

С. Ю. БИЛЫК

Научный руководитель И. С. САЗОНОВ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Идея использования регуляторов тормозных сил на колесах автомобиля не нова. Данная задача решалась с помощью регуляторов тормозных сил, приводивших давление в тормозных приводах задних колес автомобиля в соответствии с изменениями нормальных реакций опорной поверхности по осям автомобиля. В процессе торможения автомобиля возникает пара сил от сил  $F_1, F_2$  в контакте колес с опорной поверхностью и силы инерции  $P_j$ , создающих момент  $M_1$ , под действие которого совершается угловое перемещение остова (рис.1). При этом нормальная реакция опорной поверхности колес передней оси  $N_1$  возрастает, а  $N_2$  уменьшается. За счет возрастания нормальной реакции  $N_1$ , колеса передней оси могут реализовать большие моменты, формируемых в колесных тормозах.

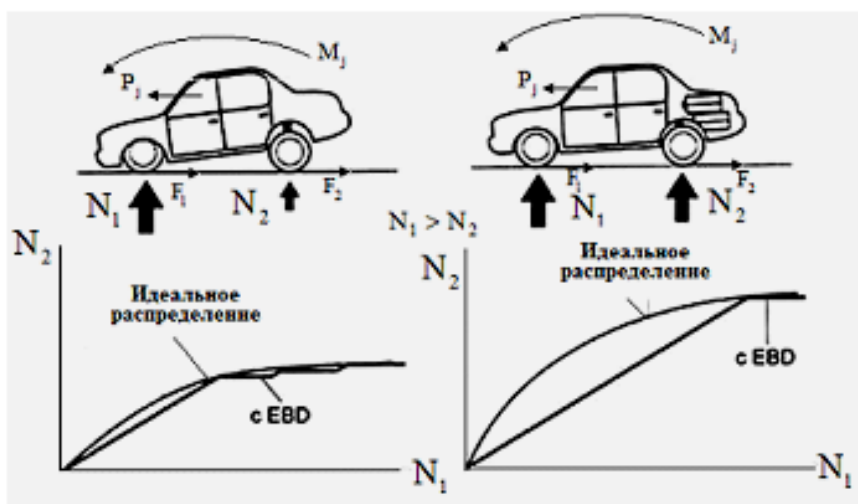


Рис. 1. Схемы к иллюстрации поворота корпуса автомобиля и перераспределения нормальных реакций опорной поверхности его колес

Опыт эксплуатации ABS показал, что его алгоритм управления, основанный на циклическом выключении/включении тормозного привода, не всегда приводит к положительным результатам. Особенно это заметно в ситуации экстренного торможения автомобиля по криволинейной траектории, при котором происходят значительные изменения нормальных реакций  $N_1$  и  $N_2$  по бортам автомобиля, которые связаны с возникновением момента  $M$ , обусловленного возникновением пары сил от боковых реакций колес  $R_1, R_2$  и силы инерции (рис. 2).

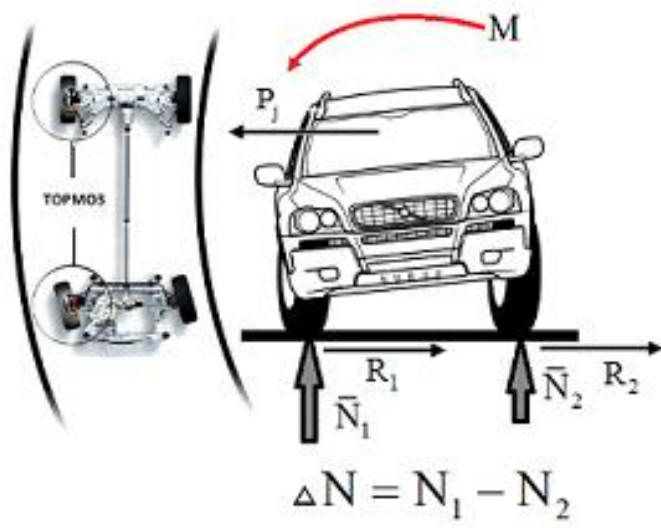


Рис. 2. Схема к возникновению бокового крена кузова автомобиля на криволинейной траектории и перераспределения нормальных реакций опорной поверхности колес по его бортам

АБС заметно увеличивает путь торможения (рис. 3) вследствие чего эффективность торможения снижается. Вторым недостатком АБС – на снегу, песке или ледяной поверхности АБС сводит на нет преимущества шипованных шин. Поскольку растормаживая колеса, система не позволяет шипам проявить всю их действенность. Кроме того, при торможении на ухабистой дороге, одно из колес может зависать в воздухе и блокироваться и АБС подает сигнал на снижение давления в тормозной системе. В результате чего автомобиль может войти в состояние «заноса». В отличие от ABS система EBD постоянно следит за состоянием движения автомобиля. Система EBD основана на компонентах, используемых в ABS, и содержит датчики измерения скорости измерения колес, клапаны тормозной системы, блок управления тормозными моментами по колесам. Таким образом, в систему EBD не добавляются дополнительные модули, которые используются в ABS. EBD расширяет программное обеспечение ABS. Основой функционирования алгоритма EBD является то, что она осуществляет идентификацию изменения нормальных реакций опорной поверхности колес и условия их сцепления с опорной поверхностью путем анализа разности угловых скоростей вращения колес между бортами автомобиля. EBD осуществляет косвенное определение сил (коэффициентов сцеплений) в контакте колес с опорной поверхностью на основе измерения угловых скоростей вращения тормозящих колес. На основе анализа сил устанавливаются критерии регулирования тормозными моментами. Необходимо отметить, что коэффициенты сцепления измеряются десятными долями, то погрешность их расчетов представляется очевидной, и соответственно снижается качество управления. Поэтому для повышения эффективности алгоритма EBD предлагается использовать более высокоинформативный источник, чем угловые скорости вращения колеса – силы в контакте колес с опорной поверхностью. На основе прямого измерения сил в контакте колес





с опорной поверхностью можно осуществить идентификацию скольжения контактов колес путем анализа знаков производных от сил по времени [1, 2]. Результатами экспериментальных исследований установлено, что критерием формирования сигналов управления тормозными моментами является отрицательный знак производных от сил в контакте колес с опорной поверхностью по времени, который идентифицирует скольжение контакта колеса относительно опорной поверхности.

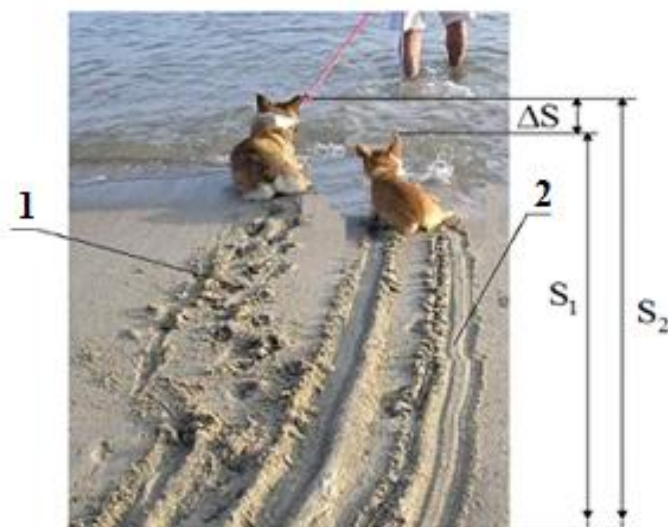


Рис. 3. Иллюстрация к работе ABS

#### Выводы.

1. Анализ алгоритмов современных систем EBD автомобиля показал, что причиной низкого качества регулирования тормозными моментами на колесах автомобиля является низкая информативность источников первичной информации – угловые скорости вращения колес.

2. Повышение эффективности алгоритма EBD можно обеспечить путем прямого измерения и анализа тормозных моментов (сил), позволяющих идентификацию скольжения контактов тормозящих колес по отрицательному знаку производной от моментов (сил) по времени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2131365 (RU), МКИ<sup>6</sup> В 60 Т 8/52, G 01 L 5/28. Устройство измерения тормозного момента / Г. В. Бочкарев, В. А. Ким, Ф. А. Ким, В. С. Портасенок, Р. И. Фурунжиев. – № 97109779/28 ; заявл. 13.06.1997 ; опубл. 10.06.1999, Бюл. № 16. – 6 с.

2. Междун. заявка 98/01332 (WO), МКИ<sup>6</sup> В60Т 8/52. Способ управления антиблокировочной системой торможения транспортного средства / В. А. Ким, Ф. А. Ким, В. С. Портасенок, Р. И. Фурунжиев, В. П. Лобах, Г. В. Бочкарев. – № PCT/BY96/0 ; опубл. 01.02.1998, GAZETTE №2. – 97 с.

3. Пат. 4.822.113 США, МКИ В 60 Т 8/58. Anti-lock Brake Control System / A. Kade, H. G. Hopkins, M. A. Salman (США); BOEING. – № 784609 ; заявл. 14.03.1972 ; опубл. 11.08.1974, Бюл. № 405. – 21 с.