



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F16C 17/02 (2018.08); F16C 27/02 (2018.08); F16C 32/06 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018133425, 21.09.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.09.2018

Дата регистрации:
28.11.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.09.2018

(45) Опубликовано: 28.11.2018 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
125993, Москва, Волоколамское ш., 4, МАИ,
патентный отдел

(72) Автор(ы):

Ермилов Юрий Иванович (RU),
Равикович Юрий Александрович (RU),
Холобцев Дмитрий Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 170012 U1, 11.04.2017. RU
2137954 C1, 20.09.1999. RU 2204064 C2,
27.11.2002. RU 2496032 C2, 20.10.2013. US
5248205 A, 28.09.1993.

(54) Осевой лепестковый газодинамический подшипник

(57) Реферат:

Полезная модель относится к машиностроению, в частности к подшипникам скольжения с жидкостной и газовой смазкой, используемым в опорах роторов высокоскоростных турбомашин различного назначения. Осевой лепестковый газодинамический подшипник содержит упорный диск 2, корпус 1. Между диском 2 и корпусом 1 расположена плата 3. Между платой 3 и упорным диском 2 расположены гибкие лепестки 4 из тонкой металлической ленты, поддерживающие

упорный диск 2. Лепестки 4 закреплены возле заднего края платы 3 через опорные элементы 5. Между каждым лепестком 4 и платой 3 расположено не менее двух листовых пружин 8, поддерживающих лепесток 4. Часть лепестка со стороны переднего края 12 имеет в недеформированном состоянии дугообразный профиль в окружном направлении. Профилированная часть лепестка составляет не меньше двух третей длины лепестка.

Область техники, к которой относится полезная модель
Полезная модель относится к машиностроению, в частности к подшипникам скольжения с жидкостной и газовой смазкой, используемым в опорах роторов высокоскоростных турбомашин различного назначения.

5 Уровень техники

Известен осевой лепестковый газодинамический подшипник (патент на полезную модель №170 012). Подшипник содержит упорный диск, корпус, кольцевую плату с закрепленными на ней опорными элементами, расположенными в окружном направлении, гибкие лепестки, расположенные в окружном направлении. Каждый из лепестков одним краем закреплен на соответствующем опорном элементе. Между
10 гибким лепестком и платой расположены в окружном направлении установленные на плате две или более листовые пружины, поддерживающие лепесток. Пружины выполнены в виде изогнутых пластин и опираются своими краями на плату.

Лепестки представляют металлические пластины с антифрикционным покрытием. Каждый из лепестков в свободном состоянии имеет плоскую часть и профилированную часть с дугообразным профилем в окружном направлении. Профилированная часть лепестка занимает не более половины длины лепестка в окружном направлении и расположена со стороны переднего края. Профилированная часть лепестка предназначена для смещения места контакта лепестка с валом от переднего края
15 лепестка к середине при низкой частоте вращения с целью снижения износа антифрикционного покрытия.

Недостатком данного подшипника является невысокая несущая способность при малой частоте вращения, связанная с большой толщиной смазочного слоя на входе в смазочный слой со стороны заднего края лепестка.

25 Раскрытие полезной модели

Техническим результатом, на достижение которого направлена полезная модель, является повышение несущей способности подшипника при малой частоте вращения, снижение износа и повышение ресурса подшипника по пускам - остановам.

Указанный технический результат достигается тем, что лепестковый газодинамический подшипник содержит упорный диск, корпус, кольцевую плату, гибкие
30 лепестки, установленные на плате в окружном направлении. Лепесток имеет задний край и передний край по направлению вращения. Задний край каждого лепестка закреплен на плате при помощи сварки. Между гибкими лепестками и платой расположены в окружном направлении не менее двух листовых пружин, поддерживающих лепесток. Пружины выполнены в виде изогнутых пластин и опираются
35 своими краями на плату. Лепестки выполнены с дугообразным профилем в окружном направлении, занимающем не менее двух третей длины лепестка в окружном направлении и расположенном со стороны переднего края лепестка.

Лепесток может быть закреплен на плате у заднего края при помощи контактной сварки через приваренный к плате опорный элемент, выполненный из тонкой
40 металлической ленты.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показан вид в плане на осевой лепестковый газодинамический подшипник.

На фиг. 2 показан вид в плане на осевой лепестковый газодинамический подшипник (упорный диск 2 и часть лепестков 4 не показана).
45

На фиг. 3 показано сечение лепесткового газодинамического подшипника в окружном направлении в рабочем состоянии, когда ротор вращается и между упорным диском и лепестками подшипника имеется смазочный слой.

На фиг. 4 показано сечение в окружном направлении недеформированного лепестка предлагаемого подшипника.

На фиг. 5 показано сечение в окружном направлении недеформированного другого варианта лепестка предлагаемого подшипника.

5 На фиг. 6 показано сечение в окружном направлении недеформированного лепестка известного подшипника.

На фиг. 7 показано сечение известного лепесткового газодинамического подшипника в окружном направлении.

Осуществление полезной модели

10 Показанный на фиг. 1 подшипник содержит корпус 1, частично показанный упорный диск 2, являющийся частью ротора. Между упорным диском 2 и корпусом 1 расположена кольцеобразная плата 3, выполненная из металлической ленты. Ось платы совпадает с осью ротора. Плата 3 установлена на корпусе 1 и удерживается относительно корпуса 1 при помощи трех штифтов 6, расположенных в вырезах платы 3 и закрепленных в
15 отверстиях корпуса 1. Между платой 3 и упорным диском 2 расположены в окружном направлении гибкие лепестки 4, поддерживающие упорный диск 2. Лепестки 4 выполнены из тонкой металлической ленты.

На фиг. 2 упорный диск 2 и часть лепестков 4 не показана. Между каждым лепестком 4 и платой 3 расположены в окружном направлении по три листовые пружины 8
20 арочного типа, поддерживающие лепесток 4. Количество таких пружин, на которые опирается каждый лепесток, может быть не менее двух. Максимальное число пружин может достигать десяти или несколько больше. Пружины 8 расположены в радиальном направлении, опираются своими краями, расположенными радиально, на плату 3 и закреплены на плате 3 по периферии при помощи сварки. Лепесток 4 опирается на
25 выпуклые части пружин 8.

На фиг. 3 показано сечение подшипника в окружном направлении. Вращение ротора по направлению 10 происходит от заднего края 11 лепестка 4 к переднему краю 12. Каждый лепесток 4 закреплен у заднего края при помощи контактной сварки на плате 3 через приваренный к плате 3 опорный элемент 5, выполненный из тонкой
30 металлической ленты. Возможен вариант подшипника, где лепесток закреплен непосредственно на плате. При этом лепесток в месте закрепления может иметь ступенчатую форму, чтобы обеспечить форму смазочного слоя, подобную варианту, показанному на фиг. 3.

При вращении упорного диска 2 воздух за счет сил вязкости увлекается в смазочный
35 слой - конфузорный зазор 12 между лепестком 4 и диском 2, в результате чего создается избыточное давление между упорным диском 2 и лепестком 4. За счет избыточного давления при достаточной частоте вращения осевая нагрузка на подшипник передается от упорного диска 2 через воздушный слой в зазоре 13 на лепесток 4, далее через пружины 8 на плату 3 и корпус 1. Отсутствие контакта между диском 2 и лепестками
40 4 при рабочей частоте вращения диска обеспечивает работу подшипника без износа. Величина избыточного давления, определяющая несущую способность подшипника, зависит как от скорости вращения упорного диска, так и от формы смазочного слоя в подшипнике. При небольшой скорости вращения упорного диска 10 для увеличения несущей способности толщина смазочного слоя в задней зоне 14 должна быть лишь
45 незначительно больше минимальной толщины смазочного слоя, располагающейся в передней зоне смазочного слоя.

Для создания такого профиля смазочного слоя в предлагаемой полезной модели используется лепесток 4, имеющий специальный профиль в окружном направлении.

Сечение лепестка 4 в недеформированном состоянии на показано фиг. 4. Лепесток 4 имеет дугообразную форму по всей длине в окружном направлении от заднего края 25 до переднего края 27. Такая форма обеспечивает выпуклую форму лепестка 4 в рабочем состоянии для значительной части задней зоны 14 смазочного слоя и быстрое
 5 уменьшение толщины смазочного слоя от заднего края 11 по направлению вращения. Создание такого профиля смазочного слоя позволяет повысить давление смазочного слоя и несущую способность подшипника при небольшой частоте вращения, обеспечить снижение износа и повышение ресурса подшипника по пускам - остановам турбомашин.

10 Подобный эффект уменьшения толщины смазочного слоя вызывает также форма лепестка 26, окружное сечение которого показано на фиг. 5. Лепесток 26 имеет плоскую форму на участке от заднего края 22 до точки 21 и остальную часть дугообразной формы со стороны переднего края лепестка 23. Для создания такого эффекта длина части лепестка, имеющая дугообразную форму, должна составлять не менее двух третей
 15 от длины лепестка в окружном направлении.

На фиг. 6 показан лепесток 31 обычной формы, используемый в патенте на полезную модель №170012. Длина части лепестка от точки 32 до переднего края 33, имеющая дугообразную форму, не превышает половины длины лепестка в окружном направлении.

Форма смазочного слоя при использовании такого лепестка показана на фиг. 7. Из
 20 сравнения входной части смазочного слоя 14 на фиг. 3 и 40 на фиг. 7 видно, что толщина смазочного слоя части 40 уменьшается в направлении вращения существенно медленнее, чем части 14, что обеспечивает большую несущую способность предлагаемого подшипника, показанного на фиг. 3.

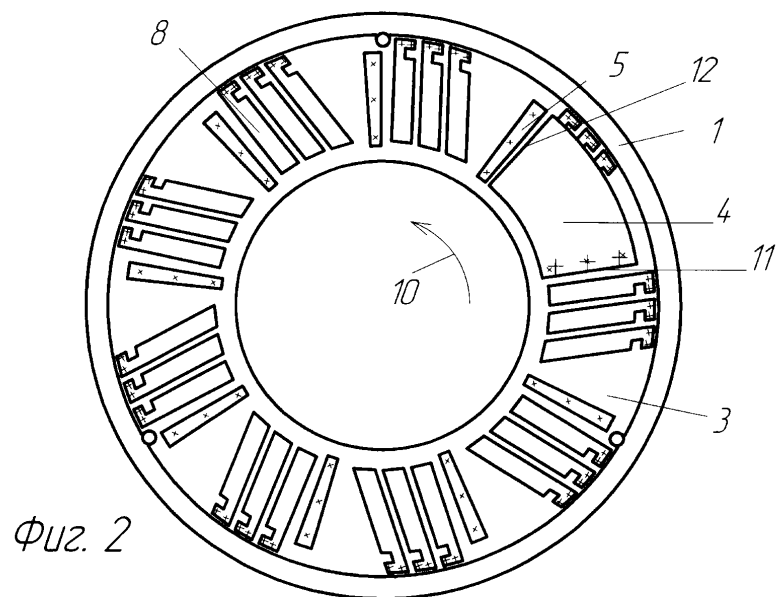
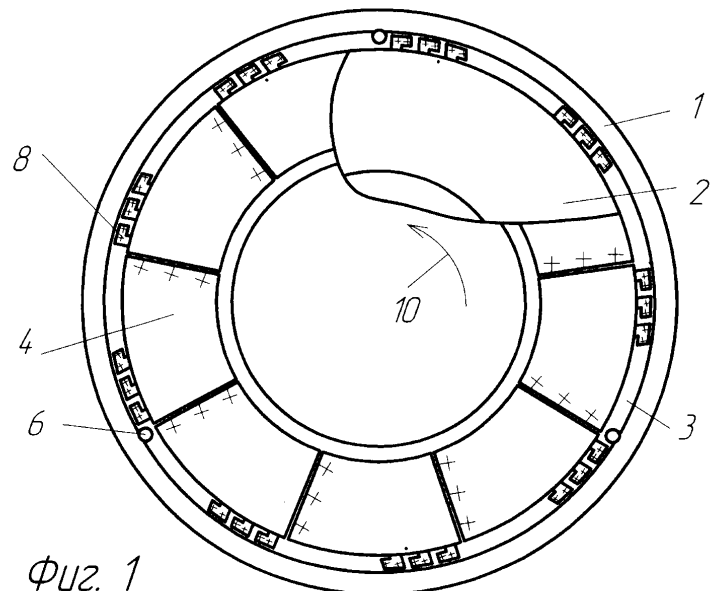
(57) Формула полезной модели

25 1. Осевой лепестковый газодинамический подшипник, содержащий упорный диск, корпус, кольцевую плату, гибкие лепестки, расположенные в окружном направлении, имеющие задний край и передний край по направлению вращения, задний край каждого лепестка закреплен на указанной плате, между каждым гибким лепестком и платой
 30 расположены в окружном направлении не менее двух выполненных в виде изогнутых пластин и опирающихся своими краями на плату листовых пружин, поддерживающих лепесток, при этом гибкие лепестки выполнены с дугообразным профилем в окружном направлении, занимающем не менее двух третей длины лепестка в окружном направлении и расположенном со стороны переднего края лепестка.

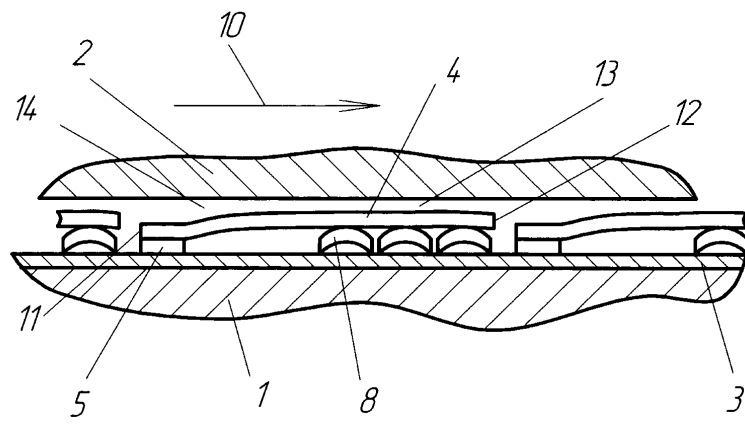
35 2. Подшипник по п. 1, где указанный лепесток закреплен на плате у заднего края при помощи контактной сварки через приваренный к плате опорный элемент, выполненный из тонкой металлической ленты.

1

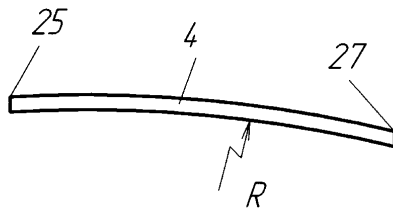
Осевой лепестковый газодинамический подшипник



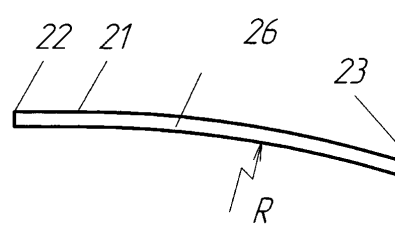
2



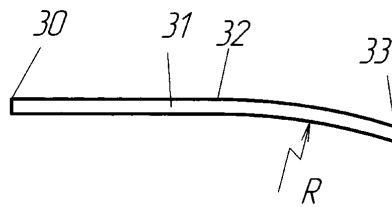
Фиг. 3



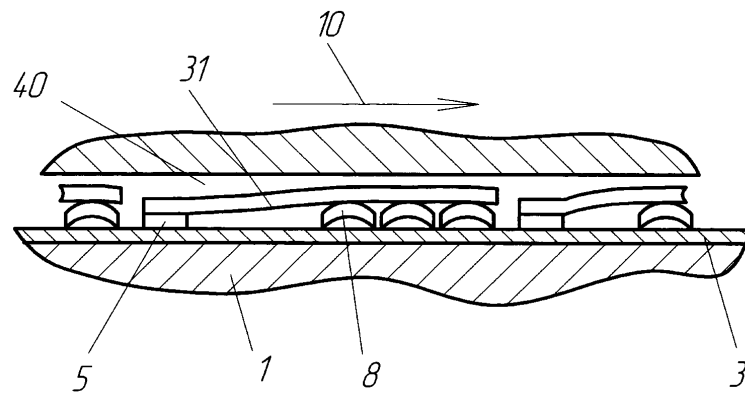
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7