



(51) МПК
F16C 17/08 (2006.01)
F16C 27/08 (2006.01)
F16F 15/023 (2006.01)

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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007122080/11, 13.06.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 13.06.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2008

(45) Опубликовано: 27.06.2009 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: GB 1212481 A, 18.11.1970. RU 2044936 C1, 27.09.1995. RU 2044937 C1, 27.09.1995. RU 2298121 C2, 27.04.2007. DE 1775168 A1, 12.08.1971. US 3781071 A, 25.12.1973.

Адрес для переписки:

198097, Санкт-Петербург, пр. Стачек, 47,
 ОАО "ПО ЭХЗ", Директору А.К.
 Калитеевскому

(72) Автор(ы):

Калитеевский Алексей Кириллович (RU),
 Глухов Николай Петрович (RU),
 Алексеев Анатолий Федорович (RU),
 Лихачев Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

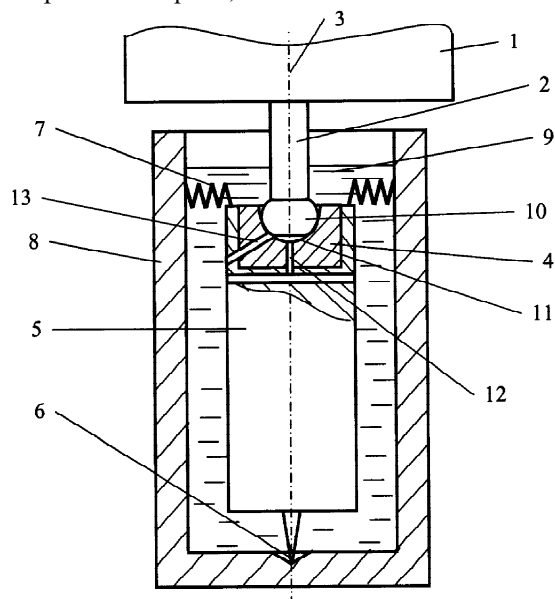
Открытое акционерное общество
 "Производственное объединение
 "Электрохимический завод" (ОАО "ПО
 ЭХЗ") (RU)

(54) ОПОРА ВЕРТИКАЛЬНОГО РОТОРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к опорам быстровращающихся машин и приборов, таким как накопители энергии, гироскопы, сепараторы, центрифуги, и, в частности, к опорам вертикальных валов таких устройств. Опорная поверхность цапфы ротора выполнена в виде тороидальной поверхности и установлена на сферической опорной поверхности в углублении подпятника опоры. Подпятник опоры установлен на демпфирующем элементе, размещенном в полости корпуса со смазывающей жидкостью. Радиус тороидальной поверхности цапфы составляет $0,4 \div 0,95$ от величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника, а расстояние между осевой линией тороидальной поверхности и осью цапфы составляет $0,05 \div 0,6$ от величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника. Технический результат: повышение несущей способности опоры,

снижение затрат на изготовление и ремонт опоры. 11 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
F16C 17/08 (2006.01)
F16C 27/08 (2006.01)
F16F 15/023 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007122080/11, 13.06.2007**

(24) Effective date for property rights:
13.06.2007

(43) Application published: **20.12.2008**

(45) Date of publication: **27.06.2009 Bull. 18**

Mail address:
**198097, Sankt-Peterburg, pr. Stachek, 47, OAO
"PO EhKhZ", Direktoru A.K. Kaliteevskomu**

(72) Inventor(s):
**Kaliteevskij Aleksej Kirillovich (RU),
Glukhov Nikolaj Petrovich (RU),
Alekseev Anatolij Fedorovich (RU),
Likhachev Aleksandr Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Proizvodstvennoe ob"edinenie
"Ehlektrokhimicheskij zavod" (OAO "PO
EhKhZ") (RU)**

(54) VERTICAL ROTOR SUPPORT

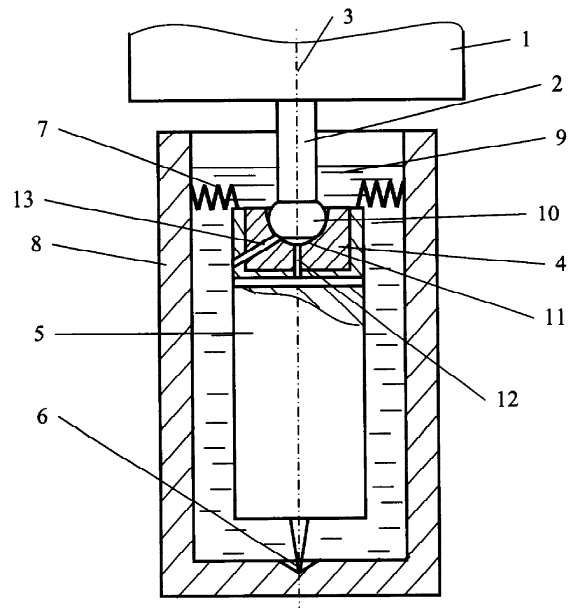
(57) Abstract:

FIELD: mechanics.

SUBSTANCE: support surface of rotor trunnion is made in the form of toroidal surface and installed on spherical support surface in cavity of support toe. The latter is installed on a damping element arranged in cavity of housing with lubricating liquid. Radius of toroidal surface of trunnion is $0.4 \div 0.95$ of the radius value of spherical support surface of the toe, and distance between axial line of toroidal surface and trunnion axis is $0.05 \div 0.6$ of the radius value of spherical support surface of the toe.

EFFECT: increasing carrying capacity of support and decreasing costs for manufacturing and repairing thereof.

12 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 6 0 1 5 4 C 2

RU 2 3 6 0 1 5 4 C 2

Изобретение относится к опорам быстровращающихся машин и приборов, таким как накопители энергии, гироскопы, сепараторы, центрифуги, и, в частности, к опорам вертикальных валов таких устройств.

5 Известна вертикально нагруженная опора быстровращающегося ротора по патенту US №5945754, 1999.08.31, H02K 5/16. Опора позволяет вращать ротор с большой скоростью 800-1200 об/с и выполнена в виде иглы, на конце которой закреплен наконечник со сферической опорной поверхностью, установленной в сферическое углубление подпятника подшипника опоры, расположенного на 10 демпфирующем элементе опоры. На поверхности сферы наконечника выполнены сферические спиральные канавки для нагнетания смазывающей жидкости между поверхностями наконечника и подпятника и отрыва поверхности наконечника от подпятника для уменьшения износа опоры.

15 Известная опора сложна в изготовлении и требует индивидуальной притирки сферы наконечника иглы и сферы подпятника, что создает дополнительные затраты при изготовлении и ремонте опорной пары.

Известна вертикально нагруженная опора быстровращающегося вала по патенту UK №1212481, 1969.03.05, F16C 17/08, взятая за прототип. Вертикально 20 нагруженная цапфа подшипника вала со скругленным по радиусу концом поддерживается в соответствующем углублении в подпятнике подшипника. В подпятнике подшипника выполнена прорезь, соединенная с каналом для отвода смазки. Радиус кривизны сферы цапфы подшипника составляет либо 2/3 от величины радиуса сферического углубления подпятника и сфера скруглена на периферии вала 25 по меньшему радиусу, либо меньше величины радиуса сферы подпятника. На цапфе и на охватывающей цапфу втулке выполнены канавки для прокачки смазки.

Известная опора имеет высокие напряжения в опорных поверхностях под вертикальной и радиальной нагрузкой при давлении меньшей сферы цапфы на 30 большую сферу углубления подпятника, что может вызвать разрыв смазывающей пленки и износ опоры.

Задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, состоит в создании простой в изготовлении опоры быстровращающегося ротора с увеличенной осевой и радиальной нагрузкой.

35 Технический результат, достигаемый при осуществлении изобретения, заключается в повышении несущей способности опоры, снижении затрат на изготовление и ремонт опоры.

Технический результат достигается тем, что в опоре вертикального ротора, включающей погруженную в смазывающую жидкость опорную поверхность, 40 выполненную на скругленном конце цапфы, установленную на опорную поверхность, выполненную в углублении подпятника опоры, опорная поверхность цапфы выполнена в виде тороидальной поверхности.

45 Дополнительно, опорная поверхность подпятника выполнена в виде сферической поверхности.

Кроме того, радиус тороидальной поверхности цапфы составляет $0,4 \div 0,95$ от величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

50 Дополнительно, расстояние между осевой линией тороидальной поверхности и осью цапфы составляет $0,05 \div 0,6$ от величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

Кроме того, глубина сферической опорной поверхности подпятника составляет $0,7 \div 1,3$ от величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

Дополнительно, торцевая поверхность цапфы выполнена плоской.

Кроме того, торцевая поверхность цапфы выполнена сферической с радиусом сферы, большим радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

5 Дополнительно, на тороидальной поверхности цапфы выполнены канавки, наклоненные к оси вращения в направлении нагнетания смазывающей жидкости между тороидальной и сферической опорными поверхностями.

Кроме того, сферическая опорная поверхность подпятника сопряжена с цилиндрической или конической поверхностью.

10 Дополнительно, в подпятнике выполнен канал для прохода смазывающей жидкости, расположенный на оси вращения ротора.

Кроме того, в подпятнике выполнен один или несколько каналов для прохода смазывающей жидкости, расположенный под углом к оси вращения ротора.

15 Дополнительно, подпятник опоры установлен на демпфирующем элементе.

Кроме того, подпятник выполнен из лейкосапфира или рубина.

Сущность изобретения поясняется прилагаемыми чертежами.

На фиг.1 показан вертикальный разрез общего вида опоры с демпфирующим элементом.

20 На фиг.2 дан вертикальный разрез цапфы и подпятника с обозначениями геометрии опоры.

На фиг.3 показан вертикальный разрез варианта геометрии цапфы и подпятника.

25 Вертикальный ротор 1 с цапфой 2 установлен для вращения вокруг вертикальной оси 3 на подпятник 4, закрепленный на демпфирующем элементе 5. Демпфирующий элемент 5 в виде цилиндра установлен на шарнире 6 и центрирующих пружинах 7 в полости корпуса 8, заполненной смазывающей жидкостью 9. На конце цапфы 2 выполнена тороидальная опорная поверхность 10, погруженная в смазывающую жидкость 9 и опирающаяся на сферическую опорную поверхность 11, выполненную в углублении подпятника 4. Для прохода смазывающей жидкости к опорным
30 поверхностям 10 и 11 в подпятнике 4 выполнены канал 12, расположенный на оси вращения 3, и канал 13, расположенный под углом к оси вращения 3. Тороидальная опорная поверхность 10 образована вращением вокруг оси 3 дуги окружности радиуса ρ с центром, смещенным от оси 3 на величину δ , и опирается на сферическую
35 опорную поверхность 11 подпятника 4 с радиусом сферы g . Причем, радиус ρ тороидальной поверхности 10 цапфы 2 составляет $0,4 \div 0,95$ от величины радиуса g сферической опорной поверхности 11 подпятника 4, так что выполняется соотношение: $\rho = (0,4 \div 0,95)g$. Расстояние δ между осевой линией тороидальной
40 поверхности 10 и осью 3 цапфы 2 составляет $0,05 \div 0,6$ от величины радиуса g сферической опорной поверхности 11 подпятника 4, так что выполняется соотношение: $\delta = (0,05 \div 0,6)g$.

45 Торцевая поверхность 14 цапфы 2 в варианте опоры, показанном на фиг.2, выполнена плоской. Торцевая поверхность 15 цапфы 2 в варианте опоры, показанном на фиг.3, выполнена сферической с радиусом сферы R . Причем радиус R сферы 15 больше радиуса g сферической опорной поверхности 11 подпятника 4, так что выполняется соотношение: $R > g$.

50 На тороидальной поверхности 10 цапфы 2 выполнены канавки 16, наклоненные к оси 3 вращения ротора 1 в направлении нагнетания смазывающей жидкости 9 между тороидальной 10 и сферической 11 опорными поверхностями.

Глубина h сферической опорной поверхности 11 подпятника 4 составляет $0,7 \div 1,3$ от величины радиуса g сферической опорной поверхности 11, так что выполняется

соотношение: $h=(0,7\div 1,3)г$.

При глубине $h>r$ сферическая опорная поверхность 11 сопряжена с цилиндрической поверхностью 17 или конической поверхностью 18 с небольшой конусностью (показана на фиг.3 пунктиром).

Опора работает следующим образом.

При отсутствии вращения ротора 1 конец цапфы 2 с тороидальной поверхностью 10 погружен в смазывающую жидкость 9 и установлен на сферической опорной поверхности 11 подпятника 4. Контактные напряжения от осевой нагрузки вертикального ротора 1 распределены между сферической опорной поверхности 11 и тороидальной поверхностью 10 по кольцевой площадке. Площадь этой площадки значительно превышает площадь пятна контакта на поверхностях известной опоры, в результате чего уровень максимальных контактных напряжений в тороидальной опоре значительно меньше, чем в опоре с непритертыми сферическими поверхностями. При вращении ротора 1 с частотой 800-1200 Гц происходит увеличение температуры смазывающей жидкости на поверхностях контакта между тороидальной поверхностью 10 и сферической опорной поверхностью 11. Меньший уровень распределенных по большей площади контактных напряжений создает более равномерное распределение температур в зоне контакта тороидальной опоры, что снижает значение максимальных температур в смазывающей жидкости и повышает работоспособность опоры. Выполнение каналов 12 и 13 в подпятнике 4 опоры обеспечивает при вращении ротора 1 проток более холодной смазывающей жидкости в зону контакта с повышенной температурой и дополнительное охлаждение опоры, а выполнение канавок 16 на тороидальной поверхности 10 увеличивает скорость циркуляции масла через зону контакта, что снижает износ опоры и увеличивает ее работоспособность.

Кроме того, при выполнении подпятника 4 из лейкосапфира или рубина в сочетании, например, со стальной тороидальной поверхностью 10 цапфы 2 опорная пара имеет малый коэффициент трения и меньшую мощность трения и температуру в опоре.

Сопряжение сферической опорной поверхности 11 при ее увеличенной глубине с цилиндрической поверхностью 17 или конической поверхностью 18 обеспечивает предотвращение высккивания конца цапфы 2 из подпятника 4 при больших радиальных нагрузках взаимодействия и неустойчивых режимах работы ротора, а установка подпятника опоры на демпфирующем элементе 5 дополнительно уменьшает радиальные нагрузки.

Конструкция опоры допускает изготовление опорной поверхности цапфы и подпятника без их взаимной притирки в индивидуальную пару, что снижает затраты на изготовление, а независимая установка элементов пары в опору при сборке или замене при ремонте снижает затраты на монтаж и эксплуатацию.

Формула изобретения

1. Опора вертикального ротора, включающая погруженную в смазывающую жидкость опорную поверхность, выполненную на скругленном конце цапфы, установленную на опорную поверхность, выполненную в углублении подпятника опоры, отличающаяся тем, что опорная поверхность цапфы выполнена в виде тороидальной поверхности.

2. Опора по п.1, отличающаяся тем, что опорная поверхность подпятника выполнена в виде сферической поверхности.

3. Опора по п.2, отличающаяся тем, что радиус тороидальной поверхности цапфы составляет $0,4 \div 0,95$ величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

4. Опора по п.2, отличающаяся тем, что расстояние между осевой линией тороидальной поверхности и осью цапфы составляет $0,05 \div 0,6$ величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

5. Опора по п.2, отличающаяся тем, что глубина сферической опорной поверхности подпятника составляет $0,7 \div 1,3$ величины радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

6. Опора по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что торцевая поверхность цапфы выполнена плоской.

7. Опора по любому из пп.2-5, отличающаяся тем, что торцевая поверхность цапфы выполнена сферической с радиусом сферы, большим радиуса сферической опорной поверхности подпятника.

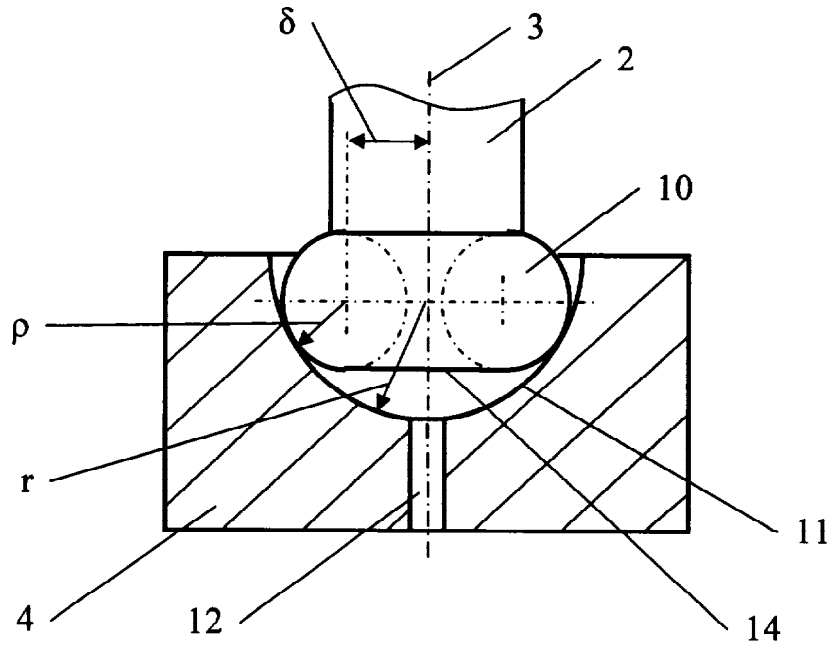
8. Опора по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что на тороидальной поверхности цапфы выполнены канавки, наклоненные к оси вращения в направлении нагнетания смазывающей жидкости между тороидальной поверхностью и опорной поверхностью, выполненной в углублении подпятника.

9. Опора по любому из пп. 1-5, отличающаяся тем, что сферическая опорная поверхность подпятника сопряжена с цилиндрической или конической поверхностью.

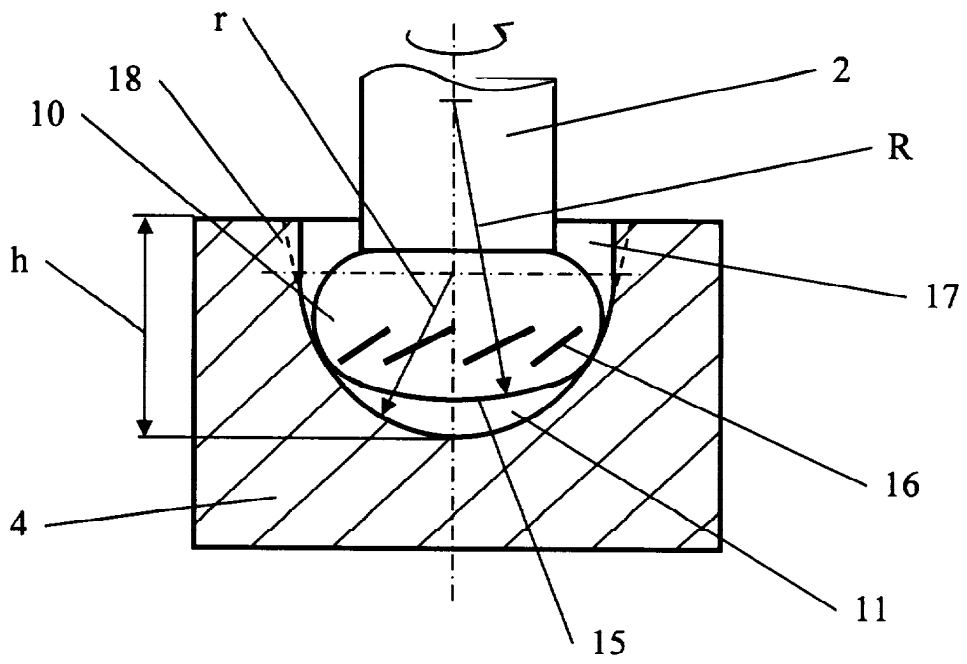
10. Опора по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что в подпятнике выполнен канал для прохода смазывающей жидкости, расположенный на оси вращения ротора.

11. Опора по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что в подпятнике выполнен один или несколько каналов для прохода смазывающей жидкости, расположенных под углом к оси вращения ротора.

12. Опора по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что подпятник опоры установлен на демпфирующем элементе.



Фиг. 2



Фиг. 3