



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1299522** **A3**

(5D) 4 F 16 C 32/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К ПАТЕНТУ

- (21) 3870306/25-27
- (22) 12.03.85
- (31) Р 3409047.9
- (32) 13.03.84
- (33) DE
- (46) 23.03.87. Бюл. № 11
- (71) Кернфюршунгсанлагс Юлих ГмбХ (DE)
- (72) Иохан Кристиан Фремерей и Альбрехт Веллер (DE)
- (53) 621.822.5(088.8)
- (56) Патент США № 3860300, кл. 308-10, 1975.

- (54) МАГНИТНАЯ ОПОРА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ВАЛА
- (57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к магнитной опоре для стабилизации положения вала. Целью изобретения является улучшение эксплуатационных характеристик и упрощение конструкции. Магнитный поток, выходящий от полюсных поверхностей, пранизывает расположенную в зазоре медную пластину из немагни-

чиваемого материала с высокой электропроводностью. Подвижная часть опоры (ПЧО) со своими полюсными поверхностями, расположенными параллельно к поверхности пластины, движется параллельно к пластине. В пластине наводятся электрические напряжения с ориентацией, перпендикулярной к направлению движения ПЧО. Часть пластины, находящаяся внутри щели, становится источником напряжения. Величина наведенного напряжения пропорциональна скорости движения ПЧО. Демпфирование ПЧО достигается тем, что немагнитно пересекаемая зона материала пластины с хорошей электропроводностью замыкает накоротко источник напряжения, получившийся в зоне зазора. Исползованная энергия потерь получается из энергии движения движущейся части опоры. При этом пластина нагревается, и движение подвижной части опоры уменьшается. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

(19) **SU** (11) **1299522** **A3**

Р. 1. К



Изобретение относится к опорам для стабилизации положения вала.

Целью изобретения является улучшение эксплуатационных характеристик и упрощение конструкции.

На фиг. 1 представлена магнитная опора для вращающегося вала; на фиг. 2 - пример использования предлагаемой магнитной опоры в системе опор с пассивной постоянно магнитной радиальной опорой.

Магнитная опора содержит вал 1 и корпус 2, в котором расположены электрические катушки 3 и 4. С электрическими катушками 3 и 4 соединена система датчиков 5 положения вала 1 с регулятором 6. На валу 1 вдоль его оси смонтированы упорные диски 7 и 8, расположенные по отношению друг к другу с зазором 9. По цилиндрическим поверхностям упорных дисков 7 и 8 размещены постоянные магниты 10 и 11 с осевой намагниченностью. В зазоре 9 между постоянными магнитами 10 и 11 и в корпусе 2 между электрическими катушками 3 и 4 смонтирована пластина 12 из немагнитизируемого материала с высокой электропроводимостью, охватывающая вал 1 с зазором. Периферийная часть 13 пластины у корпуса выполнена утолщенной.

Корпус 2 может быть выполнен в виде цилиндрической втулки из материала с высокой магнитной проводимостью с загнутыми внутрь бортами 14 и 15, параллельными валу 1.

Магнитные поля, возникающие при протекании тока, кольцевыми электрическими катушками 3 и 4 создают при противоположно направленном прохождении тока в катушках осевое усилие, которое в зависимости от направления тока в катушках воздействует в одном или в другом направлении аксиально на вал 1 и упорные диски 7 и 8.

Система датчиков 5 выдает электрические сигналы, пропорциональные отклонениям вала от его заданного осевого положения. Сигналы системы датчиков 5 усиливаются регулятором 6 и определяют направление и силу тока в катушках 3 и 4. Вызываемое благодаря этому с помощью катушек осевое усилие на упорные диски противодействует осевому отклонению вала 1 из заданного положения, измеряемому системой датчиков 5. При достижении заданного положения ток больше не течет.

Между рабочими поверхностями 16 и 17 полюсов постоянных магнитов 10 и 11 создается интенсивный магнитный поток. Выходящий из поверхностей 16 и 17 полюсов магнитный поток пронизывает в направлении 18 потока входящую внутрь зазора 9 пластину 12 так, что при радиальном движении вала 1 в пластине 12 наводится напряжение. Тем самым, находящаяся внутри зазора 9, часть пластины 12 представляет источник напряжения, причем величина наведенного напряжения пропорциональна радиальной скорости движения подвижной части опоры.

Выходящая из зазора 9 часть пластины 12 не пронизывается магнитным потоком. В этом свободном от магнитного поля пространстве не наводится никакого электрического напряжения. С помощью этой внешней части пластины 12 замыкается накоротко источник напряжения, созданный в зоне пластины, находящейся внутри зазора. Связанные с протекающим при этом током короткого замыкания потери энергии получаются из энергии движения вращающегося тела и уменьшают ее, причем пластина 12 нагревается. Чтобы создать во внешней зоне пластины 12 в свободном от магнитного поля пространстве, возможно малое электрическое сопротивление. Периферийная часть 13 пластины 12 имеет вне зазора 9 утолщение. Благодаря этому утолщению могут быть достигнуты в пластине 12 значительные токи короткого замыкания, ведущие при одинаковом по величине наведенном напряжении к существенно большей мощности демпфирования по сравнению с неутолщенными пластинами.

Расположение кольцевых постоянных магнитов 10 и 11 в последовательном соединении ведет к оптимальному КПД для катушек 3 и 4, которые корректируют отклонения вала. Магнитный момент высококоэрцитивного постоянно магнитного материала таков, что ему не причиняется вреда ни магнитными полями катушек 3, 4, ни магнитным полем, проникающим извне элемента опоры.

Корпус 2 из материала с высокой магнитной проводимостью образует магнитный экран элемента опоры, который, с одной стороны, защищает от внешних возмущающих магнитных полей, и, с



другой стороны, также предотвращает возмущающее магнитное влияние на седные устройства в окружении магнитной опоры, возникающее из-за сильного магнитного поля самой магнитной опоры.

Специальное применение магнитной опоры (фиг. 2) показывает пассивную постоянно магнитную опорную систему для маховика 19 с двумя пассивными постоянно магнитными радиальными опорами 20 и 21, имеющими известным образом постоянные магниты 22 и 23 с радиально отталкивающим (радиальная опора 20) или с аксиально притягивающим (радиальная опора 21) действием. В примере исполнения постоянные магниты 22 расположены стационарно, постоянные магниты 23 образуют с валом 1 и маховиком 19 в качестве роторной системы движущуюся часть опоры. Такая система магнитных опор для роторной системы имеет в своем нейтральном положении, т.е. тогда, когда подвижные постоянные магниты 23 занимают в направлении оси вала 1 симметричную позицию относительно стационарных постоянных магнитов 22, значительную осевую нестабильность, которая выводит роторную систему в одну или другую сторону из нейтрального положения. Эта нестабильность устраняется магнитной опорой 24, которая управляется системой датчика 5 позиций с регулятором 6 таким же образом, 35 как и описываемая (фиг. 1).

Магнитная опора содержит единственный, торроидально замкнутый постоянно магнитный контур. Прохождение потока (фиг. 1) отмечено замкнутыми линиями, обозначающими направление 18 потока.

Регулятор обеспечивает получение демпфирующих усилий, которые противодействуют независимо от соответствующих осевых позиций всем осевым движениям, в особенности осевым колебаниям упорных дисков опоры.

Радиальное центрирование упорных дисков по отношению к бортам 14 и 15 опоры обеспечивается близким противостоением одинаковых по форме поверхностей полюсов постоянных магнитов 10 и 11 и намагничиваемых коль-

цевых бортов 14 и 15 опоры, которые выполняются преимущественно из железа.

Радиальное демпфирование создается с помощью пластины 12 и немагнитизируемого материала с хорошей электропроводимостью, преимущественно из меди, стационарно установленной между постоянными магнитами 10 и 11 опоры. При радиальных движениях вала опоры в участках пластины 12, пронизываемых магнитным потоком, наводятся электрические напряжения.

Таким образом, магнитная опора обеспечивает бесконтактные противодействующие или центрирующие усилия и демпфирующие усилия в трех независимых друг от друга направлениях оси (одно осевое, два радиальных).

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

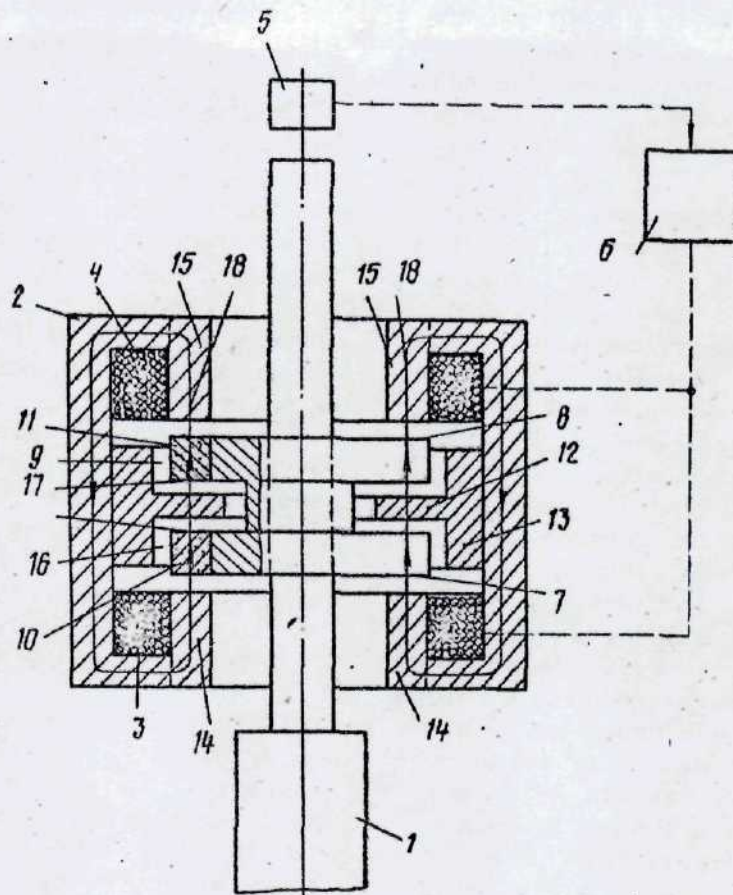
1. Магнитная опора для стабилизации положения вала, содержащая вал и корпус, в котором расположены электрические катушки, а также соединенную с ними систему датчиков положения вала, регулятор и постоянные магниты, отличающаяся тем, что, с целью улучшения эксплуатационных характеристик и упрощения конструкции, она снабжена по меньшей мере двумя смонтированными на валу вдоль его оси с зазором по отношению друг к другу упорными дисками, по цилиндрическим поверхностям которых размещены постоянные магниты с осевой намагниченностью, а также смонтированной в корпусе между электрическими катушками, размещенной в зазоре между постоянными магнитами и охватывающей вал с зазором пластиной из немагнитизируемого материала с высокой электропроводимостью.

2. Опора по п. 1, отличающаяся тем, что периферийная часть пластины у корпуса выполнена утолщенной.

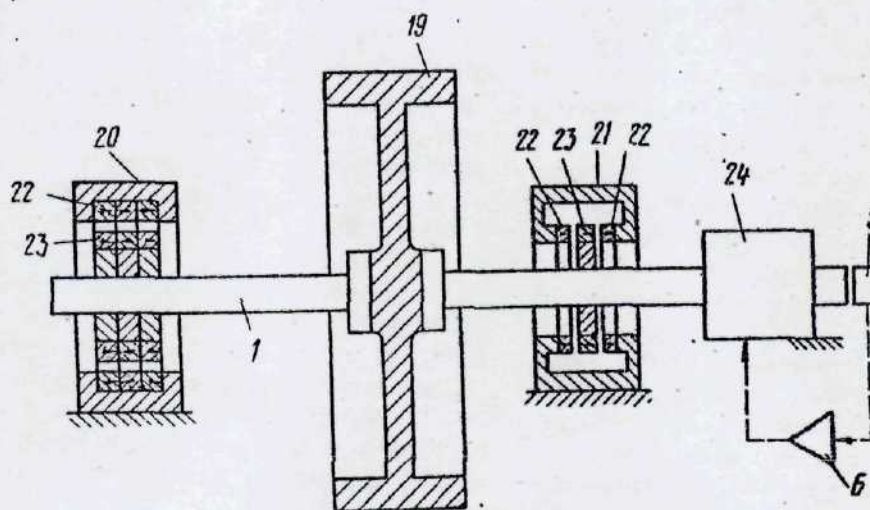
3. Опора по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что корпус выполнен в виде цилиндрической втулки из материала с высокой магнитной проницаемостью с загнутыми внутрь бортами, параллельными валу.



1299522



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Н. Гунько	Составитель Т. Хромова Техред М. Моргентал	Корректор М. Демчик
Заказ 907/64	Тираж 760	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4