



(51) МПК
F16F 15/023 (2006.01)
F16F 9/49 (2006.01)
F16F 9/342 (2006.01)
F16F 9/50 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011120257/11, 23.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 23.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.05.2011

(45) Опубликовано: 20.12.2012 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2386063 C1, 10.04.2010. RU 2303180 C2,
 20.07.2007. JP 2003118571 A, 23.04.2003. GB
 1450441 A, 22.09.1976.

Адрес для переписки:

170003, г.Тверь, Петербургское ш., 45-Г, ЗАО
 НО "Тверской институт вагоностроения",
 директору В.Т. Прудникову

(72) Автор(ы):

Скачков Александр Николаевич (RU),
 Зайцев Андрей Валентинович (RU),
 Дементьев Сергей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество Научная
 организация "Тверской институт
 вагоностроения" (ЗАО НО ТИВ") (RU)

**(54) СИСТЕМА ДЕМПФИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КУЗОВА
 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА**

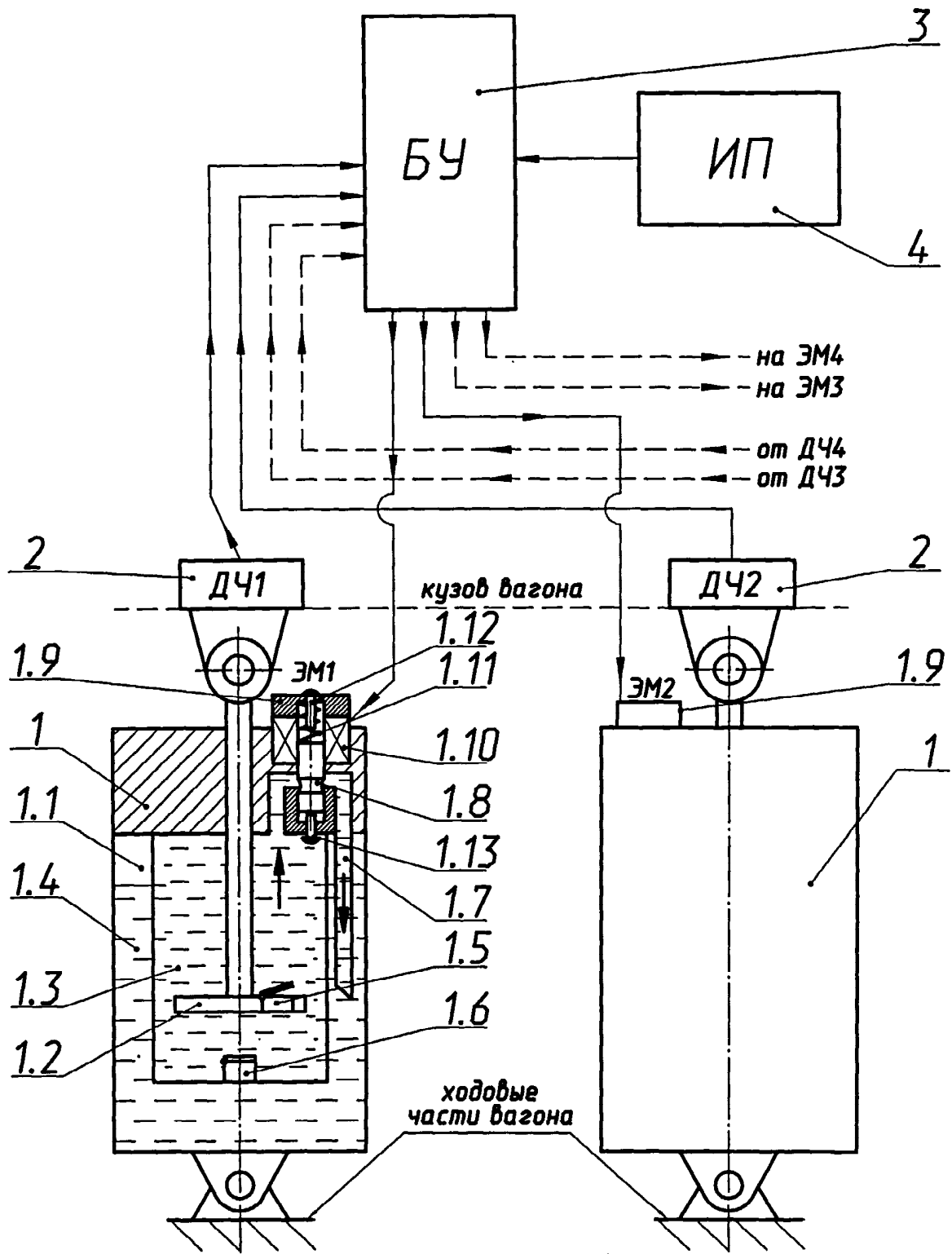
(57) Реферат:

Изобретение относится к железнодорожному транспорту. Система содержит установленные под кузовом вертикальные гидравлические демпферы. Каждый демпфер выполнен в виде поршневого насоса с напорной и безнапорной полостями для рабочей жидкости, сообщающимися между собой через дроссель. Дроссель снабжен штоком переменного поперечного сечения с упорами для крайних положений. Привод перемещений штока дросселя выполнен в виде возвратной пружины и электромагнита. Сердечник электромагнита связан со штоком дросселя. Катушки электромагнитов

присоединены к выходным клеммам блока управления. Входные клеммы блока управления связаны с источником электропитания и датчиками частоты колебаний, установленными на кузове в зоне расположения каждого демпфера. Блок управления обеспечивает автоматическую смену крайних положений штока дросселя путем подачи или отключения электропитания магнитов по показаниям соответствующих датчиков частоты колебаний кузова. Достигается упрощение конструкции и повышение плавности хода вагона. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 470 201 C1

RU 2 470 201 C1





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F16F 15/023 (2006.01)
F16F 9/49 (2006.01)
F16F 9/342 (2006.01)
F16F 9/50 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011120257/11, 23.05.2011

(24) Effective date for property rights:
23.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: 23.05.2011

(45) Date of publication: 20.12.2012 Bull. 35

Mail address:

170003, g.Tver', Peterburgskoe sh., 45-G, ZAO NO
"Tverskoj institut vagonostroenija", direktoru
V.T. Prudnikovu

(72) Inventor(s):

**Skachkov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Zajtsev Andrej Valentinovich (RU),
Dement'ev Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo Nauchnaja
organizatsija "Tverskoj institut
vagonostroenija" (ZAO NO TIV") (RU)**

(54) **SYSTEM FOR DAMPING VERTICAL VIBRATIONS OF RAILWAY PASSENGER CAR BODY**

(57) Abstract:

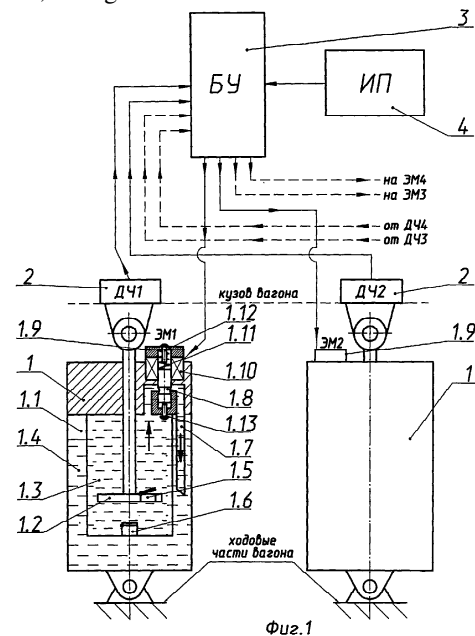
FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to railway transport. The system contains vertical hydraulic dampers installed under body. Each damper is made as piston pump with discharge and free-flow intercommunicating via throttle chambers for working fluid. The throttle is equipped with rod of variable cross-section with thrusts for end positions. Throttle rod movement drive is made as return spring and solenoid. Solenoid core is connected with throttle rod. Solenoid coils are attached to output terminals of control unit. Input terminals of control unit are connected with electric power source and oscillation frequency sensors installed on body in the area of each damper location. Control unit provides automatic change of end positions of throttle rod by solenoid electric power switching on or off according to indications of corresponding sensors of body vibration frequency.

EFFECT: design simplification and improvement

of car movement smoothness.

3 cl, 1 dwg



RU 2 4 7 0 2 0 1 C 1

RU 2 4 7 0 2 0 1 C 1

Область техники

Изобретение относится к железнодорожному транспорту, в частности к пассажирским вагонам и средствам демпфирования их колебаний.

Уровень техники

5 Известна система демпфирования колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона /1/, содержащая установленные под кузовом гидравлические демпферы, каждый из которых выполнен в виде поршневого насоса с напорной и
10 безнапорной полостями для рабочей жидкости, сообщающимися друг с другом через дроссель, в котором гасится (превращается в тепло) механическая энергия колебаний вагона. В системе демпфирования /1/ проходное сечение дросселей, а следовательно, и коэффициент сопротивления демпферов выбираются так, чтобы обеспечить
15 уменьшение амплитуд колебаний кузова вагона по большей части в зоне основного резонанса, то есть в зоне низких частот колебаний кузова. В гидродемпферах такой системы при высоких частотах колебаний кузова рабочая жидкость не успевает перетекать через дроссель, демпферы при этом уподобляются жестким твердым телам и увеличивают динамический коэффициент передачи воздействия на кузов вагона
20 неровностей пути. Это является существенным недостатком известной /1/ системы демпфирования и доказывает целесообразность использования системы, демпферы которой имеют переменное (регулируемое) значение коэффициента сопротивления.

Известна система демпфирования вертикальных колебаний кузова пассажирского вагона, содержащая демпферы с регулировкой параметра их сопротивления /2/. В этих
25 демпферах дроссельная система снабжена штоком перекрытия дроссельного отверстия, который связан с приводом его перемещения и возможностью за счет этого изменять коэффициент сопротивления демпфера. В системе с указанными демпферами шток каждого дросселя выполнен с кольцевой проточкой, перемещающейся при
30 осевом движении штока в зоне проходного отверстия дросселя, за счет чего обеспечивается изменение степени перекрытия проходного сечения дросселя и регулировка коэффициента сопротивления демпфера. Хвостовик штока снабжен резьбой и закреплен в резьбовом отверстии корпуса гидродемпфера с выходом головки винта штока наружу корпуса демпфера. Привод осевых перемещений штока
35 обеспечивается вращением головки штока вручную, например, с помощью отвертки. Достоинством данной системы демпфирования /2/ является возможность регулировки коэффициентов сопротивления после изготовления демпферов, а также в эксплуатации в зависимости от качества железнодорожного пути. Недостатком известной системы демпфирования /2/ является невозможность регулирования параметров сопротивления
40 демпферов во время движения вагона.

Известна система демпфирования вертикальных колебаний кузова вагона с автоматической регулировкой параметров сопротивления демпферов во время
45 движения вагона /3/. Эта система содержит установленные под кузовом вагона вертикально гидравлические демпферы, каждый из которых выполнен в виде поршневого насоса с напорной и безнапорной полостями для рабочей жидкости, сообщающимися друг с другом через дроссель, снабженный штоком перекрытия дроссельного отверстия, связанным с приводом перемещения штока с возможностью
50 осуществления за счет этого регулировки коэффициента сопротивления демпфера. Привод штока дросселя каждого демпфера известной системы /3/ выполнен в виде электромагнита, сердечник которого связан со штоком дросселя, катушки электромагнитов присоединены к выходным клеммам блока управления, а входные клеммы связаны с источником электропитания, датчиком скорости вагона и

датчиками частоты колебаний, установленными на кузове в зоне расположения каждого демпфера, причем алгоритм срабатывания блока управления обеспечивает автоматическую подачу электрического напряжения на электромагнит каждого демпфера в соответствии с запрограммированной зависимостью (алгоритмом

5 изменения) мгновенного значения коэффициента сопротивления этого демпфера от скорости движения вагона вдоль пути и частоты колебаний его кузова в зоне установки данного демпфера, а именно:

$$10 \quad \beta_k = \frac{4}{n} P$$

при $f_k < 2$ Гц;

$$\beta_k = \frac{4}{n} \left(2 - \frac{f_k}{2} \right) P + 5f_k - 10$$

15 при $f_k = 2-4$ Гц,

$$\beta_k = \frac{40}{n}$$

при $f_k > 4$ Гц;

20 где $P=45$ при $V=[0-140]$;

$$P = 80 - \frac{V}{4}$$

при $V=[140-220]$;

25 $P=25$ при $V=220$,

k - порядковый номер гидродемпфера на вагоне;

n - число демпферов на вагоне;

β_k - мгновенное значение коэффициента сопротивления k -го демпфера (кН·с/м);

P - коэффициент, учитывающий скорость вагона;

30 f_k - частота колебаний кузова вагона в зоне установки k -го демпфера, (Гц);

V - скорость движения вагона вдоль пути (км/ч).

Указанная система демпфирования /3/ основана на использовании весьма сложного алгоритма, что обуславливает сложность и самой системы демпфирования, в

35 частности блока управления. Это является определенным недостатком этой системы.

Другим недостатком известной системы демпфирования /3/ является нестабильность выходных параметров демпферов. Это объясняется следующими обстоятельствами.

Штоки дросселей в системе демпфирования /3/ под действием электромагнитного

40 поля катушки и противодействующей пружины постоянно находятся в подвешенном состоянии. При этом положение штока (а следовательно, и коэффициент сопротивления каждого демпфера) зависит не только от поданного в соответствии с

45 запрограммированным алгоритмом электрического напряжения на катушку магнита, но и от влияния на шток таких нестабильных факторов, как сила трения штока о направляющую поверхность катушки, гидравлическое давление потока рабочей

жидкости на кольцевую канавку штока при различных положениях штока в дроссельном отверстии, динамических сил от колебаний вагона. Подобные факторы обуславливают указанную выше нестабильность характеристик регулирования, что

50 является недостатком системы демпфирования /3/. Эта система принята в данной заявке за прототип.

Сущность изобретения

В основу изобретения поставлена задача упрощения конструкции и повышение

стабильности выходных параметров системы демпфирования колебаний пассажирских вагонов.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известную систему демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона, содержащую установленные под кузовом вертикально гидравлические демпферы, каждый из которых выполнен в виде поршневого насоса с напорной и безнапорной полостями для рабочей жидкости, сообщающимися между собой через дроссель, снабженный для перекрытия дроссельного отверстия штоком переменного поперечного сечения, связанным с приводом его перемещения с возможностью осуществления за счет этого изменений коэффициента сопротивления демпфера, причем привод перемещений штока выполнен в виде оказывающих на него силовое воздействие в противоположных направлениях пружины возвратной и электромагнита, сердечник которого связан со штоком дросселя, а катушки электромагнитов присоединены к выходным клеммам блока управления, входные клеммы которого связаны с источником электропитания и датчиками частоты колебаний, установленными на кузове в зоне расположения каждого демпфера, в конструкцию каждого демпфера дополнительно введены два упора для крайних положений штока дросселя, причем в одном из этих положений в соответствии с запрограммированной зависимостью обеспечивается коэффициент сопротивления (β_n), рациональный для демпфирования колебаний кузова низкой частоты, в другом - обеспечивается коэффициент (β_v), рациональный для демпфирования колебаний высокой частоты, а блок управления обеспечивает соответствующую смену крайних положений штока за счет автоматического подключения или отключения электропитания каждого магнита при переходе частоты колебаний соответствующей зоны кузова через ее пороговое значение, равное 3 Гц. Запрограммированная зависимость коэффициентов сопротивления каждого демпфера от частоты колебаний кузова вагона в зоне установки этого демпфера имеет вид:

$$\beta_n = \frac{120}{n}$$

при $f < 3$ Гц;

$$\beta_v = \frac{40}{n}$$

при $f \geq 3$ Гц,

где n - число регулируемых демпферов на вагоне;

β_n, β_v - мгновенные значения коэффициента сопротивления демпфера соответственно при низкой и высокой частоте колебаний кузова в зоне установки данного демпфера.

Кроме этого условия, для обеспечения стабильности рабочих характеристик системы привод штока обеспечивает силу, прижимающую шток к какому-либо упору, большую, чем совокупность сил, приложенных к штоку в противоположном направлении.

Введение указанных признаков позволяет создать систему демпфирования колебаний вагона, которая, обеспечивая повышенный комфорт пассажиров за счет автоматической подстройки параметров демпфирования во время движения вагона, будет по сравнению с известной системой более простой как по алгоритму действия, так и по конструкции будет обеспечивать более высокую стабильность рабочих характеристик.

Краткое описание чертежа

Сущность предлагаемого изобретения поясняется фиг.1, на которой схематично представлена система демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона.

Позициями на фиг.1 обозначены:

- 5 1 - гидравлические демпферы;
 1.1 - корпус демпфера;
 1.2 - шток-поршень демпфера;
 1.3 - напорная полость демпфера;
 10 1.4 - безнапорная полость демпфера;
 1.5, 1.6 - обратные клапаны демпфера;
 1.7 - дроссельное отверстие демпфера;
 1.8 - шток перекрытия дроссельного отверстия демпфера;
 1.9 - электромагнит (ЭМ) привода штока (1.8);
 15 1.10 - индукционная катушка;
 1.11 - возвратная пружина штока 1.8 и сердечника электромагнита;
 1.12 - верхний упор для штока 1.8;
 1.13 - нижний упор для штока 1.8;
 20 2 - датчики частоты колебаний кузова вагона в зоне установки демпферов;
 3 - блок управления (БУ) системы демпфирования колебаний кузова вагона;
 4 - источник питания (ИП) электромагнитов 1.9.

Лучший вариант осуществления изобретения

Предлагаемая система демпфирования вертикальных колебаний кузова вагона
 25 содержит установленные под кузовом вертикально гидравлические демпферы 1 (см. фиг.1), каждый из которых имеет размещенный в корпусе 1.1 шток-поршень 1.2. Корпус 1.1 выполнен с двумя полостями для рабочей жидкости - с напорной полостью 1.3 и безнапорной полостью 1.4. Демпфер оборудован двумя обратными
 30 клапанами, один из которых (1.5) установлен в поршне, другой (1.6) в корпусе демпфера. Напорная полость 1.3 сообщается с безнапорной полостью 1.4 через дроссельное отверстие 1.7, которое перекрывается штоком 1.8 дросселя. Шток 1.8 в зоне дроссельного отверстия 1.7 выполнен с кольцевой канавкой и при осевых перемещениях штока изменяет проходное сечение дросселя, а следовательно, и
 35 коэффициент сопротивления демпфера. Привод осевых перемещений штока 1.8 осуществляется электромагнитом 1.9 с катушкой 1.10 и сердечником, связанным со штоком 1.8 дросселя (в данной конструкции шток 1.8 и сердечник электромагнита выполнены за одно целое). Шток 1.8 подпружинен относительно корпуса
 40 электромагнита возвратной пружиной 1.11. Дроссельное устройство снабжено двумя упорами для штока 1.8, верхним упором 1.12 и нижним упором 1.13. При отсутствии электрического тока в катушке 1.10 шток 1.8 прижат к нижнему упору 1.13 пружиной 1.11. При этом обеспечивается такое положение кольцевой проточки штока относительно дроссельного отверстия 1.7, при котором в соответствии с
 45 запрограммированной зависимостью реализуется коэффициент сопротивления демпфера, оптимальный для колебаний кузова вагона в зоне установки данного демпфера с низкой частотой $f < 3$ Гц,

при $n=4$

$$50 \beta_n = \frac{120}{n} = \frac{120}{4} = 30 \frac{\text{кН} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Верхний упор 1.13 установлен в дроссельном устройстве так, что при прижатии к нему штока 1.8 кольцевая его канавка устанавливается в дроссельном отверстии с

обеспечением запрограммированного для высоких частот колебаний кузова ($f \geq 3$) коэффициента сопротивления демпфера:

при $n=4$

$$5 \quad \beta_B = \frac{40}{n} = \frac{40}{4} = 10 \frac{\text{кН} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Помимо демпферов предлагаемая система оснащена датчиками 2 частоты колебаний, установленными в кузове вагона над каждым гидродемпфером, блоком управления 3 и источником электропитания 4. При этом каждый из датчиков 2 и источник электропитания 4 присоединены к входным клеммам блока управления 3, выходные клеммы которого электрически связаны с катушками электромагнитов 1.9. В блоке управления 3 запрограммирована функция подключения к источнику 4 катушек электромагнитов тех демпферов, в зоне расположения которых датчики 2 фиксируют высокую (более 3 Гц) частоту колебаний кузова, и функция отключения этих катушек от источника 4 электропитания, если соответствующие датчики 2 фиксируют снижение частоты ниже порогового значения ($f < 3$ Гц).

Принятая функция управления, двухрежимная работа гидродемпферов с указанными выше коэффициентами сопротивления, которые были определены в результате многовариантного анализа колебаний кузова пассажирского вагона в процессе компьютерного моделирования его динамики с учетом реальных возмущающих воздействий железнодорожного пути на вагон. По своему положительному воздействию на улучшение плавности хода вагона приведенная функция мало отличается от алгоритма, использованного в прототипе /3/, однако, гораздо проще его.

В предлагаемой конструкции параметры электромагнитов 1.9 подобраны так, что при подаче на их катушки электрического напряжения от источника 4 они обеспечивают силу, прижимающую шток 1.8 к верхнему упору 1.12, большую, чем совокупность сил, действующих на шток в противоположном направлении: от сжатой пружины 1.11, от собственного веса штока 1.8, от силы трения его о направляющую поверхность катушки, от гидравлического давления потока рабочей жидкости на кольцевую канавку штока в осевом направлении, динамических сил вследствие колебаний вагона.

Возвратная пружина 1.11 выполнена так, что при отключенном питании электромагнита она прижимает шток 1.8 к нижнему упору 1.13 силой, большей, чем совокупность сил, действующих на этот шток в противоположном направлении (динамических сил, гидравлических, фрикционных и т.п.).

Работа устройства

Возникающие при движении вагона вертикальные колебания кузова вызывают в каждом гидравлическом демпфере 1 перемещение штока-поршня 1.2 относительно корпуса 1.1. При циклическом движении штока-поршня вверх-вниз и соответствующем функционировании обратных клапанов 1.5, 1.6 гидродемпферы работают как поршневые насосы, перекачивая рабочую жидкость из безнапорной полости 1.4 в напорную полость 1.3 через дроссельное отверстие 1.7, где гасится часть энергии колебаний (превращается в тепло).

При этом установленные над каждым демпфером 1 датчики 2 частот колебаний кузова вагона подают соответствующие сигналы на вход блока управления 3, куда подается также напряжение от источника электропитания 4.

При подаче каким-либо датчиком 2 сигнала о высокой (выше 3 Гц) частоте колебаний кузова над соответствующим демпфером 1 пульт управления 3 подает

напряжение источника 4 на электромагнит 1.9 этого демпфера. Возникающее в катушке 1.10 магнитное поле поднимает шток 1.8 вверх до контакта с упором 1.12. При этом кольцевая проточка на штоке оказывается в таком положении относительно дроссельного отверстия, при котором, согласно принятых отличий, обеспечивается коэффициент сопротивления данного демпфера ($\beta=10$ кН·с/м), оптимальный для гашения колебаний кузова высокой частоты.

При переходе колебаний кузова на низкую частоту (ниже 3 Гц) датчик 2 посылает определенный сигнал на блок управления 4, который дает команду на отключение электромагнита соответствующего демпфера от электропитания. Шток-сердечник 1.8 оказывается в результате этого под воздействием сжатой возвратной пружины 1.11, вследствие чего он перемещается вниз до контакта с упором 1.13, и его кольцевая канавка займет положение, которому соответствует коэффициент сопротивления демпфера $\beta=30$ кН·с/м, оптимальный для гашения колебаний низкой частоты.

В предлагаемой системе коэффициенты сопротивления демпферов автоматически подстраиваются под частоты колебаний кузова вагона, уменьшая при этом динамическое воздействие пути на вагон, обеспечивая снижение шума и вибраций, повышение плавности хода и долговечность вагона. В предлагаемой системе демпферы имеют независимые друг от друга цепи управления. Они реагируют на разный уровень частоты колебаний кузова вагона. По сравнению с прототипом /3/ значительно упрощена система управления - из факторов влияния исключена линейная скорость движения вагона, значительно упрощен алгоритм работы системы, что имеет следствием упрощение конструкции блока управления, которая сводится по существу к электромеханическому обеспечению двухрежимной работы гидродемперов.

Кроме того, предлагаемое техническое решение по сравнению с прототипом /3/ обеспечивает более высокую стабильность регулируемых параметров системы демпфирования, поскольку вместо упругоподвешенного (а следовательно, и нестабильного) положения штока дросселя предложена жесткая фиксация его в крайних рабочих положениях: с одной стороны упором (1.12 или 1.13), а с другой стороны прижимающей к этому упору силой привода, большей, чем совокупность всех возможных сил, действующих на шток дросселя в противоположном направлении, что исключает возможность отхода штока дросселя от этого упора от действия на шток динамических, гидравлических, фрикционных и других силовых факторов. Изменение положения штока дросселя, а следовательно, и коэффициента сопротивления демпфера возможно в данной системе лишь в результате штатного срабатывания блока управления.

Таким образом, благодаря введению указанных отличительных признаков достигнут определенный технический результат - обеспечено упрощение конструкции системы и повышена стабильность ее рабочих характеристик, что удостоверяет решение поставленной задачи.

При анализе технического решения на соответствие критериям «новизна» и «изобретательный уровень» установлено, что введение предложенных отличий является новым и эта новизна приводит к получению нового технического результата. Введены упоры крайних положений штока дросселей, исключен датчик скорости, введен новый алгоритм действия блока управления. Эти признаки обеспечивают новые свойства привода перемещений штоков дросселей, гарантируют стабильность рабочих характеристик системы. Это означает, что предложен новый состав элементов системы с новым их расположением, количеством и новыми связями.

Посредством предлагаемого технического решения достигнут результат, удовлетворяющий существующим потребностям - упрощению конструкции, повышению стабильности системы демпфирования, которая, как показывают предварительные расчеты, позволяет повысить плавность хода пассажирских вагонов примерно на 6-9%.

Промышленная применимость

Изобретение может быть тиражировано, следовательно, оно соответствует критерию «промышленная применимость».

В настоящее время разработана техническая документация, готовится производство опытных вагонов с предлагаемой системой демпфирования.

Источники информации

1. Соколов М.М., Варавва В.Н., Левит Г.М. Гасители колебаний подвижного состава. М., «Транспорт», 1985 г., стр.17, рис.2.1.

2. Демпфер подвески транспортного средства. Патент РФ №2235233, С2, МКП⁷: F16F, 5/00, 9/18, 9/34, 9/36. Оpubл. 27.08.2004 г. Бюлл. №24.

3. Система демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона. Патент РФ на изобретение №2386063, МПК F16F 5/00, 9/18. Оpubл. 10.04.2010. Бюл. 10.

Формула изобретения

1. Система демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона, содержащая установленные под кузовом вертикальные гидравлические демпферы, каждый из которых выполнен в виде поршневого насоса с напорной и безнапорной полостями для рабочей жидкости, сообщающимися между собой через дроссель, снабженный для перекрытия дроссельного отверстия штоком переменного поперечного сечения, связанным с приводом его перемещений, с возможностью осуществления за счет этого изменений коэффициента сопротивления демпфера, причем привод перемещений штока выполнен в виде оказывающих на него силовое воздействие в противоположных направлениях пружины возвратной и электромагнита, сердечник которого связан со штоком дросселя, катушки электромагнитов присоединены к выходным клеммам блока управления, входные клеммы которого связаны с источником электропитания и датчиками частоты колебаний, установленными на кузове в зоне расположения каждого демпфера, отличающаяся тем, что в конструкцию каждого демпфера введены два упора для крайних положений штока дросселя, которым соответствуют реализованные в конструкции согласно запрограммированной зависимости от частоты колебаний кузова коэффициенты сопротивления демпфера (β_H) и (β_B), обеспечивающие минимизацию вертикальных ускорений кузова при колебаниях его с низкой и высокой частотой соответственно, а блок управления выполнен с обеспечением автоматической смены крайних положений штока путем подачи или отключения электропитания магнитов по показаниям соответствующих датчиков частоты колебаний кузова.

2. Система демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона по п.1, отличающаяся тем, что запрограммированная зависимость коэффициентов (β_H) и (β_B) сопротивления каждого демпфера от частоты колебаний кузова вагона имеет вид:

$$\beta_{\text{н}} = \frac{120}{n} \left(\frac{\text{кН} \cdot \text{с}}{\text{М}} \right) \text{ при частоте } f_{\text{к}} < 3 \text{ Гц,}$$

$$5 \quad \beta_{\text{в}} = \frac{40}{n} \left(\frac{\text{кН} \cdot \text{с}}{\text{М}} \right) \text{ при частоте } f_{\text{в}} \geq 3 \text{ Гц,}$$

где n - число указанных выше демпферов на вагоне.

3. Система демпфирования вертикальных колебаний кузова железнодорожного пассажирского вагона по п.1, отличающаяся тем, что привод штока обеспечивает силу прижатия штока к какому-либо упору большую, чем совокупность сил, действующих на шток в противоположном направлении.

15

20

25

30

35

40

45

50