

УДК 629.326.02.067

Иванова Анастасия Александровна, магистрант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, miss.asic@mail.ru
Гаевский Виталий Валентинович, д-р техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, vit-life@rambler.ru

СИСТЕМА, ПРЕДОТВРАЩАЮЩАЯ ОПРОКИДЫВАНИЕ МОТОЦИКЛА ВПЕРЁД ПРИ ЭКСТРЕННОМ ТОРМОЖЕНИИ

Аннотация. В статье проведён сравнительный анализ статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях с участием мотоциклов и автомобилей; на его основе рассчитано количество погибших на 100 млн км пробега. Обнаружено, что мотоциклисты гибнут на дорогах общего пользования намного чаще, чем водители и пассажиры автомобилей. Выявлена необходимость повышения безопасности мотоцикла, особенно активной. Предложен перспективный способ повышения активной безопасности мотоцикла. Разработана система против отрыва заднего колеса мотоцикла от поверхности дороги при экстренном торможении. Основными элементами данной системы являются датчики угловых скоростей колёс, датчик IMU, электронный блок управления и исполнительные механизмы.

Ключевые слова: мотоцикл, экстренное торможение, дорожно-транспортное происшествие, опрокидывание мотоцикла вперёд, система активной безопасности, датчик, блок управления, отрыв заднего колеса.

Ivanova Anastasiia A., undergraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, miss.asic@mail.ru
Gaevskij Vitalij V., Dr. Sc., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, vit-life@rambler.ru

THE SYSTEM PREVENTING OVERTURNING MOTORCYCLE FORWARD AT EMERGENCY BRAKING

Abstract. The article presents a comparative analysis of statistical data on road accidents involving motorcycles and automobiles; on its basis the quantity of deaths per 100 million km. It is founded that motorcyclists die on public roads much more often. The need identified to improve the safety of the motorcycle, especially active safety. The perspective way of increase of active safety of a motorcycle is offered. Developed a system against the separation of the rear wheel of the motorcycle from the road surface during emergency braking. The main elements of this system are wheel speed sensors, IMU, electronic control unit and actuating mechanisms.

Key words: motorcycle, braking emergency, traffic accident, motorcycle tipping forward, active safety system, sensor, control unit, rear wheel detachment.

Введение

В условиях мегаполиса мотоцикл является одним из самых удобных видов транспорта. Однако его небезопасность существенно мешает увеличению спроса на данные транспортные средства (ТС). В сравнении с автомобилем мотоцикл имеет ряд особенностей: его труднее заметить в транспортном потоке; у мотоцикла два колеса, он менее устойчив; при езде на мотоцикле водитель использует не только органы управления, но и активно перемещает своё тело, руки и ноги; мотоцикл более зависим от силы ветра и дефектов дорожного покрытия; водитель мотоцикла практически не защищён от дождя, ветра, холода и жары [1]. Вероятность попадания в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) на мотоцикле значительно выше, чем на автомобиле. Таким образом, на сегодняшний день существует необходимость повышения активной безопасности мотоциклов.

Основная часть

Анализ статистических данных о дорожно-транспортных происшествиях на территории Российской Федерации за 2012–2017 гг. показывает, что общее количество аварий с участием мототранспорта снижается из года в год (рис. 1) [2].

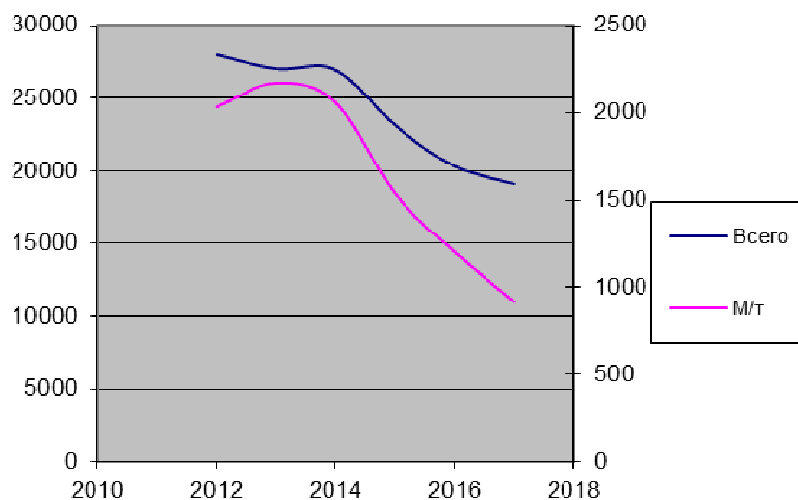


Рис. 1. Соотношение числа погибших в общем количестве ДТП к погибшим в ДТП с участием мототранспорта

Приведённые данные являются положительным показателем, однако не отражают всей ситуации со смертностью мотоциклистов на дорогах общего пользования.

Для более точного анализа рассчитаем количество погибших на 100 млн км отдельно среди водителей автомобилей и среди водителей мотоциклов за 2014–2016 гг. Расчёт произведём по формуле:

$$X = \frac{\Pi \cdot 100000000}{L_{\text{ср}} \cdot N},$$

где X – количество погибших на 100 млн км пробега; Π – количество погибших в год; $L_{\text{ср}}$ – среднегодовой пробег ТС; N – количество ТС.

Результаты расчёта указаны в табл. 1.

Таблица 1

Количество погибших на 100 млн км пробега
среди водителей автомобилей и мототранспорта

Год	2014	2015	2016
Среди водителей а/м	3,9	3,3	2,8
Среди водителей м/т	21,7	17	13,4

Из расчётов видно, что погибших на 100 млн км пробега мотоциклистов примерно в 5 раз больше, чем автомобилистов. Это говорит о том, что проблема безопасности одноколейного транспорта, в особенности мотоциклов, стоит довольно остро. И её необходимо решать.

Свойства активной безопасности, определяющие способность ТС снижать вероятность дорожно-транспортного происшествия, включают в себя:

- тормозные свойства;
- управляемость и устойчивость в аварийных режимах;
- обзорность с места водителя;
- внешнюю информативность;
- уровень шума на рабочем месте водителя [3].

Развитие и совершенствование систем активной безопасности, повышающих управляемость и устойчивость мотоциклов, а также помогающих водителям в критических, опасных и аварийных ситуациях, – одно из основных направлений мотоциклетной отрасли [4].

Даже при наличии антиблокировочной системы при экстренном торможении существует вероятность опрокидывания мотоцикла вперёд. Если мотоциклист приложит к переднему тормозу значительно большее усилие, чем к заднему, может произойти отрыв заднего колеса мотоцикла от поверхности дороги, что и приводит к опрокидыванию. На сегодняшний день не существует такой системы активной безопасности, которая предотвращала бы такую ситуацию.

Рассчитаем условия начала опрокидывания при торможении на примерах с конкретными моделями мотоциклов – Yamaha YBR 125, Kawasaki KLX450R, Honda CRF450X.

Для расчётов используем следующие условия: дорожное покрытие – сухой асфальт ($\varphi_x = 0,8$); горизонтальная поверхность ($\alpha = 0^\circ$); вес водителя ≈ 75 кг. Технические характеристики выбранных моделей мотоциклов указаны в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики моделей мотоциклов

	YBR 125	KLX450R	CRF450X
Снаряженная масса, кг	122	126	123
Габаритные размеры (Д*Ш*В), мм	1985*745*1080	2175*820*1250	2175*827*1274
Колёсная база, мм	1290	1480	1477
Высота сиденья, мм	745	935	963

Для Yamaha YBR 125:

$$R_{Z1} \cdot g = 1038,8 \text{ Н}; R_{Z2} \cdot g = 891,8 \text{ Н};$$

$$G_0 = m_{\text{общ}} \cdot g = 1930,6 \text{ Н};$$

$$a = \frac{R_{z2} \cdot g \cdot L}{G_0} = 0,596 \text{ м};$$

$$b = L - a = 0,694 \text{ м};$$

$$h_{\text{сн}} = 0,54 \text{ м}; h = 0,54 + \frac{75}{122} \cdot (0,174 + 0,1 + (0,745 - 0,54)) = 0,834 \text{ м}.$$

Условие начала опрокидывания [5, 6, 7]:

$$\varphi_x \geq \frac{a}{h}, \text{ т.о. } 0,8 \geq 0,71.$$

Аналогично для Kawasaki KLX450R: $0,8 \geq 0,7$; для Honda CRF450X: $0,8 \geq 0,68$.

Из произведённых расчётов видно, что вероятность опрокидывания лёгкого мотоцикла вперёд при экстренном торможении достаточно велика. Следовательно, необходимо прилагать усилия, направленные на предотвращение опрокидывания мототранспортного средства.

Предлагается создание системы активной безопасности против отрыва заднего колеса от поверхности дороги, которая будет состоять из следующих элементов: датчики, блок управления, исполнительные механизмы. В качестве датчика рекомендуется использовать IMU (инерционное измерительное устройство). Оно регистрирует ускорение и угловые скорости в трёх плоскостях, ставится ближе к центру масс мотоцикла. В настоящее время оно представляет собой маленькое и удобное устройство, что значительно упрощает его использование (рис. 2).

Принцип действия системы состоит в том, что инерциальный измерительный датчик (IMU) получает информацию об ускорении и угловых скоростях и передаёт её в блок управления. Блок управления в свою очередь, получая и обрабатывая эту информацию, отдаёт команду исполнительным органам. В качестве исполнительного органа выступает гидроцилиндр, с помощью которого при регулировании давления тормозной жидкости растормаживается переднее колесо.



а)



б)

Рис. 2. а – современный датчик IMU; б – устаревший датчик IMU

Предлагаемая система должна ограничивать замедление мотоцикла так, чтобы оно было меньше, чем критическое замедление начала опрокидывания.

Условие замедления начала опрокидывания на низкой скорости выглядит следующим образом:

$$j_{\text{опр.торм.}P_{\text{торм.}}V_{\text{низк.}}} = -g\varphi_x.$$

То есть при достижении значения замедления 7,84 должно происходить растормаживание переднего колеса.

Заключение

Несмотря на то, что количество аварий с участием мотоциклов постепенно снижается, крайне необходимо увеличивать безопасность мототранспортных средств, используя и совершенствуя системы активной безопасности.

Последствия опрокидывания мотоцикла вперёд при резком торможении довольно критичны как для водителя, так и для самого транспортного средства. Эффективность системы против отрыва заднего колеса от поверхности дороги определяется её способностью уменьшить ущерб и сократить количество дорожно-транспортных происшествий с участием мотоциклов.

Список литературы

1. Ксенофонтов, И.В. Основы управления мотоциклом и безопасность движения: учебник водителя транспортных средств категории «А» / И.В. Ксенофонтов. – М.: ЗАО КЖИ «За рулём», 2004. – 80 с.
2. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. – URL: <http://stat.gibdd.ru/>
3. Автомобили: Теория эксплуатационных свойств: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / А.М. Иванов, А.Н. Нарбут, А.С. Паршин, А.Н. Солнцев, В.В. Гаевский; под ред. А.М. Иванова. – 2-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2014. – 176 с.
4. Материалы 27-й международной конференции по гибкой автоматизации и интеллектуальному производству, 27–30 июня 2017 г. – Б.м., 2017. – № 11. – С. 2061–2068.
5. Гаевский, В.В. Перспективные способы повышения безопасности одноколесных транспортных средств. / В.В. Гаевский, М.С. Подольский // Журнал автомобильных инженеров. – 2015. – № 1 (90). – С. 36–39.
6. Варламова, Е.С. Пути повышения устойчивости мотоцикла / Е.С. Варламова, И.М. Князев, В.В. Гаевский // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 6 (34). – С. 12–14.
7. Варламова, Е.С. Проблема устойчивости мототранспортных средств / Е.С. Варламова, И.М. Князев, В.В. Гаевский // Вестник Академии военных наук. – 2014. – № 4 (49). – С. 69–72.

References

1. Ksenofontov I.V. *Osnovy upravleniya motociklom i bezopasnost' dvizheniya* (Basics of motorcycle control and traffic safety), Moscow, ZAO KZhl «Zarulyom», 2004, 80 p.

2. Svedeniya o pokazatelyax sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya, <http://stat.gibdd.ru>

3. Ivanov A.M., Narbut A.N., Parshin A.S., Solncev A.N., Gaevskij V.V., *Avtomobili: Teoriya ekspluatacionnyh svojstv* (Automobiles: The theory of operational properties), Moscow, Akademiya, 2014, 176 p.

4. Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii po gibkoj avtomatizacii i intellektual'nomu proizvodstvu, 2017, no. 11, pp. 2061–2068.

5. Gaevskij V.V., Podol'skij M.S. *Zhurnal avtomobil'nyh inzhenerov*, 2015, no. 1 (90), pp. 36–39.

6. Varlamova E.S., Knyazev I.M., Gaevskij V.V. *Vestnik SibADI*, 2013, no. 6 (34), pp. 12–14.

7. Varlamova E.S., Knyazev I.M., Gaevskij V.V. *Vestnik Akademii voennyh nauk*, 2014, no. 4 (49), pp. 69–72.