

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18419

(13) С1

(46) 2014.08.30

(51) МПК

F 16F 15/03 (2006.01)

F 16F 7/10 (2006.01)

(54)

МАГНИТОЖИДКОСТНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ

(21) Номер заявки: а 20111764

(22) 2011.12.19

(43) 2013.08.30

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

(72) Авторы: Баштовой Виктор Григорьевич (ВУ); Климович Сергей Викторович (ВУ); Моцар Александр Александрович (ВУ); Рекс Александр Георгиевич (ВУ); Сулоева Людмила Викторовна (ВУ); Викуленков Андрей Викторович (RU); Клишев Олег Павлович (RU); Маркачев Николай Александрович (RU); Сельков Дмитрий Александрович (RU); Тихонов Вячеслав Алексеевич (RU); Успенский Евгений Сергеевич (RU)

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

(56) FR 2894004 A1, 2007.

RU 2236617 C1, 2004.

RU 107305 U1, 2011.

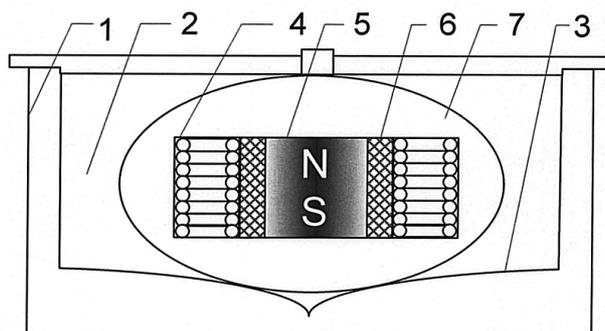
SU 1527429 A1, 1989.

JPS 63190945 A, 1988.

JPH 11230255 A, 1999.

(57)

Магнитожидкоостный динамический гаситель колебаний, содержащий корпус, внутренняя полость которого выполнена с возможностью поддержания вакуума или закачки несмешивающегося с магнитной жидкостью газа, внутри которой расположены подвижный инерционный элемент с устройством стабилизации, содержащий источник магнитного поля, выполненный в виде электромагнита с сердечником из постоянного магнита, боковая поверхность которого покрыта оболочкой из магнитомягкого материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость, в качестве которой выбран коллоидный раствор частиц твердого ферромагнетика, устройство стабилизации инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусообразной формы.



ВУ 18419 С1 2014.08.30

Изобретение относится к системам виброзащиты с возможностью активного управления этим процессом посредством изменения магнитного поля инерционного элемента и применения таких устройств в качестве систем гашения вибрации конструкций. Действие таких гасителей колебаний основано на использовании в них магнитных жидкостей.

Известен инерционный демпфер [1], который включает в себя полый корпус, выполненный из немагнитного материала, инерционную массу, состоящую из постоянного магнита, помещенного в полость корпуса так, чтобы между магнитом и внутренними стенками корпуса оставались зазоры. Оставшееся пространство корпуса полностью заполняется магнитной жидкостью с требуемой вязкостью. Демпфер крепится на динамическую систему, вибрации которой передаются инерционной массе. Энергия динамической системы рассеивается демпфером за счет сил вязкого трения, действующих между постоянным магнитом и магнитной жидкостью.

Известный инерционный демпфер имеет слабую чувствительность и малоэффективен при низких частотах или малых амплитудах колебаний. Это связано с невысокой подвижностью инерционного элемента.

Известен инерционный демпфер на основе магнитной жидкости [2] - прототип, состоящий из корпуса, в котором расположен инерционный элемент, включающий в себя источник магнитного поля, помещенный в магнитную жидкость. Инерционный элемент является подвижным внутри полости, а полость содержит устройства, предназначенные для стабилизации инерционного элемента в заданном положении.

Инерционный демпфер на основе магнитной жидкости применяется, в частности, для стабилизации протяженных элементов конструкций космических аппаратов, например, солнечных панелей, спутниковых антенн. Вибрации демпфируемой конструкции приводят в движение инерционный элемент. За счет сил вязкого трения, действующих между источником поля и магнитной жидкостью, происходит диссипация энергии системы. Эти демпферы могут осуществлять эффективное виброгашение на малых частотах и амплитудах колебаний, кроме того, за счет эффекта самоудержания магнитной жидкости вокруг источника магнитного поля отсутствует необходимость в герметизации корпуса.

Недостатком данного инерционного демпфера на основе магнитной жидкости является отсутствие возможности активного управления процессом гашения колебаний. Несмотря на то, что некоторые варианты демпфера предусматривают наличие дополнительных управляющих элементов, позволяющих контролировать рабочие характеристики устройства, эти элементы усложняют конструкцию демпфера и приводят к увеличению его общей массы. Масса демпфера в некоторых случаях является важным параметром. Например, при демпфировании конструкций космических аппаратов устройства с малой массой являются предпочтительными по сравнению с более тяжелыми аналогами. Вариант демпфера, в котором в качестве источника поля используется электромагнит, дает возможность достаточно простого управления процессом виброгашения. Однако имеет существенный недостаток, который заключается в необходимости постоянного подвода энергии извне. При отключении электропитания демпфер становится полностью неработоспособным.

Задача, решаемая изобретением, заключается в создании магнитожидкостного динамического гасителя колебаний, работающего на магнитной жидкости в качестве среды, перераспределяющей энергию колебаний и диссипирующей ее с возможностью активного управления этим процессом.

Поставленная задача решается тем, что магнитожидкостный динамический гаситель колебаний содержит корпус, внутренняя полость которого выполнена с возможностью поддержания вакуума или закачки несмешивающегося с магнитной жидкостью газа, внутри которой расположены подвижный инерционный элемент с устройством стабилизации, содержащий источник магнитного поля, выполненный в виде электромагнита с сердечником из постоянного магнита, боковая поверхность которого покрыта оболочкой из магнитомягкого материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость, в качестве

которой выбран коллоидный раствор частиц твердого ферромагнетика, устройство стабилизации инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусообразной формы.

Такая конструкция источника магнитного поля предоставляет возможность варьировать величину индукции магнитного поля в объеме магнитной жидкости за счет изменения тока питания электромагнита, что, в свою очередь, позволяет изменять величину упругих сил, действующих на инерционный элемент.

Предлагаемый гаситель колебаний имеет следующие преимущества:

простое конструктивное исполнение;

высокая эффективность работы на низких частотах и малых амплитудах колебаний вследствие того, что инерционный элемент устройства обладает достаточной подвижностью внутри корпуса;

возможность активного управления виброгашением за счет изменения величины тока, подаваемого на электромагнит;

отсутствие необходимости в постоянном потреблении электроэнергии за счет наличия постоянного источника поля.

Сущность изобретения поясняется фигурой.

Магнитожидкостный динамический гаситель колебаний содержит корпус 1, внутренняя полость 2 которого выполнена с возможностью поддержания вакуума или закачки не смешивающегося с магнитной жидкостью газа, внутри которой расположены подвижный инерционный элемент с устройством стабилизации 3, содержащий источник магнитного поля, выполненный в виде электромагнита 4 с сердечником из постоянного магнита 5, боковая поверхность которого покрыта оболочкой 6 из магнитомягкого материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость 7, в качестве которой выбран коллоидный раствор частиц твердого ферромагнетика, устройство стабилизации 3 инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусообразной формы.

Корпус 1 может иметь различную геометрическую форму и изготовлен из металлического немагнитного материала или из натурального или синтетического материала.

Полость 2 корпуса заполнена вакуумом или несмешивающимся газом.

Под несмешивающимся газом здесь понимается газ, который не смешивается с магнитной жидкостью ни в состоянии покоя, ни при перемещении инерционного элемента. В качестве примера несмешивающегося газа, который может быть использован для заполнения полости 2, можно привести двухатомный азот и двухатомный кислород, аргон, углекислый газ, неон, гелий, оксид азота, криптон, метан, двухатомный водород, диоксид азота, ксенон, озон или радон. Данные газы могут быть взяты в чистом виде или в смеси друг с другом.

Инерционный элемент удерживается в центральном положении полости 2 и находится в контакте по крайней мере с одной поверхностью корпуса 1.

Устройство стабилизации 3 представляет собой поверхность конусообразной формы. Такая конфигурация поверхности необходима для предотвращения свободного перемещения инерционного элемента в отсутствие вибраций и его "приклеивания" к боковой поверхности корпуса 1.

Под электромагнитом 4 здесь понимается электромагнитный орган, генерирующий электромагнитное поле при включении напряжения питания.

Сердечником электромагнита 4 является постоянный магнит 5, боковая поверхность которого покрыта оболочкой 6 из магнитомягкого материала.

Под постоянным магнитом здесь понимается предмет, изготовленный из магнитожестького материала и оказывающий притягивающее действие на любой ферромагнитный материал. В качестве примера постоянного магнита можно привести сплав алюминия, никеля и кобальта, феррит-барий, самарий-кобальт или неодим-железо-бор.

Оболочка 6 из магнитомягкого материала при наличии внешнего магнитного поля ведет себя как магнит, но при отсутствии поля ее магнитные свойства исчезают.

Магнитная жидкость 7 представляет собой устойчивую коллоидную систему, состоящую из частиц твердого ферромагнетика размером порядка десяти нанометров, покрытых слоем поверхностно активного вещества и распределенных в жидкости-носителе. В качестве магнитной жидкости для предлагаемого гасителя могут быть использованы коллоидные растворы частиц магнетита в керосине или в силиконовом масле.

Если полость корпуса заполнена вакуумом, давление насыщенных паров магнитной жидкости должно быть ниже давления вакуума. Примером магнитных жидкостей, используемых в случае заполнения полости корпуса вакуумом, могут послужить магнитные жидкости на основе перфторированных масел или полифениловых эфиров.

Закрепленный на конструкции гаситель колебаний воспринимает ее вибрации, в результате чего вибрации передаются инерционному элементу, при перемещении которого за счет сил вязкого трения в магнитной жидкости 7 происходит диссипация энергии колебаний.

При включении электромагнита 4 происходит изменение индукции магнитного поля в объеме магнитной жидкости 7, покрывающей источник магнитного поля, в результате чего изменяются реологические свойства жидкости 7 и величина упругих сил, действующих на инерционный элемент, что оказывает влияние на диссипацию энергии.

Управление работой гасителя колебаний осуществляется путем изменения силы тока, подаваемого на электромагнит 4. Величина силы тока питания электромагнита 4 может оставаться постоянной либо изменяться в случае изменения параметров работы и характера вибрации конструкции. По окончании процесса гашения колебаний электромагнит 4 отключается. При отсутствии питания электромагнита 4 устройство остается работоспособным за счет наличия постоянного магнита 5.

Помимо этого, управление работой гасителя колебаний может осуществляться за счет импульсного включения электромагнита 4 в определенной фазе колебаний. При этом управление реализуется следующим образом. В определенной фазе колебаний инерционного элемента на электромагнит 4 подается электромагнитный импульс, что приводит к изменению величины упругих сил, действующих на инерционный элемент. Изменение величины этих сил в течение короткого промежутка времени для определенного положения инерционного элемента относительно корпуса 1 приводит к изменению амплитуды колебаний данного элемента. От амплитуды колебаний инерционного элемента, в свою очередь, зависит величина диссипации энергии и, как следствие, время виброгашения. Импульсное управление может осуществляться для увеличения эффективности работы устройства как при переменных, так и при стационарных параметрах работы.

Таким образом, заявляемый магнитожидкостный динамический гаситель колебаний позволяет осуществлять активное управление процессом виброгашения путем изменения силы тока питания электромагнита 4, а также фазы и длительности его включения.

Источники информации:

1. Патент США 4 123 675, МПК F 16F 15/10, 1981.
2. Патент Франции 2 894 004 A1, МПК F 16F 15/03, F 16F 7/10, 2007.