



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1662884 A1

(51)5 B 60 T 8/00, G 05 D 13/62

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 2850736/24
(22) 29.11.79
(46) 15.07.91. Бюл. № 26
(71) Белорусский политехнический институт и Белорусский автомобильный завод
(72) В.В.Мочалов, Н.Ф.Метлюк, В.А.Миклашевич, В.В.Капустин, Г.Ф.Бутусов, Л.И.Добрых, А.Г.Денисов и Г.Н.Баранчик
(53) 62.50 (088.8)
(56) Патент США № 3734572, кл. В 60 Т 8/12, опублик. 1977.
Патент США № 3734573, кл. 60 Т 8/12, опублик. 1977.
Авторское свидетельство СССР по заявке № 2697244/18-24, кл. В 60 Т 8/06, 12, 12.78.
(54) ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА
(57) Изобретение относится к автомобилестроению, а именно к конструкции противоблокировочных устройств тормозных систем транспортных средств. Целью изобретения является повышение точности и надежности устройства путем уменьшения

Изобретение относится к автомобилестроению, в частности к противоблокировочным устройствам тормозных систем транспортных средств.

Известны противоблокировочные устройства, содержащие формирователь сигнала скорости колеса, дифференцирующий блок, блок определения максимума произ-

2

запаздывания в определении величины временного упреждения инерционных задержек устройства в зависимости от изменяющихся условий торможения. Противоблокировочное устройство тормозной системы транспортного средства содержит формирователь сигнала скорости колеса, дифференциатор, блок определения экстремума производной скорости и блок управления, первый блок сравнения и исполнительный блок, блок прогнозирования, формирователь опорного сигнала и второй блок сравнения, а также вентили и сумматор. В устройстве осуществляется кусочно-линейная аппроксимация оптимальной скорости колеса с помощью блока прогнозирования скорости. Устройство позволяет изменять степень коррекции скорости в зависимости от фаз работы противоблокировочного устройства, компенсировать инерционные задержки всего тракта управления тормозным моментом, что позволяет улучшить приспособляемость устройства к изменяющимся по сцеплению условиям торможения. 2 ил.

водной скорости колеса, выполненный в виде пикового детектора, блоки сравнения, исполнительный блок, усилитель, модулятор сброса тормозного давления и блок прогнозирования скорости колеса, выполненный в виде элемента памяти.

Работа известных устройств основана на сравнении скорости колеса с прогнозируемой скоростью, а также на сравнении сиг-

(19) SU (11) 1662884 A1

налов замедления и ускорения колеса с определенными пороговыми значениями.

Недостатком известных устройств является влияние инерционности элементов устройства и тормозного привода и запаздывания на выработку сигналов управления (например, влияние запаздывания обнаружения момента максимального ускорения колеса для начала повторного повышения тормозного давления) из-за отсутствия компенсации инерционных задержек, причем с учетом особенностей торможения на различных по сцепным свойствам участках торможения.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является противоблокировочное устройство, содержащее формирователь сигнала скорости колеса, выход которого подключен к первому входу первого блока сравнения, к первому входу блока прогнозирования скорости и через последовательно соединенные дифференцирующий блок и блок определения экстремума производной скорости колеса к второму входу блока прогнозирования скорости, третий вход которого через блок управления прогнозируемой скоростью подключен к выходу первого блока сравнения и первому входу исполнительного блока, второй блок сравнения, первый и второй входы которого соединены соответственно с выходами формирователя опорного напряжения и дифференцирующего блока, а выход – с первым входом исполнительного блока.

Указанное устройство обладает недостатком, заключающимся в том, что приспособление к различным условиям торможения осуществляется по величине замедления или ускорения колеса, определяемой в предыдущем цикле работы системы, т.е. с запаздыванием на время одного цикла работы (до 1 с). Это приводит к тому, что устройство недостаточно эффективно работает в случае резкого изменения сцепных свойств дороги, например при съезде в процессе торможения с сухого асфальтобетона на мокрый или при попадании на обледенелый участок дороги и т.п. В таких случаях колеса автомобиля уже находятся на новом, ином по сцепным свойствам, участке торможения, но еще целый цикл устройство работает в расчете на свойства предыдущего участка торможения. Это снижает общую эффективность работы устройства при торможении на неоднородных по сцепным свойствам поверхностях движения, увеличивая тормозной путь, уменьшая устойчивость и ухудшая управляемость автомобиля.

Цель изобретения – повышение точности и надежности устройства путем уменьшения запаздывания в определении величины временного упреждения инерционных задержек устройства в зависимости от изменяющихся условий торможения.

Поставленная цель достигается тем, что в противоблокировочное устройство, содержащее последовательно соединенные формирователь сигнала скорости колеса, дифференциатор, блок определения экстремума производной скорости и блок прогнозирования скорости, последовательно соединенные первый блок сравнения и исполнительный блок, последовательно соединенные формирователь опорного напряжения и второй блок сравнения, выходом подключенный к второму входу исполнительного блока, блок управления, вход которого соединен с выходом первого блока сравнения, а выход – с вторым входом блока прогнозирования скорости, причем выход дифференциатора подключен к второму входу второго блока сравнения, а выход формирователя сигнала скорости колеса соединен с третьим входом блока прогнозирования скорости и первым входом первого блока сравнения, введены два вентиля и сумматор, первый и второй входы которого через вентили, включенные в прямом и обратном направлениях соответственно, соединены с выходом дифференциатора, третий вход – с выходом блока прогнозирования скорости, а выход – с вторым входом первого блока сравнения.

На фиг.1 приведена функциональная схема устройства; на фиг.2 – временные диаграммы его работы.

Противоблокировочное устройство содержит формирователь 1 сигнала скорости колеса, первый блок 2 сравнения, блок 3 прогнозирования скорости, дифференциатор 4, блок 5 определения экстремума производной скорости, блок 6 управления, исполнительный блок 7, второй блок 8 сравнения, формирователь 9 опорного напряжения, сумматор 10 и вентили 11 и 12.

Формирователь 1 сигнала скорости колеса представляет собой последовательно соединенные датчик скорости колеса (чаще всего применяется частотный датчик) и преобразователь его сигнала в аналоговый сигнал скорости колеса (для частотного датчика таким преобразователем является преобразователь частоты в напряжение ПЧН).

Блок 3 прогнозирования скорости колеса содержит элемент аналоговой памяти, в качестве которого применен интегратор на операционном усилителе, начальные условия в который заносятся с помощью управ-

ляемого электронного ключа, информационный вход которого является первым входом блока 3 прогнозирования скорости и подключен к выходу формирователя 1 сигнала скорости колеса. Управляющий вход этого управляемого ключа представляет собой второй вход блока 3 прогнозирования скорости и соединен с выходом блока 5 определения экстремума производной скорости колеса. Третий вход блока 3 прогнозирования скорости колеса представляет собой вход интегратора блока прогнозирования и подключен к выходу блока 6 управления прогнозируемой скоростью.

Дифференциатор 4 выполнен на операционном усилителе.

Блок 5 определения экстремума производной скорости колеса представляет собой нуль-орган с емкостным входом, срабатывающий при перемене направления изменения производной скорости колеса, т.е. при прохождении им экстремальных точек. На выходе нуль-органа включен формирователь импульсов, формирующий импульс в момент максимального ускорения колеса. Блок 5 может быть также выполнен в виде пикового детектора, работающего, например, при такой полярности выходных сигналов дифференциатора 4, которая соответствует реальному ускорению колеса, и блока сравнения сигналов производной скорости колеса и сигнала на выходе пикового детектора. На выходе блока сравнения также включен формирователь импульсов, формирующий импульсы нормированной длительности при прохождении ускорением колеса своего максимального значения.

Блок 6 управления выполнен в виде источника опорного напряжения, величина напряжения которого переключается в зависимости от фазы работы противоблокировочного устройства с помощью ключа, управляемого выходным сигналом первого блока 2 сравнения.

Исполнительный блок 7 состоит из схемы совпадения И, объединяющей выходы блоков 2 и 8 сравнения, первого усилителя мощности, подключенного к выходу первого блока 2 сравнения, второго усилителя мощности, подключенного к выходу схемы совпадения И и двух модуляторов, модулятора сброса тормозного давления, подключенного к выходу первого усилителя мощности, и модулятора выдержки тормозного давления, подключенного к выходу второго усилителя мощности.

Первый и второй блоки 2 и 8 сравнения выполнены на операционных усилителях.

Формирователь 9 опорного напряжения представляет собой каскад, задающий опорное напряжение для второго блока 8 сравнения. Он представляет собой, например, резистивный делитель напряжения, подключенный к источнику напряжения питания (в частном случае величина этого опорного напряжения может быть равна нулю). Вентили 11 и 12 могут быть выполнены на полупроводниковых диодах, как показано на фиг.1.

Противоблокировочное устройство работает следующим образом.

При движении автомобиля на выходе формирователя 1 сигнала скорости колеса формируется аналоговый сигнал с амплитудой, прямо пропорциональной скорости колеса. Этот сигнал запаздывает по отношению к реальной скорости (окружной скорости) колеса из-за наличия фильтрующих элементов в формирователе 1. На фиг.2а реальная окружная скорость колеса V_k изображена пунктирной линией, а измеряемая окружная скорость колеса \dot{V}_k , сформированная с помощью формирователя 1, — сплошной линией, причем для удобства анализа эти скорости приведены к одному масштабу, как и представленная некоторая оптимальная скорость колеса V_{opt} , при движении с которой колесо имеет оптимальный коэффициент сцепления, а также прогнозируемая скорость $V_{пр}$, формируемая с помощью блока 3 прогнозирования скорости. Выходной сигнал формирователя 1 подается на дифференциатор 4, где подвергается операции дифференцирования со сглаживанием. Образующийся на выходе этого дифференциатора 4 инвертированный сигнал производной скорости колеса, значение которого — \dot{V}_k приведено на фиг.2б, еще больше запаздывает по времени по сравнению с реальной производной скорости колеса. Эти два сигнала (сигналы скорости и ее производной по времени) являются информационными и определяют всю работу противоблокировочного устройства. Противоблокировочное устройство должно привести скорость колеса в соответствие с оптимальной скоростью колеса, т.е. такой скоростью, при движении с которой колесо находится в оптимальных по сцеплению условиях, а следовательно, автомобиль в этом случае тормозится с наибольшей эффективностью. Таким образом, назначение противоблокировочного устройства состоит в том, что необходимо определить значение такой оптимальной скорости, а также, управляя процессом торможения колеса с помощью изменения тормозного момента, подведенного к колесу,

привести скорость колеса в соответствие с оптимальным значением. Оптимальное значение скорости колеса находится в диапазоне, примерно 0,7 – 0,9 скорости автомобиля, причем как ее величина, так и интенсивность изменения зависят от многих факторов процесса торможения.

В предлагаемом устройстве осуществляется кусочно-линейная аппроксимация оптимальной скорости колеса с помощью блока 3 прогнозирования скорости. В фазе затормаживания на вход интегратора этого блока подается с выхода блока 6 управления постоянное напряжение, определяющее интенсивность уменьшения выходного напряжения 3 прогнозирования скорости. Эту интенсивность изменения прогнозируемой скорости $V_{пр}$ (фиг.2а) выбирают из расчета торможения колеса на поверхности с высоким коэффициентом сцепления (около 0,8 – 0,9), а начальную величину прогнозируемой скорости задают в начальный момент изменения как некоторую часть скорости автомобиля (примерно 0,7 – 0,8). Сигналы прогнозируемой скорости с выхода блока 3 и инвертированный сигнал производной скорости колеса с выхода дифференциатора 4 подаются на сумматор 10, в котором происходит суммирование этих сигналов, т.е. практически получается корректирующий сигнал

$$V_{кор} = V_{пр} - a\dot{V}_k,$$

причем благодаря вентилям 11 и 12 коэффициент a может иметь разное значение при различной полярности сигнала дифференциатора 4, т.е. различен для ускорения и замедления колеса. Это расширяет возможности определения оптимальной коррекции величины прогнозируемой скорости. Выходной сигнал сумматора 10 подается в блок 2 сравнения, в котором сравнивается по величине с сигналом скорости колеса V_k , снимаемым с выхода формирователя 1. Пока сигнал скорости колеса \dot{V}_k больше, чем скорректированный сигнал $V_{кор}$, выходной сигнал блока 2 сравнения равен нулю. В момент времени t_1 указанные сигналы совпадают и далее сигнал скорости колеса \dot{V}_k становится меньше сигнала $V_{кор}$, это приводит к появлению на выходе блока 2 сравнения сигнала сброса тормозного давления (сигнал "Сброс" на фиг.2в). Указанный сигнал через исполнительный блок 7 управляет модулятором сброса, в результате чего через некоторое время, определяемое инерционными свойствами канала управления, начинает уменьшаться тормозной момент M_T , как показано на фиг.2д.

Когда тормозной момент M_T станет ниже момента по сцеплению M_{ϕ} , начинается разгон колеса, т.е. замедление колеса переходит в ускорение. В окрестности нулевого значения производной скорости колеса, определяемого формирователем 9 опорного напряжения, сигнал производной скорости колеса сравнивается со значением опорного напряжения формирователя 9, вследствие чего на выходе второго блока 8 сравнения появляется сигнал, поступающий на другой вход исполнительного блока 7 и приводящий к выдержке тормозного давления и момента (сигнал "Выдержка" на фиг.2г) через некоторое время запаздывания.

Выдержка тормозного момента уменьшает расход тормозного вещества. Окончание цикла работы противоблокировочного устройства происходит по окончании сигнала "Сброс" на выходе первого блока 2 сравнения. Этот момент t_{III} определяется совпадением прогнозируемой скорости, скорректированной с учетом величины ускорения колеса (составляющая $a_2\dot{V}_{кIII}$ на фиг.2а), с измеряемой скоростью колеса \dot{V}_k . Так как такая коррекция величины прогнозируемой скорости происходит при ускорении колеса, т.е. по сравнению с предыдущим случаем коррекции в момент времени t_1 при другой полярности выходного сигнала дифференциатора 4, то выходной сигнал дифференциатора 4 поступает на сумматор 10 через другой клапан. Это позволяет изменять степень коррекции в зависимости от фаз работы противоблокировочного устройства, с большей точностью компенсируя инерционные задержки всего тракта управления тормозным моментом, что существенно улучшает приспособляемость устройства к изменяющимся по сцеплению условиям торможения. При переходе к фазе сброса тормозного давления после выработки сигнала "Сброс" блоком 2 сравнения происходит изменение опорного напряжения, вырабатываемого блоком 6 управления, и, следовательно, происходит изменение интенсивности уменьшения прогнозируемой скорости. Такой характер прогнозирования скорости колеса необходим для того, чтобы прогнозируемая скорость, аппроксимирующая (кусочно-линейно) оптимальную скорость колеса автомобиля при торможении, опережала по времени оптимальную скорость, чтобы компенсировать инерционные задержки в устройстве и тормозном приводе автомобиля.

Оптимизация на ЭЦВМ алгоритма работы устройства подтверждает правильность

выбора такого характера изменения прогнозируемой скорости и ее коррекции. Таким образом, принцип формирования скорректированного сигнала можно представить следующим образом:

$$V_{\text{кор}} = V_{\text{пр}} - a \dot{V}_k \cdot a = \begin{cases} a_1 & \dot{V}_k < 0 \\ a_2 & \dot{V}_k > 0 \end{cases}$$

В момент t_k прохождения измеряемым ускорением колеса своего максимума, что свидетельствует о прохождении коэффициентом сцепления максимального по проскальзыванию значения (как известно, в зависимости от проскальзывания колеса его коэффициент сцепления в продольном направлении имеет экстремальный характер), на выходе блока 5 определения экстремума производной скорости колеса формируется импульс нормированной длительности, который подается на управляющий вход блока 3 прогнозирования скорости и разрешает занесение в интегратор (элемент аналоговой памяти) этого блока определенной части сигнала скорости колеса V_k (в частности, примерно $0,9 V_k$). Последнее необходимо для амплитудной компенсации погрешностей, возникающих из-за инерционных временных запаздываний определения момента максимума ускорения колеса.

Возможны упрощенные варианты предлагаемого устройства:

а) с неизменной интенсивностью изменения прогнозируемой скорости и одинаковым коэффициентом $a=a_1=a_2$ коррекции по производной;

б) с неизменной интенсивностью изменения прогнозируемой скорости, но с различными коэффициентами $a_1 \neq a_2$ коррекции по производной;

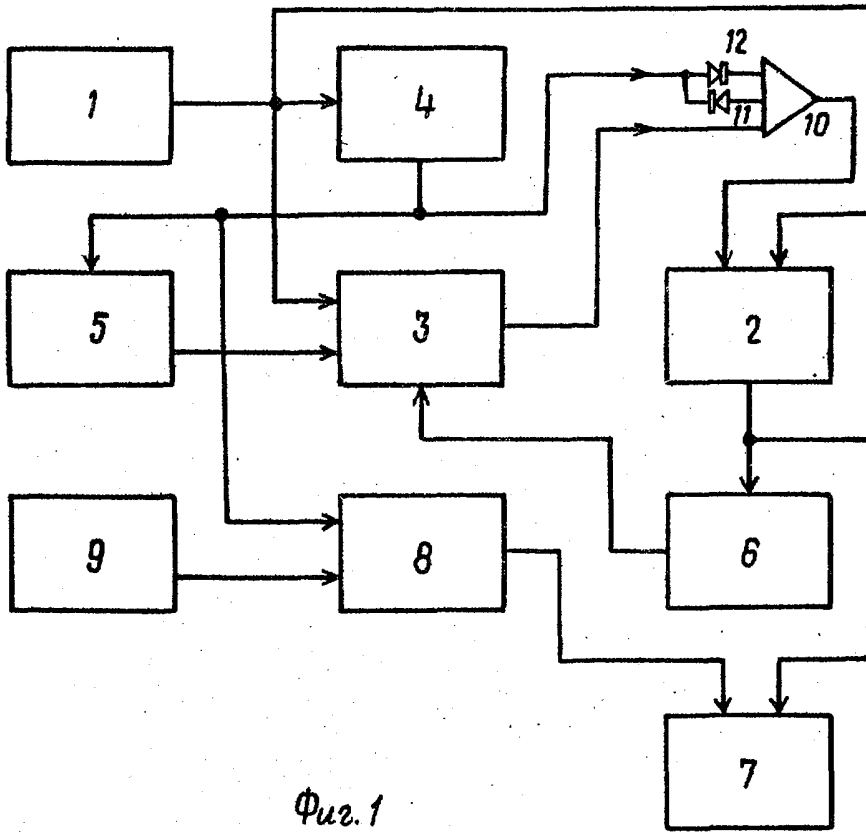
в) с одинаковыми коэффициентами $a=a_1=a_2$ коррекции по производной, но с различной в разных фазах интенсивностью уменьшения прогнозируемой скорости.

Из приведенных вариантов вариант а) наименее эффективен, а вариант б) обеспечивает построение структурно наиболее простого, но работоспособного противоблокировочного устройства.

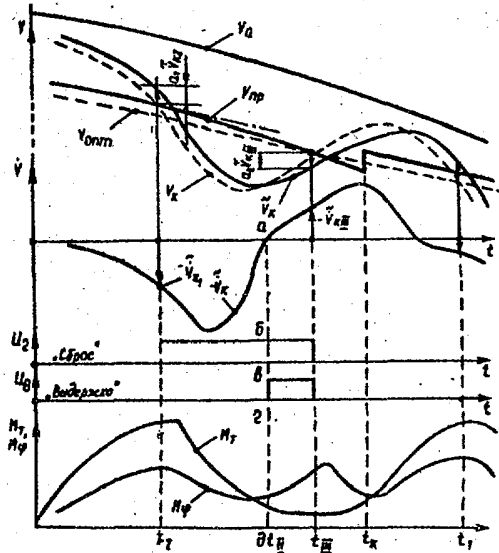
Таким образом, предлагаемое противоблокировочное устройство позволяет улучшить комфортабельность движения автомобиля, повысить эффективность торможения, сокращая по сравнению с известными устройствами тормозной путь, улучшая устойчивость и управляемость автомобиля.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Противоблокировочное устройство тормозной системы транспортного средства, содержащее последовательно соединенные формирователь сигнала скорости колеса, дифференциатор, блок определения экстремума производной скорости и блок прогнозирования скорости, последовательно соединенные первый блок сравнения и исполнительный блок, последовательно соединенные формирователь опорного напряжения и второй блок сравнения, выходом подключенный к второму входу исполнительного блока, блок управления, вход которого соединен с выходом первого блока сравнения, а выход — с вторым входом блока прогнозирования скорости, причем выход дифференциатора подключен к второму входу второго блока сравнения, а выход формирователя сигналов скорости колеса соединен с третьим входом блока прогнозирования скорости и первым входом первого блока сравнения, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения точности и надежности устройства, оно содержит два вентиля и сумматор, первый и второй входы которого через вентили, включенные в прямом и обратном направлениях соответственно, соединены с выходом дифференциатора, третий вход — с выходом блока прогнозирования скорости, а выход — с первым входом первого блока сравнения.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор А.Огар

Составитель Л.Птенцова
Техред М.Моргентал

Корректор В.Гирняк

Заказ 2230

Тираж 359

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101