



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2007140977/06, 02.11.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.11.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.11.2006 US 11/556,294(43) Дата публикации заявки: **10.05.2009** Бюл. № 13(45) Опубликовано: **27.06.2012** Бюл. № 18(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 4643437 А, 17.02.1987. US 4424975 А, 10.01.1984. US 4447063 А, 08.05.1984. JP 62261764 А, 13.11.1987. SU 1070343 А, 30.01.1984.**

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву, рег.
№ 146**

(72) Автор(ы):

**ШМИТЦ Михель Берnard (DE),
ЛАСТЕД Родерик Марк (US),
САЛЕХИ Мохсен (US),
РУДЖЕРО Эрик Джон (US),
БАЛЬДАССАРРЕ Леонардо (IT)**

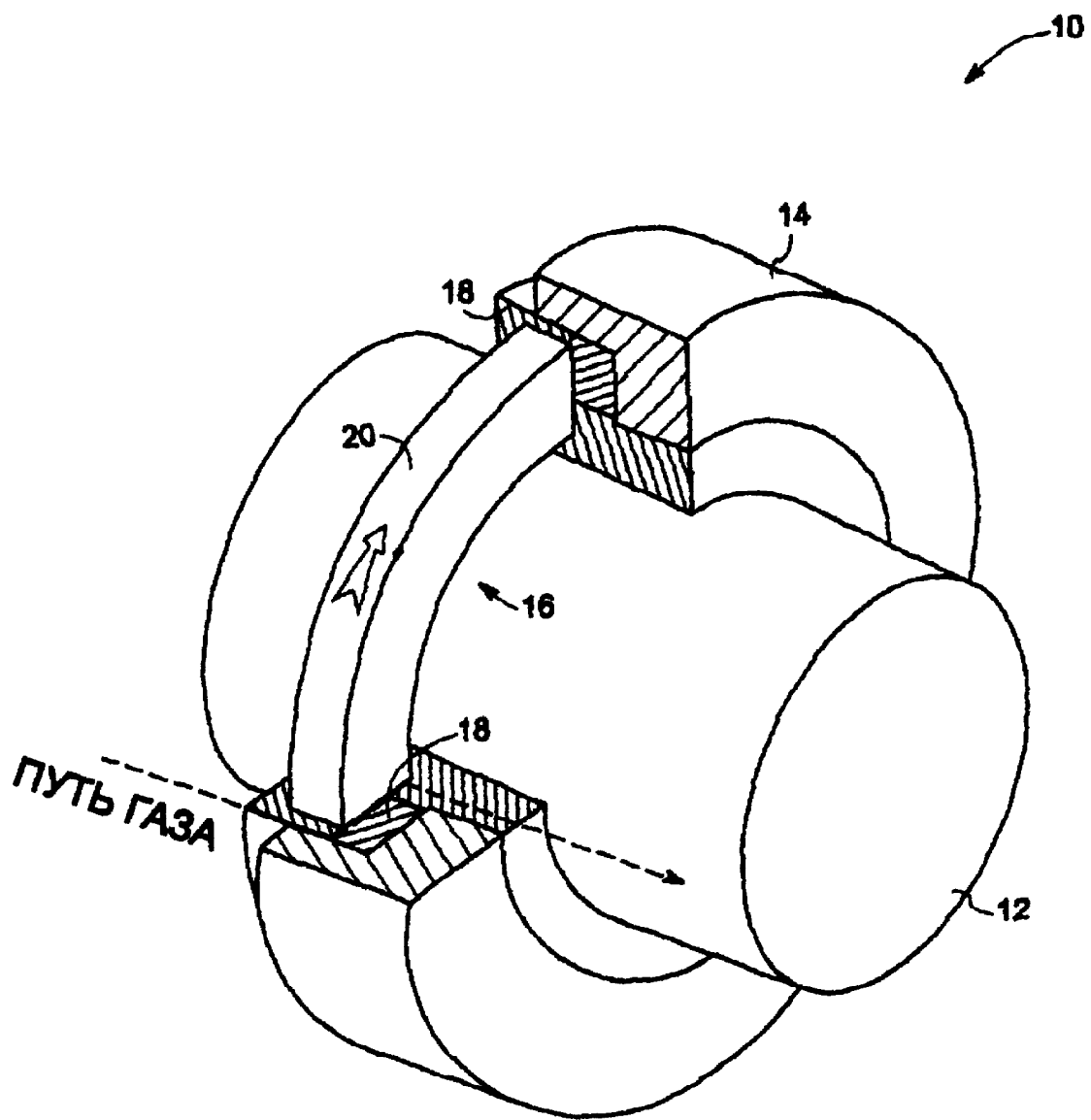
(73) Патентообладатель(и):

ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)**(54) РОТОРНЫЙ МЕХАНИЗМ И СПОСОБ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к роторным механизмам и, в частности, к системе уплотнения контактной поверхности между вращающейся и неподвижной частями. Роторный механизм 10 включает в себя ротор механизма, статор 14 механизма и уплотнение 16 текучей среды, расположенное между ротором 12 механизма и статором 14 механизма. Уплотнение 16 текучей среды включает в себя статор 18 уплотнения текучей среды, ротор 20 уплотнения текучей среды и активный механизм управления зазором, соединенный со статором 18 уплотнения текучей среды. Механизм управления зазором выполнен с возможностью управления зазором между статором 18 уплотнения текучей среды,

и ротором 20 уплотнения текучей среды. Механизм управления зазором содержит одно или более устройств из сплава с эффектом памяти формы, соединенных с корпусом уплотнения текучей среды и выполненных с возможностью смещения элемента статора к или от ротора 20 уплотнения текучей среды после подачи тока на устройство из сплава с эффектом памяти формы. При прекращении подачи электроэнергии элемент статора перемещается к элементу ротора благодаря силе сжатия пружины. Изобретение направлено на поддержание минимального контактного усилия между вращающейся и неподвижной частями системы уплотнения во время переходных эксплуатационных режимов роторного механизма. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 9 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F16J 15/34 (2006.01)*F04D* 29/12 (2006.01)*F04C* 27/00 (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2007140977/06, 02.11.2007**(24) Effective date for property rights:
02.11.2007

Priority:

(30) Convention priority:
03.11.2006 US 11/556,294(43) Application published: **10.05.2009 Bull. 13**(45) Date of publication: **27.06.2012 Bull. 18**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu, reg. № 146**

(72) Inventor(s):

**ShMITTs Mikhel' Bernard (DE),
LASTED Roderik Mark (US),
SALEKhI Mokhsen (US),
RUDZhERO Ehrik Dzhon (US),
BAL'DASSARRE Leonardo (IT)**

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)**(54) ROTARY MECHANISM AND ITS OPERATING METHOD**

(57) Abstract:

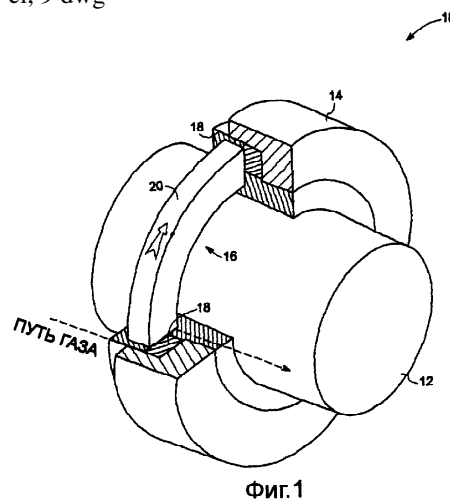
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: rotary mechanism 10 includes rotor of mechanism, stator 14 of mechanism and fluid medium seal 16 located between rotor 12 of mechanism and stator 14 of mechanism. Fluid medium seal 16 includes stator 18 of fluid medium seal, rotor 20 of fluid medium seal and active gap control mechanism connected to stator 18 of fluid medium seal. Gap control mechanism is provided with possibility of controlling the gap between stator 18 of fluid medium seal and rotor 20 of fluid medium seal. Gap control mechanism includes one or more devices from alloy with shape memory effect, which are connected to housing of fluid medium seal and provided with possibility of offsetting the stator component to or from rotor 20 of fluid medium seal after current is supplied to device from alloy with shape memory effect. At power outage the stator component is moved to rotor component due to spring

compression force.

EFFECT: maintaining minimum contact force between rotating and fixed parts of sealing system during transient operating modes of rotary mechanism.

4 cl, 9 dwg



Изобретение относится, в общем, к роторным механизмам и, в частности, к системе уплотнения контактной поверхности между вращающейся и неподвижной частями. В некоторых аспектах система уплотнения включает в себя систему механического уплотнения между вращающимся валом и окружающей конструкцией

турбокомпрессоров. Производительность и эффективность роторных механизмов, например турбокомпрессоров, зависят от зазора между вращающейся и неподвижной частями в двигателе турбины. Например, зазор между вращающимся валом и окружающим неподвижным корпусом обеспечивает узкий проток, что приводит к утечке технологической текучей среды, которая может уменьшать производительность роторного механизма. Если увеличивается промежуток между вращающейся и неподвижной частями, то увеличивается утечка и уменьшается эффективность механизма.

Уплотнения сухим газом используются в роторных механизмах типа турбокомпрессоров, чтобы герметизировать утечку технологического газа между вращающейся и неподвижной частями (см., например, патент США №4643437). Уплотнения сухим газом являются в основном механическими торцевыми уплотнениями, состоящими из сопряженного (вращающегося) и первичного (неподвижного) колец. Во время функционирования карманы во вращающемся кольце создают динамическое усилие текучей среды, заставляющее неподвижное кольцо отделиться от вращающегося кольца, создавая "рабочий зазор" между двумя кольцами. Затворный газ течет через зазор между вращающимся и неподвижным кольцами. Однако во время простоя и меньшей рабочей скорости роторных механизмов поток затворного газа через зазор между вращающимся и неподвижным кольцами уменьшен. Вращающееся и неподвижное кольца входят во взаимный контакт друг с другом, что служит причиной механического трения, износа и перегрева.

В некоторых примерах могут быть использованы пускатели, такие как вспомогательные насосы, чтобы подать давление для обеспечения зазора между вращающимся и неподвижным кольцами и, таким образом, устранения контакта во время простоя и низкоскоростных режимов эксплуатации. Поток меньшего количества затворного газа через зазор между вращающимся и неподвижным кольцами становится причиной перегрева механических частей уплотнения, что, в конечном счете, приводит к повреждению уплотнения. Избыточный поток затворного газа через зазор между вращающимся и неподвижным кольцами приводит к большому потреблению затворного газа и сокращению эффективности механизма.

Соответственно, существует потребность в системе и способе для того, чтобы поддерживать минимальное контактное усилие между вращающейся и неподвижной частями системы уплотнения во время переходных эксплуатационных режимов роторного механизма.

В соответствии с одним объектом настоящего изобретения создан роторный механизм, содержащий ротор механизма, статор механизма и уплотнение текучей среды, расположенное между ротором механизма и статором механизма и содержащее статор уплотнения текучей среды, содержащий элемент статора, выполненный с возможностью осевого перемещения в корпусе уплотнения текучей среды, ротор уплотнения текучей среды, пружину, смещающую элемент статора к ротору уплотнения текучей среды, и активный механизм управления зазором, соединенный со статором уплотнения текучей среды и выполненный с возможностью управления

зазором между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды. Активный механизм управления зазором содержит одно или более устройств из сплава с эффектом памяти формы, соединенных с корпусом уплотнения текучей среды и выполненных с возможностью смещения элемента статора к или от ротора
 5 уплотнения текучей среды после подачи тока на устройство из сплава с эффектом памяти формы, и, при прекращении подачи электроэнергии, элемент статора перемещается к элементу ротора благодаря силе сжатия пружины.

Роторный механизм может дополнительно содержать блок управления для
 10 управления величиной тока, прикладываемого к устройству (устройствам) из сплава с эффектом памяти формы для регулирования зазора между элементом статора и ротором уплотнения текучей среды.

Предпочтительно, активный механизм управления зазором содержит, по меньшей мере, один электромеханический микродатчик, выполненный с возможностью
 15 определения расстояния между ротором уплотнения текучей среды и статором уплотнения текучей среды.

Согласно второму объекту настоящего изобретения создан способ эксплуатации роторного механизма, содержащего ротор механизма, статор механизма и уплотнение
 20 текучей среды, расположенное между ротором механизма и статором механизма и содержащее статор уплотнения текучей среды и ротор уплотнения текучей среды, при котором активно управляют потоком затворной текучей среды посредством зазора между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды. При этом при активном управлении приводят в действие устройство из сплава с эффектом
 25 памяти формы для смещения статора уплотнения текучей среды от ротора уплотнения текучей среды после подачи тока на устройство из сплава с эффектом памяти формы при низкоскоростных режимах эксплуатации роторного механизма.

Эти и другие признаки, аспекты и преимущества настоящего изобретения будут
 30 поняты лучше после прочтения следующего описания со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых одинаковыми ссылочными позициями обозначены одинаковые части на всех видах. На чертежах:

фиг.1 - частичный вид в перспективе роторного механизма, который
 35 проиллюстрирован на примере турбокомпрессора, имеющего уплотнение текучей среды в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения;

фиг.2 - схематичный вид уплотнения текучей среды, имеющего электромагнитный тип активного механизма управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения;

40 фиг.3 - схематичный вид уплотнения текучей среды, имеющего электромагнитный тип активного механизма управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения;

фиг.4 - схематичный вид уплотнения текучей среды, имеющего электромагнитный тип активного механизма управления зазором в соответствии с примером варианта
 45 осуществления настоящего изобретения;

фиг.5 - схематичный вид активного механизма управления зазором, имеющего множество электромагнитных устройств, расположенных вдоль одного или более радиальных положений в соответствии с аспектами с фиг.4;

50 фиг.6 - схематичный вид активного механизма управления зазором, имеющего множество электромагнитных устройств, расположенных по окружности в соответствии с аспектами с фиг.2 и 3;

фиг.7 - схематичный вид активного механизма управления зазором, имеющего

электромагнитное устройство с одной катушкой в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения;

фиг.8 - схематичный вид активного механизма управления зазором, имеющего электромагнитное устройство в соответствии с аспектами с фиг.7; и

фиг.9 - схематичный вид уплотнения текучей среды, имеющего электромеханический тип активного механизма управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения.

Как будет подробно описано далее, согласно настоящему изобретению создан роторный механизм, в котором уплотнение текучей среды расположено между ротором механизма и статором механизма. Пример уплотнения текучей среды включает в себя статор уплотнения текучей среды, ротор уплотнения текучей среды и активный механизм управления зазором, соединенный со статором уплотнения текучей среды. Пример уплотнения текучей среды выполнен с возможностью контролирования потока затворной текучей среды через зазор между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды. В одном примере варианта осуществления активный механизм управления зазором включает в себя множество электромагнитных устройств, соединенных со статором уплотнения текучей среды. В другом примере варианта уплотнения активный механизм управления зазором включает в себя электромеханическое устройство типа пьезоэлектрического устройства или устройства из сплава с эффектом памяти формы, соединенного со статором уплотнения текучей среды. Активный механизм управления зазором в соответствии с примером вариантов осуществления настоящего изобретения предотвращает взаимный контакт и облегчает поддержание зазора между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды во время всех эксплуатационных режимов роторного механизма. Определенные варианты осуществления настоящего изобретения описаны ниже со ссылкой на фиг.1-9.

На фиг.1 пример роторного механизма (турбокомпрессора) проиллюстрирован в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения.

Механизм 10 включает в себя ротор 12 механизма (например, вал компрессора), расположенный в статоре 14 механизма (иногда называемом "корпус"). Уплотнение 16 текучей среды расположено между ротором 12 механизма и статором 14 механизма и выполнено с возможностью уменьшения утечки текучей среды между ротором 12 механизма и статором 14 механизма. В одном варианте осуществления, уплотнение текучей среды содержит уплотнение сухим газом, образованное для уменьшения утечки технологического газа. Для простоты иллюстрации, во многих примерах ниже есть ссылка на уплотнение сухим газом, однако, принципы более широко применимы к жидкостным уплотнениям. Технологический газ процесса может включать такие газы, как углекислый газ, сероводород, бутан, метан, этан, пропан, сжиженный природный газ или их комбинации. В некоторых вариантах осуществления могут быть использованы два или более уплотнения 16 сухим газом, по одному на каждом конце ротора 14 механизма. В некоторых других вариантах осуществления может быть использовано единственное уплотнение 16 сухим газом, находящееся непосредственно смежно с крыльчаткой (не показано). Уплотнение 16 сухим газом включает сопряженный статор 18 уплотнения текучей среды (невращающееся кольцо) и ротор 20 уплотнения текучей среды (вращающееся кольцо). Во время функционирования механизма карманы (не показаны) в статоре 18 уплотнения текучей среды и роторе 20 уплотнения текучей среды производят динамическое усилие текучей среды, являющееся причиной отделения от статора 18 уплотнения текучей

среды ротора 20 уплотнения текучей среды, создающего "рабочий зазор" между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Здесь необходимо отметить, что показанный турбокомпрессор представляет собой простой примерный вариант осуществления, и уплотнение сухим газом в соответствии с

5 вариантом осуществления настоящего изобретения может также быть применено на других роторных механизмах, где требуется размещение уплотнений сухим газом, чтобы предотвратить утечку затворного газа. Детали и функционирование уплотнения 16 сухим газом описано более подробно со ссылкой на другие чертежи.

10 На фиг.2 показан подробный вид уплотнения 16 сухим газом в соответствии с некоторыми примерами вариантов осуществления настоящего изобретения. Как описано выше, уплотнение 16 сухим газом включает в себя статор 18 уплотнения текучей среды, ротор 20 уплотнения текучей среды и зазор 22 между статором 18

15 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Зазор 22 может быть, например, порядка нескольких микрометров. Статор 18 уплотнения текучей среды включает в себя элемент 24 статора, расположенный внутри корпуса 26 уплотнения текучей среды. Ротор 20 уплотнения текучей среды включает в себя элемент 28 ротора, расположенный внутри корпуса 30 ротора. Элемент 24 статора

20 аксиально подвижен в пределах корпуса 26 уплотнения текучей среды. Механическое уплотнение 31 (уплотнительное кольцо) обеспечено в углублении 32, расположенном между элементом 24 статора и корпусом 26 уплотнения текучей среды. Углубление 32 соединено через пружину 34 с корпусом 26 уплотнения текучей среды. Пружина 34 смещает элемент 24 статора к элементу 28 ротора во время простоя механизма.

25 Во время эксплуатационных режимов уплотнения 16 сухим газом затворный газ (инертный газ, например, азот) входит во впускной проток 36, проходит через зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды и выходит через выпускной проток 38. Поток затворного газа производит

30 открывающее усилие, чтобы переместить элемент 24 статора по оси в пределах корпуса 26 уплотнения текучей среды и поддерживает зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Вторичная утечка затворного газа может произойти между элементом 24 статора и корпусом 26 уплотнения текучей среды. Механическое уплотнение 31 предназначено для

35 уменьшения вторичной утечки затворного газа между элементом 24 статора и корпусом 26 уплотнения текучей среды.

Во время нормальных эксплуатационных режимов механизма (то есть когда механизм работает при номинальных скоростях и номинальных значениях

40 подаваемого давления затворного газа) поддерживается постоянный зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Постоянный зазор 22 поддерживается благодаря равновесию сил между открывающим усилием, приложенным к стороне 40 элемента 24 статора благодаря давлению затворного газа, и силы сжатия пружины, приложенной к другой стороне 42

45 элемента 24 статора пружиной 34. Во время низкоскоростных режимов эксплуатации механизма сила сжатия пружины, действующая на сторону 42 элемента 24 статора, становится больше, чем открывающее усилие, приложенное к стороне 40. В результате элемент 24 статора контактирует с элементом 28 ротора, что приводит к

50 механическому трению, перегреванию и износу компонентов. Если проходит меньшее количество затворного газа через зазор 22, взаимодействующие компоненты перегреваются. Если через зазор 22 проходит избыточное количество затворного газа, то потребление затворного газа увеличивается. В проиллюстрированном варианте

осуществления, активный механизм 44 управления зазором соединен со статором 18 уплотнения текучей среды, чтобы облегчить поддержание зазора 22 между ротором 20 уплотнения текучей среды и статором 18 уплотнения текучей среды во всех эксплуатационных режимах механизма.

В проиллюстрированном варианте осуществления активный механизм 44 управления зазором представляет собой электромагнитное устройство, соединенное с статором 18 уплотнения текучей среды 18. Активный механизм 44 управления зазором включает в себя электромагнитную катушку 46, соединенную с корпусом 26 уплотнения текучей среды, и электромагнитный сердечник 48, соединенный с элементом 24 статора. Когда электроэнергия подается на механизм 44, электромагнитная катушка 46 генерирует силу магнитного поля, которая притягивает сердечник 48. Приведение в действие механизма 44 приводит к тому, что элемент 24 статора должен быть перемещен от элемента 28 ротора. В результате зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды увеличивается, причем механический контакт между статором 18 и ротором 20 отсутствует. Когда электроэнергия уменьшена или не подается на механизм 44, элемент 24 статора перемещается к элементу 28 ротора.

На фиг.3 проиллюстрировано уплотнение 16 сухим газом, имеющее активный механизм 44 управления зазором в соответствии с аспектами фиг.2. В одном варианте осуществления механизм 44 дополнительно включает в себя электромеханический микродатчик 50 для определения расстояния между элементом 28 ротора и элементом 24 статора. В некоторых вариантах осуществления датчик 50 представляет собой множество датчиков. В варианте осуществления с фиг.3 электромеханический датчик 50 присоединен к статору 18 уплотнения текучей среды. Источник энергии 52 соединен с электромагнитной катушкой 46 и подает электроэнергию на катушку 46. Блок управления 54 приводит в действие источник энергии 52 на основе выходного сигнала от электромеханического микродатчика 50. Другими словами, блок управления 54 приводит в действие источник энергии 52, чтобы управлять величиной тока или напряжения в электромагнитной катушке 46 для управления зазором между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды.

В одном примере, когда расстояние между элементом 24 статора и элементом 28 ротора меньше первого порогового значения, блок управления 54 приводит в действие источник энергии 52, чтобы подать электроэнергию на катушку 46. В результате элемент 24 статора смещается от элемента 28 ротора, и поддерживается зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Когда расстояние между элементом 24 статора и элементом 28 ротора превышает второе предельное значение (которое может быть то же самое или отличное от первого порогового значения), блок 54 управления отключает источник 52 энергии, чтобы прекратить подачу электроэнергии на катушку 46. В результате, элемент 24 статора перемещается к элементу 28 ротора, и уменьшается зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. В показанном на фиг.3 варианте осуществления зазором 22 активно управляют, т.е. его увеличивают или уменьшают, чтобы управлять утечкой затворного газа. Зазор 22 может быть увеличен для увеличения охлаждения компонентов или предотвращения утечки затворного газа в зависимости от требований механизма.

В некоторых вариантах осуществления блок 54 управления может дополнительно включать базу данных и алгоритм, осуществленный как компьютерная программа,

выполняемая компьютером блока управления или процессором. База данных может хранить заданную информацию о роторном механизме и уплотнении сухим газом. Например, база данных может хранить информацию, касающуюся типа механизма, скорости механизма, нагрузки, типа уплотнения сухим газом, типа затворного газа, давления подаваемого затворного газа, количества требуемого затворного газа, зазора между ротором уплотнения текучей среды и статором уплотнения текучей среды, требуемого охлаждения, типа источника энергии и т.п. База данных может также включать системы команд, схемы, таблицы поиска, переменные и т.п. Такие схемы, таблицы поиска и системы команд имеются в наличии, чтобы коррелировать характеристики роторного механизма для управления зазором между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды. База данных может также хранить фактически обнаруженную информацию/сигналы от датчика, имеющую отношение к роторному механизму и уплотнению сухим газом. Алгоритм может облегчить обработку сигналов от датчика, имеющих отношение к роторному механизму и уплотнению сухим газом. Любой из вышеупомянутых параметров может быть выборочно и/или динамически приспособлен или изменен относительно времени. Например, зазор между ротором уплотнения текучей среды и статором уплотнения текучей среды может быть изменен в зависимости от скорости или нагрузки механизма. В другом примере зазор может быть изменен в зависимости от требований охлаждения. В еще одном примере зазор может быть изменен в зависимости от потребления затворного газа. Точно так же может быть приведено любое количество примеров.

Как показано на фиг.4, уплотнение 16 сухим газом имеет активный механизм 44 управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения. Механизм 44 управления зазором включает в себя множество электромагнитных катушек 46, соединенных с корпусом 26 уплотнения текучей среды, и множество электромагнитных сердечников 48, соединенных с элементом 24 статора. Сердечники 48 могут быть обращены к катушкам 46.

Когда электроэнергия подается на механизм 44, электромагнитные катушки 46 создают силу магнитного поля, которая притягивает сердечники 48. Приведение в действие механизма 44 является причиной того, что элемент 24 статора перемещается от элемента 28 ротора. В результате зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды увеличивается, и механический контакт между статором 18 и ротором 20 отсутствует.

На фиг.5 проиллюстрирован активный механизм 44 управления зазором в соответствии с аспектами фиг.4. В показанном варианте осуществления множество электромагнитных катушек 46 расположено вдоль одного или более радиальных положений по корпусу 26 уплотнения текучей среды. Точно так же множество электромагнитных сердечников 48 расположены вдоль одного или более радиальных положений по элементу статора. Каждый сердечник 48 расположен обращенным к соответствующей электромагнитной катушке 46. Здесь необходимо отметить, что может быть использовано любое количество расположений конфигураций катушек 46 и сердечников 48.

На фиг.6 проиллюстрирован активный механизм 44 управления зазором в соответствии с аспектами фиг.2 и 3. Как было описано, элемент 24 статора (показанный на фиг.2 и 3) обеспечен внутри корпуса 26 уплотнения текучей среды. Электромагнитные катушки 46 равномерно отстоят друг от друга по окружности корпуса 26 уплотнения текучей среды. Электромагнитные сердечники 48 равномерно

отстоят друг от друга по окружности элемента статора. Каждый сердечник 48 расположен обращенным к соответствующей электромагнитной катушке 46. В некоторых других примерах вариантов осуществления катушки 46 и сердечники 48 беспорядочно расположены с интервалами по окружности корпуса 26 уплотнения

5 текучей среды.

На фиг.7 проиллюстрирован активный механизм 44 управления зазором в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения. В показанном варианте осуществления активный механизм 44 управления зазором

10 соединен со статором 18 уплотнения текучей среды. Активный механизм 44 управления зазором включает в себя одну электромагнитную катушку 46, полностью намотанную вокруг корпуса 26 уплотнения текучей среды. Электромагнитный сердечник 48 соединен с элементом 24 статора и обращен к катушке 46. Когда

15 электроэнергия поступает на механизм 44, электромагнитная катушка 46 генерирует силу магнитного поля, которая притягивает сердечник. Приведение в действие механизма 44 приводит к тому, что элемент 24 статора перемещен от элемента ротора.

Фиг.8 представляет собой схематичный вид активного механизма 44 управления зазором в соответствии с аспектами фиг.7. Активный механизм 44 управления зазором

20 включает в себя одну электромагнитную катушку 46, полностью намотанную вокруг корпуса 26 уплотнения текучей среды. Электромагнитный сердечник 48 соединен с элементом 24 статора и обращен к катушке 46.

На фиг.9 проиллюстрировано уплотнение 16 сухим газом, имеющее механизм 44 управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения. В варианте осуществления механизм 44 включает в себя

25 электромеханическое устройство 56, которое соединено с корпусом 26 уплотнения текучей среды. В альтернативном варианте осуществления электромеханическое устройство 56 соединено с элементом 24 статора. В одном варианте воплощения

30 электромеханическое устройство 56 представляет собой пьезоэлектрическое устройство. Пьезоэлектрическое устройство 56 включает в себя пьезоэлектрический кристалл, который изменяет размеры после подачи электрического тока или напряжения на устройство 56. Хотя показано одно пьезоэлектрическое устройство 56,

35 в других примерах вариантов осуществления может быть использовано множество устройств 56. Когда электроэнергия подается на механизм 44, пьезоэлектрическое устройство 56 приводит в действие элемент 24 статора, чтобы переместить элемент 24 статора от элемента 28 ротора. В результате зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды увеличивается, и механический

40 контакт между статором 18 и ротором 20 отсутствует.

Блок управления 54 приводит в действие источник энергии 52, чтобы управлять величиной тока или напряжения в пьезоэлектрическом устройстве 56 для управления зазором между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Таким же способом, как было описано со ссылкой на фиг.3, блок

45 управления 54 выборочно активирует источник энергии 52, чтобы подать электроэнергию на пьезоэлектрическое устройство 56, сместить элемент 24 статора от элемента 28 ротора и увеличить зазор 22, поддерживаемый между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Блок

50 управления 54 выборочно отключает источник энергии 52, чтобы не подавать электроэнергию на пьезоэлектрическое устройство 56 и переместить элемент 24 статора к элементу 28 ротора. В некоторых других вариантах осуществления блок управления 54 и электромеханический микродатчик 50 могут не использоваться для

приведения в действие механизма 44 управления зазором.

В другом примере варианта осуществления электромеханическое устройство 56 представляет собой устройство из сплава с эффектом памяти формы. В некоторых вариантах осуществления устройство из сплава с эффектом памяти формы включает в себя множество проводов, которые производят перемещение, когда через эти провода проходит электрический ток. Провода могут включать в себя сплавы меди, никеля и алюминия, или меди, цинка и алюминия, или железа, кремния и марганца, или никеля, титана и углерода (нитинол). Когда провода охлаждены ниже температуры перехода, материал проводов переходит в мартенситное состояние и они являются непрочными. Когда провода нагреты выше температуры перехода, материал проводов переходит в аустенитное состояние, заканчивающееся восстановлением первоначальной формы проводов. В некоторых примерах вариантов осуществления может быть использовано множество устройств из сплава с эффектом памяти формы.

Когда электроэнергия подается на механизм 44, устройство из сплава с эффектом памяти формы приводит в действие элемент 24 статора таким образом, чтобы переместить элемент 24 статора от элемента 28 ротора. В результате зазор 22 между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды увеличивается, и механический контакт между статором 18 и ротором 20 отсутствует. Блок управления 54 приводит в действие источник электроэнергии 52, чтобы управлять количеством тока и затем температурой в устройстве из сплава с эффектом памяти формы для управления зазором между статором 18 уплотнения текучей среды и ротором 20 уплотнения текучей среды. Активный механизм управления зазором в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения предотвращает взаимный контакт и облегчает поддержание зазора между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды во время всех эксплуатационных режимов роторного механизма.

Хотя здесь были проиллюстрированы и описаны некоторые признаки изобретения, специалистам в данной области техники будет очевидно множество модификаций и изменений. Поэтому необходимо понимать, что прилагаемая формула изобретения предназначена для того, чтобы охватить все такие модификации и изменения, которые могут быть осуществлены в рамках настоящего изобретения.

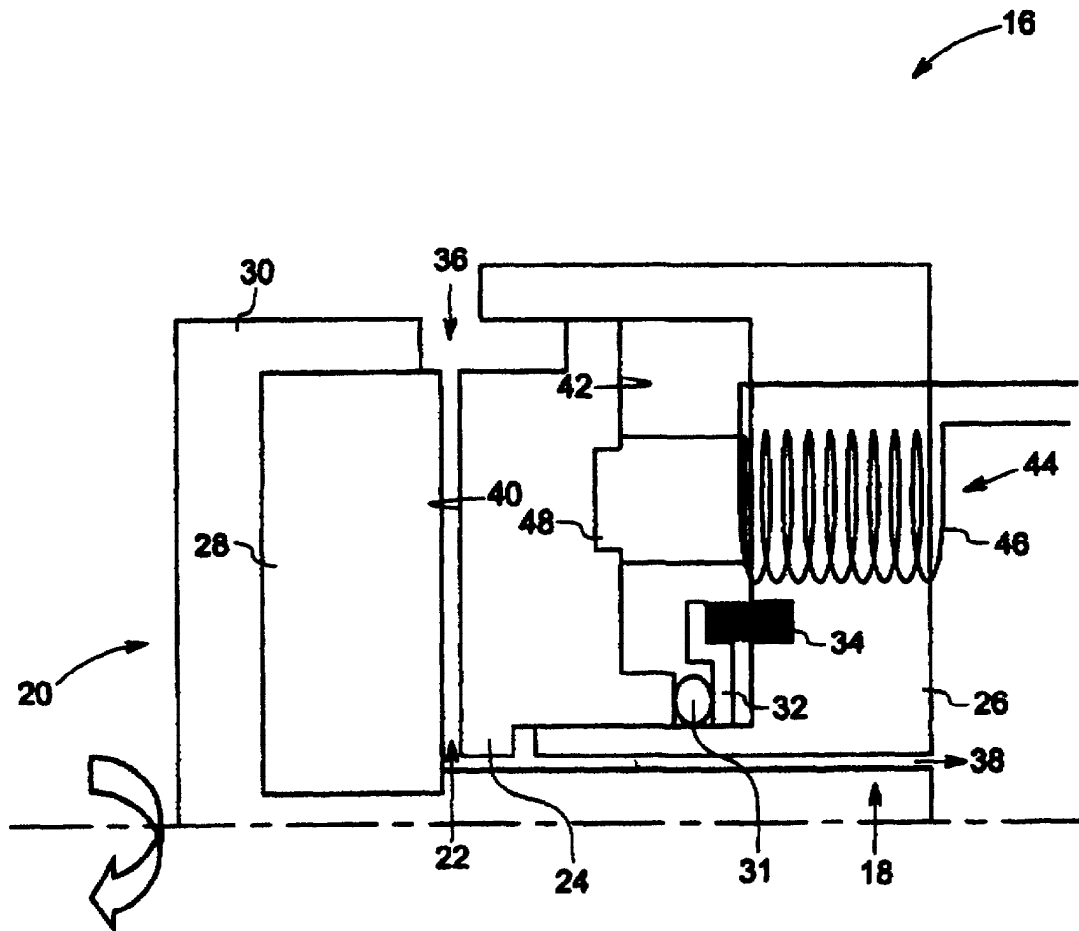
Формула изобретения

1. Роторный механизм, содержащий ротор механизма, статор механизма и уплотнение текучей среды, расположенное между ротором механизма и статором механизма, содержащее статор уплотнения текучей среды, содержащий элемент статора, выполненный с возможностью осевого перемещения в корпусе уплотнения текучей среды, ротор уплотнения текучей среды, пружину, смещающую элемент статора к ротору уплотнения текучей среды, и активный механизм управления зазором, соединенный со статором уплотнения текучей среды и выполненный с возможностью управления зазором между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды, отличающийся тем, что активный механизм управления зазором содержит одно или более устройств из сплава с эффектом памяти формы, соединенных с корпусом уплотнения текучей среды и выполненных с возможностью смещения элемента статора к или от ротора уплотнения текучей среды после подачи тока на устройство из сплава с эффектом памяти формы, и при прекращении подачи электроэнергии элемент статора перемещается к элементу ротора благодаря силе сжатия пружины.

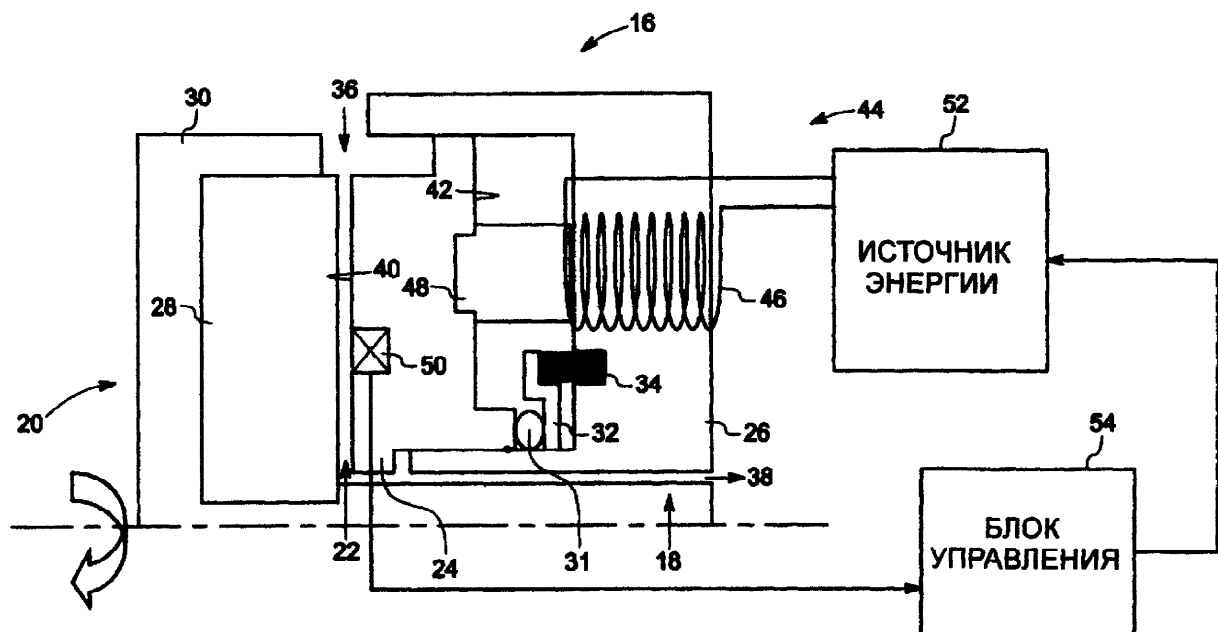
2. Роторный механизм по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно содержит блок управления для управления величиной тока, прикладываемого к устройству (устройствам) из сплава с эффектом памяти формы для регулирования зазора между элементом статора и ротором уплотнения текучей среды.

3. Роторный механизм по п.1, отличающийся тем, что активный механизм управления зазором содержит, по меньшей мере, один электромеханический микродатчик, выполненный с возможностью определения расстояния между ротором уплотнения текучей среды и статором уплотнения текучей среды.

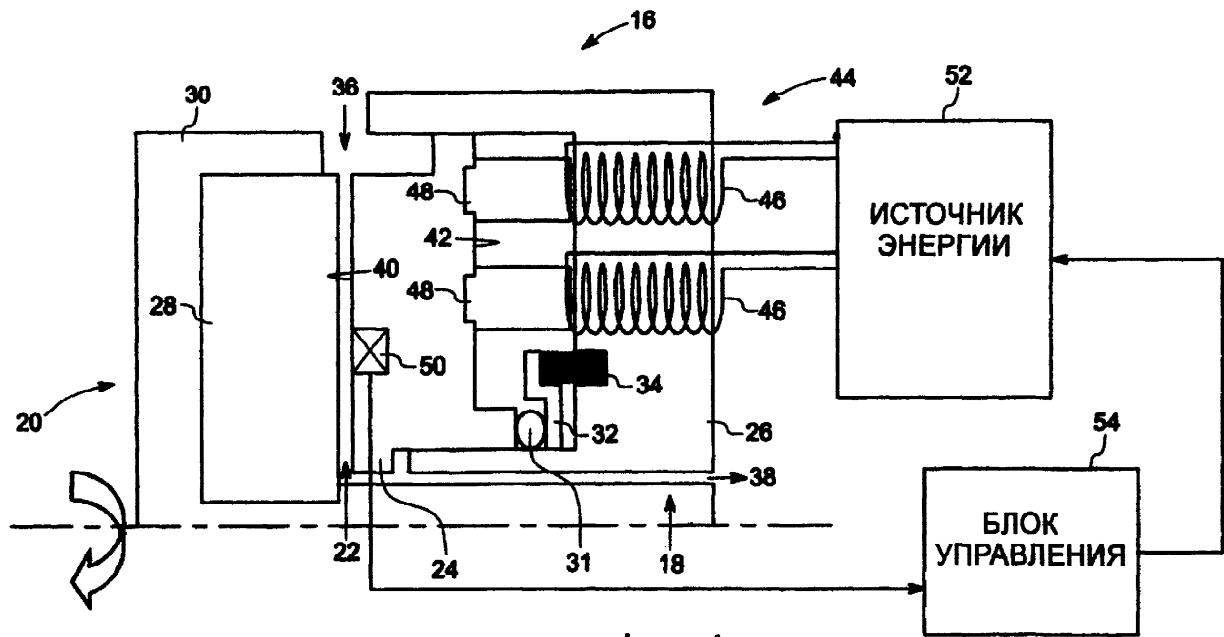
4. Способ эксплуатации роторного механизма, содержащего ротор механизма, статор механизма и уплотнение текучей среды, расположенное между ротором механизма и статором механизма и содержащее статор уплотнения текучей среды и ротор уплотнения текучей среды, при котором активно управляют потоком затворной текучей среды посредством зазора между статором уплотнения текучей среды и ротором уплотнения текучей среды, отличающийся тем, что при активном управлении приводят в действие устройство из сплава с эффектом памяти формы для смещения статора уплотнения текучей среды от ротора уплотнения текучей среды после подачи тока на устройство из сплава с эффектом памяти формы при низкоскоростных режимах эксплуатации роторного механизма.



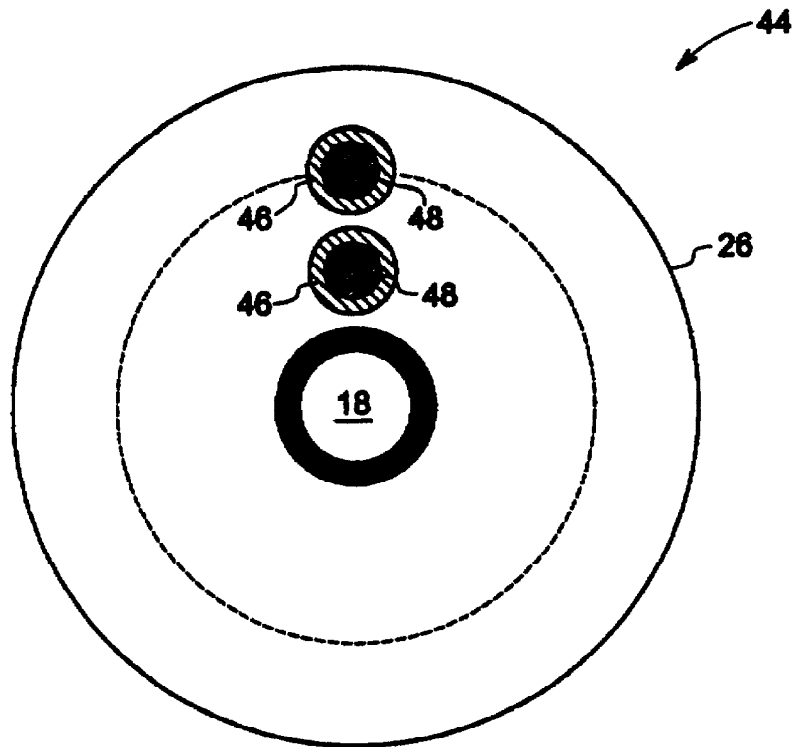
Фиг.2



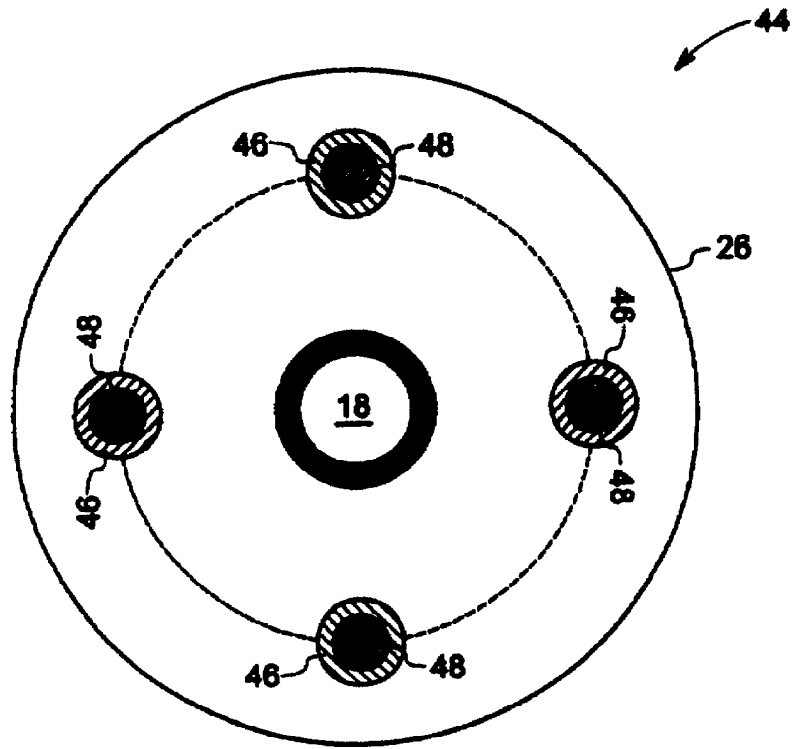
Фиг.3



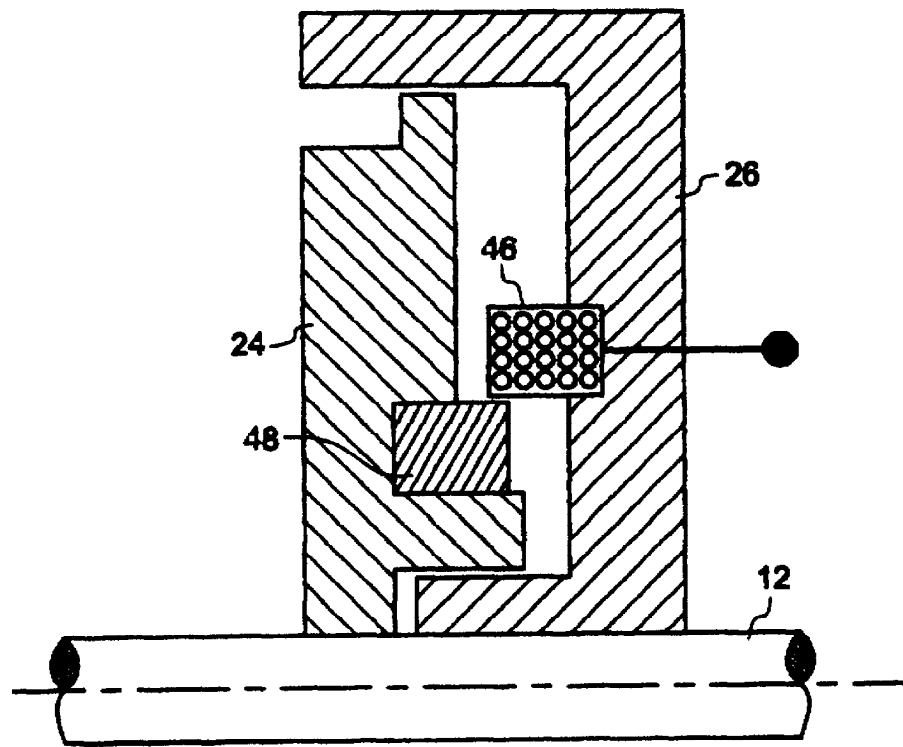
Фиг.4



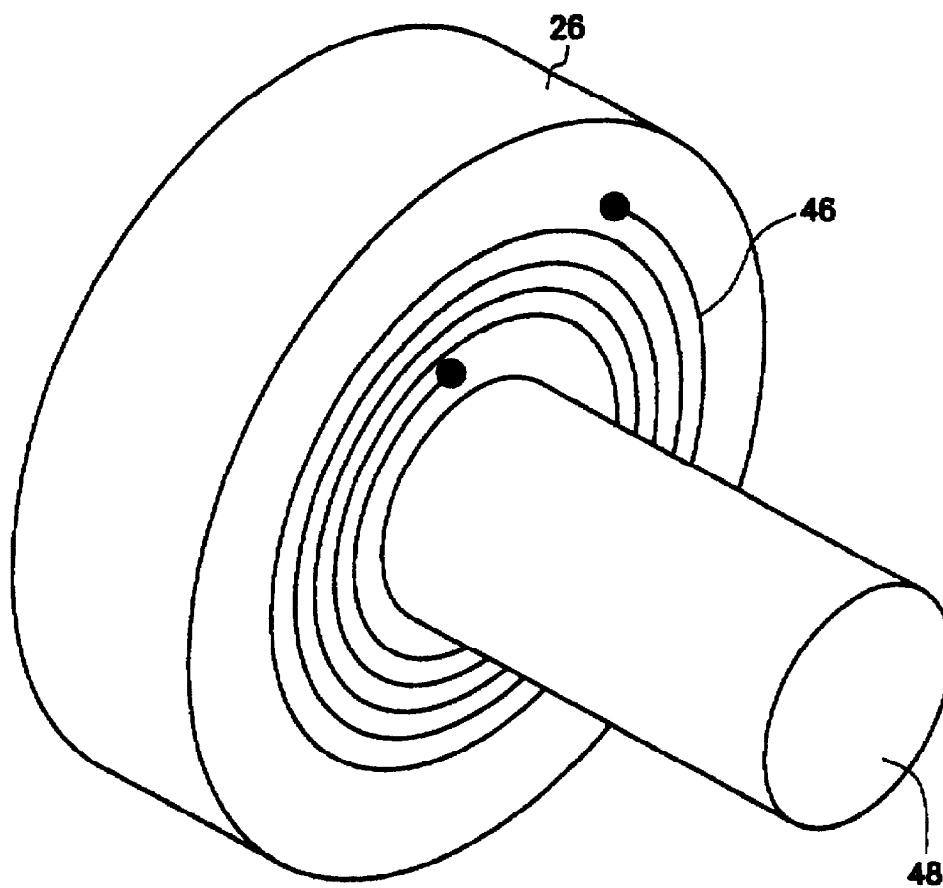
Фиг.5



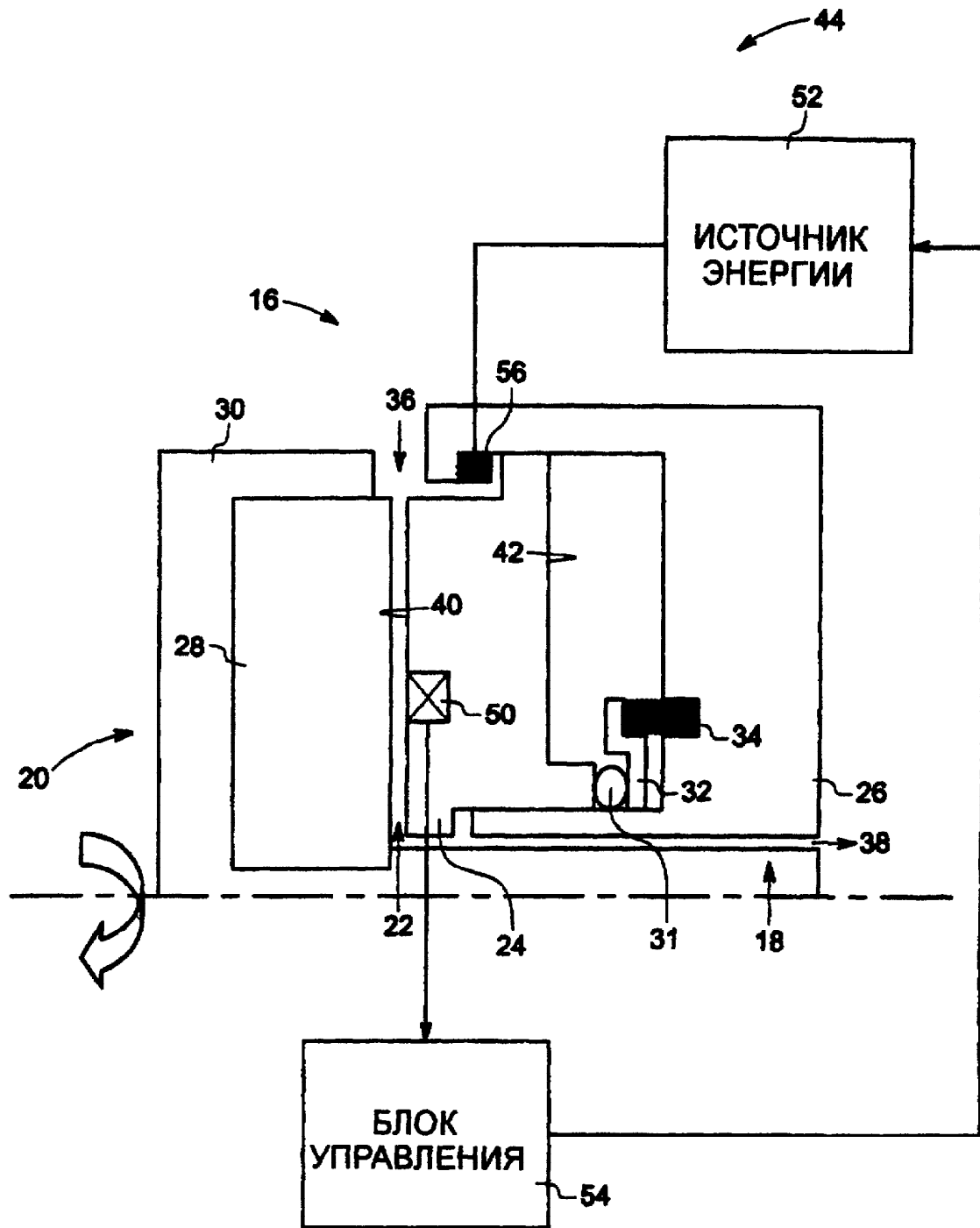
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9