



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011101089/06, 12.01.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.01.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.01.2011

(45) Опубликовано: 10.10.2012 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 6257839 B1, 10.07.2001. RU 2372524 C2, 10.11.2009. US 6257854 B1, 10.07.2001. US 5533887 A, 09.07.1996. JP 6307360 A, 01.11.1994.

Адрес для переписки:

445667, Самарская обл., ГСП, г. Тольятти,
ул. Белорусская, 14, начальнику ОтИС ТГУ
В.А. Романеву

(72) Автор(ы):

Кальней Евгений Дмитриевич (RU),
Криштал Михаил Михайлович (RU),
Максименко Владимир Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

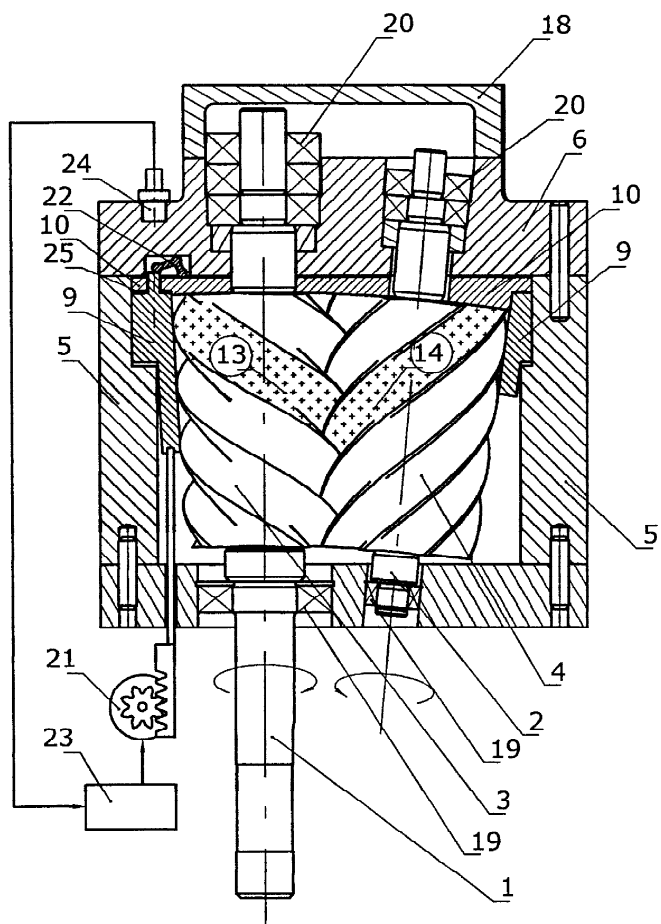
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Тольяттинский
государственный университет" (RU)

(54) ВИНТОВОЙ КОМПРЕССОР С КОНИЧЕСКИМИ РОТОРАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области энергомашиностроения, а именно к роторным винтовым машинам, а также к винтовым компрессорам и винтовым двигателям. В винтовом компрессоре с коническими роторами, включающем корпус компрессора 5, имеющий в срединной части полость под винтовые роторы 3, 4 и с примыкающими к ней полостями высокого и низкого давления и крайние части для размещения в их полостях подшипников 19, 20, и установленный между внутренней стенкой корпуса 5 и роторами 3, 4 с

возможностью перемещения вдоль оси корпус винтов 9, управляемый устройством перемещения. Корпус винтов 9 снабжен крышкой 10, установленной внутри корпуса компрессора 5 с возможностью перемещения относительно корпуса винтов 9. Изобретение направлено на повышение эффективных показателей работы компрессора, снижение энергопотребления, повышение надежности работы компрессора, предотвращение заклинивания винтов путем оптимизации зазоров. 10 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг. 5



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 463 482** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
F04C 18/16 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2011101089/06, 12.01.2011

(24) Effective date for property rights:
12.01.2011

Priority:

(22) Date of filing: 12.01.2011

(45) Date of publication: 10.10.2012 Bull. 28

Mail address:

445667, Samarskaja obl., GSP, g. Tol'jatti, ul.
Belorusskaja, 14, nachal'niku OtIS TGU V.A.
Romaneevu

(72) Inventor(s):

Kal'nej Evgenij Dmitrievich (RU),
Krishtal Mikhail Mikhajlovich (RU),
Maksimenko Vladimir Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Tol'jattinskij gosudarstvennyj universitet" (RU)

(54) SCREW COMPRESSOR WITH TAPERED ROTORS

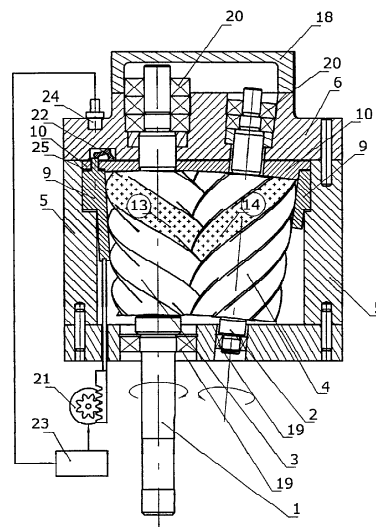
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: proposed compressor comprises housing 5 with central chamber for screw rotors 3, 4. Low- and high-pressure chambers adjoins said central chamber while extreme parts accommodate bearings 19, 20 and driven screw case arranged between inner wall of housing 5 and rotors 3, 4. Screw case 9 is furnished with cover 20 arranged inside compressor housing 5 to displace relative to screw case 9.

EFFECT: higher efficiency and reliability, reduced power consumption.

11 cl, 7 dwg



Фиг. 5

Изобретение относится к области энергомашиностроения, а именно - к роторным винтовым машинам, а также к винтовым компрессорам и винтовым двигателям.

Под термином "компрессоры" или "компрессорные машины" в общем случае объединяют все машины, которые предназначены для преобразования механической энергии двигателя в энергию сжатого газа и его перемещения.

В зависимости от того, сообщается ли газу потенциальная или кинетическая энергия, компрессорные машины можно разделить на две группы: компрессоры объемного и динамического действия.

В компрессорах объемного действия газу непосредственно сообщается потенциальная энергия давления путем сжатия его с помощью поршня, совершающего возвратно-поступательное (в поршневых компрессорах) или вращательное (в роторных компрессорах) движение. В роторных компрессорах объемного действия путем смены направления вращения роторов происходит переключение машины из режима компрессора в режим газового мотора.

Широко известны винтовые компрессоры компании SRM (Швеция) для применения в различных отраслях промышленности, на транспорте, в технологических процессах, в системах, кондиционирования и для производства холода. Основными деталями винтовых компрессоров являются корпус, роторы с винтовой нарезкой специального профиля, подшипники, уплотнения, синхронизирующие шестерни.

Основным требованием при проектировании винтовых компрессоров является расчет и обеспечение минимальных зазоров в зацеплении винтовых частей, роторов, т.е. необходима повышенная точность изготовления винтовых частей роторов и корпуса.

Несоблюдение этих требований может привести к перераспределению зазоров между профилями в зацеплении винтовых частей роторов, а также между винтовыми частями и расточками корпуса, что приведет к касанию винтовых частей ведомого и ведущего роторов при работе компрессора и выходу последнего из строя.

В принципе зазоры между винтами и между винтами и корпусом желательно иметь нулевые; практически их приходится допускать не менее минимально безопасной величины.

В общем виде требования к зацеплению винтов состоят в следующем:

- зацепление винтов должно обеспечивать герметичность между областями выпуска и впуска, т.е. в нормальном к плоскости осей винтов направлении;
- зацепление винтов должно обеспечивать герметичность между парными полостями, т.е. в осевом (продольном) направлении.

На практике ни то, ни другое требование полностью не выполняется. Однако выполнение первого требования, как более важного, всегда обязательно и при проектировании и изготовлении должно быть основным. Выполнение второго требования в зависимости от условий работы компрессора иногда становится не только необязательным, но и нежелательным. И, напротив, в иных условиях выполнение второго требования приобретает большое значение.

Известен двухроторный агрегат, включающий:

- корпус, указанный корпус включает внутреннюю стенку, определяющую камеру впуска, впуск и выпуск соответственно расположенных в связи с камерой впуска указанного корпуса;
- втулку, установленную в камере впуска внутри корпуса, с возможностью осевого перемещения вдоль внутренней стенке корпуса, указанная втулка содержит внутреннюю стенку, определяющую камеру впуска и наружную стенку,

присоединенную к внутренней стенке корпуса;

- О - кольцо, установленное сверху стенки втулки и расположенное между втулкой и корпусом, для уплотнения зазора между втулкой и корпусом;

- направляющее средство для движения втулки в осевом направлении относительно корпуса;

- два винтовых конических ротора, зацепляющихся между собой и установленных в камере впуска внутри втулки;

- электрическое приводное устройство для перемещения втулки аксиально в указанном корпусе относительно роторов, а также средства управления для контроля работы электрического приводного устройства, средство управления включает датчик давления, который реагирует на давление в камере впуска вблизи области впуска, для включения средств управления электрическими средствами в движение втулки с учетом давления определяемым датчиком давления (прототип - патент США №6257839 от 08.06.2000 г.).

Недостатком указанного устройства является недостаточная эффективность и надежность работы компрессора.

Задачей изобретения является повышение эффективных показателей работы компрессора, снижение энергопотребления, повышение надежности работы компрессора, предотвращение заклинивания винтов путем оптимизации зазоров.

Поставленная задача достигается тем, что в винтовом компрессоре с коническими роторами, включающем корпус компрессора, имеющий в срединной части полость под винтовые роторы и с примыкающими к ней полостями высокого и низкого давления и крайние части для размещения в их полостях подшипников, и установленный между внутренней стенкой корпуса и роторами с возможностью перемещения вдоль оси корпус винтов, управляемый устройством перемещения, согласно изобретению корпус винтов снабжен крышкой, установленной внутри корпуса компрессора с возможностью перемещения относительно корпуса винтов.

Причем привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде привода от электродвигателя через реечное зацепление.

Причем привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде привода от электродвигателя через винтовую пару.

Причем привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде гидропривода через гидроцилиндр.

Причем привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов снабжен системой управления, включающей микропроцессор и вибрационный датчик.

Причем крышка корпуса винтов снабжена не менее чем одним рычагом привода для перемещения в осевом направлении относительно корпуса компрессора.

Причем рычаг привода крышки корпуса винтов выполнен в форме двуплечего рычага, центр которого опирается на поверхность крышки корпуса подшипников на стороне выпуска, первое плечо рычага опирается на поверхность корпуса винтов, а второе плечо рычага опирается на поверхность крышки корпуса винтов.

Причем форма рычага выбрана таким образом, что перемещение одного плеча рычага в осевом направлении относительно корпуса компрессора соотносится с соответствующим перемещением другого плеча рычага в прямо противоположном направлении.

Причем между корпусом винтов и крышкой корпуса винтов установлен не менее чем один пружинный элемент.

Причем оси ведущего и ведомого винтов пересекаются в центральной точке С,

торцы зубьев винтов и соответствующая поверхность крышки корпуса винтов выполнены в форме сферы с центром в точке С, внешняя поверхность зубьев винтов и соответствующих расточек в корпусе винтов выполнены в форме конусов с вершиной в точке С.

5 Причем вибрационный датчик расположен в корпусе подшипников на стороне выпуска в непосредственной близости от рычага.

На фиг.1 представлен винтовой компрессор с коническими роторами.

10 На фиг.2 представлено в увеличенном масштабе взаимное расположение рычага привода и взаимодействующих с ним деталей при увеличении зазоров между роторами и корпусом.

На фиг.3 представлено в увеличенном масштабе взаимное расположение рычага привода и взаимодействующих с ним деталей при уменьшении зазоров между роторами и корпусом.

15 На фиг.4 представлена в увеличенном масштабе схема регулирования зазоров путем перемещения рычага привода.

На фиг.5 показана конструкция винтового компрессора с коническими роторами.

20 На фиг.6 показаны окна впуска и выпуска, расположенные на корпусе винтового компрессора.

На фиг.7 показаны окна впуска и выпуска, расположенные на корпусе винтов и крышке корпуса винтов.

Винтовой компрессор включает:

1 - Вал ведущего винтового ротора

25 2 - Вал ведомого винтового ротора

3 - Ведущий винт

4 - Ведомый винт

5 - Корпус компрессора

30 6 - Корпус подшипников на стороне выпуска

7 - Окно впуска

8 - Окно выпуска

9 - Корпус винтов

10 - Крышка корпуса винтов

35 11 - Кромка впуска ведущего винта

12 - Кромка впуска ведомого винта

13 - Полость ведущего винта

14 - Рабочая полость ведомого винта

40 15 - Кромка окна выпуска корпуса винтов

16 - Кромка окна выпуска крышки корпуса винтов

17 - Корпус подшипников на стороне впуска

18 - Крышка корпуса подшипников на стороне выпуска

19 - Подшипники на стороне впуска

45 20 - Подшипники на стороне выпуска

21 - Привод корпуса винтов

22 - Рычаг привода крышки корпуса винтов

23 - Микропроцессор системы управления

50 24 - Вибрационный датчик

25 - Пружина

Описание конструкции винтового компрессора:

Винты 3 и 4 установлены на соответствующих валах 1 и 2 и вставлены в расточки

винтов корпуса винтов 9.

Окно впуска воздуха корпуса винтов определяется кромками 11 и 12.

Окно выпуска корпуса винтов 15 подсоединено к окну выпуска 16 крышки корпуса винтов 10.

5 К корпусу винтов 9 со стороны выпуска подсоединена крышка корпуса винтов 10.

Окно впуска 7 компрессора с целью подвода рабочей среды подсоединено к окну впуска корпуса винтов 9.

10 Окно выпуска 8 компрессора с целью отвода рабочей среды подсоединено к окну выпуска 16 крышки корпуса винтов 10.

Корпус винтов 9 и крышка корпуса винтов 10 установлены внутри корпуса компрессора 5 с возможностью перемещения в осевом направлении относительно корпуса компрессора 5.

15 К корпусу компрессора 5 со стороны выпуска присоединен корпус подшипников на стороне выпуска 6.

К корпусу компрессора 5 со стороны впуска присоединен корпус подшипников на стороне впуска 17.

20 Подшипники на стороне впуска 19 установлены в корпус подшипников на стороне впуска 17.

Подшипники на стороне выпуска 20 установлены в корпус подшипников на стороне выпуска 6.

25 Валы ведомого и ведущего винтовых роторов 1 и 2 установлены с возможностью вращения в соответствующих подшипниках на стороне впуска 19 и подшипниках на стороне выпуска 20.

30 Ведущий винтовой ротор состоит из вала 1 и винта 3. Ведомый винтовой ротор состоит из вала 2 и винта 4. Винтовые роторы установлены внутри соответствующих расточек корпуса винтов 9 и снабжены приводом вращения через вал ведущего винтового ротора 1.

35 Оси винтов 3 и 4 пересекаются в центральной точке С, угол между осями винтов 3 и 4 составляет $\alpha > 0$. Торцы зубьев винтов 3 и 4 со стороны выпуска и соответствующая поверхность крышки корпуса винтов 10 выполнены в форме сферы с центром в центральной точке С и радиусом $R_{\text{вып}}$. Внешняя поверхность зубьев ведущего винта 3 и соответствующая расточка в корпусе винтов 9 выполнены в форме конуса с вершиной в точке С и с углом α_1 при вершине. Внешняя поверхность зубьев ведомого винта 4 и соответствующая расточка в корпусе винтов 9 выполнены в форме конуса с вершиной в точке С и с углом α_2 при вершине.

40 Корпус винтов 9 снабжен приводом 21 для перемещения в осевом направлении относительно корпуса компрессора 5. Привод 21 может быть выполнен в виде альтернативных вариантов, таких как привод от электродвигателя через реечное зацепление, привод от электродвигателя через винтовую пару, гидропривод через гидроцилиндр. Привод 21 снабжен системой управления, включающей
45 микропроцессор 23 и не менее чем один вибрационный датчик 24.

Крышка корпуса винтов 10 снабжена не менее чем одним рычагом привода 22 для перемещения в осевом направлении относительно корпуса компрессора 5. Между корпусом винтов 9 и крышкой корпуса винтов 10 помещена пружина 25.

50 Рычаг привода крышки корпуса винтов 22 выполнен в форме двуплечего рычага, центр и плечи рычага образованы точками касания участков поверхности, рычага с соответствующими участками взаимодействующих поверхностей деталей 18, 9 и 10. Центр рычага 22 опирается в точке О на поверхность крышки корпуса подшипников

на стороне выпуска 18, плечо рычага АО опирается в точке А на поверхность корпуса винтов 9, плечо рычага ОВ опирается в точке В на поверхность крышки корпуса винтов 10.

Форма рычага 22 выбрана таким образом, что перемещение h_1 точки касания А в осевом направлении относительно корпуса компрессора 5 соотносится с соответствующим перемещением h_2 точки касания В в прямо противоположном направлении, как $h_1/h_2=2...20$.

Вибрационный датчик 24 расположен в корпусе подшипников на стороне выпуска 18 в непосредственной близости от рычага 22.

Описание работы компрессора

Винты 3 и 4 при вращении образуют следующие друг за другом рабочие полости 13 и 14. Рабочая среда подводится к винтам через окно впуска 7 в корпусе компрессора 5. Кромки окна впуска 11 и 12 корпуса винтов 9 для ведущего винта 3 и ведомого винта 4 соответственно определяют окончание т процесса впуска и начала процесса сжатия рабочей среды внутри корпуса винтов 9. Кромки окна выпуска 15 и 16 для корпуса винтов 9 и для крышки корпуса винтов 10 соответственно определяют начало процесса выпуска. Рабочая среда отводится из компрессора через окно выпуска 8.

КПД работы винтового компрессора снижается при увеличении зазоров между винтами и корпусом выше оптимального значения, повышаются затраты мощности на привод вращения винтов. И наоборот, КПД работы винтового компрессора повышается при уменьшении зазоров между винтами и корпусом до оптимального значения, понижаются затраты мощности на привод вращения винтов.

При уменьшении зазоров между винтами и корпусом менее оптимального или минимально безопасного значения начинает происходить повышение потерь на трение винтов по корпусу, увеличивается тепловыделение в результате трения поверхностей зубьев винтов, повышается опасность заклинивания винтов в корпусе и в зацеплении зубьев винтов. Для предотвращения заклинивания винтов требуется увеличить зазоры между винтами и корпусом до оптимального или минимально безопасного значения.

Привод 21 выполняет регулирование зазоров между наружными поверхностями винтов 3, 4 и соответствующими внутренними поверхностями корпуса винтов 9 и крышки корпуса винтов 10. По команде микропроцессора 23 привод 21 выполняет перемещение h_1 корпуса винтов 9 в осевом направлении относительно корпуса винтов 9, при этом крышка корпуса винтов 10 выполняет перемещение h_2 в прямо противоположном направлении. Вибрационный датчик 24 выдает сигнал о вибрациях и акустической эмиссии в пространстве, расположенном в непосредственной близости от рычага 22.

Как показали расчеты, предлагаемое изобретение обеспечивает повышение эффективных показателей работы компрессора, снижение энергопотребления, повышение надежности работы компрессора, предотвращение заклинивания винтов путем оптимизации зазоров.

Формула изобретения

1. Винтовой компрессор с коническими роторами, включающий корпус компрессора, имеющий в срединной части полость под винтовые роторы и с примыкающими к ней полостями высокого и низкого давления и крайние части для размещения в их полостях подшипников, и установленный между внутренней стенкой корпуса и роторами с возможностью перемещения вдоль оси корпус винтов,

управляемый устройством перемещения, отличающийся тем, что корпус винтов снабжен крышкой, установленной внутри корпуса компрессора с возможностью перемещения относительно корпуса винтов.

2. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде привода от электродвигателя через реечное зацепление.

3. Винтовой компрессор п.1, отличающийся тем, что привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде привода от электродвигателя через винтовую пару.

4. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов может быть выполнен в виде гидропривода через гидроцилиндр.

5. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что привод для перемещения в осевом направлении корпуса винтов снабжен системой управления, включающей микропроцессор и вибрационный датчик.

6. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что крышка корпуса винтов снабжена не менее чем одним рычагом привода для перемещения в осевом направлении относительно корпуса компрессора.

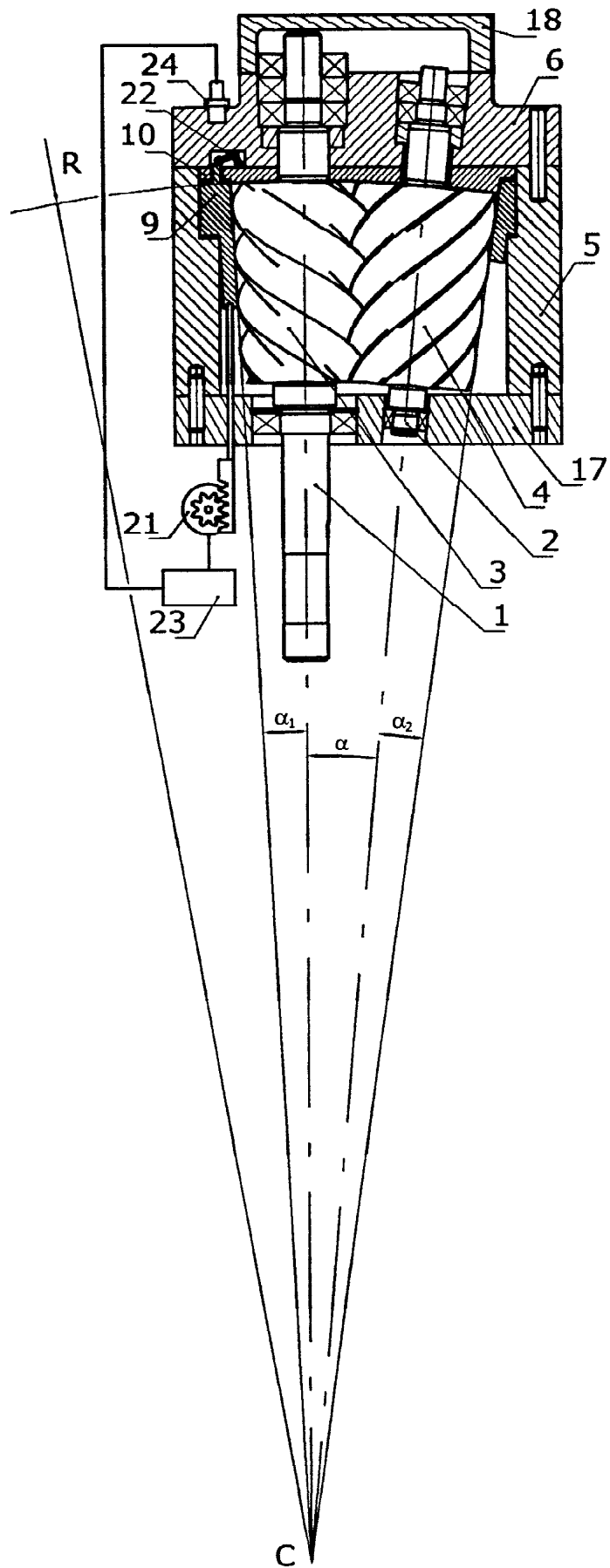
7. Винтовой компрессор п.6, отличающийся тем, что рычаг привода крышки корпуса винтов выполнен в форме двуплечего рычага, центр которого опирается на поверхность крышки корпуса подшипников на стороне выпуска, первое плечо рычага опирается на поверхность корпуса винтов, а второе плечо рычага опирается на поверхность крышки корпуса винтов.

8. Винтовой компрессор по п.6, отличающийся тем, что форма рычага выбрана таким образом, что перемещение одного плеча рычага в осевом направлении относительно корпуса компрессора соотносится с соответствующим перемещением другого плеча рычага в прямо противоположном направлении.

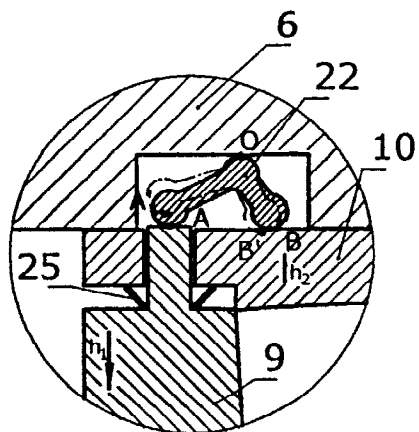
9. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что между корпусом винтов и крышкой корпуса винтов установлен не менее чем один пружинный элемент.

10. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что оси ведущего и ведомого винтов пересекаются в центральной точке С, торцы зубьев винтов и соответствующая поверхность крышки корпуса винтов выполнены в форме сферы с центром в точке С, внешние поверхности зубьев винтов и соответствующих расточек в корпусе винтов выполнены в форме конусов с вершиной в точке С.

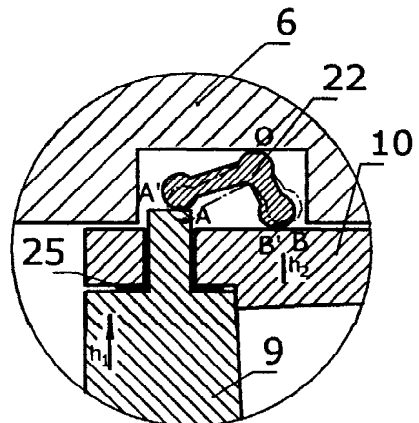
11. Винтовой компрессор по п.1, отличающийся тем, что вибрационный датчик расположен в корпусе подшипников на стороне выпуска в непосредственной близости от рычага.



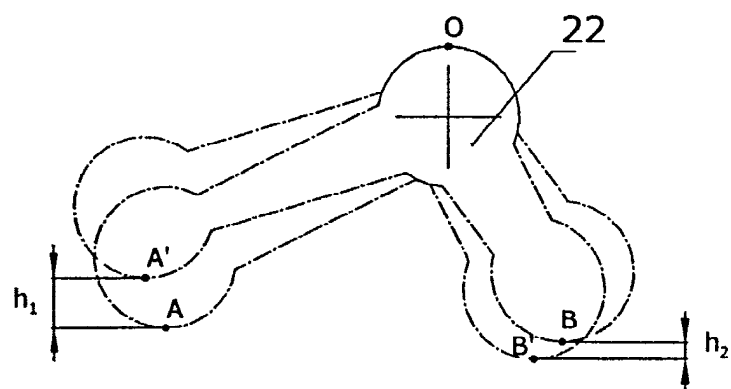
Фиг. 1



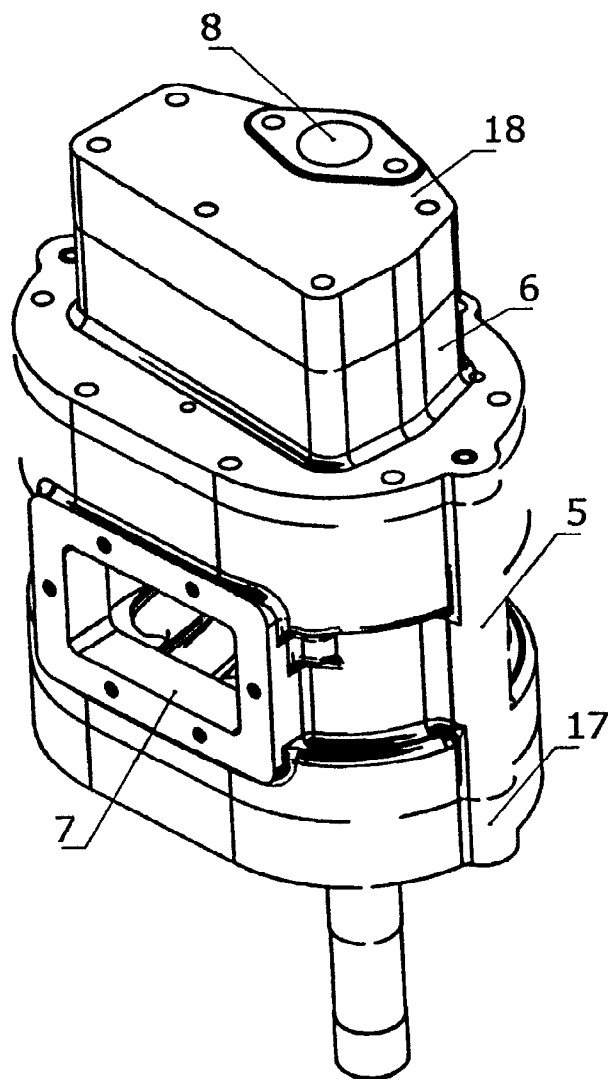
Фиг. 2



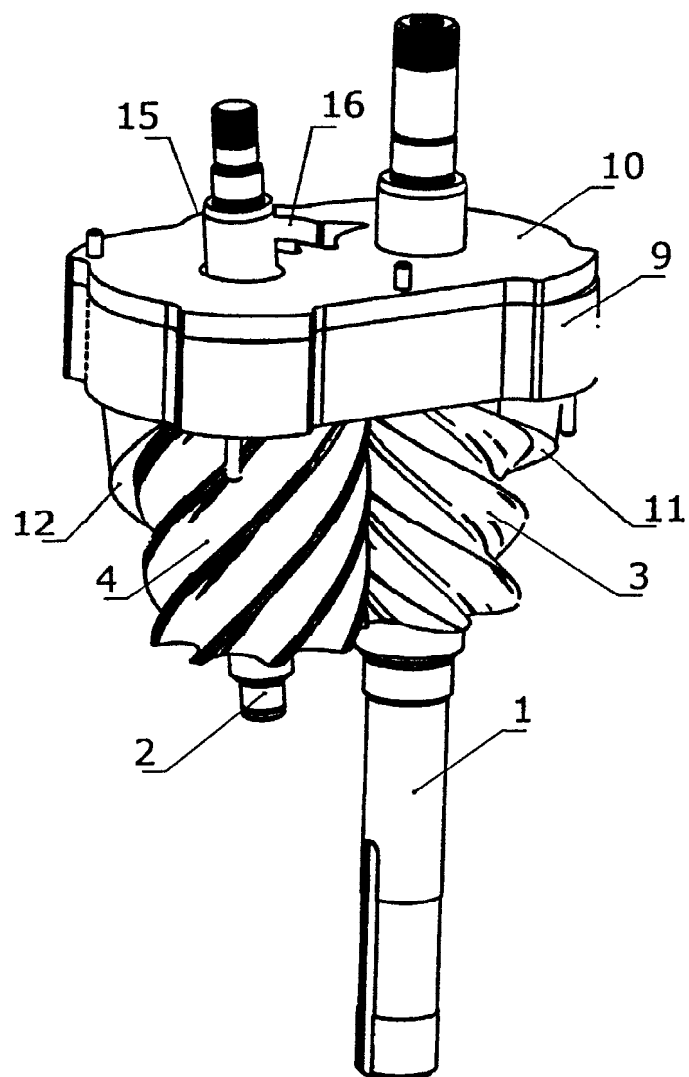
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 6



Фиг. 7