

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8265

(13) U

(46) 2012.06.30

(51) МПК

F 16F 7/10 (2006.01)

F 16F 15/03 (2006.01)

## (54) МАГНИТОЖИДКОСТНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ

(21) Номер заявки: u 20110934

(22) 2011.11.17

(71) Заявитель: Белорусский националь-  
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Баштовой Виктор Григорье-  
вич (ВУ); Рекс Александр Георгиевич  
(ВУ); Моцар Александр Александро-  
вич (ВУ); Викуленков Андрей Викто-  
рович (РУ); Клишев Олег Павлович  
(РУ); Маркачев Николай Александро-  
вич (РУ); Сельков Дмитрий Алексан-  
дрович (РУ); Тихонов Вячеслав  
Алексеевич (РУ); Успенский Евгений  
Сергеевич (РУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский на-  
циональный технический университет  
(ВУ)

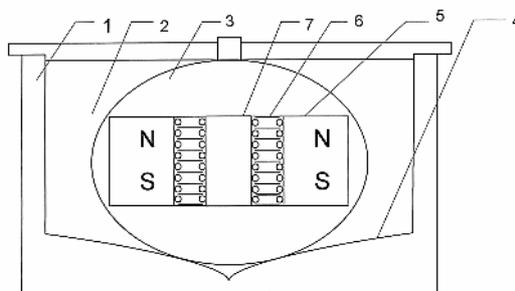
(57)

Магнитожидкостный динамический гаситель колебаний, содержащий корпус, во внутренней полости которого распложены подвижный инерционный элемент, состоящий из источника магнитного поля, помещенного в магнитную жидкость, и устройство стабилизации инерционного элемента в заданном положении, отличающийся тем, что источник магнитного поля выполнен в виде кольцевого магнита с установленным внутри электромагнитом с сердечником.

(56)

1. Патент США 4123675, МПК F 16F 15/10, 1981.

2. Патент Франции 2894004 А1, МПК F 16F 15/03, F 16F 7/10, 2007.



Полезная модель относится к системам виброзащиты с возможностью активного управления процессом виброгашения посредством изменения магнитного поля инерционного эле-

мента и может быть использована 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, 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 полезной моделью, заключается в создании магнитожидкостного динамического гасителя колебаний, позволяющего осуществлять активное управление процессом виброгашения.

Поставленная задача решается тем, что магнитожидкостный динамический гаситель колебаний содержит корпус, во внутренней полости которого расположены подвижный инерционный элемент, состоящий из источника магнитного поля, помещенного в магнитную жидкость, и устройство стабилизации инерционного элемента в заданном положении, источник магнитного поля выполнен в виде постоянного кольцевого магнита с установленным внутри электромагнитом с сердечником.

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

## BY 8265 U 2012.06.30

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;

отсутствие необходимости в герметизации корпуса, поскольку утечки магнитной жидкости могут быть исключены за счет эффекта самоудержания данной жидкости вокруг источника магнитного поля;

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 полезной модели поясняется фигурой.

Магнитожидкостный динамический гаситель колебаний содержит корпус 1, во внутренней полости 2 которого расположены подвижный инерционный элемент, состоящий из источника магнитного поля, помещенного в магнитную жидкость 3, и устройство 4 стабилизации инерционного элемента в заданном положении. Источник магнитного поля выполнен в виде постоянного кольцевого магнита 5 с установленным внутри электромагнитом 6 с сердечником 7.

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, 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, 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.

Магнитная жидкость 3 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.

# BY 8265 U 2012.06.30

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.

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

Устройство 4, предназначенное для стабилизации инерционного элемента, представляет собой поверхность конусоподобной формы. Такая форма необходима для предотвращения свободного перемещения инерционного элемента в отсутствие вибраций и его "приклеивания" к боковой поверхности корпуса 1, что может снизить эффективность работы устройства.

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 6, происходит перераспределение индукции магнитного поля в объеме магнитной жидкости 3, 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 композитным инерционным элементом позволяет реализовать активное управление процессом гашения колебаний за счет изменения силы тока питания электромагнита 6, фазы его включения, а также длительности его включения.

Возможные два способа активного управления процессом гашения колебаний.

По первому способу регулирования настройка жесткости гасителя колебаний осуществляется путем изменения силы тока, подаваемого на электромагнит 6. При этом величина силы тока питания электромагнита 6 может оставаться постоянной либо изменяться в случае изменения параметров работы и характера вибрации конструкции. По окончании процесса гашения колебаний электромагнит 6 отключается.

По второму способу регулирования на электромагнит 6 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 1 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.