

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 16501

(13) С1

(46) 2012.10.30

(51) МПК

В 60Т 1/06 (2006.01)

## (54) СПОСОБ АВАРИЙНОГО ТОРМОЖЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

(21) Номер заявки: а 20100550

(22) 2010.04.09

(43) 2011.12.30

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

(72) Авторы: Михайлов Валерий Валерианович; Дыко Геннадий Александрович; Басалаев Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) КОТИКОВ В.М., ЕРХОВ А.В. Тракторы и автомобили: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр "Академия", 2008. - С. 365-370.  
ВУ 9589 С1, 2007.  
RU 2008105349 А, 2009.  
RU 2008105352 А, 2009.  
ЕА 006127 В1, 2005.  
US 4907681, 1990.

(57)

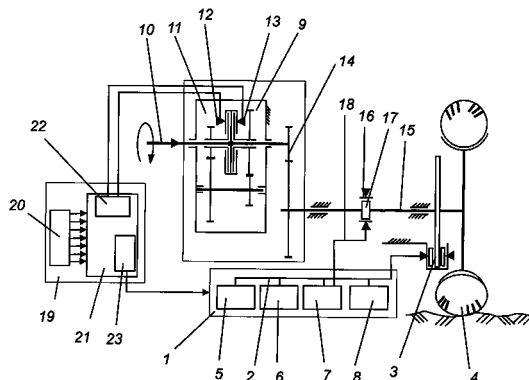
1. Способ аварийного торможения мобильной машины, включающий тормозное воздействие на вал трансмиссии, постоянно связанный с двигателем мобильной машины, **отличающийся** тем, что после или одновременно с тормозным воздействием создают дополнительное тормозное воздействие образованием по меньшей мере одного замкнутого силового контура в коробке передач одновременным включением двух ее ступеней.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что уровень тормозного воздействия регулируют включением различных ступеней.

3. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что уровень тормозного воздействия регулируют исходя из замедления машины.

4. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что замкнутый силовой контур в коробке передач образуют импульсами.

5. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что замкнутый силовой контур образуют до полного выведения мобильной машины из аварийного состояния.



ВУ 16501 С1 2012.10.30

# ВУ 16501 С1 2012.10.30

Изобретение относится к области транспортного машиностроения, в частности к способам аварийного торможения мобильных машин, и может применяться в случаях, когда все известные основные приемы торможения не позволили снизить скорость машины или привода до безопасного уровня.

Эксплуатационные свойства мобильных машин определяют возможность эффективного их использования в различных условиях. Для всех без исключения мобильных машин обязательным требованием является их безопасность.

Тормозная динамичность характеризует способность мобильной машины предотвращать возникновение опасности, снижать скорость вплоть до полной остановки, а также быть в готовности к экстренному торможению [1].

Исходя из устройства известных тормозных систем, современные мобильные машины содержат несколько типов тормозных устройств, обеспечивающих следующие разновидности торможения: рабочее, запасное (двигателем), для удержания на уклоне и вспомогательное. Каждый тип определяет время и способ использования тех или иных составляющих.

Так, например, у легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности в качестве запасной системы используется стояночная тормозная система, а в качестве вспомогательной - двигатель.

Экстренное торможение используется в критических ситуациях, связанных с дефицитом времени и расстояния. Оно реализует наиболее интенсивное замедление с учетом тормозных свойств мобильной машины.

Аварийное торможение применяется при выходе из строя или отказе рабочей тормозной системы и во всех других случаях, когда эта система не позволяет добиться необходимого замедления. Она может осуществляться стояночным тормозом, а также нетрадиционными способами, в том числе и контактным способом с использованием естественных и искусственных препятствий.

Резюмируя сказанное, можно сгруппировать известные способы торможения.

1. Способы аварийного торможения с предварительным обнаружением опасности или опасных объектов. Способ реализует конструкция аварийной тормозной системы согласно [3]. Изобретение реализует способ аварийного торможения, включающий процесс постоянного сканирования пространства перед мобильной машиной. В этом способе тормозная система приводится в действие после обнаружения, идентификации и распознавания опасного объекта. Недостатком такого способа является обязательное наличие на поверхности машины в передней части сканирующих устройств.

2. Способы аварийного торможения, в которых передача тормозного усилия на раму машины от опорной поверхности осуществляется через различные узлы мобильной машины.

А) Непосредственно на раму машины.

Способ реализован конструкцией аварийной тормозной системы согласно [4]. Он заключается в создании тормозного усилия на раму машины. В этом способе тормозным механизмом является тормозной элемент в виде тормозной подушки с приводом, расположенных под днищем между осями машины. В случае возникновения аварийной ситуации привод вводит в соприкосновение с опорной поверхностью тормозную подушку, обеспечивая снижение скорости до безопасной.

Недостатком такой конструкции является обязательное наличие под днищем машины дополнительных привода и тормозных элементов в виде подушек, что ухудшает показатели проходимости машины.

Б) Через промежуточный элемент между рамой и опорной поверхностью.

Способ реализован конструкцией аварийной тормозной системы согласно [5]. Он заключается в создании при наступлении аварийной обстановки дополнительного регулируемого тормозного усилия между колесом и опорной поверхностью. В этом способе

## ВУ 16501 С1 2012.10.30

тормозным механизмом является выдвигаемая приводом со стороны передней оси тормозная плоскость. В случае возникновения аварийной ситуации привод вводит между поверхностью шины колеса и опорной поверхностью указанную тормозную плоскость, обеспечивая снижение скорости машины до безопасного уровня. При этом торможение создается большим сопротивлением, его длительностью и приспособляемостью к различным условиям.

Недостатком этого способа является процесс обязательного выведения из-под днища машины в зону контакта колеса и опорной поверхности специальных привода и тормозных элементов, что также снижает показатели проходимости машины.

В) Непосредственное воздействие на раму через на колесо.

Следует разделять два известных случая воздействия на колесо:

использование исключительно тормозного механизма колеса при срабатывании рабочего и запасного аварийного контуров;

использование тормозного механизма колеса для рабочего торможения и привода колеса для запасного или аварийного торможения.

Известен способ аварийного торможения мобильной машины, реализованный тормозной системой согласно [6], который принимается за прототип.

Способ аварийного торможения мобильной машины включает тормозное воздействие на вал трансмиссии, постоянно связанный с двигателем мобильной машины.

В отличие от используемых аварийных способов торможения, применяемых для легковых или грузовых автомобилей средней грузоподъемности, когда используют стояночный тормоз, аварийное торможение автомобиля большей массы обеспечивается избирательным включением агрегатов с воздействием на колеса.

Вначале используется рабочая тормозная система, которая включает в работу барабанные тормозные механизмы с кулачковым разжимом. Аварийная тормозная система предназначена для остановки автомобиля только в случае выхода из строя рабочей тормозной системы. В этом случае в качестве источника давления используют энергоаккумуляторы.

Поскольку вакуумные камеры тормозных механизмов колес работают в контуре с энергоаккумуляторами, то при наступлении аварийного случая достаточно их срабатывания для приведения в действие тормозных колодок.

Недостатком указанного способа аварийного торможения является то, что при аварийном торможении и срабатывании энергоаккумуляторов возможны блокирование колес автомобиля и потеря его устойчивости, что может привести к заносу мобильной машины и созданию аварийной дорожной ситуации. Кроме того, для обеспечения безопасного аварийного торможения требуется вводить дополнительно пружинные энергоаккумуляторы и сопутствующие им механические устройства для функционирования самих энергоаккумуляторов. При однократном повреждении контура рабочей тормозной системы энергоаккумуляторы повторно не смогут больше заряжаться и, соответственно, не смогут обеспечивать последующее аварийное торможение.

Задачей изобретения является повышение надежности способа аварийного торможения мобильной машины путем создания и обеспечения функционирования дополнительного независимого контура торможения, а также защита приводного двигателя от перегрузок.

Поставленная задача решается тем, что в способе аварийного торможения мобильной машины, включающем тормозное воздействие на вал трансмиссии, постоянно связанный с двигателем мобильной машины, после или одновременно с тормозным воздействием создают дополнительное тормозное воздействие образованием по меньшей мере одного замкнутого силового контура в коробке передач одновременным включением двух ее ступеней.

# ВУ 16501 С1 2012.10.30

В способе аварийного торможения уровень тормозного воздействия регулируют включением различных ступеней.

В способе аварийного торможения уровень тормозного воздействия регулируют исходя из замедления машины.

В способе аварийного торможения замкнутый силовой контур в коробке передач обрывается импульсами.

В способе аварийного торможения замкнутый силовой контур образуют до полного выведения машины из аварийного состояния.

Система, реализующая способ аварийного торможения мобильной машины, представлена на фигуре.

Тормозная система мобильной машины содержит основной тормозной контур 1, который в свою очередь включает основную магистраль 2 тормозного привода, соединенного с колесным тормозным механизмом 3 двигателя 4. Магистраль 2 тормозного привода соединена с узлами 5 управления рабочей, узлами 6 вспомогательной, узлами 7 запасной (стояночной) и узлами 8 аварийной (например, энергоаккумулятор) систем. Кроме того, данная тормозная система может включать дополнительные узлы, например антиблокировочное устройство ABS, устройство перераспределения тормозных сил EBR или устройство стабилизации при торможении VSC (ABS, EBR, VSC не показаны), которые дополнительно включаются в тормозной контур 1.

Колесный двигатель 4 приводится в действие приводом 9, который состоит из приводного вала 10 преобразователя крутящего момента (например, сцепление, гидротрансформатор, вариатор, объемная гидропередача), коробки 11 передач, содержащей механизмы 12 и 13 включения ступеней, главную передачу 14 и приводной вал 15. На валу 15 установлен тормозной механизм 16 с тормозным барабаном 17, соединенный контуром 18 управления с узлом 7 управления стояночным тормозом.

Устройство содержит микропроцессорную систему 19 управления, включающую датчики 20 (включая датчик положения тормозной педали, не показана), связанные со входами контролера 21 управления исполнительными механизмами, содержащего блок 22 управления электромагнитными клапанами фрикционов коробки и блок 23 управления тормозной системой.

Заявляемый способ реализуется следующим образом.

При наступлении аварийной ситуации по сигналу датчиков 20 или водителем в тормозной магистрали 2 узлами 5 рабочей системы создается давление рабочей среды, которое приводит в действие тормозной механизм 3.

Если эффект торможения недостаточный, то, исходя из ситуации, в работу избирательно включаются узлы 6 вспомогательной, узлы 7 запасной и/или узлы 8 аварийной систем.

В данном случае эффект торможения достигается одновременным воздействием на двигатель 4 тормозного механизма 3 и приводного вала 15.

Если наступает возможность аварии и по каким-то причинам выходят из строя все компоненты тормозной системы, т.е. становится невозможным создать давление в магистрали 2 управления тормозным механизмом, то применяется аварийное торможение путем подключения стояночного тормозного механизма 16. Сигнал от контура 18 передается на тормозной барабан 17 и вал 15, создавая дополнительное торможение на двигателе 4.

Для повышения надежности и предотвращения перегрузки двигателя (не показан), связанного с приводным валом 10, при аварийном торможении после или одновременно с применением торможения стояночной тормозной системой 1 дополнительно на валу 15 и независимо от работы основной тормозной системы 1 создают тормозное воздействие коробкой передач 11.

Оно создается образованием замкнутого силового контура путем одновременного включения в коробке 11 передач двух ступеней 12 и 13. Темп нарастания тормозного мо-

## ВУ 16501 С1 2012.10.30

мента в силовом контуре, время задержки и цикличность включений ступеней 12 и 13 определяются разницей передаточных чисел и податливостью входящих в него элементов - зубчатых колес и валов, а также упруго-инерционными параметрами динамической системы мобильной машины. При этом образованный упругий замкнутый контур является аварийным тормозом. Две передачи также могут включаться одновременно. Если одна передача уже включена, то управление торможением производится импульсным включением другой передачи.

Поскольку до полного замыкания ступеней 12 и 13 ведущие и ведомые фрикционные диски низшей передачи вращаются с разными относительными угловыми скоростями, то при их соприкосновении также возникает тормозной момент трения, снижающий скорость движения машины. Периодическое включение и размыкание муфт контура используется для регулирования уровня замедления машины. Интенсивность торможения регулируется интенсивностью электрических импульсов от контроллера 21.

В случае необходимости максимального торможения обе ступени удерживаются во включенном состоянии вплоть до полного выведения машины из опасного состояния.

Моменты включения ступеней 12 и 13 выбираются либо водителем, либо контроллером 21 исходя из показаний датчиков по специальному алгоритму.

Кроме того, поскольку жесткость образованного упругого контура зависит от разницы передаточных чисел используемых передач 12 и 13, то, выбирая различные ступени в коробке передач, можно получить различную жесткость силового контура и, следовательно, интенсивность торможения.

При достижении определенного (чаще допустимого) уровня замедления контроллер 21 производит выключение одной передачи. Такие импульсные подключения фрикциона могут производиться независимо от работы тормозной системы.

Способ осуществляют следующим образом.

При выходе из строя тормозной системы автомобиля, двигавшегося на максимальной скорости, с параметрами:

полная масса автомобиля $m$ , кг	16000
масса на ведущую ось $m_a$ , кг	10000
колесная формула	4×2
максимальная скорость $V_{max}$ , м/с (км/ч)	25(90)
число передач коробки передач	10
передаточное число ведущего моста, $i_g$	6,59
радиус качения колеса $r_k$ , м	0,525
передаточное число 1 передачи	9,95
суммарная тангенциальная жесткость шин	260000 Нм/рад
передаточное число 2 передачи	7,47
передаточное число 3 передачи	5,60
передаточное число 4 передачи	4,20
передаточное число 5 передачи	2,81
передаточное число 6 передачи	2,37
передаточное число 7 передачи	1,78
передаточное число 8 передачи	1,33
передаточное число 9 передачи	1,0
передаточное число 10 передачи	0,68,

произошел внезапный полный отказ тормозной системы и органов управления. Отсутствовала возможность использования стояночного тормоза.

Был применен способ аварийного торможения мобильной машины по предлагаемому варианту, в котором дополнительно ко включенной зубчатой паре с числами зубьев  $Z3/Z2 = 48/28$  за время  $t_f = 0,7$  с был принудительно включен фрикцион дополнительной передачи с числами зубьев  $Z4/Z5 = 43/33$ . Ширина зубчатых венцов равна 35 мм при мо-

# BY 16501 C1 2012.10.30

дуле 3,5 мм. Расстояние между зубчатыми парами равно 0,4 м. Диаметры соединяющих валов между передачами равны для первичного вала 65 мм и 67 мм для промежуточного.

Движение осуществлялось по сухому покрытию с коэффициентом сцепления  $\phi = 0,67$ . Были получены следующие параметры торможения.

Действующий на выходном валу коробки передач момент торможения, определяемый сцепными свойствами движителя с опорной поверхностью:

$$M_{\phi} = 9,81 G_{\text{арк}} \phi / i_g = 9,81 \cdot 10000 \cdot 0,525 / 6,59^2 = 5236 \text{ Нм.}$$

Приведенная к выходному валу коробки передач суммарная жесткость шин ведущих колес

$$C_s = C / i_g^2 = 260000 / 6,59^2 = 5990 \text{ Нм/рад.}$$

Для указанных динамических параметров и зубчатых передач силового контура экспериментально установлено количество оборотов выходного вала при полностью включенных обеих ступенях до формирования момента  $M_{\phi}$ . Количество оборотов выходного вала составило  $n = 6,9$  оборота. Время работы упругих сил силового контура до достижения моментов выходного вала уровня  $M_{\phi}$  составило  $t_1 = 0,23$  с.

Полное время торможения до остановки машины составило [7]:

$$T = t_f + t_1 + \frac{V_{\text{max}}}{9,81\phi} = 0,7 + 0,23 + 25 / (9,81 \times 0,67) = 4,73 \text{ с.}$$

Путь, совершенный автомобилем до полной остановки, составил:

$$S_{\text{stop}} = V_{\text{max}} (t_f + t_1) + \frac{V_{\text{max}}^2}{2 \cdot 9,81\phi} = 23,25 + 25^2 / (2 \times 9,81 \times 0,67) = 70,7 \text{ м.}$$

В предлагаемом способе аварийного торможения мобильной машины используются фрикционные элементы коробки передач, что обеспечивает реализацию способа независимо от работоспособности тормозной системы. Это повышает надежность системы аварийного торможения.

Также данный способ обеспечивает обратную связь по ускорению мобильной машины, что позволяет системе приспосабливаться к различным эксплуатационным факторам и дорожным условиям, влияющим на процесс торможения.

Кроме того, применение предлагаемого способа аварийного торможения мобильной машины дополнительно обеспечивает повышение безопасности и устойчивости движения, поскольку функции антиблокировочной тормозной системы (ABS) может выполнять коробка передач, исключив тем самым установку дорогостоящих агрегатов ABS на машине.

Источники информации:

1. Найдено в Интернете < <http://www.avtoskola-online.ru/8-tema-5.-tormoznye-svojjstva-i-sposoby.html> >.

2. Найдено в Интернете < <http://www.ezda.ru/school04.html> >.

3. WO/2005/037619, 2005.

4. DE 102007040006, 2008.

5. WO 2008-31190(A1), 2008.

6. Режим доступа: <http://www.autosoft.ru/directory/info/kamaz/5320/model.html>.

7. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студентов высших учебных заведений. - М.: Академия, 2006. - С. 125-128.