

$$\frac{dF_{\mu 2}}{ds} = \frac{d\left(\sqrt{A^2 + k_{\alpha 2}^2 \cdot \alpha_2^2}\right)}{d\left(\sqrt{\left(\frac{c}{V_a}\right)^2 + 2 \cdot (1 - \cos \alpha_1) \cdot (1 - \cos\left(\frac{c}{V_a}\right))}\right)} \quad (22)$$

Все параметры представленные в данных уравнениях определяются аппаратно с помощью датчиков используемых антиблокировочной системой, либо задаются как постоянные величины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Активная безопасность автомобиля. В.Г.Бутылин, М.С.Высоцкий, В.Г.Иванов, И.И.Лепешко. Минск, «Белавтотракторостроение», 2002, с. 133-136.

УДК 629.067

Н.Р. Михальцевич, В.Г.Иванов

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫЕ ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОТОЦИКЛОВ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

#### ВВЕДЕНИЕ

Анализ научной литературы и технических разработок в области безопасности транспортных средств показывает, что АБС и другие средства активной безопасности для мотоциклов, роллеров и других двухколёсных транспортных средств пока не получают достаточного распространения. Однако применение данных систем является острой необходимостью, о чем свидетельствуют следующие факты:

1) Доля погибших в мотоциклетных авариях составляет не менее 20% от общего количества жертв ДТП. Данная цифра имеет тенденцию к увеличению [1], так как количество двухколёсных мобильных машин в общем европейском транспортном потоке значительно растёт. Например, за последние 10 лет в Германии рост составил свыше 210% для мотоциклов и только до 120% для легковых автомобилей.

2) Установлено, что в 30% аварий с мотоциклами причиной было неправильное управление водителем применительно к текущим сцепным условиям дороги, что приводит к падению водителя и повышает риск получить опасную травму.

3) Исследования по безопасности на транспорте показывают, что одним из главных факторов мотоциклетных аварий является некорректное использование тормозов. Свыше 1/3 всех мотоциклистов используют только задние тормоза, 11% - только передние тормоза. Правильное управление тормозами позволило бы, по прогнозам, предотвратить до 30% аварий.

Анализируя данные факты можно утверждать, что планируемое решение об установке АБС на транспортные средства категории L к 2010 является своевременным.

**Классификационный анализ**

Использование антиблокировочных тормозных систем на двухколесной технике, связано со следующими проблемами.

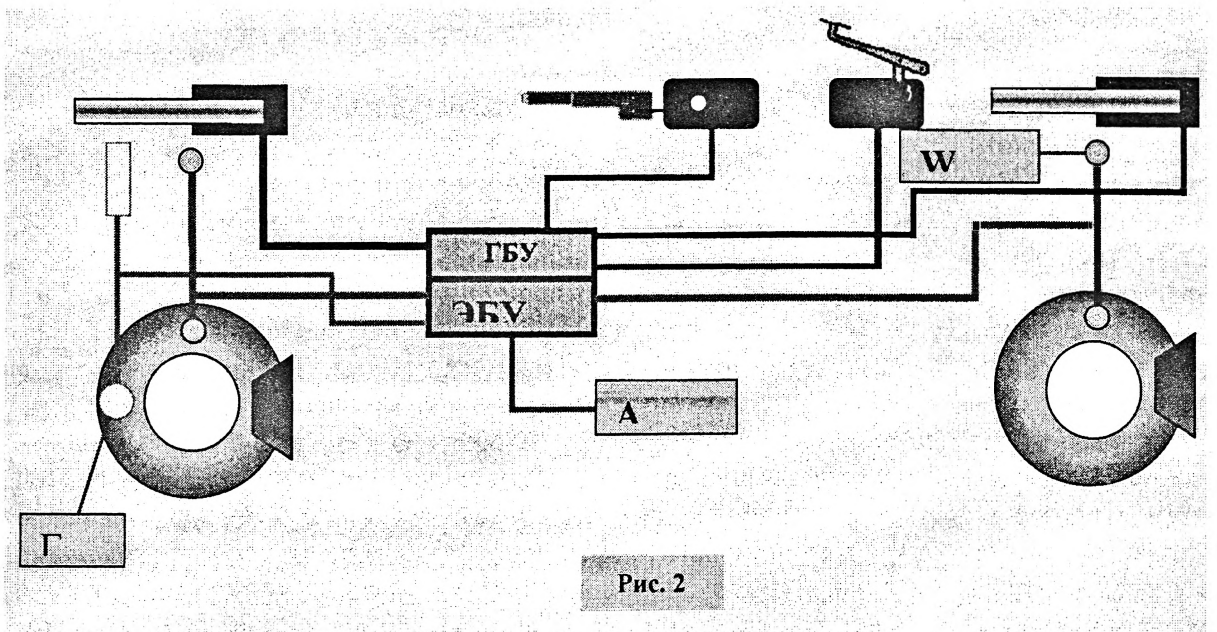
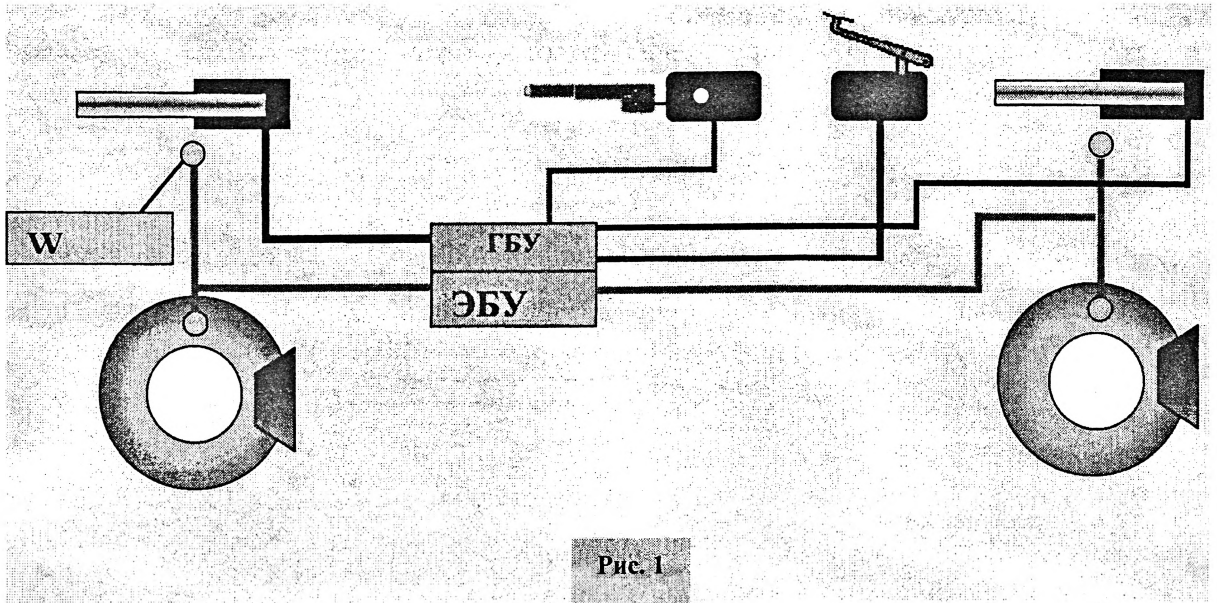
1) Незначительные углы наклона шкворня в продольной и поперечной плоскости у легкового автомобиля позволяют рассматривать процесс торможения, пренебрегая смещением пятна контакта. В противоположность этому у двухколесных транспортных средств, практически всегда имеет место движение колеса с боковым уводом, а при криволинейном манёвре - дополнительно с большим наклоном.

2) При торможении автомобиля не допускается блокировка задних колес, но присутствует мгновенная блокировка передних колес. У двухколесного транспортного средства даже мгновенная блокировка переднего колеса приводит к потере устойчивости, и в большинстве случаев к опрокидыванию.

Следовательно, на двухколесной технике должны использоваться системы активной безопасности, разработанные с чистого листа. Алгоритм управления должен учитывать все факторы, влияющие на устойчивость транспортного средства, но при этом также должна обеспечиваться устойчивость транспортного средства. Использование наиболее распространенных алгоритмов управления системами активной безопасности автомобилей требует применения новых сенсорных и исполнительных элементов антиблокировочных систем, что негативно отражается на стоимости двухколесных машин. Этим же объясняется то, что ведущие мировые компании (BMW, Honda, Yamaha и др.) устанавливают ABS только на наиболее дорогие модели.

Предварительные исследования [2] позволили выделить целый ряд различных вариантов схем установки систем. Их варианты приведены на рис. 1,2.

На первой схеме, рис. 1, представлена схема, которая включает электронный и гидравлический блоки управления, и датчики угловой скорости колес, использование данной схемы не позволяет в полной мере контролировать устойчивость мотоцикла при торможении, так как информация от датчиков не позволяет учитывать наклон колеса и увод шины. Для определения бокового наклона предлагается устанавливать датчик-акселерометр, для определения поперечных ускорений, а для определения бокового увода шины, рекомендуется установка гироскопического датчика. Данный вариант антиблокировочной системы представлен на рис. 2.



ГБУ - гидравлический блок управления; ЭБУ - электронный блок управления; W - датчик угловой скорости; А - акселерометрический датчик; Г - гироскопический датчик.

В связи с этим предлагается модель антиблокировочной тормозной системы для мотоцикла, которая позволит учитывать все факторы влияющие на устойчивость двухколесной машины. Предлагаемая система базируется на гидравлической тормозной системе мотоцикла, оборудованного задним и передним дисковыми тормозными механизмами. Система состоит из следующих элементов:

- а) Гидравлический блок;
- б) Электронный блок управления;
- в) Сенсорная база: датчики угловой скорости, гироскопический датчик, датчик положения задней подвески;
- г) Тормозные механизмы.

Принципиальная схема данной системы представлена на рис. 3 .

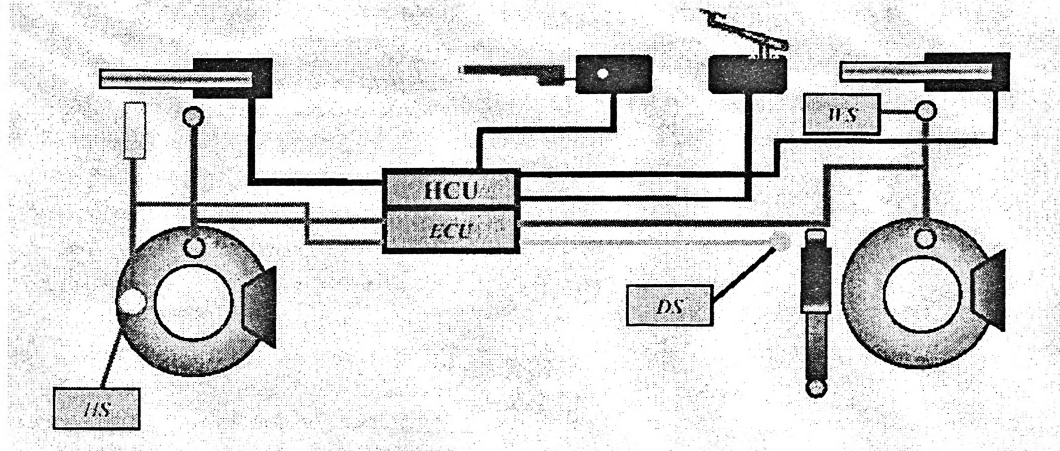


Рис.3. Схема предлагаемой антиблокировочной тормозной системы

*HCU*-гидравлический блок; *ECU*-электронный блок управления; *WS*-датчик угловой скорости; *HS*-гироскопический датчик; *DS*- датчик положения подвески.

Для определения наклона колеса и увода шины предлагается использование гироскопического датчика, малейшие отклонения колеса, а также увод могут определяться данным датчиком. Данный датчик наиболее целесообразно устанавливать в ступице переднего колеса. На основании полученной от него информации вносятся корректировки в алгоритм управления системой с учетом всей полученной информации.

Кроме этого для предотвращения блокировки заднего колеса без снижения эффективности работы всей тормозной системы предлагается использовать датчик положения задней подвески. Как известно при торможении центр тяжести двухколесного ТС смещается в сторону передней оси, соответственно заднее колесо разгружается, и если не уменьшать тормозную силу в соответствии с разгрузкой колеса, то это приведет к ранней блокировке колеса, что в свою очередь влечет к потере устойчивости транспортного средства и значительному снижению эффективности торможения. Датчик положения задней подвески будет фиксировать разгрузку заднего колеса по увеличивающемуся ходу подвески. Информация от данного датчика поступает в ЭБУ, где она используется для корректировки управляющего сигнала, поступающего к заднему колесу, для предотвращения его блокировки.

### ВЫВОДЫ

В заключении хотелось бы подчеркнуть ряд принципиальных моментов, нашедших отражение в представленной работе:

1. Использование АБС на двухколесной технике позволяет в значительной мере повысить безопасность движения , (для повышения безопасности мотоциклов могут быть реализованы различные схемы установки АБС. Выбор конкретного инженерного решения определяется функциональным назначением машины (кроссовый, спортивный, туристский etc.), а также стоимостными показателями.

2. На основе предлагаемой антиблокировочной системы возможно дальнейшее развитие систем активной безопасности, разработка противобуксовочной системы и интегрированной системы безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alexander Sporner, Thomas Kramlich. MOTORCYCLE BRAKING AND ITS INFLUENCE ON SEVERITY OF INJURY. Institute for Vehicle Safety, München – Germany.; 2. IVANOV Valentin, MIKHALTSEVICH Mikalai . ACTIVE SAFETY AND BRAKING CONTROL FOR TWO-WHEEL VEHICLES. Proc. of 9<sup>th</sup> European Automotive Congress. Conference 2 "Safety-Current trends and future challenges". - Paris:- 2003.- P. 51.

УДК 621.833.389

М.Ф.Пашкевич, Н.И.Рогачевский, С.Н. Рогачевский

### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ КАЧЕНИЯ

*Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь*

Механические передачи зацеплением являются приближенными, к ним также относятся исследуемые червячные передачи качения. В таких передачах передаточное отношение одной пары зубьев от входа до выхода ее из зацепления является переменным. За период пересопряжения, равный угловому шагу винта, среднеинтегральное значение передаточного отношения  $i_{21}(\varphi_1)$  равно номинальному [1], поэтому

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_1 + 2\pi/z_1} [i_{21}(\varphi_1) - i_{21}^0] d\varphi = 0,$$

где  $i_{21}(\varphi_1) = d\varphi_2 / d\varphi_1$  – мгновенное значение передаточного отношения;  $i_{21}^0 = z_1 / z_2$  – номинальное передаточное отношение передачи;  $z_1$  – число заходов винта,  $z_2$  – число пальцев колеса передачи;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – текущие углы поворота соответственно винта и пальцевого колеса;  $2 \cdot \pi / z_1$  – угловой шаг винта.

В червячных передачах качения, если пренебречь упругостью звеньев, движение осуществляется одной парой виток винта – палец колеса, т. е. коэффициент перекрытия передачи равен единице. Исследованию кинематической точности такой передачи, в которой винт с правой прямоугольной резьбой вращается по часовой стрелке, посвящена статья [2]. В ней установлены закономерности изменения передаточного отношения и погрешности угла поворота ведомого звена передачи, проведен анализ угловых зазоров между витком винта и входящим в зацепление и выходящим из него пальцами колеса.

Установим аналогичные закономерности для такой же передачи ( $z_1 = 1$ ,  $t = 22$  мм – шаг винта,  $d_1 = 43$  мм – средний диаметр винта,  $z_2 = 32$ ) при вращении винта против часовой стрелки, то есть при ее реверсировании. Для этого проследим процесс зацепления витка винта с пальцами (подшипниками) колеса. Установим, рассматривая рис. 2 [2], характер взаимодействия витка винта с подшипником 1, а также установим