

УДК 629.326

Повышение устойчивости мотоцикла при низких скоростях движения

Тевс Георгий Петрович

tevsgp@student.bmstu.ru

Терехов Егор Александрович

terekhovea@student.bmstu.ru

Булычев Всеволод Валериевич

vs.bulychev@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Проведен анализ конструкций мотоциклов и систем управления, позволяющих повысить устойчивость при малых скоростях движения, проанализированы их преимущества, недостатки и особенности применения. Показано, что перспективным способом повышения устойчивости движения при малых скоростях является система управления положением центра масс мотоцикла. Предложена конструкция рулевого механизма, позволяющая в автоматическом режиме смещать переднее колесо в сторону наклона мотоцикла и, тем самым, противодействовать опрокидывающему моменту за счет смещения положения центра масс мотоцикла в противоположную сторону.

Ключевые слова: мотоцикл, устойчивость движения, центра масс, рулевая колонка

Мотоцикл является одноколейным транспортным средством, имеет только две точки опоры и высоким центром масс. Все это приводит к его низкой устойчивости при низких скоростях движения, так как любое малое отклонение от вертикального положения создает опрокидывающий момент. Для предотвращения опрокидывания мотоцикла водитель должен смещать центр масс мотоцикла наклоном туловища и поворотом руля. В последнем случае реализуется движение «змейкой» по криволинейной траектории. Такой способ поддержания равновесия требует высокой подготовки водителя и сопряжен с опасностью опрокидывания мотоцикла из-за человеческого фактора [1].

Для решения задачи повышения устойчивости при низких скоростях движения в настоящее время предложен ряд подходов. Так, в транспортном средстве [2] предусмотрено два дополнительных боковых колеса, которые могут выдвигаться посредством нажатия связанных с ними педалей. Такого плана технические решения усложняют управление мотоциклом и снижают его маневренность. Известен способ повышения устойчивости мотоциклов при движении на малых скоростях за счет применения гироскопов. Например, в патенте [3] описан мотоцикл, в котором при движении на первой скорости включается гироскопическое устройство помощи водителю для создания корректирующего момента. При разгоне транспортного средства и превышении пороговой скорости гироскопическое устройство помощи водителю отключается и переводится в нерабочее состояние.

Известен также способ повышения устойчивости мотоциклов при движении на малых скоростях, реализованный в технологии Moto Riding Assist [4],

который основан на автоматической работе рулем для поддержания равновесия. На скоростях менее 4,8 км/ч система Riding Assist дистанционно разрывает связь между рулем и передней вилкой, после чего управление за передним колесом передается бортовому компьютеру. Система управления постоянно (около 1000 раз в секунду) получает информацию от датчиков о угле наклона, после чего вносит коррективы по смещению центра масс с помощью угла поворота переднего колеса, сохраняя равновесие. Таким образом, данное техническое решение повышает устойчивость мотоцикла при движении на малых скоростях посредством автоматического смещения центра масс мотоцикла за счет подруливания на основании показаний датчика наклона. Особенностью рассмотренного способа повышения устойчивости мотоцикла является его криволинейное движение «змейкой», вызываемое поворотами переднего колеса. Особенностью данного способа управления мотоциклом является движение «змейкой», что может затруднять обеспечение устойчивости мотоцикла при движении в стесненных условиях. В изобретении [5] задача повышения устойчивости предлагается достичь за счет поперечного перемещения центра масс двухколейного транспортного средства с помощью скользящей оси. Для этого на задней оси расположено колесо, имеющее возможность вращения на оси и скольжения по оси посредством соединения с, например винтовым электро-механическим механизмом. Контроль равновесия предлагается осуществлять электронным следящим устройством. Недостатком данного технического решения является усложнение конструкции узла крепления ведущего колеса и как, следствие, снижение его надежности.

Устранение данного недостатка предлагается нами достичь за счет применения новой конструкции рулевого механизма (рис. 1).

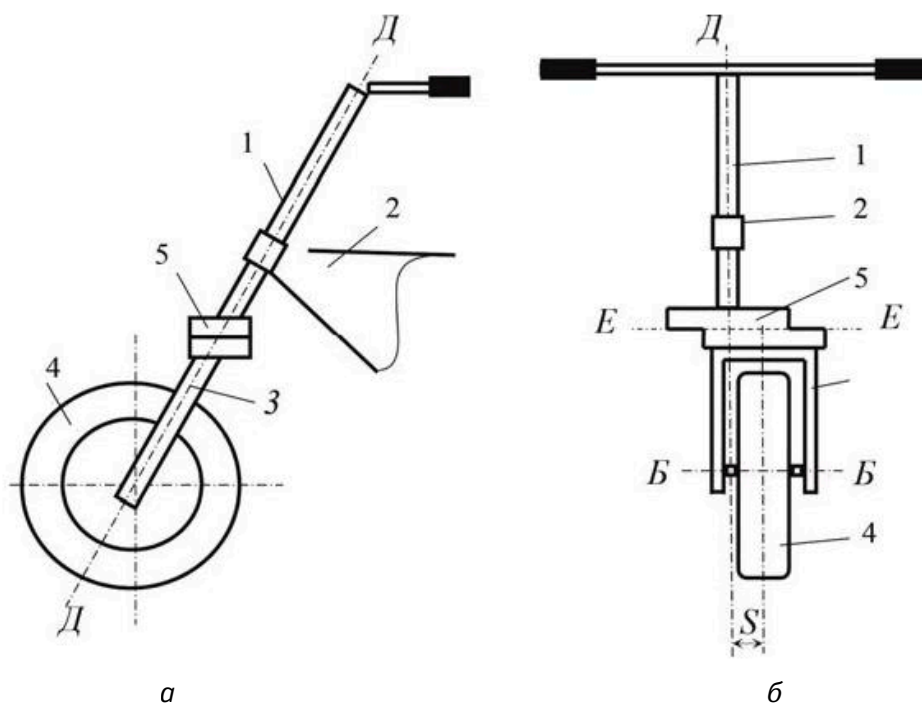


Рис. 1. Предлагаемый рулевой механизм:
а — вид сбоку; б — вид спереди

Рулевой механизм состоит из рулевой колонки 1, соединенной с рамой мотоцикла 2 с возможностью ее поворота вокруг своей оси $D-D$, и передней вилки 3 с установленным на ней передним колесом 4, при этом рулевая колонка 1 и передняя вилка 3 соединены между собой электромеханическим модулем линейных перемещений 5, запитываемым от электросистемы мотоцикла (на рис. не показана) и расположенным параллельно оси вращения $B-B$ переднего колеса 4.

Рулевой механизм работает следующим образом. При включении электромеханического модуля линейных перемещений 5 происходит смещение передней вилки 3 относительно оси $D-D$ рулевой колонки 1 вдоль оси вращения $B-B$ переднего колеса 4 на некоторую величину S в сторону, определяемую системой управления на основе датчика наклона, установленного на корпусе механизма. При отсутствии поворота рулевой колонки 1 нахождение переднего и заднего колес мотоцикла в параллельных плоскостях обеспечивает прямолинейное движение при автоматическом смещении центра масс мотоцикла. Управляемый поворот мотоцикла осуществляют за счет поворота рулевой колонки 1, что может быть выполнено водителем при любом смещении передней вилки 3 относительно рулевой колонки 1. При превышении скорости движения 5 км/час переднее колесо 4 посредством системы управления автоматически плавно перемещается вдоль оси его вращения и устанавливается в одной плоскости с задним колесом. Для успешного практического применения предложенного устройства планируется проведение математического моделирования динамики движения мотоцикла и разработка алгоритма функционирования системы управления перемещения переднего колеса.

Литература

- [1] Варламова Е.С., Гаевский В.В., Князев И.М. Пути повышения устойчивости мотоцикла. *Вестник СибАДИ*, 2013, № 6 (34), с. 12–15.
- [2] Смагин М.Н., Козак Л.С., Смагин И.Н., Галлямов Р.Н. *Двухколесное транспортное средство, оснащенное боковыми выдвижными колесами*. Патент № 71957 U1 РФ, 2008, бюл. № 9, 12 с.
- [3] Gyroscopic rider assist device. URL: <https://patents.justia.com/patent/11577793> (дата обращения 29.07.2024).
- [4] Honda создала мотоцикл, который не падает. URL: <https://www.drive2.ru/b/463256410570883527/#:~:text=На%20скоростях%20менее%204.8%20км%2Fч%2C,поворот%20переднего%20колеса%2C%20сохраняя%20равновесие> (дата обращения 29.07.2024).
- [5] Мнушкин И.А. *Способ извлечения нефти, конденсата и высокомолекулярных соединений*. Патент № 2613984 C1 РФ, 2017, бюл. № 9, 12 с.

Improving the stability of the motorcycle at low speeds

Tevs G.P. tevsgp@student.bmstu.ru
Terekhov E.A. terekhovea@student.bmstu.ru
Bulychev V.V. vs.bulychev@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The analysis of motorcycle designs and control systems has been carried out, which make it possible to increase the stability of the motorcycle at low speeds. The design of the steering mechanism is proposed, which allows automatically shifting the front wheel towards the tilt of the motorcycle and, thereby, counteracting the tipping moment by controlling the position of the center of mass of the motorcycle.

Keywords: motorcycle, stability of movement, center of mass, steering column