



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2007117687/06**, 11.05.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**11.05.2007**

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
**12.05.2006 FR 0651712**(43) Дата публикации заявки: **20.11.2008** Бюл. № 32(45) Опубликовано: **27.09.2011** Бюл. № 27(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **EP 0695856 A1**, 07.02.1996. **US 5271718 A**,  
**21.12.1993**. **US 3610772 A**, 05.10.1971. **US**  
**4940389 A**, 10.07.1990. **SU 1460430 A1**,  
**23.02.1989**. **US 5919032 A**, 06.07.1999.

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,  
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

**ОБЭН Стефан Ив (FR),  
ЖЮЛЛИО Стефан (FR)**

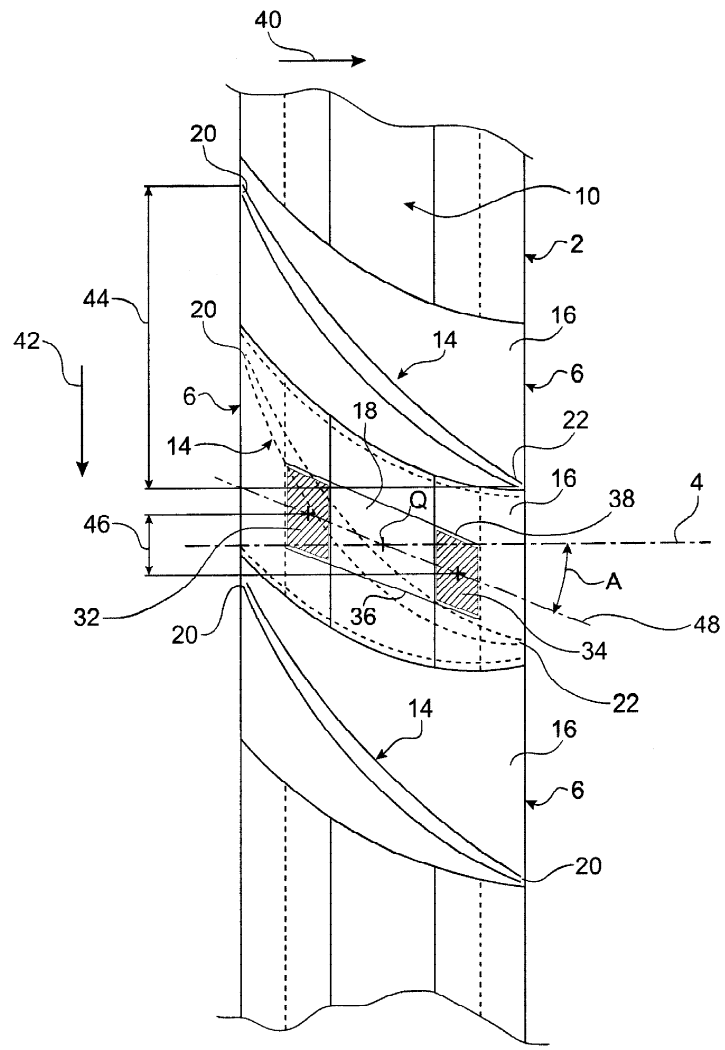
(73) Патентообладатель(и):

**СНЕКМА (FR)****(54) СИСТЕМА ДЛЯ КОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА,  
СОДЕРЖАЩАЯ ЛОПАТКИ С МОЛОТКООБРАЗНЫМ УЗЛОМ КРЕПЛЕНИЯ И НАКЛОННОЙ  
КОРНЕВОЙ ЧАСТЬЮ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к системе диск/лопатки для компрессора двигателя летательного аппарата, может быть использована для компрессора высокого давления или для компрессора низкого давления и обеспечивает при ее использовании равномерность интенсивности механических напряжений, возникающих на уровне опорных поверхностей и стоек. Система содержит диск (2) и множество лопаток (6) с молоткообразным узлом крепления, причем каждая лопатка включает корневую часть лопатки, снабженную передней по потоку опорной поверхностью (32), расположенной на уровне стороны передней кромки лопасти лопатки, а также задней по потоку опорной

поверхностью (34), расположенной на уровне стороны задней кромки этой лопасти лопатки, причем диск снабжен окружной канавкой (10), в которой корневая часть (8) каждой из множества лопаток (6) удерживается при помощи опорных поверхностей. В соответствии с данной группой изобретений для каждой из лопаток (6) задняя по потоку опорная поверхность (34) смещена в окружном направлении по отношению к передней по потоку опорной поверхности (32) вдоль заданного направления смещения (42), соответствующего направлению смещения между задней кромкой (22) и передней кромкой (20) лопасти этой лопатки. 3 н. и 6 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**F04D 29/34** (2006.01)

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2007117687/06, 11.05.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**11.05.2007**

Priority:

(30) Priority:  
**12.05.2006 FR 0651712**

(43) Application published: **20.11.2008 Bull. 32**

(45) Date of publication: **27.09.2011 Bull. 27**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**OBEhN Stefan Iv (FR),  
ZhJuLLIO Stefan (FR)**

(73) Proprietor(s):

**SNEKMA (FR)**

## (54) AIRCRAFT ENGINE COMPRESSOR SYSTEM WITH VANES THAT HAVE HAMMER-LIKE ATTACHMENT AND INCLINED ROOT SECTION

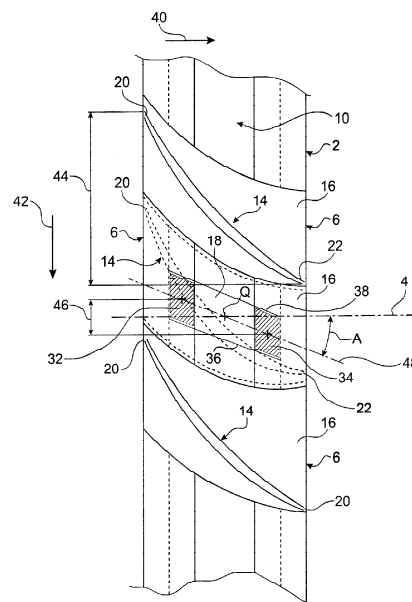
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: proposed system comprises disk 2 and multiple vanes 6 with hammer-like attachment. Note here that every vane comprises root section provided with front support surface 32 arranged at the level of vane front edge, and rear support surface 34 arranged at the level of vane rear edge. Note also that disk is furnished with circular groove 10 wherein vane root section 8 is retained by said support surfaces. In compliance with this invention, rear support surface 34 in every vane 6 is shifted in circular direction relative to front support surface 32 along preset shift direction 42 corresponding to direction of shift between rear edge 22 and front edge 20.

EFFECT: uniform intensity of strains originating level with support surfaces and posts.

3 cl, 4 dwg



Фиг. 3

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится в целом к системе диск/лопатки для компрессора двигателя летательного аппарата, содержащей диск и множество лопаток с молоткообразным узлом крепления, установленных на этом диске, и, более  
5 конкретно, в окружной канавке этого диска.

Предпочтительно изобретение может быть использовано для компрессора высокого давления двигателя летательного аппарата типа турбореактивного двигателя или турбовинтового двигателя и, еще более предпочтительно, для задних  
10 ступеней этого компрессора. Однако предлагаемое изобретение также может быть использовано и для компрессора низкого давления, не выходя при этом за рамки данного изобретения.

Предлагаемое изобретение также относится к компрессору двигателя летательного аппарата, а именно к компрессору высокого давления или к компрессору низкого  
15 давления, оборудованному по меньшей мере одной такой системой диск/лопатки, а также к двигателю летательного аппарата, снабженному по меньшей мере одним таким компрессором.

## ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Из предшествующего уровня техники по существу известна система диск/лопатки, предназначенная для компрессора двигателя летательного аппарата и содержащая диск, а также множество лопаток с молоткообразным узлом крепления,  
установленных на этом диске, в которой каждая лопатка содержит располагающиеся  
25 последовательно в радиальном направлении, если смотреть снаружи внутрь, лопасть лопатки, платформу, стойку и корневую часть лопатки, снабженную передней по потоку опорной поверхностью, располагающейся на уровне стороны передней кромки лопасти лопатки, а также задней по потоку опорной поверхностью, располагающейся на уровне стороны задней кромки этой лопасти лопатки.

Кроме того, диск снабжен окружной канавкой, в которой удерживается корневая часть каждой из лопаток посредством опорных поверхностей, опирающихся на эту  
30 окружную канавку, предусмотренную для удержания лопаток. Таким образом, это позволяет удерживать лопатки в радиальном направлении наружу по отношению к диску, в котором размещаются корневые части лопаток.

В реализациях, известных из существующего уровня техники, было отмечено, что интенсивность механических напряжений, возникающих на уровне опорных  
35 поверхностей и стоек, оказывалась предельно неравномерной, что вполне очевидно связано с проблемами конструирования.

## КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩЕСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Технической задачей данного изобретения является создание системы, образованной диском и лопатками, имеющими молоткообразный узел крепления, и  
40 позволяющей устранить упомянутые выше проблемы, свойственные существующему уровню техники.

Для решения этой технической задачи предложена система диск/лопатки для компрессора двигателя летательного аппарата, содержащая диск, а также множество лопаток с молоткообразным узлом крепления, установленных на этом диске, причем  
45 каждая лопатка содержит располагающиеся последовательно в радиальном направлении, если смотреть снаружи внутрь, лопасть лопатки, содержащую переднюю кромку и заднюю кромку, смещенную в окружном направлении от передней кромки в соответствии с заданным направлением смещения, платформу, стойку и корневую часть лопатки, снабженную передней по потоку опорной  
50

поверхностью, располагающейся на уровне стороны передней кромки лопасти лопатки, а также задней по потоку опорной поверхностью, располагающейся на уровне стороны задней кромки этой лопасти лопатки, причем диск снабжен окружной канавкой, в которой корневая часть каждой из множества лопаток удерживается при помощи опорных поверхностей, опирающихся в эту окружную канавку. В соответствии с предлагаемым изобретением для каждой из множества лопаток задняя по потоку опорная поверхность смещена в окружном направлении по отношению к передней по потоку опорной поверхности в направлении упомянутого заданного направления смещения.

В соответствии с настоящим изобретением предлагается предпочтительным образом модифицировать используемые до настоящего времени геометрические характеристики корневых частей лопаток, причем эта модификация состоит в продлении каждой корневой части параллельно центральной оси диска, проходящей от ее передней по потоку опорной поверхности к ее задней по потоку опорной поверхности. Действительно, в предлагаемой конфигурации, где задняя по потоку опорная поверхность корневой части лопатки смещена в окружном направлении по отношению к ее передней по потоку опорной поверхности вдоль заданного направления смещения, соответствующего направлению смещения задней кромки лопасти этой лопатки по отношению к ее передней кромке, предпочтительное следствие этого смещения заключается в том, что корневая часть лопатки и связанная с ней стойка следуют по существу профилю лопасти лопатки. Другими словами, при виде сверху на данную лопатку величина пересечения между корневой частью лопатки и лопастью этой лопатки существенно возрастает по отношению к величине этого пересечения в известных лопатках, где эта величина остается относительно малой по соображениям малой совместимости между ориентацией корневой части лопатки вдоль центральной оси диска и геометрическими характеристиками профилированной лопасти лопатки.

Это позволяет обеспечить лучшую однородность и интенсивности механических напряжений, возникающих на уровне опорных поверхностей и стойки, что предпочтительным образом существенно снижает трудности конструирования, встречавшиеся в предшествующем уровне техники.

Кроме того, эта специфическая особенность позволяет также рассматривать увеличение протяженности опорных поверхностей в окружном направлении и обеспечить, таким образом, наилучшее удержание лопаток, а также снижение давлений расплющивания.

Здесь следует отметить, что система в соответствии с предлагаемым изобретением предпочтительно разработана таким образом, что передняя и задняя опорные поверхности одной и той же лопатки частично "перекрывают" одна другую в окружном направлении на виде по центральной оси соответствующего диска.

Предпочтительно каждая из множества лопаток сконструирована таким образом, что на виде сверху главное направление, вдоль которого проходит корневая часть лопатки от своей передней по потоку опорной поверхности к своей задней по потоку опорной поверхности, смещено от центральной оси диска на некоторый угол А, величина которого находится в диапазоне от 0,5° до 10° и составляет, например, около 3°. Это позволяет одновременно обеспечить вполне удовлетворительную однородность интенсивности механических напряжений, возникающих на уровне опорных поверхностей и стойки, а также однородность возникающих давлений расплющивания.

Предпочтительно для каждой из множества лопаток корневая часть лопатки обладает двумя противоположными концевыми окружными поверхностями, выполненными по одну и по другую стороны от ее опорных поверхностей, причем каждая из этих окружных концевых поверхностей имеет по существу плоскую форму.

Альтернативным образом, эти поверхности могут иметь по существу вогнутую форму, что позволяет рассматривать существенное увеличение их протяженности и, соответственно, улучшение условий удержания лопатки, а также распределения давлений расплющивания, не затрагивая при этом значительным и неблагоприятным образом общую массу лопатки. Действительно, при использовании геометрии последнего типа корневая часть лопатки и, в случае необходимости, связанная с ней стойка имеют форму осиной талии, предполагая, что ее центральный участок представляет некоторую длину в окружном направлении, меньшую, чем длина двух осевых концевых участков, располагающихся по одну и по другую стороны от упомянутого выше центрального участка, в осевом направлении диска, и включая, соответственно, переднюю по потоку опорную поверхность и заднюю по потоку опорную поверхность.

И, наконец, можно предусмотреть, чтобы каждая из множества лопаток была сконструирована таким образом, чтобы на виде сверху, взятом по отношению к этой лопатке, барицентр или центр тяжести передней и задней по потоку опорных поверхностей корневой части лопатки, рассматриваемых на этом виде, формировал центр существующей центральной симметрии для передней и задней по потоку опорных поверхностей.

Объектом предлагаемого изобретения также является компрессор двигателя летательного аппарата, снабженный по меньшей мере одной такой системой диск/лопатки, предпочтительно предусмотренной для формирования, по меньшей мере частично, задней ступени этого компрессора, в частности компрессора высокого давления.

И, наконец, объектом предлагаемого изобретения является также двигатель летательного аппарата, например турбореактивный двигатель, содержащий по меньшей мере один такой компрессор.

Другие характеристики и преимущества предлагаемого изобретения будут лучше поняты из приведенного ниже и не являющегося ограничительным описания способа его реализации.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

В приведенном ниже описании будут даваться ссылки на приведенные чертежи, на которых:

Фиг.1 изображает вид в разрезе системы диск/лопатки с молоткообразным узлом крепления для компрессора двигателя летательного аппарата в соответствии с предпочтительным способом реализации предлагаемого изобретения;

Фиг.2 - общий вид одной из лопаток с молоткообразным узлом крепления, составляющей неотъемлемую часть системы, показанной на фиг.1, согласно изобретению;

Фиг.3 - частичный вид сверху системы диск/лопатки по отношению к одной лопатке системы согласно изобретению;

Фиг.4 - частичный вид сверху системы диск/лопатки, в соответствии с другим предпочтительным вариантом реализации предлагаемого изобретения, по отношению к одной лопатке системы.

#### ПОДРОБНОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ

## РЕАЛИЗАЦИИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг.1 представлена система 1 диск/лопатки для компрессора высокого давления двигателя летательного аппарата, например турбореактивного двигателя, причем система 1 предпочтительно предназначена для образования части одной из задних ступеней этого компрессора высокого давления и представляет предпочтительный способ реализации предлагаемого изобретения.

Система содержит диск 2, имеющий центральную ось 4, соответствующую продольной оси турбореактивного двигателя. На уровне своего радиального окружного конца диск 2 несет на себе множество лопаток 6 с так называемым молоткообразным узлом крепления, которые распределены в угловом отношении вокруг центральной оси 4. Эти лопатки 6 с молоткообразным узлом крепления обладают специфической особенностью, которая заключается в том, что они содержат корневую часть 8, предназначенную для ее размещения в окружной канавке 10 диска 2. Окружная канавка диска располагается на уровне радиального конца диска 2 и является открытой в радиальном направлении в наружную сторону. Окружная канавка 10 представляет расширяющуюся выемку, позволяющую вводить корневую часть каждой лопатки в эту канавку, причем лопатки затем перемещаются в окружном направлении внутри канавки 10. И, наконец, после того как вся совокупность лопаток была введена в канавку и каждая лопатка была установлена на предназначенном для нее месте внутри этой окружной канавки 10, небольшие молоткообразные элементы (не показаны) могут быть вставлены в эту канавку для обеспечения удержания системы лопаток. Как видно на фиг.1, окружная канавка 10 представляет в целом С-образную форму, открывающуюся в радиальном направлении наружу и позволяющую пропустить между двумя концами ее С-образной формы стойку лопатки, как это будет описано ниже.

Действительно, каждая лопатка 6 содержит располагающиеся последовательно, если смотреть в радиальном направлении снаружи внутрь, обозначенном стрелкой 12 (фиг.1), лопасть 14, платформу 16, стойку 18 и, наконец, упомянутую выше корневую часть лопатки 8. В этом контексте следует отметить, что лопасть лопатки классическим образом содержит переднюю кромку 20 и заднюю кромку 22, причем задняя кромка 22 смещена в окружном направлении диска по отношению к передней кромке 20 в заданном направлении смещения, представляющем собой функцию профиля этой лопасти. Затем, упомянутая платформа имеет окружную длину, существенно более значительную, чем окружная длина лопасти 14, которую эта платформа поддерживает, и предпочтительно предназначена для расположения в непосредственной близости к платформам двух смежных с ней лопаток 6 данной системы. Таким образом, в том случае когда система лопаток установлена внутри канавки 10, платформы 16 этих лопаток образуют по существу круговой венец, центрированный относительно оси 4.

Стойка 18 имеет размеры, по существу несколько уменьшенные по сравнению с размерами платформы, располагающейся в радиальном направлении снаружи по отношению к этой стойке, как в осевом направлении, так и в окружном направлении диска. Как было указано выше, на этой стойке 18 закреплена изнутри в радиальном направлении корневая часть 8 лопатки, служащая для удержания этой лопатки по отношению к диску 2, на котором она установлена.

Как показано на фиг.1 и 2, корневая часть 8 лопатки может быть определена как конструкция, имеющая три участка, располагающихся последовательно в осевом направлении диска, задаваемом его центральной осью 4. Однако следует отметить,

что корневая часть 8 лопатки в целом, а предпочтительно вся лопатка 6, может быть реализована в виде единой детали при помощи любой подходящей в данном случае технологии, известной специалистам в данной области техники. Таким образом, корневая часть лопатки представляет по существу центральный участок 26, 5 располагающийся в целом в радиальном продолжении во внутреннем направлении стойки 18. С передней по потоку стороны от этого центрального участка 26 располагается передний по потоку осевой конец 28, представляющий переднюю по потоку опорную поверхность 32, ориентированную в целом наружу в радиальном 10 направлении. Аналогичным образом, с задней по потоку стороны от этого центрального участка 26 располагается задний по потоку осевой конец 30, представляющий заднюю по потоку опорную поверхность 34, также ориентированную в целом наружу в радиальном направлении.

В этом контексте следует уточнить, что термины "передний по потоку" и "задний по 15 потоку", используемые в данном описании, указаны по отношению к основному направлению течения потока текучей среды через систему 1, причем это направление течения показано стрелкой 40 и является параллельным осевому направлению этой системы, а также направлению ее центральной оси 4.

И, наконец, следует отметить, что корневая часть 8 лопатки содержит две 20 противоположные концевые окружные поверхности 36, 38 (фиг.2), причем эти поверхности предпочтительно расположены в непрерывном продолжении противоположных концевых окружных поверхностей стойки 18 (фиг.2). В этом контексте следует уточнить, что две поверхности 36, 38 могут быть по существу 25 плоскими, как описано ниже со ссылками на фиг.3, и параллельными упомянутому выше радиальному направлению 12.

На фиг.1 показано, что радиальное удержание в направлении наружу лопатки 6 по отношению к диску 2 обеспечивается при помощи контакта двух опорных 30 поверхностей 32, 34, ориентированных по существу в радиальном направлении наружу, с двумя ветвями С-образного контура, сформированного окружной канавкой 10. При этом желаемые контакты в передней и в задней по потоку частях с опорными поверхностями 32, 34 предпочтительно представляют собой плоские контакты.

На фиг.3 представлена одна из отличительных особенностей предлагаемого 35 изобретения, в соответствии с которой передняя по потоку опорная поверхность 32 смещена по отношению к задней по потоку опорной поверхности 34 в окружном направлении. Более конкретно, задняя кромка 22 лопасти 14 смещена в окружном 40 направлении диска 2 по отношению к передней кромке 20 вдоль заданного окружного направления, обозначенного стрелкой 42 (фиг.3). На виде сверху центральной лопатки, частично представленной пунктиром (для ясности чертежа) и располагающейся между двумя другими лопатками 6, смещение в окружном направлении между передней кромкой 20 и задней кромкой 22 одной из двух этих 45 лопаток, располагающихся по одну и по другую стороны от центральной лопатки 6, схематически обозначено позицией 44. В этом контексте специфически именно в этом же заданном окружном направлении смещения 42 смещена задняя по потоку опорная поверхность 34 по отношению к передней по потоку опорной поверхности 32, причем 50 упомянутое смещение схематически обозначено позицией 46.

Как показано на фиг.3, смещение в окружном направлении двух опорных 55 поверхностей 32, 34 является менее значительным, чем смещение в окружном направлении, имеющее место между передней кромкой 20 и задней кромкой 22



соответствующей лопасти 14. Это объясняется, в частности, тем, что желательно обеспечить геометрию 16, в соответствии с которой главное направление 48 корневой части лопатки будет смещено по отношению к центральной оси 4 на некоторый угол А, имеющий величину в диапазоне от 0,5 градуса до 10 градусов и составляющий, например, 3 градуса. Следует уточнить, что под главным направлением корневой части лопатки следует понимать направление, вдоль которого эта корневая часть лопатки проходит от своей передней по потоку опорной поверхности к своей задней по потоку опорной поверхности, причем это направление, в частности, может быть представлено прямой линией, проходящей через барицентр или центр тяжести каждой из двух упомянутых опорных поверхностей, рассматриваемых на виде сверху.

В соответствии с предпочтительным вариантом реализации изобретения каждая из противоположных окружных концевых поверхностей 36, 38 будет иметь по существу плоскую форму, а именно форму, одновременно параллельную радиальному направлению лопатки и упомянутому выше главному направлению 48.

Как показано на фиг.4, имеется возможность предусмотреть, в соответствии с другим предпочтительным вариантом реализации предлагаемого изобретения, чтобы каждая из этих двух концевых окружных поверхностей 36, 38 имела вогнутую форму, чтобы стойка и корневая часть лопатки имели в целом форму осино́й талии, допуская, в частности, увеличение в окружном направлении опорных поверхностей 32, 34. В соответствии с этим предпочтительным вариантом реализации предусматривается, что эти поверхности вогнутой формы остаются по существу параллельными радиальному направлению лопатки. Кроме того, они располагаются в продолжении концевых окружных поверхностей стойки 18, имеющих такую же вогнутость.

В любом рассматриваемом предпочтительном варианте реализации предполагается действовать таким образом, чтобы на виде сверху какой-либо из лопаток 6 барицентр или центр тяжести  $\Omega$  (фиг.4) и соответствующий барицентру передней и задней по потоку опорных поверхностей 32, 34 в их сочетании на том же самом виде сверху представлял собой центр симметрии центрального типа для двух этих опорных поверхностей 32, 34, связанных с одной и той же лопаткой 6.

Разумеется, различные модификации могут быть внесены специалистом в данной области техники в предлагаемое изобретение, описанное в качестве не являющегося ограничительным примера.

### Формула изобретения

1. Система (1) диск/лопатки для компрессора двигателя летательного аппарата, содержащая диск (2) и множество лопаток (6) с молоткообразным узлом крепления, установленных на этом диске, причем каждая лопатка содержит расположенные последовательно в радиальном направлении, если смотреть снаружи внутрь (12), лопасть (14) лопатки, содержащую переднюю кромку (20) и заднюю кромку (22), смещенную в окружном направлении от передней кромки в заданном направлении смещения (42), платформу (16), стойку (18) и корневую часть (8) лопатки, снабженную передней по потоку опорной поверхностью (32), расположенной на уровне стороны передней кромки лопасти лопатки, а также задней по потоку опорной поверхностью (34), расположенной на уровне стороны задней кромки этой лопасти лопатки, причем диск снабжен окружной канавкой (10), в которой корневая часть (8) каждой из множества лопаток (6) удерживается при помощи опорных поверхностей (32, 34), опирающихся на эту окружную канавку (10), отличающаяся тем, что для каждой из множества лопаток (6) задняя по потоку опорная

поверхность (34) смещена в окружном направлении по отношению к передней по потоку опорной поверхности (32) вдоль заданного направления смещения (42).

2. Система (1) по п.1, отличающаяся тем, что каждая из множества лопаток (6) выполнена таким образом, что на виде сверху этой лопатки главное направление (48), вдоль которого проходит корневая часть лопатки (8), от своей передней по потоку опорной поверхности (32) к своей задней по потоку опорной поверхности (34), смещено от центральной оси (4) диска на некоторый угол  $A$  в диапазоне от  $0,5$  до  $10^\circ$ .

3. Система (1) по п.2, отличающаяся тем, что угол  $A$  составляет около  $3^\circ$ .

4. Система (1) по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что для каждой из множества лопаток (6) корневая часть (8) лопатки имеет две противоположные концевые окружные поверхности (36, 38), выполненные по одну и по другую стороны от опорных поверхностей (32, 34), причем каждая из этих окружных концевых поверхностей имеет по существу плоскую форму.

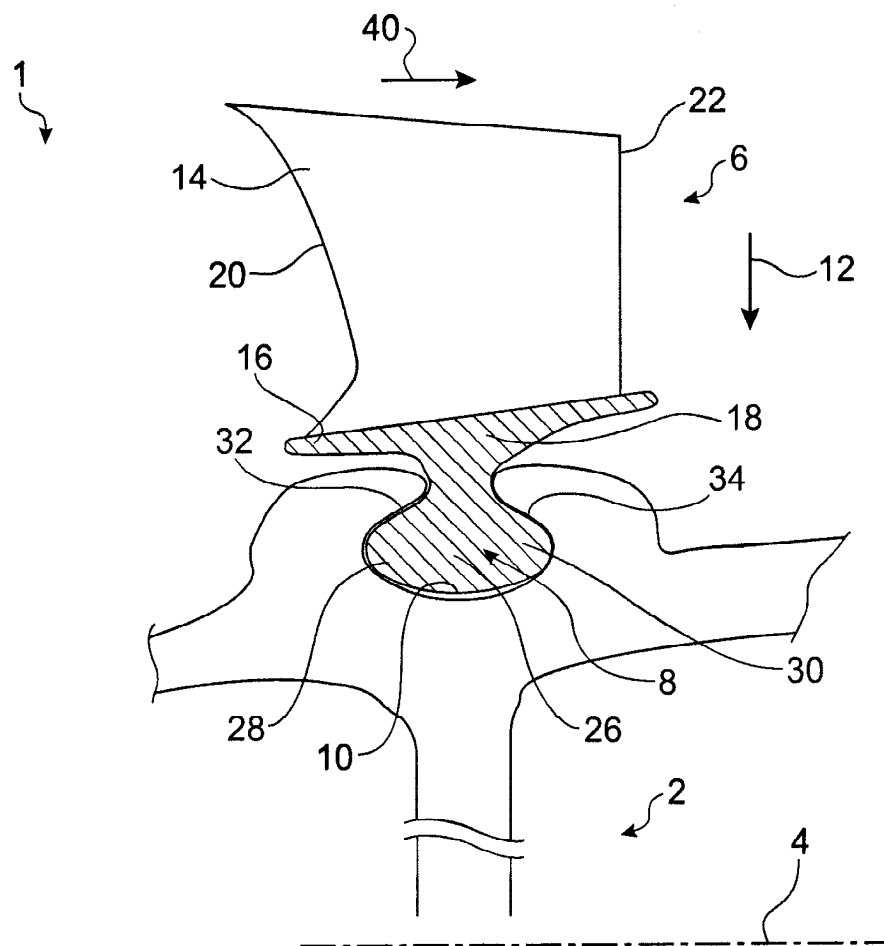
5. Система (1) по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что для каждой из множества лопаток (6) корневая часть (8) лопатки имеет две противоположные концевые окружные поверхности (36, 38), выполненные по одну и по другую стороны от опорных поверхностей (32, 34), причем каждая из этих окружных концевых поверхностей имеет по существу вогнутую форму.

6. Система (1) по п.1, отличающаяся тем, что каждая из множества лопаток (6) выполнена таким образом, что на виде сверху этой лопатки барицентр ( $\Omega$ ) или центр тяжести передней и задней по потоку опорных поверхностей (32, 34) корневой части лопатки, рассматриваемых на этом виде, формирует центр центральной симметрии для передней и задней по потоку опорных поверхностей.

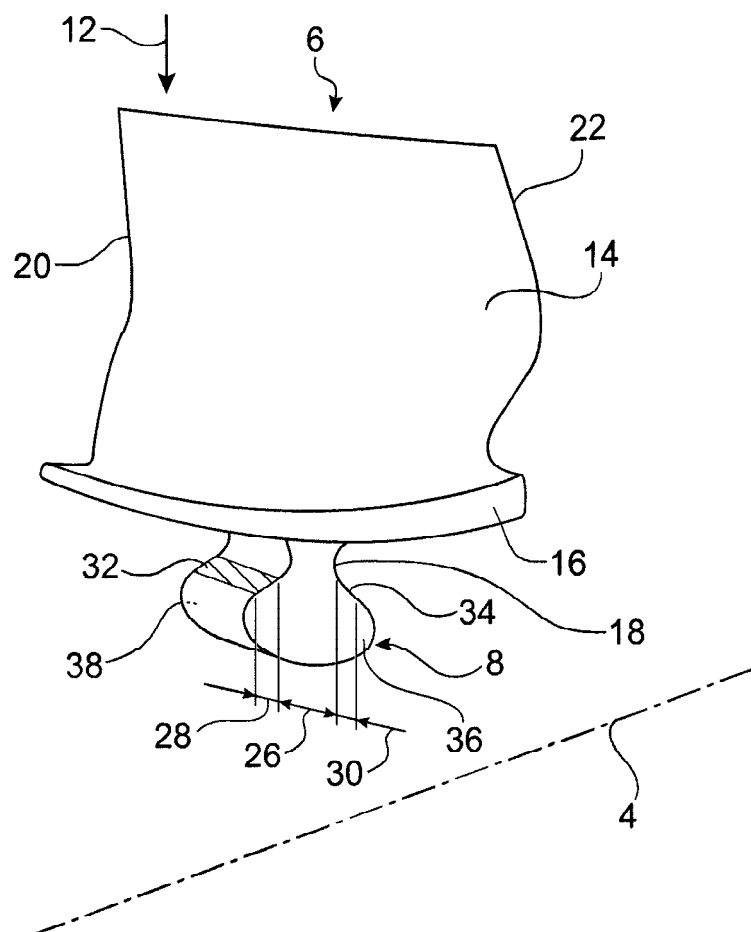
7. Система (1) по п.5, отличающаяся тем, что каждая из множества лопаток (6) выполнена таким образом, что на виде сверху этой лопатки барицентр ( $\Omega$ ) или центр тяжести передней и задней по потоку опорных поверхностей (32, 34) корневой части лопатки, рассматриваемых на этом виде, формирует центр центральной симметрии для передней и задней по потоку опорных поверхностей.

8. Компрессор двигателя летательного аппарата по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что содержит, по меньшей мере, одну систему (1), образованную диском и лопатками.

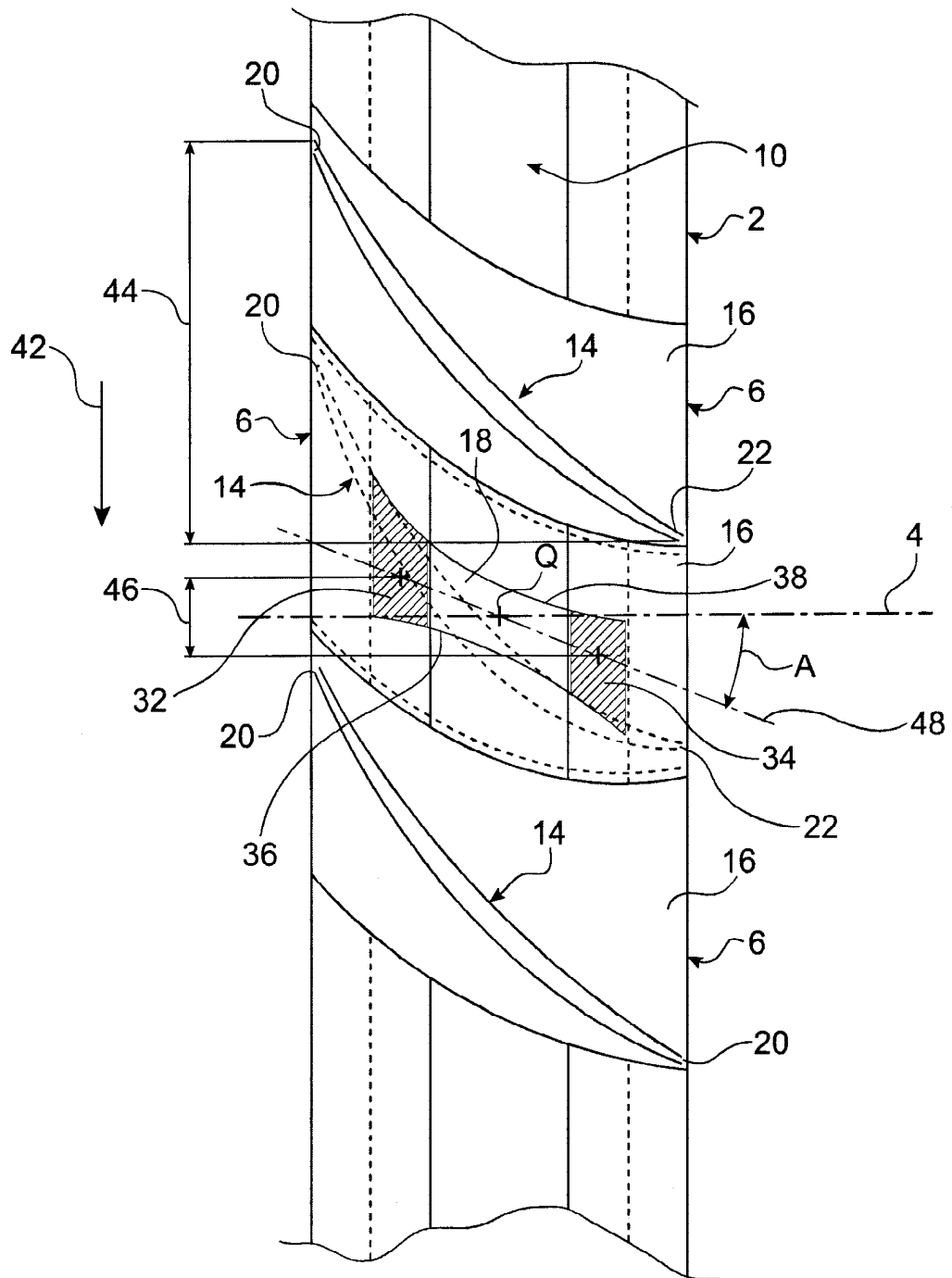
9. Двигатель летательного аппарата, содержащий, по меньшей мере, один компрессор по п.8.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4