



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012141078/11, 26.09.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.09.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.09.2012

(45) Опубликовано: 20.04.2014 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2335805 C1, 10.10.2008. RU 2398680
C2, 10.09.2010. RU 2345905 C1, 10.02.2009. US
8,032,281 B1, 4.10.2011. US 5,942,753 A,
24.08.1999

Адрес для переписки:

115280, Москва, 1-й Кожуховский пр-д, 19, кор.1,
кв.97, С.Е. Бузникову

(72) Автор(ы):

Бузников Сергей Евгеньевич (RU),
Шабанов Николай Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Бузников Сергей Евгеньевич (RU),
Шабанов Николай Сергеевич (RU)(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙНОГО ПЕРЕГРЕВА ШИН И ТОРМОЗОВ
АВТОМОБИЛЯ И СИСТЕМА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

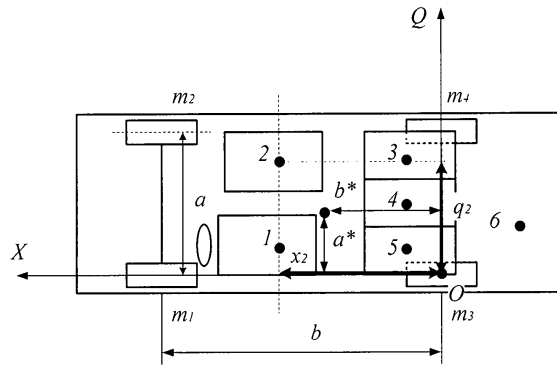
(57) Реферат:

Изобретение относится к автомобилестроению, в частности к способам и устройствам повышения активной безопасности транспортных средств. При контроле температур шин и тормозов в блоке обработки информации в реальном времени формируют оценки температур перегрева шин, колесных тормозных устройств автомобиля и граничные скорости, определяемые из условия осуществления в любой момент времени движения торможения до полной остановки с выходом в момент полной остановки на граничные значения температур перегрева шин и/или тормозных устройств, на основании сигналов о частотах вращения колес, об ускорениях от акселерометра, о температуре окружающей среды и настроечных параметров

с помощью микроконтроллера с программным обеспечением и формируют управляющие воздействия на устройство вывода графической информации для передачи водителю информации о температурном режиме шин и тормозных устройств автомобиля, а также о приближении или превышении к граничным значениям температур критического перегрева или к граничным скоростям критического перегрева, в этом случае дополнительно активируют, по крайней мере, одно средство индикации опасных состояний для привлечения внимания водителя. Достигается предотвращение аварийного перегрева шин и тормозов. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл.

RU 2 513 439 C1

RU 2 513 439 C1



Фиг.1

RU 2513439 C1

RU 2513439 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012141078/11, 26.09.2012

(24) Effective date for property rights:
26.09.2012

Priority:

(22) Date of filing: 26.09.2012

(45) Date of publication: 20.04.2014 Bull. № 11

Mail address:

115280, Moskva, 1-j Kozhukhovskij pr-d, 19, kor.1,
kv.97, S.E. Buznikovu

(72) Inventor(s):

**Buznikov Sergej Evgen'evich (RU),
Shabanov Nikolaj Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Buznikov Sergej Evgen'evich (RU),
Shabanov Nikolaj Sergeevich (RU)**

(54) **METHOD OF PREVENTION OF AUTOMOTIVE TIRE AND BRAKES EMERGENT OVERHEATING AND SYSTEM TO THIS END**

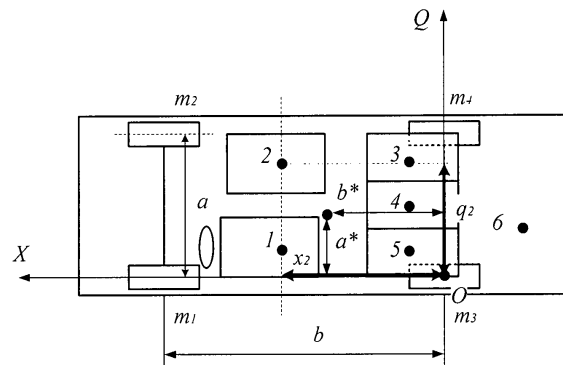
(57) Abstract:

FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to automotive industry, particularly to active and passive safety means. At control over tire and brake temperature, data processing unit generates in real time the estimates of overheating temperatures and boundary speeds defined at braking to full stop with reaching of boundary overheating temperatures. Proceeding from signals of wheel rotational speed, acceleration generated by accelerometer, on ambient temperature and control parameters programmed microcontroller generates control effects for visual data display to be output to driver. Said data includes reaching or exceeding critical overheating temperatures or reaching critical overheating boundary rates. Here, additionally actuated at least one means to indicate dangerous states to attract attention of the

driver.

EFFECT: ruled out overheating of tire and brake.
4 cl, 4 dwg, 1 tbl



Фиг. 1

RU 2 513 439 C1

RU 2 513 439 C1

Изобретение относится к автомобилестроению, в частности к способам и устройствам повышения активной безопасности транспортных средств.

Известна пневматическая шина транспортного средства со стабилизацией температуры. Пневматическая шина состоит из протектора, силовых элементов в виде брекеров и/или каркаса, полостей, образованных силовыми элементами в виде брекеров и/или каркаса с упругими резиновыми оболочками, полости заполнены термоаккумулирующим материалом с температурой плавления, равной 70-75°C, например сплавом Вуда, температура плавления которого около 70°C. При движении транспортного средства тепло, выделяющееся в пневматической шине при ее деформации, передается теплоаккумулирующему материалу в полостях. Теплоаккумулирующий материал, нагреваясь до 70-75°C, плавится и, оставаясь при постоянной температуре, продолжает накапливать тепловую энергию. Упругие резиновые оболочки позволяют компенсировать тепловое расширение теплоаккумулирующего материала. Благодаря строго фиксированной температуре перехода теплоаккумулирующего материала из твердого агрегатного состояния в жидкое температура шины, в пределах полостей, поддерживается на необходимом уровне. (Патент РФ №2345905, МПК В60С 23/18, опубл. 10.02.2009 г.)

Недостатками данного изобретения являются конечная величина тепловой энергии, которую способен принять теплоаккумулирующий материал до полного перехода в жидкое агрегатное состояние с потерей свойства стабилизации температуры, сложность прогнозирования моментов времени потери пневматической шиной свойства стабилизации температуры.

Известна система контроля состояния шин, которая содержит блок дистанционного измерения параметров состояния шины, установленный в шине, центральный контроллер, блок речевых сообщений и устройство торможения с использованием тормозов. Блок дистанционного измерения параметров состояния шины осуществляет измерение давления и температуры внутри шины с частотой 5-20 Гц и вырабатывает сигналы, содержащие измеренные значения параметров, которые затем по радиоканалу передаются в центральный контроллер. Центральный контроллер принимает по радиоканалу сигналы, содержащие информацию о состоянии шины, и обрабатывает их. В результате чего он вырабатывает команды на выдачу речевых информационных сообщений и команды на торможение с использованием тормозов. После этого команды передаются соответственно в блок речевых сообщений и в устройство торможения с использованием тормозов. Блок речевых сообщений предназначен для приема соответствующих команд из центрального контроллера и выдачи речевых информационных сообщений. Устройство торможения с использованием тормозов предназначено для приема соответствующих команд из центрального контроллера и осуществления торможения с использованием тормозов. (Патент РФ №2398680, МПК В60С 23/02, G08С1 17/02, опубл. 10.09.2010 г.)

К недостаткам данной системы можно отнести необходимость использования шин без металлокорда, экранирующего электромагнитное излучение, жестко ограниченный срок эксплуатации блока дистанционного измерения параметров состояния шины, определяемый ресурсом используемого в качестве источника питания литий тионил-хлоридного элемента.

Известна система контроля транспортного средства с усовершенствованным мониторингом шин, которая включает датчики динамики транспортного средства, предоставляющие сигнал о динамике транспортного средства. Датчики системы мониторинга шин в каждом колесе генерируют сигналы, включающие данные о

температуре, давлении и данные об ускорениях. Контроллер взаимодействует с датчиками системы мониторинга шин и, по крайней мере, с одним датчиком динамики транспортного средства и генерирует оценку состояния дорожной поверхности как функцию от данных об ускорениях по нескольким осям, содержащихся в сигналах от датчиков системы мониторинга шин. Оценка состояния дорожной поверхности передается системе управления подвеской для корректировки характеристик подвески транспортного средства в соответствии с оценкой состояния дорожной поверхности. Усовершенствованная система мониторинга шин, являющаяся частью изобретения, отслеживает давление воздуха, температуру и ускорения по нескольким осям в передней правой шине, передней левой шине, задней правой шине и задней левой шине. Каждая шина имеет соответствующий датчик усовершенствованной системы мониторинга, каждый из которых имеет соответствующую антенну. Каждая шина устанавливается на соответствующее колесо. Каждая шина может иметь соответствующий инициатор, расположенный в нише колеса, прилегающей к шине. Инициатор генерирует низкочастотный РЧ сигнал и используется для инициирования ответа от каждого колеса так, что положение каждого колеса может быть распознано автоматически усовершенствованной системой мониторинга шин. Инициаторы соединяются непосредственно с усовершенствованной системой мониторинга шин. Контроллер, входящий в состав усовершенствованной системы мониторинга шин, может являться микроконтроллером, имеющим программируемый центральный процессор, который может программироваться для выполнения различных функций и процессов. (Патент США №8032281, МПК G06F 17/00, опубл. 04.10.2011 г.)

К недостаткам известной системы мониторинга шин можно отнести необходимость использования шин без металлокорда, экранирующего электромагнитное излучение, потерю мониторинга параметров шины в случае отказа соответствующего колесного датчика или инициатора, достаточно сложную техническую реализацию системы.

Известны устройство инфракрасного дистанционного зондирования и система для проверки состояния тормозов транспортного средства. Система инфракрасного дистанционного зондирования включает в себя устройство видеозаписи для записи транспортного средства и предоставления видеоинформации, устройство инфракрасного дистанционного зондирования для обнаружения инфракрасного излучения от тормозных барабанов транспортного средства и предоставления данных, источник питания для обеспечения электроэнергией устройства инфракрасного дистанционного зондирования, компьютер для получения видеоинформации от устройства видеозаписи и данных от устройства инфракрасного дистанционного зондирования, компьютер для выполнения анализа данных от устройства инфракрасного дистанционного зондирования и предоставления проанализированных данных, дисплей для отображения видеоинформации и проанализированных данных от компьютера, где наблюдатель может видеть видеоинформацию и проанализированные данные на устройстве отображения, которое указывает нарушения в тепловых моделях тормозных барабанов для определения состояния тормозов транспортного средства. Данное изобретение использует устройство инфракрасного дистанционного зондирования, расположенное на уровне дороги, посередине полосы движения, для мониторинга одной полосы движения дороги. Устройство инфракрасного дистанционного зондирования одновременно направлено в обе стороны полосы движения для того, чтобы измерять инфракрасное излучение, то есть температуры, излучаемые тормозными барабанами транспортного средства при замедлении транспортного средства с помощью тормозной системы. (Патент США №5942753, МПК G01N 21/00, опубл. 24.08.1999 г.)

К недостаткам данной системы можно отнести точечный мониторинг температур тормозных барабанов, осуществляемый только на специально оборудованных участках дороги, необходимость участия оператора (наблюдателя) при эксплуатации данной системы, возможность использования системы только для транспортных средств,
5 имеющих тормозные барабаны.

Известна система измерения состояния фрикционного материала транспортного средства. Данная система использует датчик для мониторинга как износа, так и температуры тормозной накладки транспортного средства. Термистор устанавливается в накладку тормозной колодки, и его сопротивление измеряется с помощью
10 микропроцессорного электронного блока управления. Долгосрочные изменения сопротивления термистора, измеряемые после остановки транспортного средства за период времени, показывают износ накладки, в то время как относительно кратковременные изменения, производимые, когда транспортное средство работает, показывают температурные градиенты. Электронный блок управления определяет
15 надлежащую классификацию изменения сопротивления термистора и предоставляет выходной сигнал оператору транспортного средства и/или хранит сигналы для последующего прочтения на внешнем диагностическом оборудовании. (Европейский патент №0768474 В1, МПК F16D 66/00, F16D 66/02, опубл. 22.12.2004.)

К недостаткам данной системы можно отнести необходимость внесения изменений
20 в конструкцию тормозной колодки транспортного средства, использование датчика, встраиваемого в колодку и потребляющего электрическую энергию, а также необходимость организации соответствующей линии связи с датчиком, отсутствие возможности оценки температуры тормозной колодки в случае отказа датчика или обрыва линии связи.

Известны противоюзовой автомат и система сбора данных для тормозной системы транспортного средства. (Патент США №7489996 В2, 10.02.2009, МПК В60Т 8/68, В64С 27/22) Система содержит датчик скорости колеса, включающий магнитное устройство, соединенное с колесом, и сенсор, соединенный с осью колеса, обеспечивает данные,
указывающие скорость колеса. Процессор, установленный на оси колеса, получает
30 данные о скорости колеса и обрабатывает их для выполнения функций противоюзового автомата. Данные о скорости хранятся в концентраторе данных, также установленном на оси. Датчик давления в шине, датчик температуры тормоза и датчик тормозного момента, каждый из которых соединен с колесом, отправляют данные процессору на
35 оси колеса и для хранения в концентраторе данных. Передающая антенна, соединенная с осью и связанная с концентратором данных, передает сохраненные данные принимающей антенне, соединенной с колесом. Порт данных, расположенный на колесе и связанный с принимающей антенной, обеспечивает интерфейс с внешним устройством для приема данных. Система содержит один или несколько дополнительных датчиков для предоставления дополнительной эксплуатационной информации процессору для
40 хранения в концентраторе данных.

К недостаткам системы можно отнести достаточно сложную техническую реализацию, отсутствие возможности мониторинга параметров в случае отказов соответствующих датчиков.

Известен способ измерения температуры тормозных поверхностей автомобильного
45 колесного тормоза. (Патент Великобритании №2289765, МПК F16D 66/00, В60Т 17/22, опубл. 29.11.1995.) В косвенном методе вычисления температуры элемента тормоза (например, диска или колодки) с помощью циклического вычитания охлаждающего декремента температуры dT_k из предыдущего значения температуры T (по крайней

мере, до заданной минимальной температуры) и аналогично с помощью прибавления нагревающего инкремента, зависящего от функционирования тормоза, данный инкремент $dThn$, соответствующий нормальному торможению, вычисляется в зависимости от замедления транспортного средства, вызванного применением 5 тормозной системы за вычетом составляющей замедления, связанной с сопротивлением дороги (включая торможение двигателем) и аэродинамическим сопротивлением. Последняя составляющая принимается из хранимой в памяти диаграммы эмпирических характеристик. Охлаждающий декремент dTk зависит от предыдущего значения температуры T и скорости транспортного средства V . Если включается система 10 стабилизации скольжения колес (продольных и/или поперечных), то прибавляется другой температурный инкремент $dThr$, зависящий от скорости вращения колеса Rd и преобладающего тормозного давления ps (например, вычисляемого исходя из времени открытия клапанов). Такое торможение может быть прекращено, если вычисленная температура превышает граничное значение. В данном способе требуются датчики для 15 записи скоростей вращения всех четырех колес, которые обычно присутствуют на существующих транспортных средствах, данные о состоянии стоп-сигнала и о работе системы стабилизации скольжения колес.

Недостатком данного способа является то, что при вычислении нагревающего инкремента на основании величины замедления транспортного средства, не учитывается 20 составляющая замедления, вызванная подъемом или спуском дороги. Отмеченный недостаток ограничивает адекватность данного способа косвенного измерения температуры условием движения по равнинной местности. Вторым недостатком данного способа является отсутствие возможности получения оценок температур рабочих 25 поверхностей тормозного колесного устройства в случае отказа датчика скорости вращения соответствующего колеса.

Известен способ определения температуры колесного тормозного устройства тормозной системы. В соответствии с данным способом определения температуры колесного тормозного устройства, имеющего тормозной диск и тормозной суппорт, текущее значение температуры тормозного диска, определяемое с помощью 30 предыдущего определенного значения температуры диска, энергии, переданной тормозному диску после предыдущего определения температуры, и с помощью энергии, отданной тормозным диском после предыдущего определения температуры, в котором текущее значение температуры суппорта колесного тормозного устройства определяется как функция от температуры тормозного диска. В данном способе энергия, передаваемая 35 тормозному диску, определяется как функция, зависящая от тормозного давления в колесном тормозном устройстве, скорости вращения колеса, скорости движения транспортного средства и коэффициента, зависящего, в свою очередь, от тормозного давления в колесном тормозном устройстве, предыдущего значения температуры диска и/или предыдущего значения температуры тормозного суппорта. Энергия, отдаваемая 40 тормозным диском, определяется как сумма энергий: энергии, отдаваемой тормозным диском окружающей среде, и энергии, отдаваемой тормозным диском суппорту. В данном способе рассматриваются только энергии, отдаваемые тормозным диском посредством теплообмена и конвекции. Текущее значение температуры тормозного суппорта определяется как функция от энергии, переданной суппорту от тормозного 45 диска, и энергии, отданной суппортом тормозному диску и окружающей среде. Энергия, передаваемая от тормозного диска суппорту, или энергия, передаваемая от тормозного суппорта диску, определяется как функция от температурной разности между предыдущим значением температуры тормозного диска и предыдущим значением

температуры суппорта. Предупредительный сигнал определенной длительности передаётся водителю, когда текущее значение температуры диска превышает предопределенное максимальное значение. Предупредительный сигнал передается водителю, когда текущее значение температуры суппорта превышает предопределенное максимальное значение. Когда зажигание выключают, значения температуры диска и температуры гидравлического блока (блока клапанов) тормозной системы сохраняются в памяти. Когда зажигание транспортного средства включают, текущее значение температуры диска определяется соответствующей температуре окружающей среды в случае, если текущее значение температуры гидравлического блока ниже, чем сохраненное значение температуры гидравлического блока, и если текущее значение температуры гидравлического блока ниже, чем предопределенное максимальное значение температуры включения. В противном случае при включении зажигания текущее значение температуры диска определяется как функция от сохраненного значения температуры диска. (Патент Великобритании №2382390 В, МПК В60Т 17/22, опубл. 17.12.2003 г.)

К недостаткам данного способа можно отнести необходимость использования дополнительных датчиков давления тормозной жидкости в тормозных магистралях колесных тормозных устройств, отсутствие возможности дотраивания оценок температур тормозного устройства в случае отказа соответствующего датчика давления. Наиболее близкими по технической сущности являются способ предотвращения столкновений автомобиля с препятствиями и система для его осуществления. Система состоит из датчиков частот вращения колес, устанавливаемых на колесах автомобиля, соединенных линиями связи через оптронную пару с микроконтроллером, средств ввода настроечной информации и средств отображения данных и индикации опасных состояний. Данный способ реализуется путем регистрации импульсов с датчиков первичной информации и передачи ее в блок обработки информации, в котором осуществляются косвенные измерения физических переменных и вычисляются граничные значения физических переменных. В случае превышения граничных значений физических переменных система формирует сигнал на соответствующее средство индикации опасного состояния. Водитель формирует управляющие воздействия на органы управления автомобиля для выхода автомобиля из опасного состояния. В число граничных значений физических переменных системы входят граничная скорость опрокидывания автомобиля, граничная скорость заноса задних колес, граничная скорость сноса передних колес, граничная скорость разрыва корда шин, граничная скорость пробуксовки ведущих колес, граничная скорость, определяемая асимметрией колесных пар, обусловленной разностью давлений в шинах, скорость, определяемая асимметрией колесных пар, обусловленная использованием колеса уменьшенного радиуса (докатки) и др. (Патент РФ №2335805, МНК G08G 1/16, опубл. 10.10.2008.)

Недостатком данной системы является недостаточно широкий вектор ограничений, в частности, в системе не учитываются температуры перегрева в области плеча шины и в области боковины, которые могут быть критичными с точки зрения безопасности, и температуры колесных тормозных устройств.

Техническая задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в предотвращении аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля за счет динамической стабилизации температур перегрева шин и тормозов автомобиля.

Поставленная техническая задача решается тем, что в способе предотвращения аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля, заключающемся в регистрации сигналов, формируемых импульсными датчиками частот вращения колес автомобиля

и трехосевым акселерометром, и передаче их через блок сопряжения в блок обработки информации, в котором определяют значения физических переменных и сравнивают их с граничными значениями, характеризующими критическое состояние автомобиля, и формируют на выходе блока обработки информации управляющие сигналы, передаваемые на устройство вывода графической информации и/или на индикаторы опасных состояний, согласно предложенному изобретению в блоке обработки информации в реальном времени формируют оценки температур перегрева шин, колесных тормозных устройств автомобиля и граничные скорости, определяемые из условия осуществления в любой момент времени движения торможения до полной остановки с выходом в момент полной остановки на граничные значения температур перегрева шин и/или тормозных устройств, на основании сигналов о частотах вращения колес, об ускорениях от акселерометра и настроечных параметров с помощью микроконтроллера с программным обеспечением и формируют управляющие воздействия на устройство вывода графической информации для передачи водителю информации о температурном режиме шин и тормозных устройств автомобиля, а также о приближении или превышении к граничным значениям температур критического перегрева или к граничным скоростям критического перегрева, в этом случае, дополнительно активируют, по крайней мере, одно средство индикации опасных состояний для привлечения внимания водителя.

Также поставленная техническая задача решается тем, что согласно предложенному изобретению система предотвращения аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля включает датчики частот вращения колес автомобиля и трехосевой акселерометр, связанные с блоком сопряжения линиями связи, блок обработки информации, получающий от датчиков частот вращения колес автомобиля и трехосевого акселерометра посредством линий связи и блока сопряжения соответствующие сигналы и формирует на их основании и на основании настроечных параметров оценки физических параметров, характеризующих состояние автомобиля, формирующий управляющие воздействия на устройство вывода графической информации (ЖК-дисплей) и индикаторы опасных состояний, блок ввода и отображения информации, включающий устройство ввода для ввода настроечной информации и выбора режима отображения информации, устройство вывода графической информации, индикаторы опасного состояния, вторичный источник питания, который осуществляет стабилизацию и преобразование напряжения, получаемого от бортовой сети автомобиля, в величины напряжения, необходимые для питания микроконтроллера, средства визуального отображения информации и трехосевого акселерометра. Кроме того, дополнительно содержит датчик температуры окружающей среды для получения микроконтроллером сигнала о температуре окружающей среды, необходимого для автоматического ввода значения температуры окружающей среды.

Технический результат состоит в динамической стабилизации температур перегрева шин и тормозов автомобиля, за счет чего предотвращается их аварийный перегрев.

Заявляемое изобретение поясняется рисунками, где:

на фиг.1 представлена схема расположения пассажиров и груза в легковом автомобиле (вид сверху);

на фиг.2 представлена функциональная схема системы предотвращения аварийного перегрева шин и тормозов автомобиля;

на фиг.3 представлена экспериментальная зависимость коэффициента трения качения от давления в шине;

на фиг.4 представлена кинематическая схема движения легкового автомобиля на

вираже.

Фиг.2 содержит следующие позиции:

1-4 - датчики частот вращения колес;

5 - трехосевой акселерометр;

5 6 - блок обработки информации;

7 - блок сопряжения;

8 - микроконтроллер;

9 - вторичный источник питания;

10 - линии связи;

10 11 - устройство ввода;

12 - устройство вывода графической информации (ЖК-дисплей);

13 - индикаторы опасных состояний;

14 - блок ввода и отображения информации;

15 - датчик температуры окружающей среды.

15 Система предотвращения аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля, включающая датчики частот вращения колес автомобиля 1, 2, 3, 4, трехосевой акселерометр 5 и датчик температуры окружающей среды 15, связанные с блоком сопряжения 7 линиями связи 10, микроконтроллер 8 получает от датчиков частот вращения колес автомобиля 1, 2, 3, 4, трехосевого акселерометра 5 и датчика
20 температуры окружающей среды 15 через линии связи 10 и блок сопряжения 7 соответствующие сигналы и формирует на их основании и на основании настроечных параметров оценки физических параметров, характеризующих состояние автомобиля, в том числе температур шин и колесных тормозных устройств автомобиля, а также
25 граничные скорости, определяемые из условия осуществления в любой момент времени движения торможения до полной остановки с выходом в момент полной остановки на граничные значения температур перегрева шин и/или тормозных устройств. В блоке
30 обработки информации 6 формируются управляющие воздействия на устройство вывода графической информации (ЖК-дисплей) 12 и индикаторы опасных состояний 13 с целью передачи водителю информации о температурном режиме шин и тормозных устройств автомобиля, а также о приближении (или превышении) к граничным значениям
35 температур критического перегрева или к граничным скоростям критического перегрева. Блок ввода и отображения информации 14 помимо устройства вывода графической информации 12 и индикаторов опасного состояния 13 содержит устройство ввода 11, например сенсорную панель или многорежимные клавиши, для ввода настроечной
40 информации и выбора режима отображения информации. Вторичный источник питания 9 осуществляет стабилизацию и преобразование напряжения, получаемого от бортовой сети автомобиля, в величины напряжения, необходимые для питания микроконтроллера 8, устройства ввода 11, устройства вывода графической информации 12, индикаторов опасных состояний 13, также трехосевого акселерометра 5 и датчика температуры
40 окружающей среды 15. Система предотвращения аварийного перегрева шин и тормозов автомобиля может содержать датчик температуры окружающей среды 15 для получения микропроцессором сигнала о температуре окружающей среды, необходимого для автоматического ввода значения температуры окружающей среды.

Способ осуществляется следующим образом.

45 Сигналы, формируемые импульсными датчиками частот вращения колес автомобиля и трехосевым акселерометром, регистрируют и передают их через блок сопряжения в блок обработки информации.

В блоке обработки информации определяют значения физических переменных и

сравнивают их с граничными значениями, характеризующими критическое состояние автомобиля. А именно, в блоке обработки информации в реальном времени формируют оценки температур перегрева шин, колесных тормозных устройств автомобиля и граничные скорости, определяемые из условия осуществления в любой момент времени движения торможения до полной остановки с выходом в момент полной остановки на граничные значения температур перегрева шин и/или тормозных устройств. Далее на основании сигналов о частотах вращения колес, об ускорениях от акселерометра, о температуре окружающей среды и настроечных параметров с помощью микроконтроллера с программным обеспечением формируют на выходе блока обработки информации управляющие сигналы, передаваемые на устройство вывода графической информации и/или на индикаторы опасных состояний для передачи водителю информации о температурном режиме шин и тормозных устройств автомобиля, а также о приближении или превышении к граничным значениям температур критического перегрева или к граничным скоростям критического перегрева, в этом случае дополнительно активируют, по крайней мере, одно средство индикации опасных состояний для привлечения внимания водителя.

В качестве математической модели процесса нагрева шин и тормозов используется система уравнений, построенная на основе первого закона термодинамики в дифференциальной форме:

$$\begin{cases} C_{Ti} \frac{dT_i}{dt} = \sum_{r=1}^3 W_{ri} - C_{0i} (T_i - T_{oc}); \\ C_{Ti}^* \frac{dT_i^*}{dt} = W_{Ti} - C_{0i}^* (T_i^* - T_{oc}^*), \end{cases} \quad (1)$$

где C_{Ti} и C_{0i} - константы теплоемкости и теплообмена i -й шины; T_i и T_{oc} - температуры i -й шины и окружающей среды; W_{1i} , W_{2i} и W_{3i} - тепловые мощности, выделяемые на i -й шине в результате действия сил трения качения, скольжения и функционирования тормозов; C_{Ti}^* и C_{0i}^* - константы теплоемкости и теплообмена i -го тормоза; T_i^* и T_{oc}^* - температура i -го тормозного устройства и окружающей среды; W_{Ti} - тепловая мощность, выделяемая в i -м тормозном устройстве при торможении.

Тепловые мощности W_{1i} , W_{2i} и W_{3i} определяются в форме:

$$\begin{cases} W_{1i} = F_{Ni} \cdot k_{Tpi}(P_i) \cdot |V_i|; \\ W_{2i} = F_{Ni} \cdot k_{Si}(S_i) \cdot |\Delta V_{Si}|; \\ W_{3i} = \alpha_i \cdot W_{Ti}, 1 \leq i \leq 4, \end{cases} \quad (2)$$

где F_{Ni} - нормальная составляющая динамической нагрузки на i -е колесо; $k_{Tpi}(P_i)$ - коэффициент трения качения i -й шины с внутренним давлением P_i ; $k_{Si}(S_i)$ - коэффициент трения скольжения i -й шины при величине скольжения S_i ; V_i и ΔV_{Si} - линейные скорости вращения и продольного скольжения i -го колеса.

Нормальная составляющая динамической нагрузки на i -ое колесо (F_{Ni}) определяется как функция (f_i), зависящая от массы (m_i), приходящейся на колесо; от угла тангажа (α_T), равного углу между вектором скорости центра масс и горизонтом; от угла крена дороги (β_K); от высоты центра масс автомобиля (h_m), от динамического радиуса колес (R_d); от тягово-тормозного ускорения автомобиля (a_{dT}); от поперечного ускорения автомобиля (a_d); от скорости центра масс автомобиля (V_m) и от приведенного к i -му

колесу коэффициента аэродинамического сопротивления антикрыльев по вертикальной оси (k_{zi}):

$$F_{Ni} = f_i(m_i, \alpha_T, \beta_K, h_m, R_d, a_{dT}, a_q, V_m, k_{zi}).$$

5 При допущениях о малости углов крена (β_K) и тангажа (α_T), распределении массы автомобиля между передней и задней осью, близкой к 50/50, близости высоты центра масс автомобиля (h_m) к динамическому радиусу колес (R_d) нормальные составляющие динамических нагрузок на колеса определяются с учетом тягово-тормозных (a_{dT}) продольных и поперечных (a_q) ускорений, дополнительных вертикальных ускорений 10 (Δa_z) и прижимной аэродинамической силы антикрыльев:

$$15 \begin{cases} F_{N1} = [m_1 g \cos \alpha_T \cos \beta_K + m_1 \Delta a_z - 0.5b^{-1} R_d m_0 a_{dT} + 0.5a^{-1} h_m m_0 a_q + k_{z1} V_m^2]; \\ F_{N2} = [m_2 g \cos \alpha_T \cos \beta_K + m_2 \Delta a_z - 0.5b^{-1} R_d m_0 a_{dT} - 0.5a^{-1} h_m m_0 a_q + k_{z2} V_m^2]; \\ F_{N3} = [m_3 g \cos \alpha_T \cos \beta_K + m_3 \Delta a_z + 0.5b^{-1} R_d m_0 a_{dT} + 0.5a^{-1} h_m m_0 a_q + k_{z3} V_m^2]; \\ F_{N4} = [m_4 g \cos \alpha_T \cos \beta_K + m_4 \Delta a_z + 0.5b^{-1} R_d m_0 a_{dT} - 0.5a^{-1} h_m m_0 a_q + k_{z4} V_m^2]; \end{cases} \quad (3)$$

где m_1, m_2, m_3, m_4 - массы, приходящиеся на колеса; g - ускорение свободного падения;

20 a_z - дополнительная составляющая вертикального ускорения; $m_0 = \sum_{i=1}^4 m_i$ - суммарная

масса автомобиля; b - колесная база; a - ширина колеи колес; h_m - высота центра масс

автомобиля; $k_{z3} = k_{z4} = (b - b_w^*) \cdot b^{-1} \cdot k_z$; $k_{z1} = k_{z2} = (b - b_w^*) \cdot b^{-1} \cdot k_z$; b_w^* -

25 расстояние между центром антикрыла и задней осью автомобиля; k_z - коэффициент аэродинамического сопротивления по вертикальной оси; α_T - угол тангажа (подъема) дороги, равный углу между вектором скорости автомобиля и горизонтальной плоскостью; $\alpha_{кр}$ - угол крена дороги.

30 Массы, приходящиеся на колеса, определяются с учетом расположения и масс пассажиров и груза в автомобиле:

$$35 \begin{cases} m_1(F) = m_{10} + \sum_{i=1}^6 [f_i \Delta m_i x_i b^{-1} (a - q_i) a^{-1}]; \\ m_2(F) = m_{20} + \sum_{i=1}^6 [f_i \Delta m_i x_i b^{-1} q_i a^{-1}]; \\ m_3(F) = m_{30} + \sum_{i=1}^6 [f_i \Delta m_i (b - x_i) b^{-1} (a - q_i) a^{-1}]; \\ m_4(F) = m_{40} + \sum_{i=1}^6 [f_i \Delta m_i (b - x_i) b^{-1} q_i a^{-1}], \end{cases} \quad (4)$$

40 где F - вектор размерностью 6, что соответствует числу сидячих мест в легковом автомобиле в последовательности, в которой они пронумерованы на фиг.1, плюс одно место для груза в багажнике. $F = (f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6)^T$ определяется следующим образом: если $f_i = 0$, где $1 \leq i \leq 6$, то соответствующее место вакантно, если $f_i = 1$, где $1 \leq i \leq 6$, то 45 соответствующее место занято водителем или пассажиром (грузом для $i=6$);

$m_{10}, m_{20}, m_{30}, m_{40}$ - массы, приходящиеся на колеса, в снаряженном состоянии автомобиля (без водителя, пассажиров и багажа); Δm_i - масса человека, сидящего на i -

м месте в автомобиле, либо при $i=6$ масса груза, который находится в багажнике автомобиля; x_i и q_i - координаты центра масс i -го пассажира или груза (фиг.1).

Зависимость коэффициента трения качения $k_{\text{тp}i}(P_i)$ аппроксимируется кусочно-линейной функцией в ограниченном диапазоне скоростей:

$$k_{\text{тp}i}(P_i) = \begin{cases} k_{\text{тp}}(A_i - B_i P_i), & \text{если } P_{\text{гp}i}^H \leq P_i \leq P_{\text{гp}i}^B; \\ k_{\text{тp}}, & \text{если } P_i > P_{\text{гp}i}^B, \text{ где} \end{cases} \quad (5)$$

$A_i, B_i, P_{\text{гp}i}^H$ и $P_{\text{гp}i}^B$ определяются экспериментально.

Так, для шин Continental ContiPremium Contact 2 225/55 R16 95 V зависимость (5) с учетом экспериментально определенных коэффициентов имеет следующий вид:

$$k_{\text{тp}i}(P_i) = \begin{cases} 0.011 \cdot (3.1 - P_i), & \text{если } (1 \leq P_i \leq 2.1) \text{ бар;} \\ 0.011, & \text{если } P_i > 2.1 \text{ бар.} \end{cases}$$

Данная экспериментальная зависимость в графическом виде приведена на фиг.3. Зависимость коэффициента трения скольжения $k_{\text{с}i}(S_i)$ аппроксимируется кусочно-линейной функцией:

$$k_{\text{с}i}(S_i) = \begin{cases} a_{0i} k_{\text{с}i}^*, & \text{если } |S_i| \leq S_{i1}; \\ k_{\text{с}i}^* [a_{0i} + b_{0i} |S_i|], & \text{если } S_{i1} < |S_i| \leq S_{i2}; \\ k_{\text{с}i}^*, & \text{если } S_{i2} < |S_i| \leq S_{i3}; \\ \{c_{0i} - d_{0i} |S_i|\} k_{\text{с}i}^*, & \text{если } S_{i3} < |S_i| \leq S_{i4}, \end{cases} \quad (6)$$

где $k_{\text{с}i}^*$ - максимальное значение $k_{\text{с}i}(S_i)$, достигаемое в диапазоне скольжений от 0.15 до 0.3; $S_i = \Delta V_{\text{с}i} (V_m)^{-1}$ - скольжение i -го колеса; a_{0i}, b_{0i}, c_{0i} и d_{0i} - экспериментальные коэффициенты; $S_{ij}, 1 \leq j \leq 4$ - экспериментальные значения скольжений. В частном случае могут быть следующие экспериментальные значения коэффициентов и скольжений S_{ij} : $a_{0i}=0.25; b_{0i}=5; c_{0i}=1.1; d_{0i}=0.3; S_{i1}=0.01; S_{i2}=0.15; S_{i3}=0.3; S_{i4}=3$.

Величина тепловой мощности $W_{\text{T}i}$, выделяемой в тормозном устройстве, равна:

$$W_{\text{T}i} = k_{3i} \cdot R_{\text{T}i} \cdot R_{\text{с}i}^{-1} \cdot U_3 \cdot |V_i|, \quad (7)$$

где $k_{3i} = 10^5 \cdot S_{\text{T}i} \cdot k_{\text{T}i} \cdot R_{\text{T}i} \cdot R_{\text{д}i}^{-1} \cdot P_{\text{Tmax}}$; $U_3 = P_{\text{T}} \cdot P_{\text{Tmax}}^{-1}$; $S_{\text{T}i}$ - площадь поперечного сечения тормозных цилиндров i -го тормоза; $k_{\text{T}i}$ - коэффициент трения скольжения рабочих поверхностей; $R_{\text{T}i}$ - радиус тормозного диска (барабана); $R_{\text{с}i}$ и $R_{\text{д}i}$ - свободный и динамический радиусы i -го колеса.

Температуры перегрева во внутренней полости i -й шины определяются в реальном времени в результате решения системы конечно-разностных уравнений:

$$\begin{cases} y_i(k) = D_{0i} \cdot y_i(k-1) + \Delta T (T_{\text{H}i}^*)^{-1} \cdot [(D_{1i} + D_{3i}) \cdot |V_i(k)| + D_{2i} \cdot |\Delta V_{\text{с}i}(k)|]; \\ y_i^*(k) = D_{0i}^* \cdot y_i^*(k-1) + \Delta T (T_{\text{H}i}^*)^{-1} \cdot D_{1i} \cdot |V_i(k)|; \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{где } D_{0i} = (T_{\text{H}i} - \Delta T) T_{\text{H}i}^{-1}; \quad T_{\text{H}i} = C_{\text{T}i} C_{0i}^{-1}; \quad D_{1i} = C_{0i}^{-1} \cdot F_{\text{N}i} \cdot k_{\text{тp}i}(P_i);$$

$$D_{2i} = C_{0i}^{-1} \cdot F_{\text{N}i} \cdot k_{\text{с}i}(S_i); \quad D_{3i} = C_{0i}^{-1} \cdot \alpha_i \cdot k_{3i} \cdot R_{\text{T}i} \cdot R_{\text{с}i}^{-1} \cdot U_3(k); \quad D_{0i}^* = (T_{\text{H}i}^* - \Delta T) \cdot (T_{\text{H}i}^*)^{-1};$$

$$D_{1i}^* = (C_{0i}^*)^{-1} \cdot k_{3i} \cdot R_{\text{T}i} \cdot R_{\text{с}i}^{-1} \cdot U_3(k); \quad y_i = T_i - T_{\text{oc}} \text{ и } y_i^* = T_i^* - T_{\text{oc}}^* - \text{температуры перегрева}$$

шин и тормозов соответственно.

Векторы $V=(V_1, V_2, V_3, V_4)^T$, $\Delta V_S=(\Delta V_{S1}, \Delta V_{S2}, \Delta V_{S3}, \Delta V_{S4})^T$, $a=(a_{dT}, a_q, a_m)^T$, $P=(P_1, P_2, P_3, P_4)^T$ определяются как результат решения некорректной задачи однозначного преобразования вектора $\omega=(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4)^T$ измеряемых угловых скоростей вращения колес. Тормозное управляющее воздействие U_3 вычисляется в реальном времени с помощью алгоритма идентификации органов управления автомобиля на основании данных о частотах вращения колес и данных об ускорениях вдоль продольной, поперечной и вертикальной осей автомобиля (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007610819. Идентификация состояния органов управления автомобиля / Бузников С.Е., Елкин Д.С. // Роспатент, 2007).

Входными данными при использовании уравнения (8) для определения оценок температур перегрева автомобильных тормозов являются управляющее тормозное воздействие $U_3(k)$, оценки которого рассматриваемая интеллектуальная система активной безопасности формирует даже при одном рабочем датчике частоты вращения колеса с помощью алгоритма идентификации, и линейные скорости вращения колес.

Система уравнений линейных скоростей вращения колес $V_i=R_i \cdot \omega_m + \Delta V_{Si}$; ($1 \leq i \leq 4$) автомобиля на вираже с учетом продольных скоростей скольжения колес ΔV_{Si} приводится к следующему виду:

$$\begin{cases} V_1 = V_m + 0.5a_1 b^{-1} V_m \psi_C + \Delta V_{S1} + 0.5a_1 \Delta \omega_m; \\ V_2 = V_m - 0.5a_1 b^{-1} V_m \psi_C + \Delta V_{S2} - 0.5a_1 \Delta \omega_m; \\ V_3 = V_m + 0.5a_2 b^{-1} V_m \psi_C + \Delta V_{S3} + 0.5a_2 \Delta \omega_m; \\ V_4 = V_m - 0.5a_2 b^{-1} V_m \psi_C + \Delta V_{S4} - 0.5a_2 \Delta \omega_m, \text{ где} \end{cases} \quad (9)$$

$\Delta \omega_m$ - дополнительная угловая скорость вращения центра масс автомобиля при заносе задних колес или сносе передних колес.

На фиг.4 приняты следующие обозначения: b - колесная база автомобиля; ψ_1 и ψ_2 - углы поворота соответственно 1-го и 2-го управляемых колес; ψ_R - угол рысканья; ψ_C - угол поворота управляемых колес; a_1 и a_2 - размеры колеи передних и задних колес; V_i - линейная скорость вращения i -го колеса; R_i - радиусы поворота соответствующих колес; R_m и V_m - соответственно радиус поворота и линейная скорость движения центра масс автомобиля; b^* - расстояние от центра масс до задней оси автомобиля; ω_m - угловая скорость вращения центра масс автомобиля.

Оценки $\hat{V}_i(k) = \hat{R}_{ci}(k) \cdot \hat{\omega}_i(k)$ при всех исправных датчиках первичной информации формирует на основе измеряемых угловых скоростей вращения колес ω_i .

При допущениях о малости $|\psi_C|$, $a_1 \approx a$, $a_2 \approx a$ и $\Delta \omega_m = 0$ система (9) приводится к виду:

$$V_i = V_m - (-1)^i 0.5ab^{-1} V_m \psi_C + \Delta V_{Si}, \quad 1 \leq i \leq 4. \quad (10)$$

Решение некорректной задачи определения оценок \hat{V}_m , $\hat{\psi}_C$, $\Delta \hat{V}_{Si}$ ($1 \leq i \leq 4$) по известным оценкам \hat{V}_i , настроечным параметрам a и b на основании (10) приведено в алгоритме идентификации состояния органов управления автомобиля (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007610819. Идентификация

состояния органов управления автомобиля / Бузников С.Е., Елкин Д.С. // Роспатент, 2007). Информационное резервирование оценок \hat{V}_i для ненаблюдаемых колес основано на использовании системы уравнений линейных скоростей V_i вращения колес автомобиля на вираже (10). В неполной конфигурации измерительной части системы активной безопасности достраивание оценок $\Delta\hat{V}_{Si}$ и \hat{V}_i ($1 \leq i \leq 4$) выполняется на основании:

$$\begin{cases} \Delta\hat{V}_{Si} = \hat{S}_i \cdot \hat{V}_m; \\ \hat{V}_i = \hat{V}_m - 0.5 \cdot (-1)^i \cdot a \cdot b^{-1} \cdot \hat{V}_m \cdot \hat{\psi}_C + \Delta\hat{V}_{Si}. \end{cases} \quad (11)$$

Адекватная оценка $\hat{\psi}_C$ формируется в случае поступления сигналов с датчиков разных бортов ($i, j = 1, 2; 3, 4; 1, 4; 3, 2$). Если работоспособным остается только один датчик частоты вращения колеса или датчики одного борта ($i, j = 1, 3; 2, 4$), то задается $\hat{\psi}_C = 0$, что совпадает с $\psi_C = 0$ на подавляющем большинстве временных интервалов движения в реальных условиях. Формирование оценки \hat{V}_m в неполной конфигурации датчиков первичных измерений осуществляется аналогично формированию оценки в полной конфигурации путем исключения оценок \hat{V}_i ненаблюдаемых колес.

Оценки скольжений ненаблюдаемых колес \hat{S}_i для использования в системе (6) определяются в результате решения обратной задачи идентификации коэффициентов k_{Si} . Для решения этой задачи вводится допущение, что значения коэффициентов $k_{Si}(S) = k_{Si}(S)$ для колес одного борта, а в случае отсутствия сигналов датчиков левого или правого бортов вводится допущение о равенстве $k_{Si}(S) = k_{Si}(S)$ для всех четырех колес. Данное допущение выполняется при использовании всех четырех шин одной марки и одного типоразмера при движении по однородной поверхности.

Идентификация k_{Si}^* для наблюдаемых колес выполняется с использованием программного обеспечения в процессе движения автомобиля, оснащенного системой. Программное обеспечение зарегистрировано в Роспатенте (Свидетельство №2007610818 об официальной регистрации программы для ЭВМ «Идентификация максимальных значений коэффициентов трения скольжения колес автомобиля» / Бузников С.Е., Елкин Д.С. // Роспатент, 2007). Входными данными для решения этой задачи являются измеряемые скольжения S_i колес и текущие значения коэффициентов трения скольжения k_{Si} , определяемые в соответствии с III законом Ньютона из уравнения равновесия тягово-тормозных сил и сил трения скольжения. Для ненаблюдаемых колес решается обратная задача идентификации S_i при известных k_{Si}^* и вычисленных k_{Si} .

Тягово-тормозная сила F уравнивается силой трения скольжения $F_{Si} = F_{Ni} \cdot k_{Si}$, где F_{Ni} - нормальная составляющая динамической нагрузки на i -е колесо,

$$F_i = [0.5 \cdot M_{Si} \cdot m_0 \cdot a_d - k_{z_i} \cdot U_3], \text{ где}$$

M_{Si} - коэффициент, учитывающий распределение крутящего момента на i -е колесо.

$$\text{Модуль } |k_{Si}| \text{ определяется из уравнения равновесия сил: } |k_{Si}| = |F_i| \cdot F_{Ni}^{-1}.$$

Идентификация скольжения S_i ненаблюдаемого i -го колеса осуществляется на основании (6) с использованием доопределяющего условия существования однозначного решения обратной задачи на интервале скольжений $[-S_i^* \div S_i^*]$.

Оценки скольжений \hat{S}_i определяются с учетом знака тягово-тормозных сил F_i на первом линейном участке кусочно-линейной аппроксимации (6):

$$\hat{S}_i = \begin{cases} \operatorname{sgn}(F_i) |S_i|, & \text{если } |S_i| \geq 0; \\ 0, & \text{если } |S_i| < 0, \text{ где } |S_i| = [\gamma_1 |k_{Si}| (k_{Si}^*)^{-1} - \gamma_2], \text{ где} \end{cases} \quad (12)$$

и γ_1 и γ_2 - экспериментальные коэффициенты.

Решение обратной задачи идентификации S_i предполагает наличие достоверных оценок k_{Si}^* , которые в условиях эксплуатации могут изменяться в широких пределах.

Информационное резервирование датчиков частот вращения колес в предлагаемой системе осуществляется путем достраивания оценок линейной скорости вращения V_r и скорости продольного скольжения ΔV_{Sr} r-го ненаблюдаемого колеса, то есть того колеса, у которого отказал датчик частоты вращения.

Полная матрица состояний датчиков частот вращения колес приведена в таблице 1. Символом «1» в таблице обозначено исправное состояние соответствующего датчика, символом «0» - неисправное состояние, $C_i, 1 \leq i \leq 4$ - бинарный признак состояния датчика частоты вращения соответствующего колеса.

Таблица 1

№ состояния	C_1	C_2	C_3	C_4
1	1	1	1	1
2	1	1	1	0
3	1	1	0	1
4	1	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0
9	0	1	1	1
10	0	1	1	0
11	0	1	0	1
12	0	1	0	0
13	0	0	1	1
14	0	0	1	0
15	0	0	0	1
16	0	0	0	0

Состояние №1 из таблицы 1 соответствует набору исправных датчиков частот вращения колес.

Оценки скоростей продольных скольжений колес, продольной скорости центра масс, угла поворота управляемых колес, продольного и поперечного ускорений центра масс получают путем обработки данных о частотах вращения колес.

Группа состояний №2; 3; 5; 9 из таблицы 1 с одним неисправным датчиком частоты вращения колеса.

В этом случае на основании данных о частотах вращения трех колес, у которых исправны датчики частот вращения, достраиваются оценки скорости движения центра масс \hat{V}_m и угла поворота управляемых колес $\hat{\psi}_c$ на основании алгоритма выбора достоверных источников данных. Для ненаблюдаемого колеса оценки скорости вращения и продольного скольжения достраиваются по уравнениям (11) и уравнению равновесия сил трения скольжения и тягово-тормозных сил (12).

Группа состояний при двух исправных датчиках на разных (левом и правом) бортах №4; 7; 10; 13 из таблицы 1.

Оценки скорости центра масс \hat{V}_m , угла поворота управляемых колес $\hat{\psi}_C$, скоростей продольного скольжения $\Delta\hat{V}_{Si}$ и вращения \hat{V}_i колес с исправными датчиками частот вращения определяются аналогично предыдущему; оценки скоростей скольжения и вращения для ненаблюдаемых колес достраиваются аналогично предыдущему.

Группа состояний с двумя датчиками по одному борту №6; 11 и с одним исправным датчиком №8; 12; 14; 15 из таблицы 1.

Для определения угла ψ_C отсутствуют необходимые данные о линейных скоростях вращения колес разных бортов. Оценка $\hat{\psi}_C$ принимается равной нулю, скорость центра масс $\hat{V}_m(k)$ и оценки $\Delta\hat{V}_{Si}$ продольных скольжений для наблюдаемых колес определяется на основании алгоритма выбора достоверных источников данных. Оценки скоростей продольных скольжений и вращения для ненаблюдаемых колес определяются из (11).

Группа состояний с четырьмя неисправными датчиками частот вращения колес относится к числу неработоспособных.

Определение углов тангажа, крена и дополнительной вертикальной составляющей ускорения.

Оси акселерометра X, Y и Z устанавливаются таким образом, чтобы ось X совпадала с продольной осью автомобиля, Y - с поперечной, а Z - с вертикальной.

Оценки углов тангажа α_T и крена β_K определяются из решения системы уравнений ускорений по осям X, Y и Z:

$$\begin{cases} \hat{a}_x = a_m \cos \psi_R - a_q \sin \psi_R + g \sin \alpha_T + \xi_x; \\ \hat{a}_y = a_q \cos \psi_R + a_m \sin \psi_R + g \sin \beta_K + \xi_y; \\ \hat{a}_z = g \cos \alpha_T \cos \beta_K + \Delta a_z + \xi_z, \end{cases} \quad (13)$$

a_m и a_q - продольное и поперечное ускорения центра масс; $\psi_R = (m_1 + m_2)m_0^{-1}\psi_C$ - угол рысканья; ψ_C - угол поворота управляемых колес; ξ_x , ξ_y и ξ_z - шумы измерений акселерометра по осям X, Y и Z, включающие собственные шумы, виброускорения по осям, а также погрешности, вызванные дополнительными углами крена и атаки автомобиля относительно дороги.

Для измеряемых a_m и a_q оценки углов α_T , β_K и дополнительной составляющей ускорения Δa_z при малых a_m , a_q равны:

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_T &= \alpha_T + \xi_x g^{-1} = [\hat{a}_x - \hat{a}_m \cos \hat{\psi}_R + \hat{a}_q \sin \hat{\psi}_R] g^{-1}; \\ \hat{\beta}_K &= \beta_K + \xi_y g^{-1} = [\hat{a}_y - \hat{a}_q \cos \hat{\psi}_R - \hat{a}_m \sin \hat{\psi}_R] g^{-1}; \\ \Delta \hat{a}_z &= \Delta a_z + \xi_z = \hat{a}_z - g \cos \alpha_T \cos \beta_K. \end{aligned}$$

Допущение о медленном изменении во времени α_T , β_K и Δa_z , а также высокочастотных шумах измерений ξ_x , ξ_y и ξ_z с нулевыми средними значениями позволяет фильтровать оценки α_T , β_K и Δa_z с помощью дискретного низкочастотного фильтра первого порядка:

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_T^*(k) = (T + \Delta T)T^{-1}\hat{\alpha}_T^*(k-1) + \Delta TT^{-1}\hat{\alpha}_T^*(k-1); \\ \hat{\beta}_K^*(k) = (T + \Delta T)T^{-1}\hat{\beta}_K^*(k-1) + \Delta TT^{-1}\hat{\beta}_K^*(k-1), \\ \Delta \hat{a}_z^*(k) = (T + \Delta T)T^{-1}\Delta \hat{a}_z^*(k-1) + \Delta TT^{-1}\Delta \hat{a}_z^*(k-1). \end{cases} \quad (14)$$

5 где T - постоянная времени низкочастотного фильтра; ΔT - шаг интегрирования. В этом случае $\hat{\alpha}_T^*(k) \approx \alpha_T(k)$, $\hat{\beta}_K^*(k) \approx \beta_K(k)$ и $\Delta \hat{a}_z^*(k) \approx \Delta a_z(k)$.

Достраивание оценок температур в критических точках шины основано на свойстве, установленном на основании экспериментальных данных (Гуслицер Р.Л. Шина и автомобиль. - М.: ООО НТЦ «НИИШП», 2007. - 283 с.), заключающемся в том, что в 10 установившемся тепловом режиме соотношение температур в различных точках многослойной конструкции шины сохраняется при различных скоростях движения. Зная экспериментальные коэффициенты этой пропорции для конкретной модели шины, можно достраивать оценки температур перегрева в критических точках шины, к 15 которым, в частности, относится плечо шины, где сходятся три слоя (протектор, брекер и каркас) и при критическом перегреве в первую очередь начинается разрушение шины (расслаивание).

Преимущества системы

Среди преимуществ предлагаемого способа и системы предотвращения аварийного 20 перегрева шин и тормозов автомобиля можно выделить возможность достраивания адекватных оценок температур для всех четырех шин и всех четырех колесных тормозных устройств как в полной конфигурации датчиков частот вращения колес, так и в случае отказов одного или нескольких датчиков первичной информации (датчиков частот вращения колес и трехосевого акселерометра) вплоть до состояния 25 с одним работающим датчиком частоты вращения колеса, реализацию системы в минимально возможной конфигурации датчиков первичной информации, низкий уровень энергопотребления, отсутствие ограничений на типы используемых шин, обработка данных в системе осуществляется с помощью программного обеспечения, что позволяет наращивать число выполняемых функций системы без внесения изменений в 30 конфигурацию аппаратной части системы.

Формула изобретения

1. Способ предотвращения аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля, заключающийся в регистрации сигналов, формируемых импульсными датчиками частот 35 вращения колес автомобиля, трехосевым акселерометром и датчиком температуры окружающей среды, и передаче их через блок сопряжения в блок обработки информации, в котором определяют значения физических переменных и сравнивают их с граничными значениями, характеризующими критическое состояние автомобиля, и формируют на выходе блока обработки информации управляющие сигналы, передаваемые на устройство вывода графической информации и/или на индикаторы опасных состояний, 40 отличающийся тем, что в блоке обработки информации в реальном времени формируют оценки температур перегрева шин, колесных тормозных устройств автомобиля и граничные скорости, определяемые из условия осуществления в любой момент времени движения торможения до полной остановки с выходом в момент полной остановки на граничные значения температур перегрева шин и/или тормозных устройств, на 45 основании сигналов о частотах вращения колес, об ускорениях от акселерометра, о температуре окружающей среды и настроечных параметров с помощью микроконтроллера с программным обеспечением и формируют управляющие воздействия на устройство вывода графической информации для передачи водителю

информации о температурном режиме шин и тормозных устройств автомобиля, а также о приближении или превышении к граничным значениям температур критического перегрева или к граничным скоростям критического перегрева, в этом случае дополнительно активируют, по крайней мере, одно средство индикации опасных состояний для привлечения внимания водителя.

5

2. Система предотвращения аварийных перегревов шин и тормозов автомобиля, включающая датчики частот вращения колес автомобиля и трехосевой акселерометр, связанные с блоком сопряжения линиями связи, блок обработки информации, получающий от датчиков частот вращения колес автомобиля и трехосевого акселерометра посредством линий связи и блока сопряжения соответствующие сигналы и формирует на их основании и на основании настроечных параметров оценки физических параметров, характеризующих состояние автомобиля, формирующий управляющие воздействия на устройство вывода графической информации (ЖК-дисплей) и индикаторы опасных состояний, блок ввода и отображения информации, включающий устройство ввода для ввода настроечной информации и выбора режима отображения информации, устройство вывода графической информации, индикаторы опасного состояния, вторичный источник питания, который осуществляет стабилизацию и преобразование напряжения, получаемого от бортовой сети автомобиля, в величины напряжения, необходимые для питания микроконтроллера, средства визуального отображения информации, трехосевого акселерометра и датчика температуры окружающей среды.

10

15

20

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что достраивание адекватных оценок температур для всех четырех шин и всех четырех колесных тормозных устройств может производиться как в полной конфигурации датчиков частот вращения колес, так и в случае отказов одного или нескольких датчиков первичной информации (датчиков частот вращения колес и трехосевого акселерометра) вплоть до состояния с одним работающим датчиком частоты вращения колеса.

25

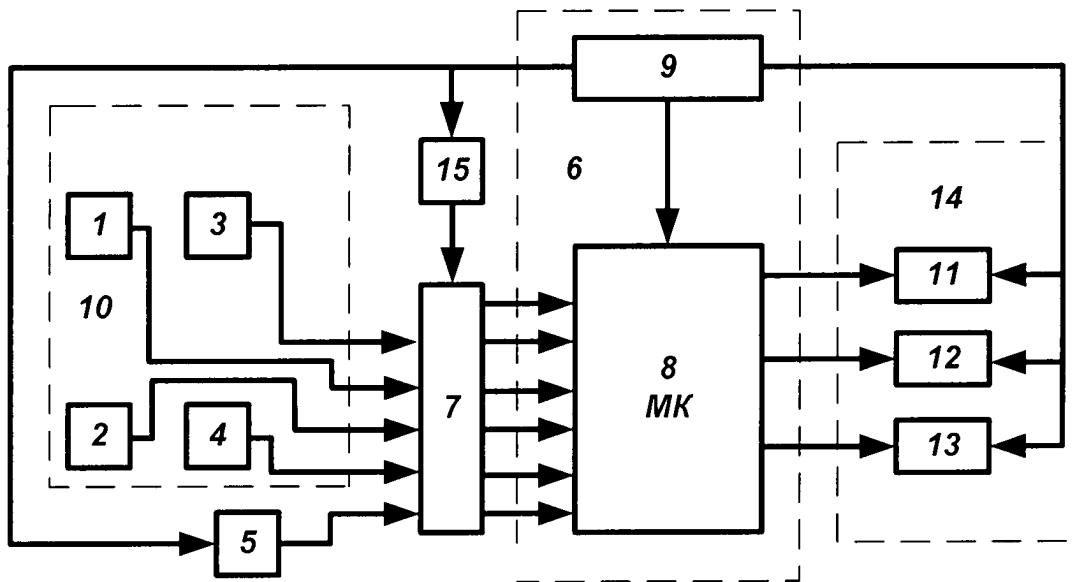
4. Система по п.2, отличающаяся тем, что дополнительно содержит датчик температуры окружающей среды для получения микропроцессором сигнала о температуре окружающей среды, необходимого для автоматического ввода значения температуры окружающей среды.

30

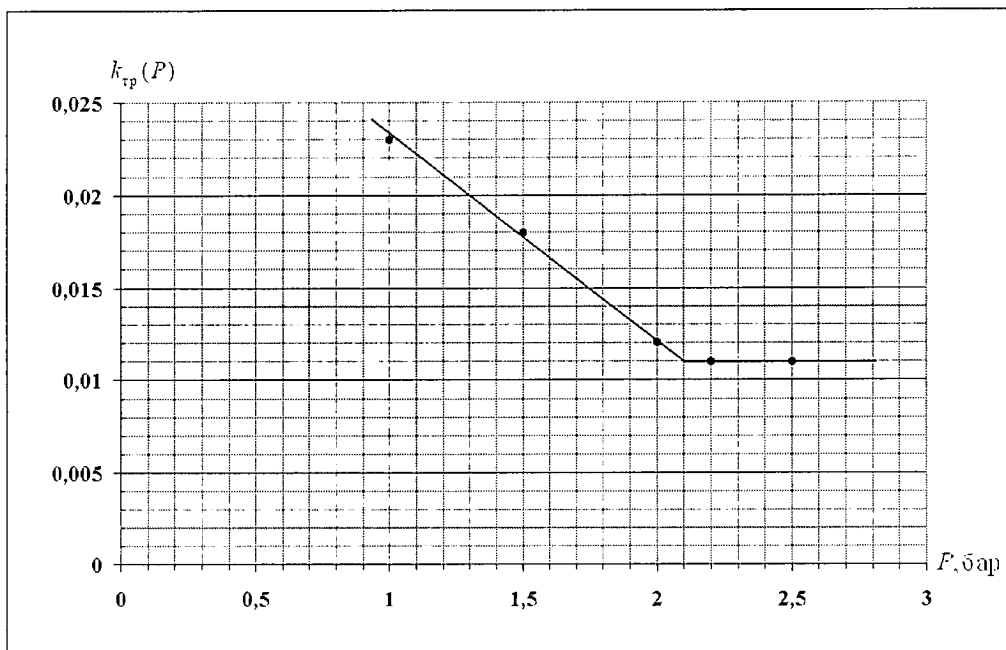
35

40

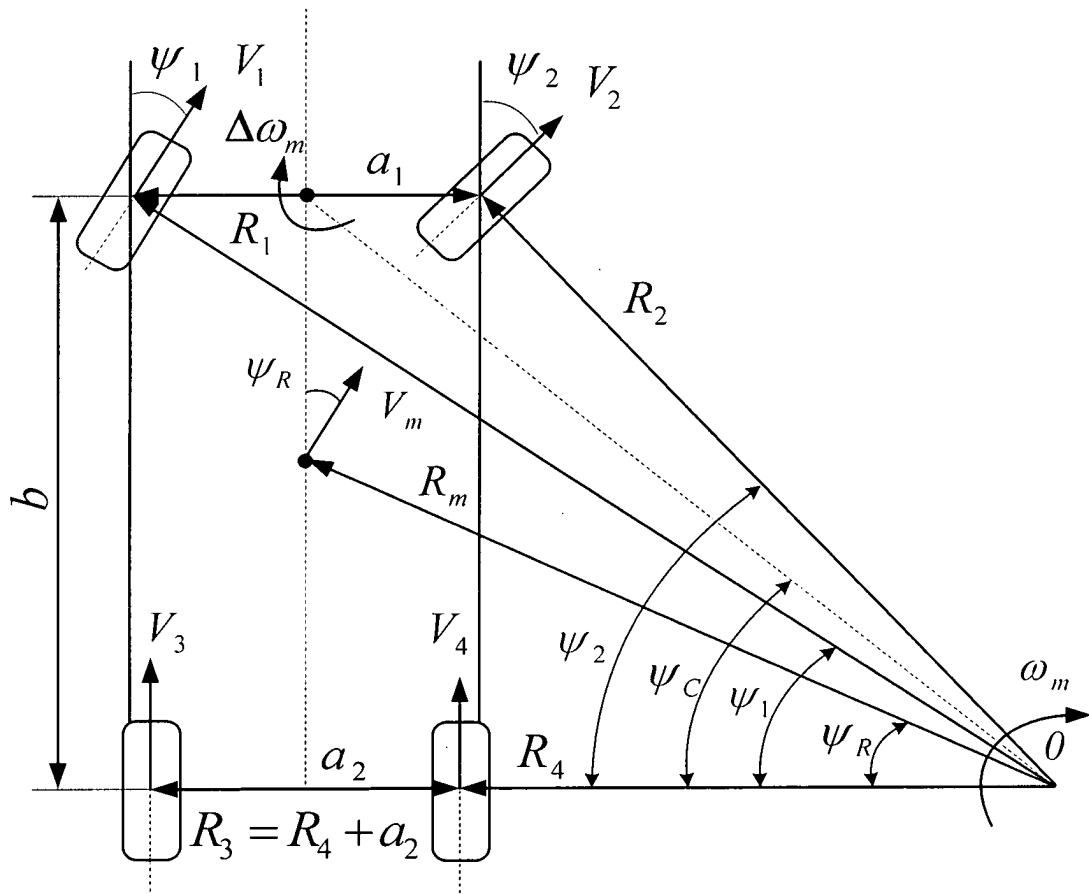
45



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4