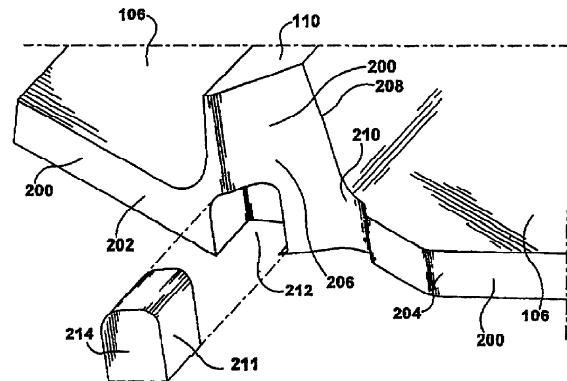
(73) Патентообладатель(и):

**ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)**(54) СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИЗНОСА КОНЦЕВЫХ БАНДАЖНЫХ ПОЛОК  
ЛОПАТОК ТУРБИНЫ

(57) Реферат:

Система предотвращения износа концевой бандажной полки лопатки турбины содержит гнездо, образованное на поверхности контакта концевой бандажной полки, и жесткую пробку, установленную в гнездо и имеющую износостойкую внешнюю поверхность. Концевая бандажная полка входит в контакт с соседней концевой бандажной полкой при работе турбины у поверхности контакта. Поверхность контакта содержит границу раздела, имеющую профиль в виде буквы "Z". Концевая бандажная полка дополнительно содержит срезающий зубец, образующий выступ, проходящий по середине верхней поверхности концевой бандажной полки. Граница раздела включает в себя среднюю поверхность контакта, соответствующую среднему участку профиля в виде буквы "Z". Средняя поверхность контакта имеет по

существу прямоугольную форму, которая по существу соответствует форме поперечного сечения срезающего зубца. Изобретение позволяет повысить износостойкость концевой бандажной полки лопатки турбины, увеличить срок ее службы и упростить ремонт. 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**F01D 5/22** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2007146369/06, 13.12.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**13.12.2007**

Priority:

(30) Convention priority:  
**14.12.2006 US 11/638,818**

(43) Application published: **20.06.2009 Bull. 17**

(45) Date of publication: **20.07.2012 Bull. 20**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MOR Patrik (US),  
NOVAK Dehniel (US),  
FERNANDES Ehmilio (US),  
ARNETT Majkl (US),  
UILL'JaMS Dehvid (US),  
KOLLADO Karlos (US)**

(73) Proprietor(s):

**DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)**

**(54) SYSTEM TO PREVENT WEAR OF TIP AIRFOIL SHROUD PLATFORM OF TURBINE BLADE**

(57) Abstract:

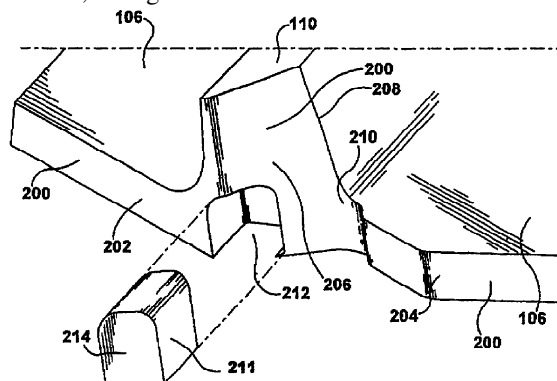
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: system to prevent wear of the tip airfoil shroud platform of the turbine blade comprises a turbine blade slot formed on the surface of the tip airfoil shroud platforms, and a rigid tube, mounted in the slot and has a durable outer surface. The tip airfoil shroud platform contacts the neighbour tip airfoil shroud platform when the turbine works at the contact surface. The contact surface has an interface that has a profile in the form of letter "Z". The tip airfoil shroud platform urther comprises a cut-off tooth, forming a ledge that runs along the middle of the upper surface of the tip airfoil shroud platform. The interface includes the middle surface of contact corresponding to the middle section of the profile in the form of letter "Z". The middle surface of contact has a substantially rectangular shape which substantially

corresponds to the form of cross-section of a shearing tooth.

EFFECT: invention allows to improve wear resistance of the tip airfoil shroud platform of turbine blades, to increase its service life and to facilitate its maintenance.

9 cl, 5 dwg



Фиг. 2

RU 2 4 5 6 4 6 0 C 2

RU 2 4 5 6 4 6 0 C 2

Настоящее изобретение в основном относится к системам предотвращения износа концевых бандажных полок лопаток турбины в турбинных двигателях. В частности, но не в качестве ограничения, настоящее изобретение относится к системам интегрирования износостойкой внешней поверхности на контактные поверхности между соседними концевыми бандажными полками.

Лопатки турбины обычно включают в себя аэродинамический профиль и концевую бандажную полку, закрепленную на нем (см., например, публикацию заявки на патент США №2005/0111983). Концевая бандажная полка, которая закреплена на внешней кромке аэродинамического профиля, имеет площадь поверхности, которая проходит по существу перпендикулярно поверхности аэродинамического профиля. Поверхность концевой бандажной полки помогает удерживать выхлопные газы турбины на аэродинамическом профиле (то есть не позволяет скользить выхлопным газам поверх окончания аэродинамического профиля лопатки), в результате чего больший процент энергии выхлопных газов турбины может быть преобразован в механическую энергию турбины. Таким образом, концевые бандажные полки улучшают рабочие характеристики газотурбинных двигателей. Предпочтительная конструкция концевой бандажной полки имеет большую площадь поверхности концевой бандажной полки, которая закрывает всю внешнюю поверхность аэродинамического профиля лопатки турбины.

При работе турбины концевая бандажная полка обычно взаимодействует с концевыми бандажными полками соседних лопаток турбины. То есть из-за совмещения установленной лопатки турбины и предпочтительной конструкции концевой бандажной полки такая концевая бандажная полка обычно входит в контакт с концевой бандажной полкой, расположенной с каждой ее стороны, то есть с соседней концевой бандажной полкой на ее передней и задней кромках. Контакт, образующийся между концевыми бандажными полками соседних лопаток турбины, также помогает удерживать выхлопные газы турбины на аэродинамическом профиле (то есть предотвращает значительную утечку между концевыми бандажными полками), в результате чего улучшаются рабочие характеристики турбины. Однако, учитывая скорость вращения и вибрацию турбины во время работы, а также непостоянную природу соединения, образовавшегося между соседними концевыми бандажными полками, возникают чрезмерные физические и механические напряжения, связанные с контактом между соседними концевыми бандажными полками.

Кроме того, лопатки турбины в промышленных газовых турбинах и двигателях самолетов работают при высоких температурах. Обычно температура в турбине, при которой работают лопатки турбины, составляют от 600 до 1500°C. Кроме того, скорость и частота изменения рабочей температуры турбины усугубляют тепловые напряжения, прикладываемые к компонентам, расположенным на пути горячих газов. В результате тепловые напряжения, возникающие в лопатках турбины и на концевых бандажных полках, закрепленных на них, становятся чрезмерными.

Лопатки турбины и концевые бандажные полки, прикрепленные к ним, обычно изготавливают из жаропрочных сплавов на основе никеля, жаропрочных сплавов на основе кобальта, сплавов на основе железа или аналогичных материалов. Хотя эти материалы доказали свою экономичность и эффективность при выполнении большинства необходимых функций, учитывая чрезвычайные механические тепловые напряжения, наличие области соединения между соседними концевыми бандажными полками (то есть в местах, где концевая бандажная полка входит в контакт с каждой из соседних к ней концевых бандажных полок) приводит к преждевременному износу.

Другие более твердые/более износостойкие материалы более эффективно оказывают сопротивление износу, возникающему в областях контакта между соседними концевыми бандажными полками.

5 Обычные способы и системы оказались неэффективными для предотвращения такого износа. Например, были проверены покрытия, наносимые способом  
плазменного напыления. Однако такие покрытия оказались слишком тонкими, и они не обеспечивают износостойкую защиту. Также проверяли специализированную  
10 сварку, которая, в общем, представляет собой "наращивание сварного шва" в области контакта. Однако специализированная сварка также обеспечивала незначительную защиту. Кроме того, при наращивании сварного шва вводятся дополнительные  
напряжения, связанные с перегревом в области контакта, в то время как напряжения, возникающие во время работы в этой области, уже являются чрезмерными.

15 В результате продолжается преждевременный износ в точке контакта между соседними концевыми бандажными полками, что делает систему неэффективной. Например, преждевременный износ может привести к: 1) увеличенному времени простоя из-за ремонта модуля турбины; 2) замене в остальном исправных концевых бандажных полок из-за преждевременного износа в области контакта и 3)  
20 соответствующему повышению трудозатрат и расходов на детали. Таким образом, существует потребность в улучшенных системах защиты от преждевременного износа между соседними концевыми бандажными полками.

Согласно настоящему изобретению создана система предотвращения износа  
25 концевой бандажной полки лопатки турбины турбинного двигателя, содержащая гнездо, образованное на поверхности контакта концевой бандажной полки, и пробку, устанавливаемую в гнездо и имеющую износостойкую внешнюю поверхность. В некоторых вариантах выполнения износостойкая внешняя поверхность может  
включать в себя порошок из твердосплавного покрытия на основе кобальта.

30 Гнездо может быть выфрезеровано на поверхности контакта, а пробка может представлять собой пробку заданного размера, которая плотно устанавливается в гнездо. В одних вариантах осуществления изобретения износостойкая внешняя поверхность может быть по существу выровнена с поверхностью контакта после  
установки пробки в гнездо. В других вариантах осуществления изобретения  
35 износостойкая внешняя поверхность может оставаться слегка приподнятой над поверхностью контакта после установки пробки в гнездо.

В некоторых вариантах выполнения концевая бандажная полка входит в контакт с  
соседней концевой бандажной полкой при работе турбины на поверхности контакта.  
40 Поверхность контакта может содержать Z-образную границу раздела, имеющую профиль приблизительно в виде буквы "Z". Кроме того, концевая бандажная полка может включать в себя срезающий зубец, который образует выступ до середины верхней поверхности концевой бандажной полки, а Z-образная граница раздела может  
включать в себя среднюю поверхность контакта, которая соответствует среднему  
45 участку профиля приблизительно в виде буквы "Z", причем средняя поверхность контакта имеет по существу прямоугольную форму, которая по существу соответствует форме поперечного сечения срезающего зубца. Высота гнезда может  
приблизительно равняться толщине концевой бандажной полки на верхней стороне  
50 контакта или на нижней стороне контакта.

В некоторых вариантах выполнения гнездо может быть открыто через нижнюю внутреннюю поверхность. Пробка может быть впаяна в гнездо с помощью твердого припоя. В других вариантах выполнения износостойкая внешняя поверхность пробки

может располагаться напротив второй износостойкой внешней поверхности второй пробки соседней концевой бандажной полки.

5 Согласно настоящему изобретению также создана система турбинного двигателя, предназначенная для предотвращения износа концевой бандажной полки лопасти турбины, которая может включать в себя пластину, закрепленную на поверхности  
10 контакта концевой бандажной полки. Такая пластина может включать в себя износостойкую внешнюю поверхность. В некоторых вариантах выполнения износостойкая внешняя поверхность содержит твердосплавной порошок на основе кобальта.

Концевая бандажная полка может входить в контакт с соседней концевой бандажной полкой во время работы турбины на поверхности контакта. В некоторых вариантах выполнения поверхность контакта может включать в себя Z-образную  
15 границу раздела, имеющую профиль приблизительно в виде буквы "Z". Концевая бандажная полка может дополнительно включать в себя срезающий зубец, который образует выступ, проходящий от средней части верхней поверхности концевой бандажной полки. Z-образная граница раздела может включать в себя среднюю контактную поверхность, которая соответствует среднему участку профиля  
20 приблизительно в виде буквы "Z", причем средняя контактная поверхность имеет по существу прямоугольную форму, которая приблизительно соответствует форме поперечного сечения срезающего зубца. В некоторых вариантах выполнения пластина может быть выполнена по существу прямоугольной и может закрывать приблизительно всю среднюю поверхность контакта.

25 Система может дополнительно включать в себя установочное отверстие в пластине и на контактной поверхности для установки штифта. Износостойкая внешняя поверхность пластины может быть расположена напротив второй износостойкой внешней поверхности второй пластины соседней концевой бандажной полки. В  
30 некоторых вариантах выполнения пластина может включать в себя буртик, который после установки пластины на контактной поверхности зацепляется за кромку контактной поверхности. Эти и другие отличительные признаки настоящего изобретения будут очевидны после прочтения нижеследующего подробного описания предпочтительных вариантов выполнения, совместно с чертежами и прилагаемой  
35 формулой изобретения.

Объектом настоящего изобретения ввиду вышеуказанных особенностей является система предотвращения износа концевой бандажной полки лопатки турбины турбинного двигателя, содержащая гнездо, образованное на поверхности контакта  
40 концевой бандажной полки, и жесткую пробку, устанавливаемую в гнездо и имеющую износостойкую внешнюю поверхность, при этом концевая бандажная полка входит в контакт с соседней концевой бандажной полкой при работе турбины у поверхности контакта, и поверхность контакта содержит Z-образную границу раздела, имеющую профиль приблизительно в виде буквы "Z", причем концевая бандажная полка  
45 дополнительно содержит срезающий зубец, который образует выступ, проходящий по середине верхней поверхности концевой бандажной полки, и Z-образная граница раздела включает в себя среднюю поверхность контакта, которая соответствует среднему участку профиля приблизительно в виде буквы "Z", при этом средняя  
50 поверхность контакта имеет по существу прямоугольную форму, которая по существу соответствует форме поперечного сечения срезающего зубца.

Предпочтительно, износостойкая внешняя поверхность содержит твердосплавной порошок на основе кобальта.

Предпочтительно, гнездо выфрезеровано на поверхности контакта, а пробка представляет собой пробку заданного размера, которая плотно устанавливается в гнездо.

Предпочтительно, гнездо открыто через нижнюю внутреннюю поверхность.

Предпочтительно, износостойкая внешняя поверхность по существу выровнена с поверхностью контакта после установки пробки в гнездо.

Предпочтительно, износостойкая внешняя поверхность остается слегка приподнятой над поверхностью контакта после установки пробки в гнездо.

Предпочтительно, высота гнезда приблизительно равна толщине концевой бандажной полки на верхней стороне контакта или на нижней стороне контакта.

Предпочтительно, пробка впаяна в гнездо с помощью твердого припоя.

Предпочтительно, износостойкая внешняя поверхность пробки расположена напротив второй износостойкой внешней поверхности второй пробки соседней концевой бандажной полки.

Техническим результатом заявленного изобретения является увеличение износостойкости элементов турбинного двигателя, увеличение срока службы турбинных компонентов и уменьшение трудозатрат и расходов на детали для ремонта турбин.

Далее настоящее изобретение будет описано более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 - вид сверху концевых бандажных полок лопаток турбины, установленных на ротор;

Фиг.2 - вид, иллюстрирующий пробку с износостойкой внешней поверхностью и гнездо в соответствии с предпочтительным вариантом выполнения настоящего изобретения;

Фиг.3 - вид, иллюстрирующий пластину с износостойкой внешней поверхностью, установленную на концевой бандажной полке, в соответствии с примером варианта выполнения настоящего изобретения;

Фиг.4 - вид, иллюстрирующий установочное отверстие через пластину и концевую бандажную полку в соответствии с примером варианта выполнения настоящего изобретения; и

Фиг.5 - вид, иллюстрирующий пластину с износостойкой внешней поверхностью с буртиком, установленным на концевую бандажную полку в соответствии с примером варианта выполнения настоящего изобретения.

Рассмотрим теперь чертежи, на которых одинаковыми ссылочными позициями обозначены идентичные элементы на нескольких видах, при этом на Фиг.1 показан вид сверху лопаток 100 турбины, смонтированных на роторе турбины (не показан). Лопатка 102 турбины может располагаться рядом с лопаткой 104 турбины. Как показано на виде сверху, каждая лопатка 100 турбины может иметь концевую бандажную полку 106. Передняя кромка концевой бандажной полки 106 лопатки 104 турбины может входить в контакт или может располагаться очень близко к задней кромке концевой бандажной полки 106 лопатки 102 турбины. Такая область контакта может называться стороной контакта или Z-образной границей 108 раздела. Как показано на Фиг.1, Z-образная граница 108 раздела может образовывать приблизительного "Z"-образный профиль между двумя кромками концевых бандажных полок 106. Для специалистов в данной области техники будет понятно, что использование лопатки 100 турбины и концевой бандажной полки 106 представляет собой только пример, и в альтернативных вариантах выполнения изобретения можно

использовать другие лопатки турбины и концевые бандажные полки другой конфигурации. Кроме того, использование границы раздела в форме буквы "Z" представляет собой только пример.

5 Лопатки 100 турбины также могут иметь срезающий зубец 110. Срезающий  
зубец 110 может проходить по всей длине до внешней поверхности (то есть верхней  
части) каждой из концевых бандажных полок 106. Срезающий зубец 110 может  
формировать выступ или острую выступающую часть вплоть до середины концевых  
10 бандажных полок 110. При работе срезающий зубец 110 может использоваться для  
формирования лабиринтного уплотнения с областью мягкого металла, закрепленного  
на неподвижных бандажных полках, прикрепленных к кожуху турбины.

Когда турбина находится в нерабочем "холодном" состоянии, на Z-образной  
границе 108 раздела может присутствовать узкое пространство между кромками  
15 соседних концевых бандажных полок 106. При работе турбины в "горячем" состоянии,  
в результате расширения металла лопатки турбины, зазор может сужаться, в  
результате чего кромки соседних концевых бандажных полок 106 входят в контакт. В  
других рабочих условиях, включая высокие скорости вращения турбины и  
соответствующую вибрацию, может происходить дополнительный контакт между  
20 соседними концевыми бандажными полками 106 даже тогда, когда зазор в Z-образной  
границе 108 раздела сохраняется при работе турбины. Контакт, возникающий на Z-  
образной границе 108 раздела между двумя концевыми бандажными полками 106,  
может быть наиболее сильным в среднем участке ножки буквы "Z", то есть участку,  
который пересекает срезающий зубец 110. Причины этого заключаются в  
25 расположении по центру этого участка и увеличенной площади ее поверхности по  
сравнению с другими участками буквы "Z".

На Фиг.2 показана поверхность или сторона 200 контакта в соответствии с  
примерным вариантом выполнения настоящего изобретения. Поскольку  
30 представленные здесь примерные варианты выполнения описаны в отношении "Z"-  
образной границы раздела между концевыми бандажными полками 106,  
поверхность 200 контакта также может называться Z-образной границей 108 раздела  
и, таким образом, может включать в себя три отрезка. Каждый из отрезков может  
соответствовать одному из участков буквы "Z". В соответствии с этим верхняя  
35 поверхность 202 контакта, которая может соответствовать верхнему участку "Z"-  
образной границы раздела, может иметь по существу прямоугольную форму с  
относительно коротким профилем. Нижняя контактная поверхность 204, которая  
может соответствовать нижнему участку "Z"-образной границы раздела, аналогично  
40 также может иметь по существу прямоугольную форму с относительно коротким  
профилем. Средняя поверхность 206 контакта может соответствовать участку Z-  
образной границе раздела. Средняя поверхность 206 контакта также может иметь по  
существу прямоугольную форму. Благодаря наличию срезающего зубца 110 средняя  
контактная поверхность 206 может быть выполнена относительно длинной по  
45 сравнению с верхней контактной поверхностью 202 и нижней контактной  
поверхностью 204. На внутренней стороне 208 средней контактной поверхности 206  
средняя контактная поверхность 206 может быть изогнута в направлении нижней  
контактной поверхности 204, образуя радиус 210 перехода между двумя  
50 поверхностями.

На Фиг.2 дополнительно показана пробка 211. Пробка 211 может представлять  
собой заранее образованную пробку с заданным размером, которая плотно  
устанавливается в гнездо 212, выфрезерованное в середине поверхности 206 контакта.

Пробка 211 может иметь износостойкую внешнюю поверхность 214, которая по существу выравнивается со средней поверхностью 206 контакта после установки пробки 211 в гнездо 212. Материал износостойкой внешней поверхности 214 может состоять из твердосплавного порошка на основе кобальта или других аналогичных материалов. В некоторых вариантах выполнения материал износостойкой внешней поверхности 214 может состоять из большой процентной доли твердосплавного порошка на основе кобальта и малой процентной доли порошка для плавки твердым припоем. Такие материалы позволяют эффективно противостоять физическим и тепловым напряжениям, ассоциированным с областью контакта между двумя соседними концевыми бандажными полками 106. Пробка 211 может полностью состоять из материала с износостойкой внешней поверхностью 214. В альтернативных вариантах выполнения может оказаться более экономичным выполнить остальную часть пробки 211 из другого материала, чем износостойкая внешняя поверхность 214.

Гнездо 212, как описано выше, может быть обработано механически до поверхности средней стороны 206 контакта. Как показано на чертеже, размер гнезда 212 может составлять приблизительно 25% от площади поверхности средней поверхности контакта, хотя такое процентное соотношение может быть значительно увеличено или уменьшено в зависимости от варианта применения. Как показано на Фиг.2, гнездо 212 может быть расположено в нижнем/внешнем квадранте средней поверхности 206 контакта. Хотя в альтернативных вариантах выполнения гнездо 212 может быть расположено в других областях средней контактной поверхности 206, расположение в нижнем/внешнем квадранте может обеспечить возможность для износостойкой внешней поверхности 214 поглощения значительного количества износа в результате контакта, который возникает между соседними концевыми бандажными полками 106. В некоторых альтернативных вариантах выполнения гнездо 212 может дополнительно проходить в направлении радиуса 210 перехода. В других альтернативных вариантах выполнения гнездо также может проходить вверх, в направлении к верхней кромке срезающего зубца 110. В некоторых вариантах, как показано на Фиг.2, высота гнезда 212 может равняться приблизительно толщине концевой бандажной полки 106 вдоль верхней поверхности 202 контакта и нижней поверхности 204 контакта.

Гнездо 212 также может открываться (то есть может быть доступно) через другую из его внутренних поверхностей. Например, как показано на чертеже, нижняя сторона гнезда 212 при механической обработке была образована сквозной и, таким образом, является открытой. Такая конструкция позволяет повысить эффективность процесса механической обработки для образования гнезда 212.

В некоторых альтернативных вариантах выполнения износостойкая внешняя поверхность 214 пробки 211 может оставаться немного приподнятой относительно средней поверхности 206 контакта после установки пробки 211 в гнездо 212. Незначительно приподнятое положение износостойкой внешней поверхности 214 может обеспечить возможность поглощения износостойкой внешней поверхностью 214 большего процента износа из-за физического контакта, который возникает между соседними концевыми бандажными полками 106, позволяя, таким образом, лучше защищать другие неулучшенные поверхности 200 контакта концевой бандажной полки.

При работе пробка 211 может быть установлена в гнездо 212 и закреплена на месте с помощью обычных способов, которые могут включать в себя процесс пайки твердым припоем. Поскольку лопатки 100 турбины обычно требуют конечной



тепловой обработки перед установкой, применение процессов пайки твердым припоем для крепления может быть эффективным, поскольку процесс пайки твердым припоем может быть выполнен совместно с тепловой обработкой так, что не потребуется дополнительный этап обработки. Пробка 211 может быть установлена на каждой из соседних концевых бандажных полок 106 (то есть на передней и задней кромках каждой из концевых бандажных полок 106) таким образом, что после установки пробки 211 располагаются напротив друг друга через Z-образную границу 108 раздела. Таким образом, при работе пробки 211 на соседних концевых насадках 106 будут по сути только контактировать друг с другом. В соответствии с этим после установки износостойкие внешние поверхности 214 расположенных рядом друг с другом концевых бандажных полок 106 могут поглощать большую часть износа во время контакта, который возникает между соседними бандажными полками 102 турбины, защищая, таким образом, другие (менее износостойчивые) поверхности контакта концевой бандажной полки 106.

В некоторых вариантах выполнения настоящего изобретения пробка 211 может быть извлечена и заменена новой пробкой 211 после определенного увеличенного износа во время работы. Таким образом, может быть увеличен срок использования лопатки 100 турбины и концевой бандажной полки 106. В частности, не потребуется заменять, в остальном, исправные лопатки 100 турбины или концевые бандажные полки из-за концентрированного износа на поверхностях 200 контакта концевой бандажной полки 106. Кроме того, пробка 211 может быть установлена на, в остальном, исправную лопатку 100 турбины, в которой произошел такой концентрированный износ на поверхностях 200 контакта. Таким образом, срок службы лопатки 100 турбины может быть увеличен.

Во время работы пробка 211 может эффективно удерживаться на месте благодаря конструкции гнезда 212, то есть конструкция гнезда позволяет эффективно обрабатывать физические напряжения, связанные с чрезвычайной высокой скоростью вращения турбины. Более конкретно, как показано на Фиг.2, конструкция гнезда и направление вращения ротора турбины могут обеспечивать прочное удержание пробки 211 относительно внутренней стенки гнезда 212. Таким образом, силы, возникающие при вращении, воздействующие на пробку 211 во время работы турбины, работают не на ее отрыв, но удерживают ее плотную подгонку относительно внутренней поверхности гнезда 212. Соединение, выполненное способом пайки твердым припоем, или другие способы крепления могут быть достаточными и могут эффективно использоваться для удержания пробки 211 на месте.

На Фиг.3 показан альтернативный вариант воплощения настоящего изобретения, который включает в себя пластину 300. Пластина 300 может представлять собой заранее образованную тонкую пластину с заданными размерами, которая закрепляется на средней поверхности 206 контакта концевой бандажной полки 106 и по существу закрывает ее. В альтернативных вариантах выполнения пластина 300 может иметь такие размеры, что она будет закрывать меньше, чем по существу всю среднюю поверхность 206 контакта. На другой своей поверхности (то есть на поверхности, которая после установки располагается напротив поверхности 200 контакта соседней концевой бандажной полки 106) пластина 300 может содержать износостойкую внешнюю поверхность 302. Материал износостойкой внешней поверхности 302 может содержать твердосплавной порошок на основе кобальта или другие аналогичные материалы. В некоторых вариантах выполнения материал

износостойкой внешней поверхности 302 может содержать большое процентное соотношение твердосплавного порошка на основе кобальта и малое процентное соотношение порошка для твердой пайки. Такие материалы могут эффективно противостоять физическим и тепловым напряжениям, связанным с областью контакта между двумя соседними концевыми бандажными полками 106. Пластина 300 может полностью состоять из материала, из которого выполнена износостойкая внешняя поверхность 302. В альтернативных вариантах, с точки зрения затрат, может быть целесообразным выполнить остальную часть пластины 300 из материала, отличного от материала износостойкой внешней поверхности 302.

Во время работы плоская внутренняя поверхность (не показана на Фиг.3) пластины 300 может быть закреплена на плоской поверхности средней поверхности 206 контакта с помощью обычных способов, которые могут включать в себя процесс пайки твердым припоем. Как описано выше, поскольку лопатки 100 турбины обычно требуют окончательной тепловой обработки перед установкой, применение процесса пайки твердым припоем для закрепления может быть эффективным, поскольку процесс пайки твердым припоем может быть выполнен в конфигурации с тепловой обработкой таким образом, что не потребуются какой-либо дополнительный этап обработки. Пластина 300 может быть установлена на каждой из соседних концевых бандажных полок 106 (то есть на передней и задних кромках каждой из концевых бандажных полок 106) таким образом, что после установки пластины 300 располагаются друг напротив друга на Z-образной границе 108 раздела. Таким образом, во время работы пластины 300 соседних концевых бандажных полок 106 по существу будут входить в контакт только друг с другом. В соответствии с этим после установки износостойкие внешние поверхности 302 соседних концевых бандажных полок 106 поглощают большую часть износа в результате контакта, который возникает между соседними бандажными полками 106 турбины, таким образом защищая внешние (менее износостойкие) поверхности контакта концевых бандажных полок 106.

В некоторых вариантах выполнения настоящего изобретения пластина 300 с износостойкой поверхностью может быть удалена и замещена новой пластиной 300 после определенной степени износа во время работы. Таким образом, может быть продлен срок службы лопатки 100 турбины и концевой бандажной полки 106. Другими словами, не потребуется заменять, в остальном, исправные лопатки 100 турбины или концевые бандажные полки из-за концентрированного износа на поверхностях 200 контакта с концевой бандажной полкой 106. Кроме того, пластина 300 может быть установлена на, в остальном, исправную лопатку 100 турбины, в которой произошел такой концентрированный износ на ее поверхностях 200 контакта. Таким образом, может быть продлен срок службы лопатки 100 турбины.

Во время работы пластина 300 может удерживаться на месте с помощью пайки твердым припоем (или с помощью аналогичного) уплотнения между плоской внутренней поверхностью пластины 300 и средней поверхностью 206 контакта концевой бандажной полки 106. Однако в некоторых случаях полезно было бы нарастить количество твердого припоя между двумя плоскими поверхностями. В таких случаях, как показано на Фиг.4, установочные отверстия 402 могут быть образованы через (или в и необязательно насквозь) среднюю поверхность 206 контакта пластины 300, так что два таких отверстия совмещаются после закрепления пластины 300 на средней поверхности 206 контакта. Штифт (не показан) может быть

затем вставлен в установочное отверстие 402 и закреплен в нем удобными способами, такими как пайка твердым припоем. Таким образом, соединение между пластиной 300 и средней поверхностью 206 контакта концевой бандажной полки 106 может быть улучшено таким образом, что оно будет лучше противостоять физическим

5

напряжениям, связанным с чрезвычайными скоростями вращения турбины. В других вариантах выполнения, как показано на Фиг.5, может использоваться пластина 500, которая имеет L-образную форму. Пластина 500 может быть выполнена аналогично пластине 300 и может иметь буртик 502. Буртик 502 может устанавливаться в канавку 504, которая выфрезерована на средней поверхности 206

10

15

20

контакта, как показано на чертеже, и может проходить вокруг нижней кромки средней поверхности 206 контакта. Таким образом, буртик 502 может соединяться с кромкой средней поверхности 206 контакта. Кроме того, в установленном положении буртик 502 может быть ориентирован так, что он будет противостоять силам, прикладываемым к пластине 500 в результате вращения турбины, так что буртик 502 может способствовать креплению пластины 500 на средней поверхности 206 контакта. То есть, например, силы вращения, воздействующие на пластину 500 при работе турбины, могут воздействовать так, что они будут удерживать буртик 502 в канавке 504, что помогает предотвратить отсоединение пластины 500. При этом соединение с помощью пайки твердым припоем, или другой аналогичный способ крепления, может быть достаточным для эффективного удержания пластины 500 на средней поверхности 206 контакта.

25

30

#### Формула изобретения

35

1. Система предотвращения износа концевой бандажной полки (106) лопатки (100) турбины турбинного двигателя, содержащая

гнездо (212), образованное на поверхности (200) контакта концевой бандажной полки (106), и

40

жесткую пробку (211), устанавливаемую в гнездо (212) и имеющую износостойкую внешнюю поверхность (214),

при этом концевая бандажная полка (106) входит в контакт с соседней концевой бандажной полкой (106) при работе турбины у поверхности (200) контакта, и

45

поверхность (200) контакта содержит Z-образную границу (108) раздела, имеющую профиль приблизительно в виде буквы "Z",

причем концевая бандажная полка (106) дополнительно содержит срезающий зубец (110), который образует выступ, проходящий по середине верхней поверхности концевой бандажной полки (106), и Z-образная граница (108) раздела включает в себя среднюю поверхность (206) контакта, которая соответствует среднему участку профиля приблизительно в виде буквы "Z", при этом средняя поверхность (206) контакта имеет, по существу, прямоугольную форму, которая, по существу, соответствует форме поперечного сечения срезающего зубца (110).

50

2. Система по п.1, в которой износостойкая внешняя поверхность (214) содержит твердосплавной порошок на основе кобальта.

3. Система по п.1, в которой гнездо (212) выфрезеровано на поверхности (200) контакта, а пробка (211) представляет собой пробку заданного размера, которая

5 плотно устанавливается в гнездо (212).

4. Система по п.3, в которой гнездо (212) открыто через нижнюю внутреннюю поверхность.

5. Система по п.1, в которой износостойкая внешняя поверхность (214), по

10 существу, выровнена с поверхностью (200) контакта после установки пробки (211) в гнездо (212).

6. Система по п.1, в которой износостойкая внешняя поверхность (214) остается слегка приподнятой над поверхностью (200) контакта после установки пробки (211) в

15 гнездо (212).

7. Система по п.1, в которой высота гнезда (212) приблизительно равна толщине концевой бандажной полки на верхней стороне контакта или на нижней стороне контакта.

8. Система по п.1, в которой пробка (211) впаяна в гнездо (212) с помощью

20 твердого припоя.

9. Система по п.1, в которой износостойкая внешняя поверхность (214) пробки (211) расположена напротив второй износостойкой внешней поверхности (214) второй пробки (211) соседней концевой бандажной полки (106).

25

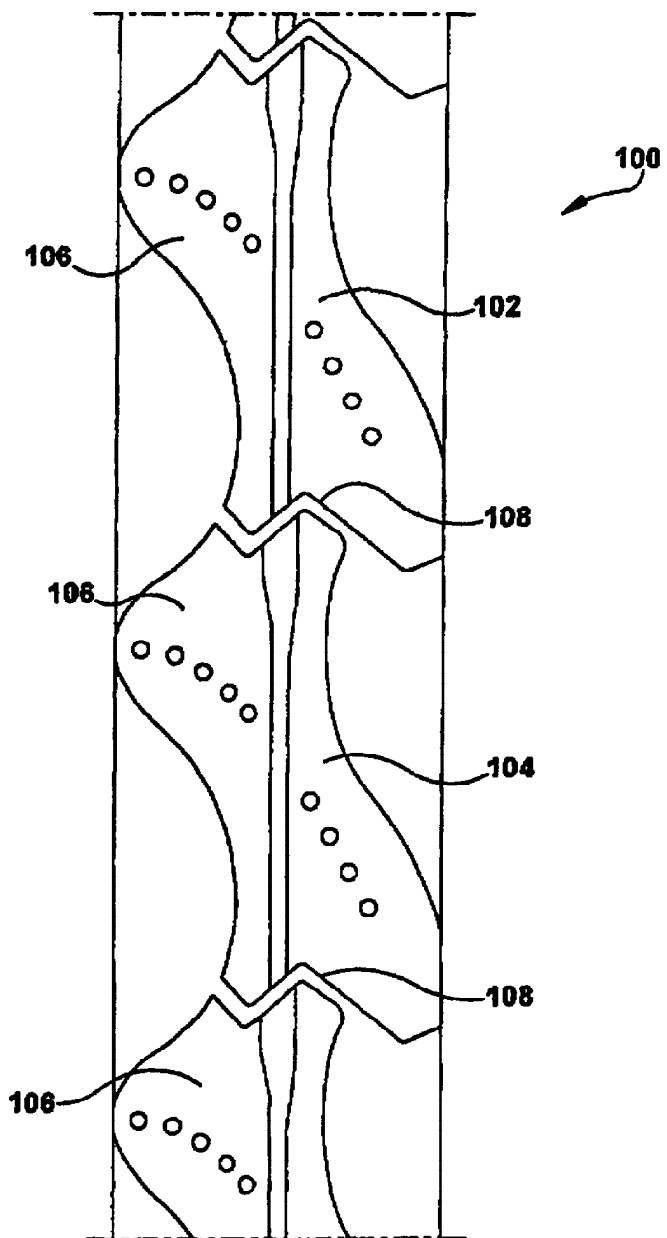
30

35

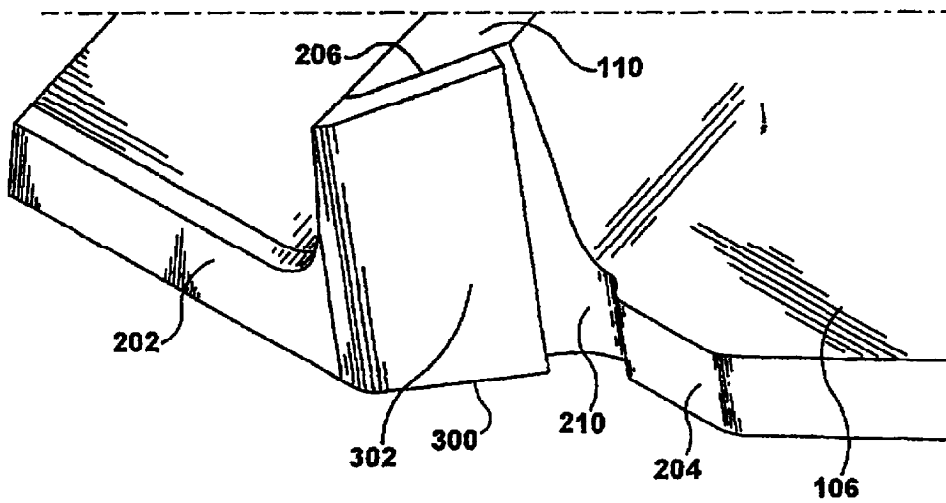
40

45

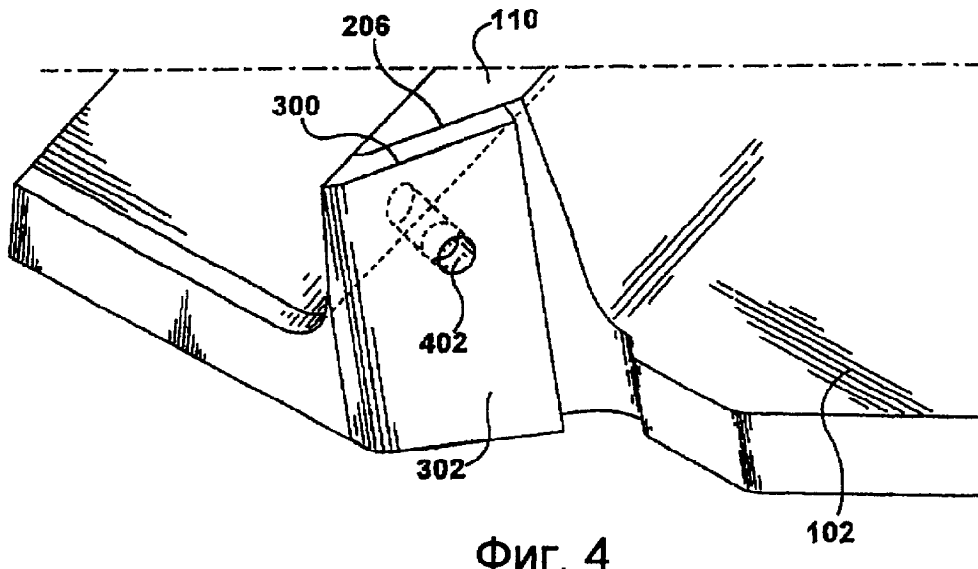
50



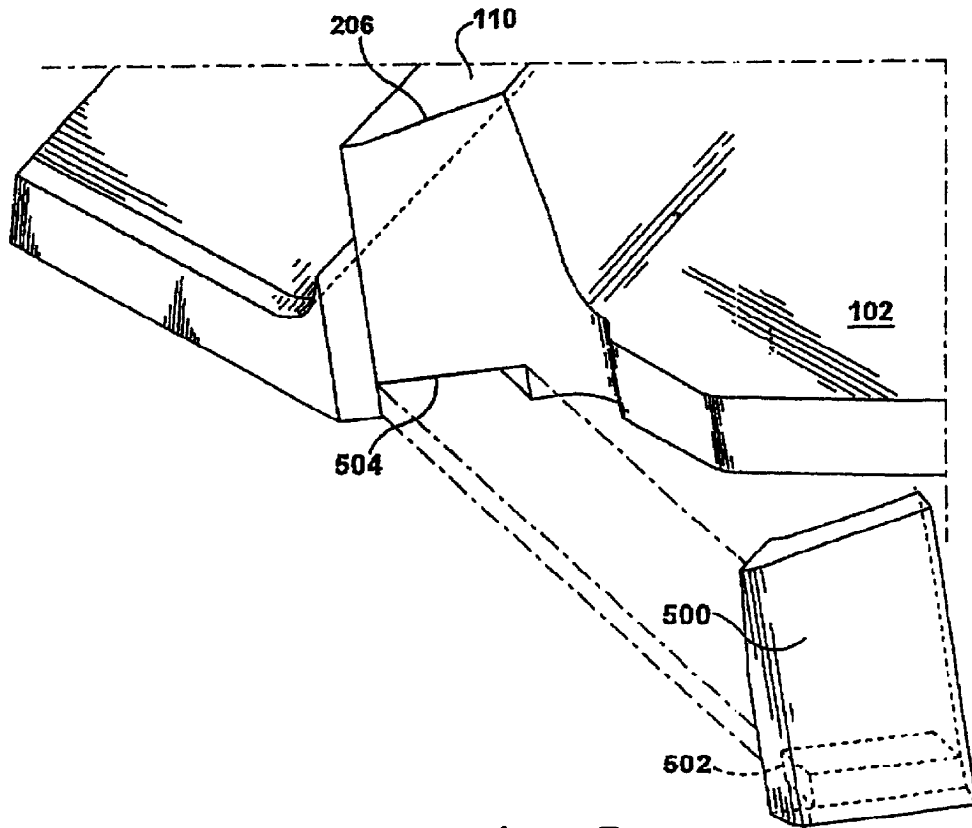
ФИГ. 1



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5