

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **6650**

(13) **С1**

(51)⁷ **F 16C 17/04, 23/02**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54)

СФЕРИЧЕСКАЯ ОПОРА

(21) Номер заявки: а 20010140

(22) 2001.02.21

(46) 2004.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Калиниченко Александр Сергеевич (ВУ); Кезик Виталий Яковлевич (UA); Воронин Евгений Анатольевич; Барановский Константин Эдуардович; Лютич Сергей Юрьевич; Кобзарь Юрий Васильевич; Выхота Сергей Олегович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Сферическая опора, содержащая основание и установленную в нем с возможностью линейных перемещений внутреннюю деталь, выполненную в виде сферического сегмента, **отличающаяся** тем, что дополнительно содержит плоский диск, расположенный на основании сферического сегмента, при этом основание сферической опоры и диск выполнены из композиционного материала с различной степенью армирования, а сферический сегмент - из стали.

2. Сферическая опора по п. 1, **отличающаяся** тем, что контактирующая со сферическим сегментом поверхность основания сферической опоры имеет эллиптическую форму с малой полуосью, равной радиусу основания сферического сегмента.

(56)

JP 2731998 B2, 1998.

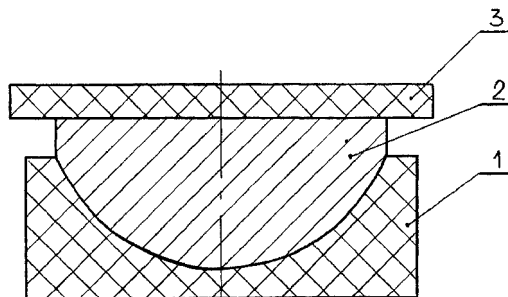
RU 2087763 C1, 1997.

RU 2089760 C1, 1997.

US 5725315 A, 1998.

US 4395142 A, 1983.

JP 01172626 A, 1989.



Фиг. 1

ВУ 6650 С1

Предлагаемое изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано при изготовлении конструкций, элементы которых совершают сложные перемещения.

В существующих конструкциях некоторых паровых турбин средние лапы цилиндров выполнены подвижными в виде линейной опоры скольжения, но в ходе эксплуатации в результате малой подвижности всего турбоагрегата происходит деформация цилиндра и это приводит к проявлению ложного фиксункта и, как следствие, к непрогнозируемому перемещению передней и задней частей цилиндра и появлению напряженного состояния в нем и в сопряженных с ним деталях конструкции. Кроме линейных напряжений, возникают значительные (до 1,5 МН·м) крутящие моменты, которые вызывают дополнительные деформации элементов конструкции. Такое состояние приводит к разрушению некоторых деталей, незапланированным остановам, сокращению межремонтных периодов, увеличению материальных затрат.

Задача устранения ложного фиксункта решается обеспечением свободного теплового расширения (сужения) цилиндра при сохранении осевого постоянства ротора. Для этого необходимо обеспечить самоустановление лап (их поворот на некоторый угол в вертикальных плоскостях), поворот вокруг вертикальной оси, продольное и поперечное возвратно-поступательное перемещение в плоскости контакта лапы и опоры. При этом конструкция опоры не должна вызывать существенных изменений конструкции цилиндра и фундамента, поскольку такое изменение вызовет неоправданные материальные затраты.

Известно техническое решение [1], в соответствии с которым линейные опоры скольжения выполнены из отдельных сегментов (колодки), шарнирно соединенных с корпусом, что при качании этих сегментов в плоскости, перпендикулярной оси вращения вала, в потоке смазки под действием гидродинамических сил обеспечивает их самоустановление. Однако для опорной лапы цилиндра применение такого технического решения затруднено и не обеспечивает требуемого эффекта. Во-первых, не представляется возможным сохранить оптимальные размеры и размеры установки колодок, т.е. размеры опоры уже заданы размерами лапы и фундаментной плиты цилиндра турбины. Во-вторых, при любом линейном перемещении часть сегментов оказывается недогруженной, что вызывает перегруз других колодок и их повышенный износ. В-третьих, без значительных изменений конструкции цилиндра и фундамента невозможно реализовать гидродинамический режим смазывания опоры, а без этого самоустановление сегментов и их нормальная работа более чем проблематично.

Известно, что лучший эффект самоустановления достигается применением сферической опоры. Но такая опора не обеспечивает линейное перемещение сопряженных деталей.

Известна сферическая опора [2] - прототип, в соответствии с которым одна из половин сферического (шарового) шарнира скользит по другой в плоскости диаметрального сечения в продольном направлении, параллельно оси вращения. Но именно такое перемещение делает невозможным применение данного решения в опоре цилиндра, т.к. для освобождения лапы необходимо линейное перемещение в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Кроме того, в данном способе пара трения при линейном (плоскостном) скольжении построена как "подобное по подобному", что увеличивает износ сопряжения. Вместе с тем осуществление линейного перемещения (скольжения) по плоской поверхности сферического сегмента, который является внутренней деталью сферической опоры, наиболее близок к предлагаемому решению.

Задачей настоящего изобретения является расширение функциональных возможностей сферической опоры.

Поставленная задача достигается тем, что сферическая опора, содержащая основание и установленную в нем с возможностью линейных перемещений внутреннюю деталь, выполненную в виде сферического сегмента, дополнительно содержит плоский диск, расположенный на основании сферического сегмента, при этом основание сферической опоры и диск выполнены из композиционного материала с различной степенью армирования, а сферический сегмент - из стали, причем контактирующая со сферическим сегментом поверхность основания сферической опоры имеет эллиптическую форму с малой полуосью, равной радиусу основания сферического сегмента.

ВУ 6650 С1

Предлагаемая опора объединяет различные группы сопряжений, которые различаются условиями контактирования. Сочетание таких групп сопряжений дает максимальную свободу (подвижность) перемещений опираемому элементу. Применение сферического сопряжения шарнира обеспечивает ее самоустановление, постоянный контакт с опираемым элементом и равномерное нагружение основания опоры при нормальном приложении силы и при отклонении на некоторый угол (α). Полный угол качания шарнира - 2α . В таком сопряжении точки контакта расположены на одной траектории движения, а угол контакта (α_2) в диаметральной плоскости определяется размерами шарнира. Точки контакта, находящиеся в верхней части сферического сегмента, не участвуют в изнашивании и угол α_2 принимают менее 90° . Это позволяет уменьшить высоту сферического сегмента, сохранив требуемый (по удельным нагрузкам) радиус сферического контакта. Такое уменьшение высоты опоры необходимо, поскольку она должна вписываться в существующую конструкцию. Однако при этом уменьшается площадь контакта с опираемым элементом и уменьшается расстояние линейного перемещения. Особенно при наклоне сферического сегмента. В этом случае опираемый элемент (лапа цилиндра) при перемещении может упереться в тело сферического шарнира или фундамент. Чтобы избежать этого необходимо увеличить высоту сферического сегмента на величину, позволяющую свободное линейное перемещение опираемого элемента. Такое увеличение возможно цилиндром, составляющим целое со сферическим сегментом.

Тогда поверхностью контакта с опираемым элементом станет торцевая поверхность цилиндра. Для такой пары трения характерен неравномерный износ сопряжения, а изменение момента инерции внутренней детали сферического шарнира и изменение условий распределения нагрузки приводит к появлению дополнительной силовой составляющей, которая увеличивает давление на основание при линейных и вращательных перемещениях опираемого элемента. Таким образом ухудшаются условия работы трибологической системы. Ухудшается также ремонтпригодность опоры и увеличивается износ опираемого элемента.

При замене сплошной внутренней детали шарнира плоским диском, скользящим по основанию сферического сегмента, изменяются точки и плечи приложения силы. Дополнительная нагрузка снимается и улучшаются условия работы системы. Одновременно исключается износ опираемого элемента.

Чтобы исключить необходимость механического крепления опираемого элемента и плоского диска в предлагаемой опоре вводится их фрикционное соединение. Условием образования такого соединения является превышение величины работы (коэффициента трения) в сопряжении диск - опираемый элемент над величиной работы (коэффициент) трения в сопряжении диск-сферический сегмент. Такое превышение достигается подбором материалов пар и смазки. Кроме того, в случае потери хода при перемещении диска по поверхности сферического сегмента свободное перемещение опираемого элемента реализуется в сопряжении диск - опираемый элемент.

Для разгрузки опорного сферического шарнира и увеличения его долговечности вращательное перемещение опираемого элемента реализуется в трибосопряжении диск-сферический сегмент. Это достигается тем, что при приложении силы, вызывающей вращение, сопротивление ей больше в сферическом шарнире, чем в паре диск-сферический сегмент, т.е. коэффициент трения при вращении сферического шарнира вокруг вертикальной оси больше, чем таковой у линейного трибосопряжения, образованного сферическим сегментом и диском. Для этого основанию сферического шарнира придается эллипсоидная форма. В таком эллипсе малая полуось равна радиусу основания сферического сегмента. При вращении сферического сегмента вокруг вертикальной оси при эллиптической форме контртела, при одной и той же нагрузке, удельные ее величины в точках контакта будут больше, чем при контакте по окружности. Это вызовет увеличение работы трения в данном сопряжении и облегчит реализацию вращения в сопряжении с меньшим сопротивлением.

Размер больших полуосей эллипса принципиального значения не имеет, т.к. любое уменьшение площади контакта приведет к росту удельных нагрузок. Но для сохранения легкого хода качания сферического шарнира в плоскости нормальной плоскости ОУХ в

BY 6650 C1

соответствии с известными рекомендациями желательно сохранить соотношение диаметра круга (D_k) к радиусу дуги касания (R_σ) в пределах:

$$0,495 \leq R_\sigma/D_k \leq 0,505$$

Величина R_σ определяется центральным углом γ .

При выборе материалов опоры выбор наиболее изнашиваемого материала для плоского диска позволяет уравнивать износ в сопряжениях, в которых он является обгоняющим элементом. Во-вторых, позволяет накопить в нем структурные и механические повреждения, которые, разряжаясь в виде съема материала с поверхности, диссипируют энергию, приложенную к сопряжениям. Замена же свободно передвигающегося диска при ремонте не представляет каких-либо трудностей по сравнению с другими деталями опоры или опираемого элемента.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 изображено поперечное сечение сферической опоры, а на фиг. 2 вид сверху на сферический сегмент. В основании сферического шарнира из композиционного материала 1 устанавливают сферический стальной сегмент 2, на который помещают плоский диск из композиционного материала 3.

Лапа цилиндра из стали 20 опирается со статическим усилием 105 тонн на площадку фундамента площадью 1256 см^2 , что эквивалентно давлению 8,5 МПа. В фундамент может быть установлен сферический шарнир, сферический диск которого имеет площадь 907 см^2 . При этом нормальное давление составит порядка 12 МПа. Лапа совершает возвратно-поступательное скольжение на расстоянии 50 мм от центра опоры. Поэтому диаметр диска не может превышать 24 см и его площадь будет равна 452 см^2 .

Для этого случая статическое давление составит 24 МПа. Углы качания сферического шарнира составляют 12° .

На основании данных [3] для опоры были выбраны следующие материалы:

для тела сферического шарнира - композит, армированный 60 % чугунных гранул;

для плоского диска - композит, армированный 40 % чугунных гранул;

для сферического сегмента - сталь 45, обработанная до твердости 58 HRC₃.

Композиционные детали были получены литьем с последующей мехобработкой. Сферический сегмент был обработан точением, твердость была получена после термообработки, доводка поверхностей трения осуществлялась шлифованием.

Источники информации:

1. Справочник по триботехнике/Под ред. М. Хебды и А.В. Чичинадзе. - М.: Машиностроение, 1989. - Т. 1. - С. 262-267, 324-384.

2. Способ сборки шарового шарнира. JP 92164054. - Опубл. 29.05.1992.

3. Application of casted composite materials for heavy loaded conditions of work/V.A. Kalinichenko, V.Ya. Kezyk, A.E. Zelezei e.a.//Advanced Technologies for material processing and repairing of worn-out Parts. Proceedings of the 1-Belarusian-German Seminar, Minsk, 1996. - P. 173-177.

