



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2006144869/06, 13.05.2005

(30) Конвенционный приоритет:
17.05.2004 US 60/571,701

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2008 Бюл. № 18

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
18.12.2006

(86) Заявка РСТ:
US 2005/016901 (13.05.2005)

(87) Публикация РСТ:
WO 2006/046969 (04.05.2006)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Г.Б. Егоровой, рег.№ 513

(71) Заявитель(и):

КАРДАРЕЛЛА Л. Джеймс Мл. (US)

(72) Автор(ы):

КАРДАРЕЛЛА Л. Джеймс Мл. (US)

(54) УПРОЧНЕНИЕ КОЖУХА ТУРБИНЫ В ГАЗОТУРБИННОМ РЕАКТИВНОМ ДВИГАТЕЛЕ

(57) Формула изобретения

1. Способ, при котором охватывают наружную круговую поверхность кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя внутренней круговой поверхностью усилительного кольца и прикладывают сжимающие по радиусу усилия к наружной круговой поверхности кожуха турбины по длине окружности внутренней круговой поверхности при помощи усилительного кольца, охватывающего кожух турбины.
2. Способ по п.1, при котором при приложении сжимающего по радиусу усилия выполняют горячую посадку с натягом внутренней круговой поверхности усилительного кольца к наружной круговой поверхности кожуха турбины.
3. Способ по п.1, при котором при приложении сжимающего по радиусу усилия выполняют посадку внутренней круговой поверхности усилительного кольца внутри углубления в наружной круговой поверхности кожуха турбины, причем углубление имеет форму, обеспечивающую закрепление усилительного кольца от смещения в направлении, продольном относительно кожуха турбины.
4. Способ по п.1, при котором кожух турбины окружает турбину, выполненную с возможностью вращения внутри кожуха турбина по оси вращения, при этом сжимающие по радиусу усилия направлены к центру, расположенному на оси вращения.
5. Способ по п.4, при котором кожух турбины имеет уплотнение, охватывающее края лопаток турбины, причем при приложении сжимающих по радиусу усилий определяют зазор между уплотнением и краями лопаток в пределах заданного диапазона значений.
6. Способ по п.5, при котором кожух турбины формируют из первого материала, а

усилительное кольцо формируют из второго материала, отличающегося от первого материала кожуха турбины, при этом второй материал имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем первый материал турбины.

7. Способ по п.5, при котором сжимающие по радиусу усилия, прилагаемые к наружной круговой поверхности кожуха турбины, образуют выемку в наружной круговой поверхности по длине окружности внутренней круговой поверхности усилительного кольца при повышении температуры кожуха турбины.

8. Способ по п.1, при котором дополнительно изменяют конструкцию двигателя для уменьшения зазора по краю лопатки по сравнению с зазором по краю лопатки двигателя при отсутствии приложения сжимающего по радиусу усилия.

9. Способ по п.1, при котором при приложении сжимающих по радиусу усилий обеспечивают при работе двигателя снижение, по меньшей мере, одного из: а) нарушения круглости кожуха турбины, б) удельного расхода топлива, в) зазора между внутренней поверхностью кожуха турбины и краями лопаток турбины, г) температуры выхлопных газов и д) загрязнения выхлопными газами.

10. Способ по п.1, при котором дополнительно охватывают вторую наружную круговую поверхность кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя второй внутренней круговой поверхностью второго усилительного кольца и

прикладывают сжимающие по радиусу усилия ко второй наружной круговой поверхности кожуха турбины по длине окружности второй внутренней круговой поверхности при помощи второго усилительного кольца, охватывающего кожух турбины.

11. Способ работы газотурбинного реактивного двигателя, при котором

вращают турбину в кожухе турбины по оси вращения и

прикладывают сжимающие по радиусу усилия к наружной круговой поверхности кожуха турбины при помощи усилительного кольца, охватывающего кожух турбины, причем сжимающие по радиусу усилия прикладывают по длине окружности внутренней круговой поверхности усилительного кольца и направляют к центру, расположенному на оси вращения.

12. Способ по п.11, при котором кожух турбины имеет уплотнение, охватывающее края лопаток турбины, причем при приложении сжимающего по радиусу усилия ограничивают зазор между уплотнением и краями лопаток в заданных пределах при вращении турбины в кожухе турбины.

13. Способ по п.11, при котором дополнительно обеспечивают рассеивание тепла от кожуха турбины при помощи усилительного кольца.

14. Способ по п.11, при котором дополнительно изменяют конструкцию двигателя для уменьшения зазора по краю лопатки по сравнению с зазором по краю лопатки двигателя, в котором не применяется сжимающее по радиусу усилие.

15. Способ по п.11, при котором при приложении сжимающих по радиусу усилий обеспечивают при работе двигателя снижение, по меньшей мере, одного из: а) нарушения круглости кожуха турбины, б) удельного расхода топлива, в) зазора между внутренней поверхностью кожуха турбины и краями лопаток турбины, г) температуры выхлопных газов и д) загрязнения выхлопными газами.

16. Способ по п.15, при котором кожух турбины формируют из первого материала, а усилительное кольцо формируют из второго материала, отличающегося от первого материала кожуха турбины, при этом второй материал имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем первый материал турбины.

17. Способ по п.11, при котором прикладывают сжимающие по радиусу усилия ко второй наружной круговой поверхности кожуха турбины при помощи второго усилительного кольца, охватывающего кожух турбины, при этом сжимающие по радиусу усилия прикладывают по длине окружности второй внутренней круговой поверхности второго усилительного кольца, причем они направлены к центру, расположенному на оси вращения.

18. Газотурбинный реактивный двигатель, содержащий кожух турбины, имеющий наружную круговую поверхность,

турбину, выполненную с возможностью вращения по оси вращения в кожухе турбины, и усилительное кольцо, имеющее внутреннюю круговую поверхность, выполненную с возможностью приложения сжимающих по радиусу усилий к наружной круговой поверхности кожуха турбины по длине окружности внутренней круговой поверхности.

19. Двигатель по п.18, в котором усилительное кольцо прикреплено к кожуху турбины горячей посадкой с натягом, в результате чего усилительное кольцо прикладывает сжимающие по радиусу усилия к наружной круговой поверхности кожуха турбины.

20. Двигатель по п.18, в котором наружная круговая поверхность кожуха турбины имеет углубление, в котором помещается усилительное кольцо и которое закрепляет усилительное кольцо для исключения его смещения в направлении, продольном к кожуху турбины.

21. Двигатель по п.18, в котором сжимающие по радиусу усилия направлены к центру, расположенному на оси вращения.

22. Двигатель по п.21, в котором турбина имеет лопатки турбины, каждая из которых на своем дальнем конце имеет край, при этом кожух турбины имеет внутреннюю круговую поверхность, которая имеет уплотнение, охватывающее края лопаток турбины, причем сжимающее по радиусу усилие, прилагаемое усилительным кольцом, ограничивает зазор между уплотнением и краями лопаток в заданных пределах.

23. Двигатель по п.21, в котором наружная круговая поверхность кожуха турбины имеет углубление, в котором помещается усилительное кольцо и которое закрепляет усилительное кольцо для исключения его смещения в направлении, продольном к кожуху турбины, причем углубление расположено в продольном местоположении, совпадающем с уплотнением на внутренней поверхности кожуха турбины.

24. Двигатель по п.18, в котором кожух турбины сформирован из первого материала, а усилительное кольцо сформировано из второго материала, отличающегося от первого материала кожуха турбины, при этом второй материал имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем первый материал кожуха турбины.

25. Двигатель по п.22, в котором усилительное кольцо обеспечивает изменение конструкции двигателя для уменьшения зазора по краю лопатки по сравнению с зазором по краю лопатки двигателя, в котором не применяется приложение сжимающего по радиусу усилия.

26. Двигатель по п.22, в котором усилительное кольцо обеспечивает при работе двигателя снижение, по меньшей мере, одного из: а) нарушения круглости кожуха турбины, б) удельного расхода топлива, в) зазора между внутренней поверхностью кожуха турбины и краями лопаток турбины, г) температуры выхлопных газов и д) загрязнения выхлопными газами.

27. Двигатель по п.18, в котором кожух турбины имеет вторую наружную круговую поверхность, причем двигатель дополнительно содержит второе усилительное кольцо, имеющее вторую внутреннюю круговую поверхность, выполненную с возможностью приложения сжимающих по радиусу усилий ко второй наружной круговой поверхности кожуха турбины по длине окружности второй внутренней круговой поверхности.

28. Способ, при котором

(а) выполняют механической обработкой, по меньшей мере, одно углубление по окружности в заданном местоположении в наружной поверхности кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя и

(б) осуществляют посадку усилительного кольца в каждом, по меньшей мере, одном углублении способом горячей посадки с натягом,

причем усилительное кольцо прикладывает сжимающее по окружности усилие к кожуху турбины.

29. Способ по п.28, при котором при осуществлении посадки дополнительно нагревают усилительное кольцо для увеличения первого внутреннего диаметра усилительного кольца до второго внутреннего диаметра, который превышает наружный диаметр, по меньшей мере, одного углубления при температуре окружающей среды, размещают усилительное кольцо в, по меньшей мере, одном углублении и обеспечивают усилительному кольцу остывание до температуры окружающей среды, в

результате чего усилительное кольцо уменьшается со второго внутреннего диаметра до первого внутреннего диаметра против сопротивления со стороны наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления, вследствие чего происходит горячая посадка с натягом.

30. Способ по п.28, при котором при осуществлении посадки дополнительно охлаждают кожух турбины для уменьшения первого наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления до второго наружного диаметра, который меньше внутреннего диаметра усилительного кольца при температуре окружающей среды,

размещают усилительное кольцо в, по меньшей мере, одном углублении и обеспечивают кожуху турбины нагревание до температуры окружающей среды, в результате чего, по меньшей мере, одно углубление увеличивается со второго наружного диаметра до первого наружного диаметра против сопротивления со стороны внутреннего диаметра усилительного кольца, вследствие чего происходит горячая посадка с натягом.

31. Способ по п.28, при котором при осуществлении посадки дополнительно нагревают усилительное кольцо для увеличения первого внутреннего диаметра усилительного кольца до второго внутреннего диаметра,

охлаждают кожух турбины для уменьшения первого наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления до второго наружного диаметра, который меньше второго диаметра усилительного кольца,

размещают усилительное кольцо в, по меньшей мере, одном углублении, обеспечивают усилительному кольцу остывание до температуры окружающей среды и обеспечивают кожуху турбины нагревание до температуры окружающей среды, причем усилительное кольцо уменьшается со второго внутреннего диаметра до первого внутреннего диаметра, а, по меньшей мере, одно углубление увеличивается со второго наружного диаметра до первого наружного диаметра, в результате чего происходит горячая посадка с натягом.

32. Способ по п.28, при котором при механической обработке дополнительно осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины в местоположении, совпадающем с лабиринтным уплотнением на внутренней поверхности кожуха турбины.

33. Способ по п.28, при котором при механической обработке дополнительно осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины в местоположении, совпадающем с участком перегрева кожуха турбины.

34. Способ по п.28, при котором дополнительно осуществляют механическую обработку усилительного кольца до заданной формы, соответствующей форме, по меньшей мере, одного углубления.

35. Способ по п.34, при котором при механической обработке углубления осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в заданном местоположении в наружной поверхности кожуха турбины с обратной конусностью, а при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку усилительного кольца на внутреннем диаметре для соответствия обратной конусности, по меньшей мере, одного углубления.

36. Способ по п.34, при котором при механической обработке углубления осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в заданном местоположении в наружной поверхности кожуха турбины с клиновидной формой, а при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку усилительного кольца на внутреннем диаметре для соответствия клиновидной форме, по меньшей мере, одного углубления.

37. Способ по п.34, при котором при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку верхней поверхности усилительного кольца, в результате чего осуществляют посадку усилительного кольца в, по меньшей мере, одном углублении, причем верхнюю поверхность усилительного кольца выравнивают с наружной поверхностью кожуха турбины.

38. Способ по п.34, при котором при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку усилительного кольца из никелевого сверхпрочного

сплава.

39. Способ по п.34, при котором при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку усилительного кольца из материала, который отличается от материала кожуха турбины, при этом материал усилительного кольца имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем материал кожуха турбины.

40. Способ по п.34, при котором при механической обработке углубления осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления в наружной поверхности кожуха турбины в первом направлении, причем множество проточек формируют и располагают на наружной поверхности в первом направлении, а при механической обработке усилительного кольца осуществляют механическую обработку внутренней поверхности усилительного кольца во втором направлении, причем множество проточек формируют и располагают на внутренней поверхности во втором направлении, при этом если выполняют совместную посадку наружной поверхности, по меньшей мере, одного углубления и внутренней поверхности усилительного кольца, то множество проточек на наружной поверхности, по меньшей мере, одного углубления и множество проточек на внутренней поверхности усилительного кольца располагают в виде взаимно пересекающейся штриховки, тем самым увеличивая силы трения между, по меньшей мере, одним углублением и усилительным кольцом и снижая возможность проскальзывания усилительного кольца в, по меньшей мере, одном углублении.

41. Устройство для использования в газотурбинном реактивном двигателе, содержащее кожух турбины, имеющий наружную поверхность, которая образует, по меньшей мере, одно углубление, выполненное по окружности механической обработкой в наружной поверхности кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя в заданном местоположении, и

усилительное кольцо, установленное посадкой в каждом, по меньшей мере, одном углублении при помощи горячей посадки с натягом,

причем усилительное кольцо прикладывает сжимающее по окружности усилие к кожуху турбины.

42. Устройство по п.41, дополнительно содержащее средство для нагревания усилительного кольца, осуществляемого для увеличения первого внутреннего диаметра усилительного кольца до второго внутреннего диаметра, который превышает наружный диаметр, по меньшей мере, одного углубления при температуре окружающей среды, причем устройство выполнено с возможностью охлаждения усилительного кольца до температуры окружающей среды после его установки в, по меньшей мере, одном углублении, вызывающего уменьшение диаметра усилительного кольца от второго внутреннего диаметра к первому внутреннему диаметру против сопротивления наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления и обеспечивающего горячую посадку с натягом.

43. Устройство по п.41, дополнительно содержащее средство для охлаждения кожуха турбины, выполняемого для уменьшения первого наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления до второго наружного диаметра, который меньше внутреннего диаметра усилительного кольца при температуре окружающей среды, причем устройство выполнено с возможностью нагревания кожуха до температуры окружающей среды после установки усилительного кольца в, по меньшей мере, одном углублении, вызывающего увеличение, по меньшей мере, одного углубления от второго наружного диаметра к первому наружному диаметру против сопротивления внутреннего диаметра усилительного кольца и обеспечивающего горячую посадку с натягом.

44. Устройство по п.41, дополнительно содержащее средство для нагревания усилительного кольца, осуществляемого для увеличения первого внутреннего диаметра усилительного кольца до второго внутреннего диаметра, и средство для охлаждения кожуха турбины, осуществляемого для уменьшения первого наружного диаметра, по меньшей мере, одного углубления до второго наружного диаметра, который меньше второго диаметра усилительного кольца, причем устройство выполнено с возможностью охлаждения усилительного кольца до температуры окружающей среды и нагревания кожуха до температуры окружающей среды после установки усилительного

кольца в, по меньшей мере, одном углублении, вызывающего уменьшение усилительного кольца от второго внутреннего диаметра к первому внутреннему диаметру и увеличение, по меньшей мере, одного углубления второго наружного диаметра к первому наружному диаметру и обеспечивающего горячую посадку с натягом.

45. Устройство по п.41, в котором заданное местоположение для круговой механической обработки, по меньшей мере, одного углубления в наружной поверхности кожуха турбины является местоположением, совпадающим с лабиринтным уплотнением на внутренней поверхности кожуха турбины.

46. Устройство по п.41, в котором заданное местоположение для круговой механической обработки, по меньшей мере, одного углубления в наружной поверхности кожуха турбины является местоположением, совпадающим с участком перегрева кожуха турбины.

47. Устройство по п.41, в котором усилительное кольцо дополнительно имеет заданную форму, выполненную механической обработкой для соответствия форме, по меньшей мере, одного углубления.

48. Устройство по п.41, в котором углубление имеет обратную конусность, выполненную механической обработкой в, по меньшей мере, одном углублении, и усилительное кольцо имеет соответствующую обратную конусность, выполненную механической обработкой на внутреннем диаметре усилительного кольца.

49. Устройство по п.41, дополнительно содержащее клиновидную форму, выполненную механической обработкой в, по меньшей мере, одном углублении, и соответствующую клиновидную форму, выполненную механической обработкой на внутреннем диаметре усилительного кольца.

50. Устройство по п.41, в котором усилительное кольцо дополнительно содержит верхнюю поверхность усилительного кольца, подвергнутую такой механической обработке, в результате которой, если осуществляется посадка усилительного кольца в, по меньшей мере, одном углублении, верхняя поверхность усилительного кольца находится вровень с наружной поверхностью кожуха турбины.

51. Устройство по п.41, в котором усилительное кольцо выполнено механической обработкой из никелевого сверхпрочного сплава.

52. Устройство по п.41, в котором усилительное кольцо выполнено механической обработкой материала, который отличается от материала кожуха турбины, при этом материал имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем материал кожуха турбины.

53. Устройство по п.41, в котором, по меньшей мере, одно углубление кожуха турбины имеет выполненную механической обработкой наружную поверхность, имеющую множество проточек, расположенных в первом направлении на выполненной механической обработкой наружной поверхности, по меньшей мере, одного углубления, а

усилительное кольцо имеет выполненную механической обработкой внутреннюю поверхность, имеющую множество проточек, расположенных во втором направлении на выполненной механической обработкой внутренней поверхности усилительного кольца, причем при выполнении совместной посадки наружной поверхности, по меньшей мере, одного углубления и внутренней поверхности усилительного кольца множество проточек на наружной поверхности, по меньшей мере, одного углубления и множество проточек на внутренней поверхности усилительного кольца располагаются в виде взаимно пересекающейся штриховки, тем самым увеличивая силы трения между, по меньшей мере, одним углублением и усилительным кольцом и снижая вероятность проскальзывания усилительного кольца в, по меньшей мере, одном углублении.

54. Способ, при котором

а) выполняют механической обработкой, по меньшей мере, одно углубление по окружности в заданном местоположении в наружной поверхности кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя,

б) осуществляют посадку усилительного кольца в каждом, по меньшей мере, одном углублении, при этом усилительное кольцо имеет первый конец и второй конец,

в) соединяют первый конец и второй конец усилительного кольца с исполнительным

механизмом и

г) приводят в действие исполнительный механизм, стягивая вместе первый и второй концы усилительного кольца,

причем усилительное кольцо прикладывает сжимающее по окружности усилие к кожуху турбины.

55. Способ по п.54, при котором при механической обработке дополнительно осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины в местоположении, совпадающем с лабиринтным уплотнением на внутренней поверхности кожуха турбины.

56. Способ по п.54, при котором при механической обработке дополнительно осуществляют механическую обработку, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины в местоположении, совпадающем с участком перегрева кожуха турбины.

57. Способ по п.54, при котором дополнительно осуществляют механическую обработку усилительного кольца для придания ему формы, соответствующей форме, по меньшей мере, одного углубления.

58. Способ по п.54, при котором дополнительно осуществляют механическую обработку усилительного кольца из никелевого сверхпрочного сплава.

59. Способ по п.54, при котором дополнительно осуществляют механическую обработку усилительного кольца из материала, который отличается от материала кожуха турбины, причем материал усилительного кольца имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем материал кожуха турбины.

60. Способ по п.54, при котором дополнительно подключают регулятор к исполнительному механизму через электрическое соединение, принимают в регуляторе множество показаний температуры от множества температурных датчиков, расположенных вблизи усилительного кольца, и обрабатывают регулятором множество показаний температуры для определения, на сколько необходимо стянуть первый и второй концы усилительного кольца исполнительным механизмом для приложения заданного сжимающего по окружности усилия к кожуху турбины.

61. Способ по п.54, при котором используют усилительное кольцо, являющееся одним из кольца круглого сечения, цепного многосегментного кольца и полосы неметаллического материала.

62. Устройство для использования в газотурбинном реактивном двигателе, содержащее кожух турбины, имеющий наружную поверхность, которая образует, по меньшей мере, одно углубление, выполненное механической обработкой по окружности в наружной поверхности кожуха турбины газотурбинного реактивного двигателя в заданном местоположении,

усилительное кольцо, посаженное в каждом, по меньшей мере, одном углублении, причем усилительное кольцо имеет первый конец и второй конец, и исполнительный механизм, причем первый и второй концы соединены с исполнительным механизмом, который, в действии, выполнен с возможностью стягивания вместе первого и второго концов,

причем усилительное кольцо прикладывает сжимающее по окружности усилие к кожуху турбины.

63. Устройство по п.62, в котором кожух турбины имеет внутреннюю поверхность и лабиринтное уплотнение на внутренней поверхности, причем заданное местоположение для механической обработки, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины является местоположением, совпадающим с лабиринтным уплотнением на внутренней поверхности кожуха турбины.

64. Устройство по п.62, в котором кожух турбины имеет участок перегрева, причем заданное местоположение для механической обработки, по меньшей мере, одного углубления по окружности в наружной поверхности кожуха турбины находится в местоположении, совпадающем с участком перегрева кожуха турбины.

65. Устройство по п.62, в котором усилительное кольцо имеет заданную форму,

соответствующую форме, по меньшей мере, одного углубления.

66. Устройство по п.62, в котором усилительное кольцо выполнено механической обработкой из никелевого сверхпрочного сплава.

67. Устройство по п.62, в котором усилительное кольцо выполнено механической обработкой из материала, отличающегося от материала кожуха турбины, причем материал усилительного кольца имеет более низкий коэффициент теплового расширения, чем материал кожуха турбины.

68. Устройство по п.62, дополнительно содержащее регулятор, подключенный к исполнительному механизму через электрическое соединение, и

множество температурных датчиков, расположенных вблизи усилительного кольца, причем регулятор выполнен с возможностью принятия множества показаний температуры от множества температурных датчиков,

при этом регулятор выполнен с возможностью обработки множества показаний температуры для определения того, на сколько нужно стянуть вместе первый и второй концы усилительного кольца исполнительным механизмом для приложения заданного сжимающего по окружности усилия к кожуху турбины.

69. Устройство по п.62, в котором усилительное кольцо является одним из: кольца круглого сечения, цепного многосегментного кольца и полосы неметаллического материала.