

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18250

(13) С1

(46) 2014.06.30

(51) МПК

F 16F 15/03 (2006.01)

F 16F 15/03 (2006.01)

(54)

МАГНИТОЖИДКОСТНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ

(21) Номер заявки: а 20111538

(22) 2011.11.17

(43) 2013.06.30

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

(72) Авторы: Баштовой Виктор Григорьевич (ВУ); Рекс Александр Георгиевич (ВУ); Моцар Александр Александрович (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.

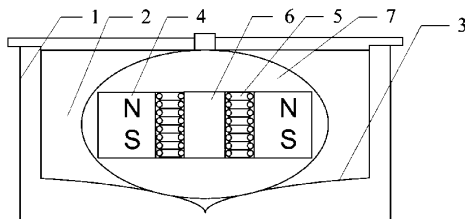
SU 1527429 A1, 1989.

JPS 63190945 A, 1988.

JPH 11230255 A, 1999.

(57)

Магнитожидкостный динамический гаситель колебаний, содержащий корпус, внутренняя полость которого выполнена с возможностью поддержания вакуума или закачки не смешивающегося с магнитной жидкостью газа, внутри которой расположены подвижный инерционный элемент с устройством стабилизации, содержащий источник магнитного поля, выполненный в виде постоянного кольцевого магнита с установленным внутри электромагнитом, содержащим катушку с сердечником из магнитопроводящего материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость, в качестве которой выбран коллоидный раствор высокодисперсных магнитных частиц, устройство стабилизации инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусоподобной формы.



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

ВУ 18250 С1 2014.06.30

BY 18250 C1 2014.06.30

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, кроме того, демпфер такого конструктивного исполнения требует использования специальных герметичных резервуаров для удержания магнитной жидкости.

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, содержащего магнитную жидкость, является отсутствие возможности активного управления процессом гашения колебаний. Хотя различные варианты устройства и предполагают возможность регулирования жесткости демпфера в процессе работы, их реализация требует применения дополнительных управляющих элементов, которые усложняют конструкцию демпфера и ведут к неизбежному увеличению его общей массы. В ряде случаев это является критичным, например при демпфировании космических конструкций малых летательных аппаратов. Конструкция, предусматривающая использование электромагнита в качестве источника поля, предоставляет возможность достаточно простого управления процессом виброгашения. Однако имеет весьма существенный недостаток: необходимость постоянного подвода энергии извне. При отключении электропитания электромагнит опускается на дно устройства и демпфер становится полностью неработоспособным.

Задача, решаемая изобретением, заключается в создании магнитожидкостного динамического гасителя колебаний, позволяющего осуществлять активное управление процессом виброгашения.

Поставленная задача решается тем, что магнитожидкостный динамический гаситель колебаний содержит корпус, внутренняя полость которого выполнена с возможностью поддержания вакуума или закачки не смешивающегося с магнитной жидкостью газа, внутри которой расположены подвижный инерционный элемент с устройством стабилизации, содержащий источник магнитного поля, выполненный в виде постоянного кольцевого магнита с установленным внутри электромагнитом, содержащим катушку с сердечником из магнитопроводящего материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость, в качестве которой выбран коллоидный раствор высокодисперсных магнитных частиц, устройство стабилизации инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусоподобной формы.

Предложенная конструкция источника магнитного поля дает возможность регулировать распределение величины индукции магнитного поля в объеме магнитной жидкости за счет изменения тока питания электромагнита. Это позволяет изменять величину упругих сил, действующих на инерционный элемент, а также контролировать продолжительность и момент времени изменения величины этих сил.

К преимуществам гасителя колебаний относятся:

простота его конструкции;

повышенная чувствительность к низким частотам и малым амплитудам колебаний за счет 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 постоянного кольцевого магнита 4 с установленным внутри электромагнитом, содержащим катушку 5 с сердечником 6 из магнитопроводящего материала, указанный источник помещен в магнитную жидкость 7, в качестве которой выбран коллоидный раствор высокодисперсных магнитных частиц, устройство стабилизации 3 инерционного элемента выполнено в виде поверхности конусоподобной формы.

Корпус 1 может иметь различную геометрическую форму, предпочтительно цилиндрическую или же форму прямоугольного параллелепипеда. Корпус 1 изготовлен из металлического немагнитного материала или из натурального или синтетического материала.

Полость 2 корпуса 1 заполнена вакуумом или, по крайней мере, газом, не смешивающимся с магнитной жидкостью 7 ни в состоянии покоя, ни при перемещении инерционного элемента.

В качестве примера несмешивающегося газа, заполняющего полость 2 и не ограничивающего данное понятие, можно привести двухатомный азот и двухатомный кислород, аргон, углекислый газ, неон, гелий, оксид азота, криптон, метан, двухатомный водород, диоксид азота, ксенон, озон или радон, взятые в чистом виде или в смеси друг с другом.

Источник магнитного поля представляет собой комбинацию постоянного магнита и электромагнита.

Под постоянным магнитом здесь понимается предмет, изготовленный из магнито-жесткого материала и оказывающий притягивающее действие на любой ферромагнитный материал. Магниты содержат по крайней мере один из следующих химических элементов: железо, кобальт, никель или химический элемент группы лантанидов. В качестве примера постоянного магнита, не ограничивающего данное понятие, можно привести сплав алюминия, никеля и кобальта, феррит-барий, самарий-кобальт или неодим-железо-бор.

Под электромагнитом здесь понимается электромагнитный орган, генерирующий электромагнитное поле при включении напряжения питания. Как правило, электромагнит состоит из катушки и сердечника из магнитопроводящего материала, формирующего магнитную цепь. При прохождении через катушку электрического тока она создает магнитное поле, которое концентрируется в магнитной цепи. Изменение формы магнитной цепи позволяет регулировать магнитное поле, либо его концентрацию, либо его направление. Мощность электромагнита зависит от силы тока и от числа витков катушки.

Устройство стабилизации 3 представляет собой поверхность конусоподобной формы. Такая форма необходима для предотвращения свободного перемещения инерционного

BY 18250 C1 2014.06.30

элемента в отсутствие вибраций и его "приклеивания" к боковой поверхности корпуса 1, что может снизить эффективность работы устройства.

Магнитная жидкость 7 представляет собой коллоидный раствор высокодисперсных магнитных частиц размером порядка десяти нанометров в жидкости-носителе. Магнитные частицы жидкости покрыты слоем поверхностно-активного вещества во избежание их агломерации. В качестве магнитной жидкости для предлагаемого гасителя могут быть использованы коллоидные растворы частиц магнетита в керосине или в силиконовом масле.

В том случае, когда полость корпуса заполнена вакуумом, давление насыщенных паров магнитной жидкости ниже давления вакуума. В качестве примера магнитной жидкости, используемой в случае заполнения полости корпуса вакуумом, можно привести магнитные жидкости на основе перфторированных масел или полифениловых эфиров.

В отсутствие вибраций инерционный элемент согласно изобретению удерживается устройством стабилизации 3 в центральном положении полости 2 и находится в контакте по крайней мере с одной поверхностью корпуса 1.

Вибрации конструкции, на которой расположен гаситель колебаний, передаются подвижному инерционному элементу, при перемещении которого за счет сил вязкого трения происходит диссипация энергии колебаний.

В зависимости от величины и направления электрического тока, питающего электромагнит, происходит перераспределение индукции магнитного поля в объеме магнитной жидкости 7, в которую помещен источник магнитного поля. Вследствие этого происходит изменение реологических свойств жидкости и упругих сил, действующих на инерционный элемент, что оказывает влияние на диссипацию энергии.

Предложенный гаситель колебаний с комбинированным источником магнитного поля позволяет реализовать активное управление процессом гашения колебаний за счет изменения силы тока питания электромагнита, фазы его включения, а также длительности его включения.

Возможные два способа активного управления процессом гашения колебаний.

По первому способу управления настройка жесткости гасителя колебаний осуществляется путем изменения силы тока, подаваемого на электромагнит. При этом величина силы тока питания электромагнита может оставаться постоянной либо изменяться в случае изменения параметров работы и характера вибрации конструкции. По окончании процесса гашения колебаний электромагнит отключается.

По второму способу управления на электромагнит в определенной фазе колебаний инерционного элемента подается электромагнитный импульс, который увеличивает величину упругих сил. Увеличение упругих сил, действующих на инерционный элемент только на короткий промежуток времени и только в определенном положении инерционного элемента относительно корпуса одного гасителя, приводит к увеличению амплитуды колебаний данного элемента, что способствует росту диссипации энергии и более быстрому гашению вибраций. Второй способ регулирования может быть применен как при изменяющихся, так и при неизменных параметрах работы устройства и характере вибрации конструкции с целью интенсификации процесса виброгашения.

Таким образом, заявляемый магнитожидкостный динамический гаситель колебаний позволяет осуществлять активное управление процессом виброгашения.

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.