

УДК 629.113

**А. С. Мельников, канд. техн. наук, доц., И. С. Сазонов, д-р техн. наук, проф.,
В. А. Ким, д-р техн. наук, проф.**

СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВУХКОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматривается уровень информативности современных систем активной безопасности двухколесных транспортных средств, пути и способы повышения эффективности их функционирования. Представлена разработанная механическая система активной безопасности, в основу принципа управления которой положены закономерности изменения силовых факторов в контакте колес с опорной поверхностью.

Гарантом безопасности транспортных средств является тормозная система. В связи с этим особое внимание уделяется решению проблем, связанных с эффективностью торможения, и созданию высоконадежных тормозных приводов и тормозных механизмов. Как показала практика, наряду с проблемой эффективности торможения, стали выдвигаться задачи обеспечения устойчивости и управляемости движения при торможении.

Решение проблем обеспечения устойчивости движения потребовало разработки систем автоматического управления торможением.

Еще в 80-х гг. XX в. фирма «БМВ-Моторад» начала устанавливать антиблокировочную систему тормозов (АБС) в целях предотвращения аварий с участием мотоциклистов. В настоящее время антиблокировочные системы тормозов устанавливаются на модели мотоциклов K 1200 LT, K 1200 RS и R 1150 RT серийно, а на R 1100 S и R 1150 R опционально.

Изначально первичной задачей АБС было недопущение блокировки колес транспортного средства при торможении. Далее, по мере развития теории управления торможением, принципы регулирования уточнялись, а в настоящее время теория управления движением транспортных средств представляет собой новое научное направление.

Современные АБС используют три наиболее известных принципа управления:

1) регулирование по коэффициенту относительного скольжения контакта колеса;

2) регулирование по максимальному использованию тангенциальной реакции колеса с опорной поверхностью;

3) регулирование по производной от коэффициента сцепления по коэффициенту относительного скольжения контакта колеса (градиентный метод) [1–3].

При этом источником первичной информации является кинематический параметр вращения колеса, а исполнительным механизмом – модулятор, включенный в тормозной привод. Алгоритм практически всех АБС так или иначе использует известную диаграмму (рис. 1).

В основе работы АБС лежит принцип оптимального соотношения между коэффициентом сцепления колеса с дорогой и коэффициентом относительного скольжения его пятна контакта относительно опорной поверхности [1–3].

График изменения коэффициентов сцепления колеса с дорогой в продольном φ_x и поперечном φ_y направлениях в зависимости от его относительного скольжения (в процентах) при разных дорожных условиях представлен на рис. 1.

Коэффициент относительного скольжения пятна контакта S определяется по формуле

$$S = \frac{V_a - \omega_k \cdot r_k}{V_a} \cdot 100,$$

где V_a – скорость поступательного движения остова автомобиля; ω_k – угловая скорость вращения колеса; r_k – радиус качения колеса.

На рис. 1 точка А соответствует коэффициенту относительного скольжения

пятна контакта колеса $S = 15...30\%$, при котором отмечается максимум коэффициента сцепления, после чего начинается его спад. Полагают, что именно это значение коэффициента относительного скольжения обеспечивает одновременно и максимальную эффективность, и достаточную устойчивость торможения.

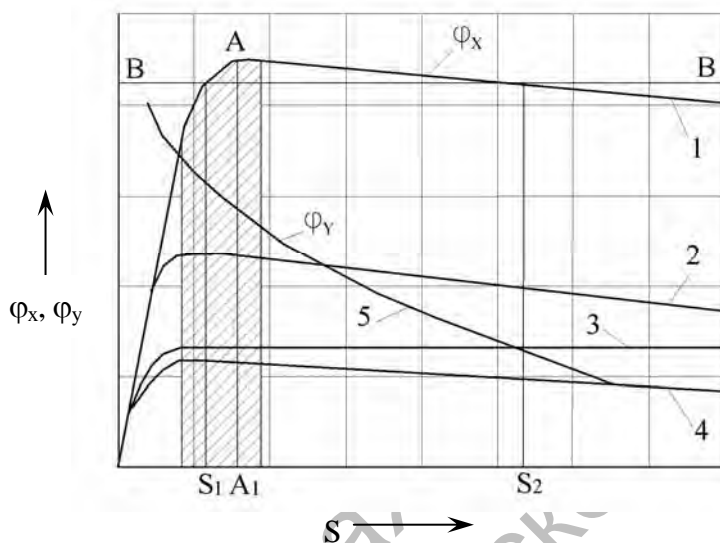


Рис. 1. Диаграмма изменения коэффициента сцепления тормозящего колеса с опорной поверхностью в зависимости от коэффициента относительного скольжения пятна контакта колеса: 1 – сухой асфальт (значения ϕ_x); 2 – мокрый бетон; 3 – мокрая брусчатка; 4 – укатанный снег; 5 – сухой асфальт (значения ϕ_y)

В то же время исследования [1, 2] показывают, что максимум коэффициента сцепления обладает свойством «дрейфа» и зависит от условий сцепления колес с опорной поверхностью и от формируемых тормозных моментов.

Коэффициент сцепления ϕ_x – это отношение тангенциальной реакции опорной поверхности колеса X к вертикальной нагрузке Z , приложенной к колесу в центре контакта, т. е. $\phi_x = X / Z$. Коэффициент сцепления ϕ_y – это отношение боковой реакции опорной поверхности колеса Y к вертикальной нагрузке Z , приложенной к колесу в центре контакта, т. е. $\phi_y = Y / Z$.

Сцепление колес зависит и от состояния дороги, и от характеристик шин. Важно отметить, что реакции свя-

зи колеса уменьшаются сразу же после начала скольжения. Именно поэтому транспортное средство теряет курсовую устойчивость и управляемость.

Границу противостояния боковым силам определяет коэффициент сцепления в поперечном направлении ϕ_y , величина которого также зависит от состояния дороги и типа шин. Коэффициент сцепления в боковом направлении, как и коэффициент сцепления в продольном направлении, зависит от боковой и вертикальной реакций на колесо и определяется соотношением $\phi_y = Y / Z$, где Y – боковая реакция дороги. Таким образом, АБС должна при значениях ϕ_x , близких к максимальным, обеспечивать достаточную величину коэффициента ϕ_y , обеспечивающего устойчивость и

управляемость двухколесного транспортного средства.

При способе регулирования по принципу отслеживания максимума $F_{сц} - S$ в направлении изменения величины относительного скольжения S проводится сравнение приведенного углового замедления колеса и замедления остова автомобиля, а также определение самого S . В последующем эти значения поддерживаются в заданных пределах.

Для реализации способа регулирования по принципу отслеживания максимума коэффициента сцепления все современные АБС содержат три основных узла: датчики угловой скорости колес, электронный блок обработки данных и формирования сигналов управления, исполнительный механизм – модулятор давления рабочего тела в тормозном приводе [1–4].

Особо важным элементом современной системы АБС является источник первичной информации, представляющий собой датчики измерения угловых скоростей (ускорения) вращения колес.

Таким образом, наиболее распро-

страненный метод формирования сигналов управления – способ сравнения углового замедления колеса и поступательного замедления двухколесного транспортного средства. При данном способе в случае нарушения равенства ускорений производится формирование сигнала управления, при равенстве ускорений формирование не осуществляется.

Рассмотрим характерное исполнение системы активной безопасности двухколесного мотоцикла, когда управление осуществляется по принципу отслеживания максимума коэффициента сцепления.

В соответствии с [5] мотоцикл (рис. 2) оснащен антиблокировочным тормозным устройством (рис. 3). Во избежание смещения центра тяжести мотоцикла антиблокировочное устройство расположено в средней части мотоцикла вблизи от центра тяжести мотоцикла, т. к. содержит блок, в который входят обладающие достаточным весом насос и двигатель, служащий для привода насоса.

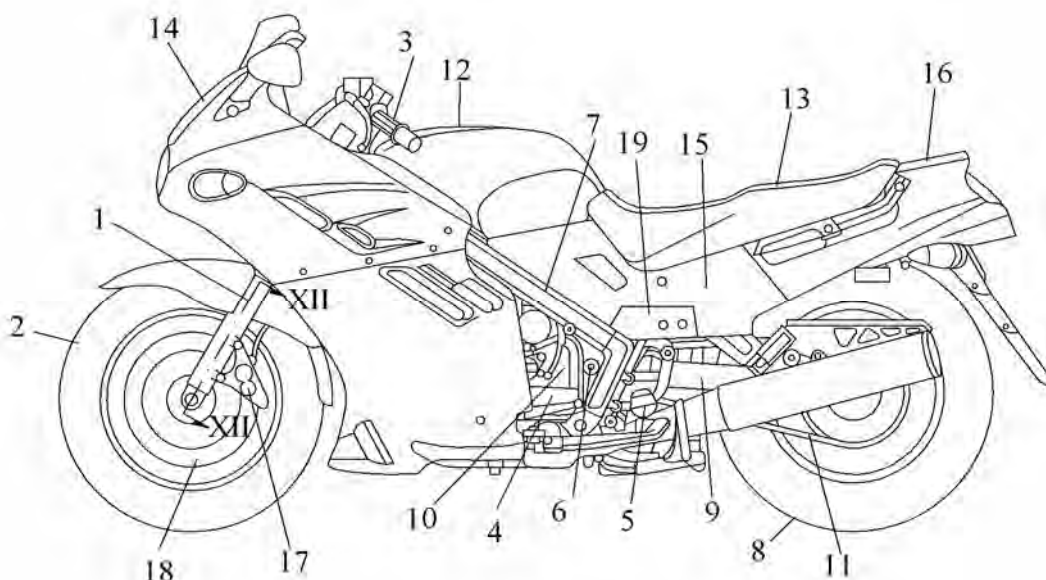


Рис. 2. Мотоцикл, оснащенный антиблокировочным тормозным устройством: 1 – передняя вилка; 2 – переднее колесо; 3 – руль; 4 – главная труба; 5 – поворотные кронштейны; 6 – ось шарнира; 7 – балка продольная; 8 – заднее колесо; 9 – кронштейн поворотный; 10 – двигатель; 11 – цепь; 12 – топливный бак; 13 – сиденье водителя; 14 – кожух передний; 15 – кожух боковой; 16 – кожух задний; 17 – дисковый тормоз; 18 – диск тормозной; 19 – антиблокировочное устройство

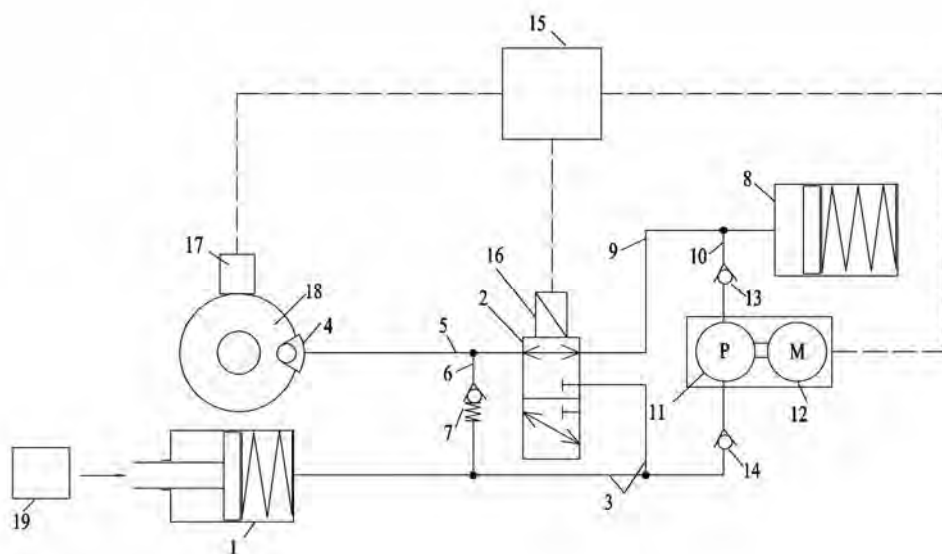


Рис. 3. Схема антиблокировочного тормозного устройства: 1 – главный цилиндр; 2 – клапан контроля направления; 3 – трубопровод; 4 – дисковый тормоз; 5 – трубопровод; 6 – трубопровод; 7 – обратный контрольный клапан; 8 – редукционный цилиндр; 9 – трубопровод; 10 – трубопровод; 11 – насос; 12 – двигатель; 13, 14 – контрольные клапаны; 15 – средство контроля; 16 – соленоид; 17 – датчик скорости колеса; 18 – диск тормозной; 19 – тормозная рукоятка

Дисковый тормозной механизм 17 включает тормозной диск 18, установленный на колесо 2. Дисковый тормоз 17, установленный так, чтобы тормозной диск 18 входил в него, укреплен на передней вилке 1.

На передней вилке 1 установлено переднее колесо 2 и руль 3, закрепленный на главной трубе передней вилки 1. Поворотные кронштейны 7, которые тянутся назад, закреплены на оси шарнира 6 так, что они могут поворачиваться вверх и вниз. Заднее колесо 8 поддерживается осью в задней части поворотных кронштейнов 7; оно также оборудовано дисковым тормозным устройством. Передняя часть рамы мотоцикла закрыта передним кожухом 14, выполненным из синтетической смолы, для уменьшения сопротивления воздуха, которое возникает при движении мотоцикла.

Антиблокировочное тормозное устройство (см. рис. 3) включает дисковый тормозной механизм 4, который тормозит колесо (переднее колесо в данном случае), главный цилиндр 1, клапан 2, редукционный цилиндр 8, насос 11, средство контроля 15 и датчик скорости колеса 17, который определяет

скорость вращения переднего колеса.

Главный цилиндр 1 связан с клапаном управления 2 через трубопровод 3, клапан управления 2 – с дисковым тормозом 4 через трубопровод 5, трубопровод 3 – с трубопроводом 5 трубопроводом 6 и контрольным клапаном 7, который позволяет тормозной жидкости течь от дискового тормоза 4 к главному цилиндру 1.

Контрольные клапаны 13 и 14, позволяющие тормозной жидкости течь от редукционного цилиндра 8 к главному цилиндру 1, установлены на входной и выходной линиях насоса 11. Двигатель 12 служит для привода насоса 11.

Средство контроля 15 непосредственно связано с соленоидом 16, приводящим в действие клапан управления 2, а также с двигателем 11 и датчиком скорости колеса 17.

Когда тормозная рукоятка 19 нажимается, тормозная жидкость в главном цилиндре 1 подается под давлением к дисковому тормозу 4 через линии 3 и 5. После получения давления от главного цилиндра 1 тормоз 4 зажимает тормозной диск 18 с обеих сторон, чтобы затормозить переднее колесо.

При экстренном торможении, а также при торможении на скользкой дороге возможность блокировки переднего колеса увеличивается. В этот момент выходной сигнал о блокировке переднего колеса от датчика скорости колеса 17 поступает на средство контроля 15. Тогда соленоид 16 переключает клапан управления 2 из состояния подачи тормозной жидкости в цилиндры дискового тормоза 4 в состояние, когда обеспечивается

уменьшение давления тормозной жидкости. При этом тормозной диск освобождается, колесо разблокируется.

Ось 1 закреплена на переднем конце передней вилки 2, переднее колесо 3 поддерживается осью с возможностью вращения благодаря подшипникам 4 и 5. Тормозные диски 6 закреплены болтами 7 с обеих сторон переднего колеса 3 так, чтобы они вращались вместе с передним колесом 3 (рис. 4).

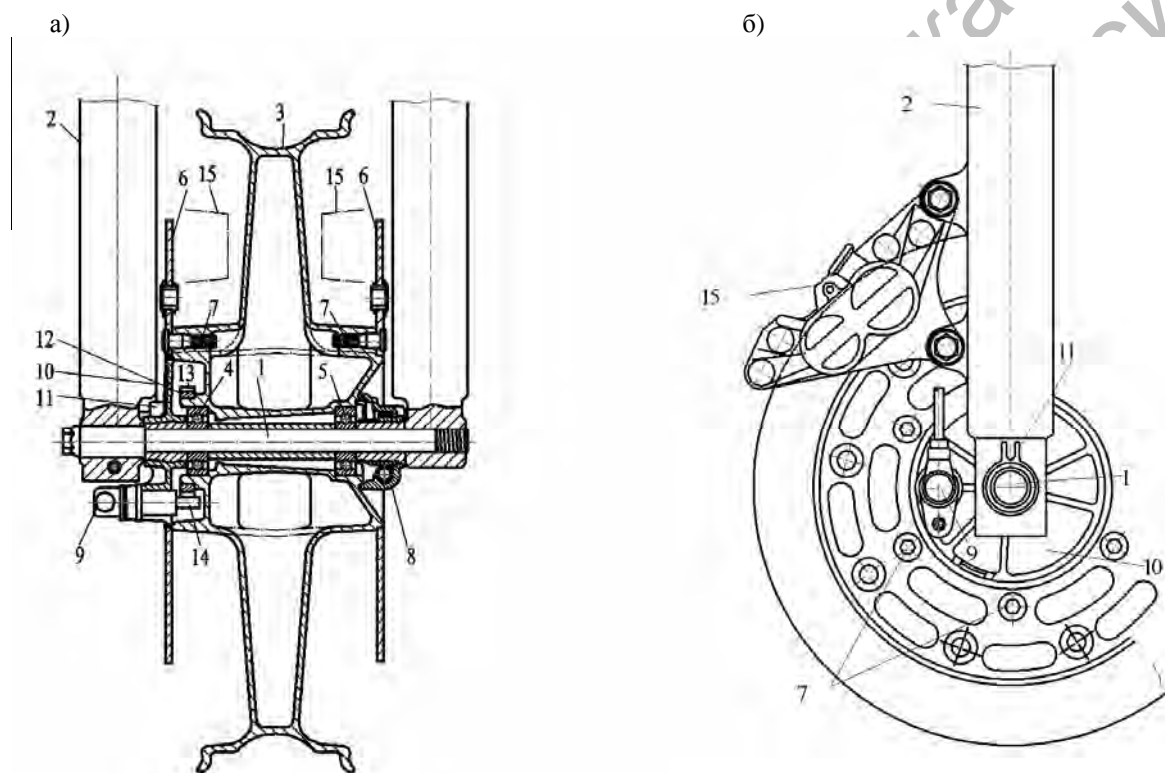


Рис. 4. Дисковый тормозной механизм с элементами антиблокировочной системы: а – разрез дискового тормозного механизма; б – вид сбоку дискового тормозного механизма; 1 – ось; 2 – передняя вилка; 3 – переднее колесо; 4 – подшипник; 5 – подшипник; 6 – диск тормозной; 7 – болт; 8 – датчик скорости спидометра; 9 – датчик скорости колеса; 10 – пластина датчика скорости колеса; 11 – стопор; 12 – кольцо датчика скорости колеса; 13 – шестернеподобные профили кольца датчика скорости; 14 – чувствительный элемент; 15 – дисковый тормоз

Датчик скорости 8, приводящий в действие спидометр, закреплен на левой стороне оси 1 переднего колеса 3, а датчик скорости колеса 9 установлен на правой стороне оси 1 переднего колеса 3. Датчик скорости колеса 9 прикреплен к пластине датчика 10, а пластина датчика 10 – к передней вилке 2 стопором 11. Кольцо датчика 12 зафиксировано на переднем колесе 3 запрессовкой. Шес-

тернеподобные профили 13 установлены на равном интервале по окружности кольца датчика 12, которое закрыто сенсорной пластиной 10. Чувствительный элемент 14, установленный в торце датчика скорости колеса 9, направлен к внутренней части сенсорной пластины 10 и стоит перед профилем 13 кольца датчика 12. Таким образом, когда переднее колесо вращается, кольцо чувст-

вительного элемента 12 вращается вместе с ним, и количество движения профиля 13 считывается чувствительным элементом 14.

Главная сложность реализации алгоритмов, используемых АБС двухколесных мотоциклов, связана с определением линейной скорости V_a движения остова мотоцикла, которая чаще всего рассчитывается путем осреднения угловых скоростей колес мотоцикла. В настоящее время эта проблема все еще остается нерешенной. Усовершенствования используемых АБС связаны именно с определением скорости поступательного движения остова мотоцикла.

При широком диапазоне изменения коэффициента сцепления обеспечить устойчивость мотоцикла из-за неточности определения скорости остова мотоцикла практически не представляется возможным.

Недостаток рассмотренных методов управления АБС обусловлен еще и тем, что ни проскальзывание, ни замедление колеса не несут достаточной информационной нагрузки, необходимой для определения силовых взаимосвязей в контакте колеса с дорогой.

В современных системах активной безопасности (САБ) традиционно проводят измерение скорости (ускорения) колеса и ее производных, а вычисление производных от кинематических параметров по времени выше первой, как известно, уже представляет собой сложную техническую задачу.

Необходимо также отметить, что формальный порядок производных от сил выше порядка производных от кинематических параметров. Так, первая производная от силы формально эквивалентна третьей производной от кинематического параметра, а вторая производная от силы – четвертой производной от обобщенной координаты и т. д.

Как видно из вышеизложенного, общим недостатком современных АБС/ПБС является сложность обработки информации, сложность конструк-

ции, связанная с изготовлением перфоратора и используемой проводкой, невозможность получения линейной характеристики датчика. Наиболее серьезный недостаток датчиков кинематических параметров – низкая информативность, заключающаяся в том, что информация не позволяет производить точные расчеты по определению силовых факторов в контакте колеса с опорной поверхностью или косвенных параметров, например коэффициентов сцепления колес.

Необходимо отметить также, что бортовая сеть транспортного средства является значительным источником электрических и радиопомех. Перенапряжения, возникающие в бортовой сети при работе системы зажигания, могут достигать нескольких десятков вольт обеих полярностей относительно массы. Причем эти явления усугубляются, например, при нарушениях контакта аккумуляторной батареи или при сильной разряженности. Кроме того, в зависимости от состояния батареи, регулятора напряжения, а также режима движения питающее напряжение колеблется в больших пределах. Все это приводит к искажению первичной информации. Более того, характеристики датчиков обладают выраженной нелинейностью в рабочем диапазоне, что оказывает существенное влияние на формирование сигналов управления. Поэтому появление систем, в которых непосредственно измеряются силовые факторы, вполне закономерно. Например, в АБС фирмы «Даймлер-Бенц ЭйДжи» используются датчики измерения усилий в опоре тормозной колодки, установленные горизонтально между колесом и шасси транспортного средства.

Таким образом, основные недостатки используемых источников первичной информации – это сложность получения информации и низкая информативность для построения эффективных алгоритмов управления движением колесных машин. Конструктивная

сложность исполнения также является одним из недостатков перфоратора (ротора).

Поэтому использование параметров регулирования, дающих непосредственную информацию о коэффициенте $\varphi_{\text{сц}}$, очевидно.

Стремление производителей САБ двухколесных транспортных средств к повышению эффективности вынуждает искать новые источники первичной информации. Используемые источники информации АБС/ПБС стали неявным препятствием на пути становления совершенных систем автоматического управления движением двухколесных машин.

Анализ современных САБ показывает, что классификационные признаки, определяемые факторами возникновения критической ситуации, и уровни (микроуровень, макроуровень), устанавливаемые характером движения мотоцикла, вызваны исключительно использованием кинематических параметров. Например, неблагоприятные сцепные условия колес с опорной поверхностью, блокирование колеса при торможении, буксование колеса в тяговом режиме движения, условие «микст» (μ -split), нарушение контакта колес с опорной поверхностью можно установить на основе анализа изменения силовых факторов в контакте колес с опорной поверхностью. Поэтому наиболее информационно насыщенным источником первичной информации САБ являются силы и моменты, фактически реализуемые колесами двухколесного мотоцикла. Причины же возникновения критических ситуаций на макроуровне также связаны с характером изменения силовых факторов.

Эффективность и качество функционирования любых САБ транспортных средств можно повысить путем использования высокоинформативных источников первичной информации, позволяющих самоадаптацию автоматической системы в изменяющихся условиях

сцепления колеса с опорной поверхностью. Такими источниками информации, как отмечалось выше, являются силовые факторы в контакте колеса с опорной поверхностью.

Впервые идея принципа прямого силового регулирования была реализована фирмой «Боинг». Для определения тормозной силы колесами самолета была использована реактивная штанга, связывающая ось тележки колес машины с ее корпусом.

Преимущества системы «Боинг» – возможность определения реальной характеристики опорной поверхности, отсутствие алгоритмов, использующих «задатчики».

Из анализа изменений реализуемых моментов при экстренном и служебном торможениях видно, что принцип формирования сигналов управления торможением может строиться на основе отрицательного знака производной тормозного момента или по максимуму тормозного момента.

Принцип формирования сигналов управления исполнительными механизмами тормозов на основе отрицательного знака производной фактически реализуемого колесом момента доказан стендовыми и натурными испытаниями устройств измерения тормозного момента. Результаты экспериментальных исследований подтверждают, что регулярная закономерность изменения тормозного момента не зависит от характера опорной поверхности.

Натурные испытания устройств измерения тормозных моментов проводились на автомобиле ВА3-2108 по различным опорным поверхностям (асфальт, мокрый асфальт, уплотненный снежный покров, гололед) с различными скоростями начала торможения. Результаты показали, что при экстренном торможении четко наблюдается изменение знаков производных тормозных моментов, фактически реализуемых колесами машины (рис. 5).

При использовании в качестве

критерия управления максимума тормозного момента необходимо вначале установить характер изменения тормозного момента на участке АВ (см. рис. 5), т. е. на этом участке должно наблюдаться уменьшение абсолютной величины производной момента на участке нарастания, и только тогда формируется сиг-

нал управления исполнительными механизмами тормозов.

Для понимания существа принципа на рис. 5 дано схематичное представление изменения знаков производных тормозных моментов при экстренном торможении.

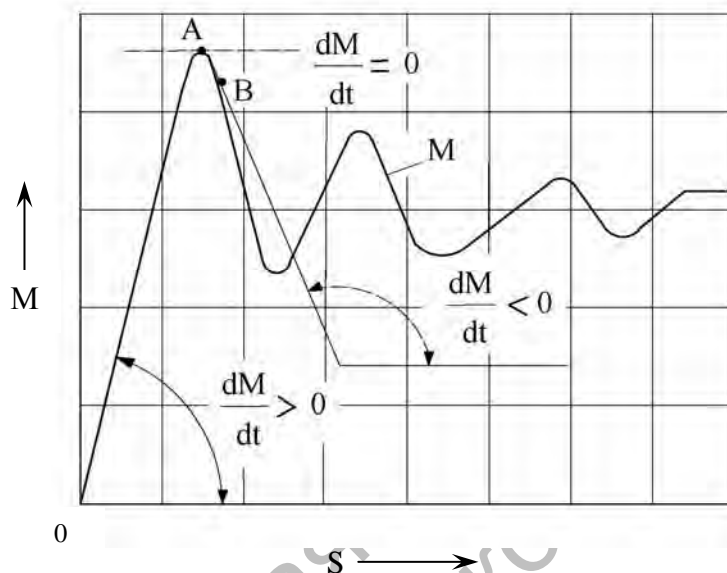


Рис. 5. Схематичное представление изменения тормозного момента, фактически реализуемого колесом

Таким образом, установление регулярной закономерности изменения знаков производной тормозного момента позволило сформулировать принцип формирования сигналов управления торможением, заключающийся в том, что критерием формирования сигналов управления является отрицательный знак производной от тормозного момента.

На основании сформулированного принципа формирования сигналов управления торможением разработана механическая антиблокировочная система двухколесного мотоцикла (рис. 6), являющаяся адаптивной к дисковому тормозному механизму, имеющему механический привод.

Разработанная антиблокировочная система содержит несколько основных блоков: контроллер максимального тормозного момента, механизм расторма-

живания тормозного механизма, устройство взаимодействия контроллера и механизма растормаживания. Нажимное устройство тормозного механизма, являясь элементом тормоза, одновременно входит в состав антиблокировочной системы. Взаимная интеграция нажимного устройства тормозного механизма и антиблокировочной системы обусловлена их совместной работой в процессе функционирования антиблокировочной системы. Контроллер максимального тормозного момента размещается в корпусе тормозного механизма; он предназначен для контроля величины тормозного момента в процессе торможения.

Механизм растормаживания тормозного механизма конструктивно связан с нажимным устройством; он позволяет уменьшать усилия, с которыми тормозные колодки прижимаются к тор-

мозному диску в процессе торможения. При возникновении условий, ведущих к блокированию тормозящего колеса, механизм растормаживания уменьшает

усилия прижатия тормозных колодок к тормозному диску, разблокируя тем самым тормозящее колесо и обеспечивая безюзовое торможение колеса.

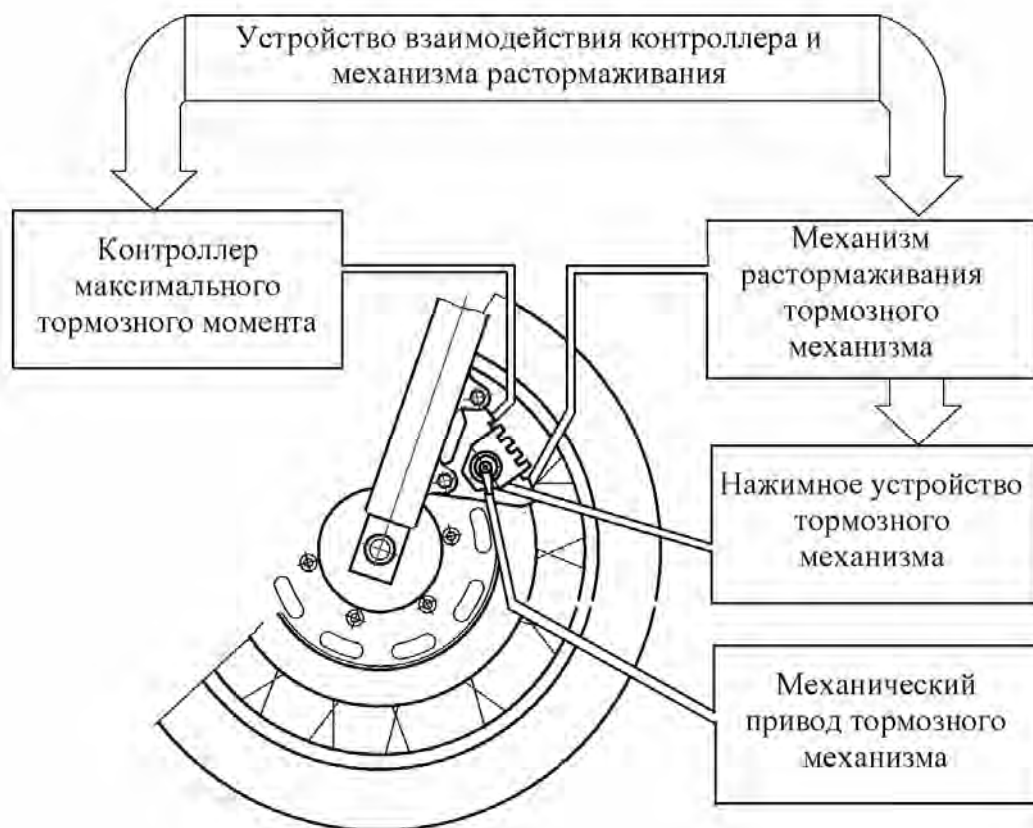


Рис. 6. Структурная схема антиблокировочной системы двухколесного мотоцикла

Устройство взаимодействия осуществляет согласование работы контроллера и механизма растормаживания. Функцией устройства взаимодействия является обеспечение срабатывания механизма растормаживания, разблокирующего тормозящее колесо, при фиксации контроллером значения тормозного момента, соответствующего условиям блокирования тормозящего колеса в процессе торможения.

Нажимное устройство тормозного механизма является механическим. В качестве нажимного устройства дискового тормоза, адаптивного к данной антиблокировочной системе, могут использоваться нажимные устройства,

применяемые в дисковых тормозных механизмах, разработанных коллективом авторов статьи ранее. Все разработанные дисковые тормозные механизмы имеют механические нажимные устройства и являются адаптивными к антиблокировочным системам тормозов. Конструкция дисковых тормозных механизмов позволяет использовать устройства, регистрирующие изменения силовых факторов, воздействующих на тормозящее колесо в процессе торможения. Обладая возможностью установки датчиков, контролирующих силовые факторы, разработанные дисковые тормозные механизмы позволяют реализовывать антиблокировочные системы, в основу

принципа управления которых положены закономерности изменения силовых факторов в контакте колес с опорной поверхностью.

Механический привод дискового тормозного механизма может содержать штатный привод, используемый для подавляющего большинства мотоциклов, содержащий стальной трос в оболочке или разработанный в ходе предыдущих работ по созданию новых типов дисковых тормозов с механическим приводом механический привод малой податливости [7].

В процессе торможения двухколесного мотоцикла при воздействии на рукоятку тормозного привода происходит срабатывание механического нажимного устройства дискового тормоза, и тормозные колодки, прижимаясь к тормозному диску, осуществляют замедление либо остановку его вращения. При возникновении условий, ведущих к блокированию тормозящего колеса, и достижении тормозным моментом значения, соответствующего этим условиям, контроллер воздействует на механизм растормаживания через устройство взаимодействия. Механизм растормаживания, воздействуя на нажимное устройство, уменьшает усилия, с которыми тормозные колодки прижимаются к тормозному диску, обеспечивая тем самым торможение колеса без его блокирования.

Значение тормозного момента снижается, становясь меньше порогового значения, при котором происходит срабатывание механизма растормаживания.

Вследствие этого прекращается воздействие механизма растормаживания на нажимное устройство, благодаря чему усилия прижатия тормозных колодок к тормозному диску возрастают, значение тормозного момента увеличивается. При возникновении условий, ведущих к блокированию тормозящего колеса, и достижении тормозным мо-

ментом значения, соответствующего этим условиям, процесс повторяется.

Необходимо отметить, что работа антиблокировочной системы является автономной и не требует внешних дополнительных источников энергии, как, например, работа гидравлических насосов для электронно-гидравлических антиблокировочных систем, а также присутствующих в них модулятора давления тормозной жидкости, электронного блока управления, датчиков частоты вращения колес, гидравлического привода, включающего главный тормозной цилиндр, трубопроводы и исполнительные гидравлические колесные тормозные цилиндры.

Отсутствие дорогостоящих и сложных элементов, характерных для электронно-гидравлических антиблокировочных систем, позволяет говорить о разработанной антиблокировочной системе как о надежной системе, имеющей в несколько раз меньшую стоимость по сравнению с электронно-гидравлическими антиблокировочными системами.

Выводы

Алгоритмы современных АБС/ЛБС двухколесных транспортных средств работают в условиях выраженного дефицита информации, что связано с источниками первичной информации, т. е. кинематическими параметрами, поэтому создание эффективных САБ двухколесных транспортных средств требует использования высокоинформативных источников первичной информации, каковыми являются силовые факторы, фактически реализуемые колесами транспортного средства. В этом случае число информационных каналов САБ существенно уменьшается, а эффективность алгоритмов управления повышается.

Разработанные методы проектирования систем активной безопасности транспортных средств позволили создать систему активной безопасности

двухколесного транспортного средства, в основу принципа управления которой положены закономерности изменения силовых факторов в контакте колес с опорной поверхностью.

Перспективные конструкции тормозных механизмов, подвесок, ходовых систем и других агрегатов мобильных машин должны предусматривать установку устройств измерения силовых факторов, реализуемых колесами с опорной поверхностью, с целью их адаптации к САБ на основе анализа сил.

Алгоритмы обработки информации сигналов, пропорциональных силовым факторам, должны обладать способностью адаптации к изменяющимся характеристикам опорной поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динамика колесных машин : монография / И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2006. – 461 с.

2. **Ким, В. А.** Методология создания адаптивных САБ АТС на основе силового анализа / В. А. Ким. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2003. – 346 с.

3. **Пат. 2299140 РФ, МКИ⁶ В 60 Т С1.** Способ регулирования торможением автопоезда / И. С. Сазонов [и др.]; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 2005132206/11; заявл. 18.10.05; опубл. 20.05.07, Бюл. № 14. – 5 с. : ил.

4. **Пат. 9589 ВУ, МПК В 60Т 8/00 С1.** Способ регулирования торможением автопоезда / И. С. Сазонов [и др.]; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20041020; заявл. 11.08.04; опубл. 20.05.07, Бюл. № 14. – 5 с. : ил.

5. **Пат. 5,419,625 U. S., МПК В 60 Т 8/32.** Antiskid braking device for motorcycle / K. Iwase [etc.]; Suzuki Kabushiki Kaisha. – № 172,808; 27.12.93; 30.05.95. – 21 с. : ил.

6. **Пат. 4778 ВУ, МПК В 60 Т 8/00.** Антиблокировочная система мотоцикла / А. С. Мельников [и др.]; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20080101; заявл. 14.02.08; опубл. 30.10.08, Бюл. № 4. – 13 с. : ил.

7. **Пат. 4006 ВУ, МПК F 16 D 55/00.** Дисковый тормозной механизм / А. С. Мельников [и др.]; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20070343; заявл. 04.05.07; опубл. 30.10.07, Бюл. № 5. – 12 с. : ил.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 07.05.2010

A. S. Mel'nikov, I. S. Sazonov, V. A. Kim
Systems of active safety of two-wheeled vehicles

The paper gives the analysis of functioning of modern systems of active safety of two-wheeled vehicles. Their information value and ways of efficiency increase of functioning of modern systems of active safety of two-wheeled vehicles is considered in the article. The developed mechanical system of active safety based on laws of force factors change in contact of wheels to the basic surface is considered.