

11. Волков В.П. Оценка стабильности распределения тормозных сил между осями колесной машины / Волков В.П. // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2001.– №7. – С. 72–74.

12. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб.пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с. – Режим доступа: <http://www.books.google.com.ua/books>.

Назаров Александр Иванович, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, hefer64@ukr.net

Журавлев Владислав Сергеевич, магистр, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Кулиш Павел Геннадиевич, магистр, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕС С ДОРОГОЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ДИНАМИКИ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Функциональная стабильность взаимодействия колес с дорогой определяет стабильность всех характеристик динамики автомобиля: тормозной и тяговой эффективности, курсовой, траекторной устойчивости и управляемости [1–4].

Нарушение этой стабильности происходит, как правило [5], из-за ошибок водителя при воздействии на органы управления автомобилем, вследствие которых к колесам прикладываются тормозные или крутящие моменты, превышающие максимально возможные моменты продольных реакций в контакте колес с дорогой, определяемые нагрузочно-сцепными условиями [6].

Нарушение стабильности заключается в блокировании колес в тормозном режиме или в буксовании – в тяговом. И в том, и в другом случае наблюдается снижение величины продольных реакций в контакте колес с дорогой, т.е. частичная потеря тормозной либо тяговой эффективности, и практически до нуля падает способность колеса воспринимать боковые силы без срыва в боковое скольжение, т.е. полностью теряется устойчивость и управляемость [1, 7, 8].

Процессы блокирования колеса и срывы в буксование протекают настолько быстро, что водитель в силу ограниченности своих психофизиологических возможностей не может самостоятельно исправить ошибки управления, а тем более предотвратить их.

Корректировка действий водителя с целью предотвращения ошибок управления возможна только с помощью систем автоматического управления [9], известных как антиблокировочные и противобуксовочные системы (АБС и ПБС). Такие системы серийно выпускаются и устанавливаются на автомобилях уже более 30 лет. Однако, алгоритмы их функционирования требуют для

реализации применения сложных и дорогих бортовых контроллеров и исполнительных элементов-модуляторов давления в исполнительных аппаратах тормозного привода.

При качении колеса по недеформируемой поверхности в зоне контакта, при передаче тормозного момента происходит проскальзывание элементов протектора по опорной поверхности. Чем больше величина передаваемого тормозного момента, тем больше количество элементов шины участвует в скольжении. В предельном случае все пятно контакта скользит по опорной поверхности [10].

Коэффициент сцепления шины с мокрой дорогой уменьшается по сравнению со сцеплением с сухой дорогой на величину, пропорциональную параметру, который характеризует форму и размеры элемента в плане [11].

Тип и состояние дорожного покрытия изменяют коэффициент сцепления шин с дорогой от наименьших (0,05) до максимальных (1,0) значений, применяемых на практике [12].

Из литературных источников [1–12] следует, что тормозной путь во многом зависит от коэффициента сцепления шин с дорогой. Такой вывод используется для улучшения сцепных качеств шин без заметного ухудшения износостойкости протектора, так как коэффициент сцепления шины, например, с мокрой дорогой возрастает при уменьшении размеров элемента рисунка [11].

Таким образом, в процессе эксплуатации влияние конструктивных факторов на реализацию коэффициента сцепления в пятне контакта шины с опорной поверхностью можно характеризовать в общем случае следующими показателями [11, 12].

Рисунок протектора. На твердых и сухих покрытиях коэффициент сцепления увеличивается при увеличении коэффициента насыщенности контакта. На мокрых дорогах с твердым покрытием коэффициент сцепления увеличивается при улучшении выхода воды и грязи с поверхности контакта. На деформируемых дорогах коэффициент сцепления увеличивается при увеличении площади среза элементов грунта и очищении рисунка протектора [11].

Динамический диаметр колеса. Увеличение динамического диаметра [12] колеса приводит к увеличению коэффициента сцепления незначительно на дорогах с твердым покрытием и существенно на деформируемых дорогах, что объясняется увеличением угла наклона реакции плоскости дороги, в результате чего уменьшается отрицательная составляющая продольной реакции [28].

Влияние эксплуатационных факторов на реализацию коэффициента сцепления в пятне контакта шины с опорной поверхностью можно характеризовать в общем случае следующими показателями.

Тип и состояние покрытия. Сцепление шины с дорогой определяет величину тормозной силы на всех колесах и оказывает влияние на продольную и боковую устойчивость автомобиля [1–4].

Шероховатость покрытия. При износе дороги коэффициент сцепления снижается, поэтому необходима специальная обработка покрытий, для восстановления сцепных свойств.

Скорость движения. С увеличением скорости коэффициент сцепления снижается [13], причем в большей степени на мокрой и грязной дороге (пленка воды, гидродинамическое давление, аквапланирование). Рекомендуется [12] в качестве расчетного принимать значение коэффициента сцепления, соответствующее начальной скорости торможения.

Износ протектора. При износе протектора коэффициент сцепления уменьшается [11, 12], причем более интенсивно при износах превышающих 50%. При полных износах и недостаточной шероховатости покрытия φ снижается до 0,2-0,25. Требованиями установлена предельная глубина рисунка протектора для легковых автомобилей – до 1,6 мм.

Давление воздуха в шине. На сухих чистых и твердых покрытиях увеличение давления приводит к некоторому уменьшению коэффициента сцепления [11]. На деформируемых дорогах уменьшение давления приводит к росту коэффициента сцепления.

Нормальная нагрузка. На деформируемых дорогах при увеличении нагрузки увеличивается отрицательная составляющая продольной силы, являющаяся проекцией реакции на плоскость дороги [12]. На дорогах с твердым покрытием увеличение нагрузки приводит к увеличению коэффициента сцепления.

Если значения коэффициентов сцепления на всех колесах обеих осей легкового автомобиля одинаковы, то оптимальное соотношение между тормозными силами равно соотношению между нормальными реакциями, действующими на левом и правом колесе каждой оси [12]. Это обстоятельство объясняется тем, что, во-первых, коэффициент сцепления достигает своего максимального значения при определенном коэффициенте скольжения. Если такая величина скольжения достигается одновременно у всех колес, то тормозная сила на каждом из них будет предельно возможной. При этом будет достигаться максимально возможное замедление и соответственно, минимально возможный тормозной путь. Если у колес какой-либо из осей оптимальная величина скольжения будет достигнута раньше, то на остальных колесах предельная тормозная сила по сцеплению еще не достигнет своего максимального значения. Дальнейшее нажатие на тормозную педаль с целью увеличения давления в контурах тормозного привода соответствующих колес (тормозных сил), которые еще не достигли оптимальной величины скольжения, приведет к увеличению скольжения у колес, достигших оптимального скольжения первыми.

Такой процесс торможения оказывает существенное значение на способность затормаживаемых колес противостоять действию внешним боковым силам, к которым относятся поперечная составляющая силы веса, возникающая в результате поперечного наклона дороги, поперечная сила ветра, поперечные силы, возникающие вследствие движения по дороге с

фиксированным радиусом кривизны, приводящие к неравности тормозных сил левого и правого бортов легкового автомобиля.

Поэтому для стабильного торможения автомобиля в любых дорожных условиях с максимальным замедлением необходимо, чтобы тормозные силы на колесах автомобиля всегда были пропорциональны их нормальным нагрузкам и коэффициентам сцепления.

Эта проблема может быть решена двумя способами [12]: автоматической регулировкой силы воздействия тормозных колодок на диски или барабаны (автоматическое регулирование давления в контурах тормозного привода) и уменьшением размеров тормозных дисков задних колёс или радиуса качения колес, что является невозможным.

Література

1. Подригало М.А. Устойчивость колесных машин при торможении / Подригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И. – Харьков: Издательство ХГАДТУ. – 1999. – 93 с.

2. Подригало М.А. Причины снижения курсовой устойчивости легковых автомобилей в процессе эксплуатации / М.А. Подригало, В.И. Назаров // Автомобильный транспорт. – Харьков, 2010. - №26. – С. 39-42.

3. Литвинов А.С. Характеристики основных элементов автомобиля, влияющих на устойчивость и управляемость / А.С. Литвинов // Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971. – С. 28-340.

4. Бобошко А.А. Анализ факторов, влияющих на управляемость и устойчивость автомобиля / А.А. Бобошко // Автомобильный транспорт. – Харьков: Изд-во ХГАДТУ, 1998. – Вып. 1. – С. 62-63.

5. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / [Хачатуров А.А., Афанасьев В.Л., Васильев В.С., Гольдин Г.В. и др.] / под ред. А.А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.

6. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / [Туренко А.Н., Богомолов В.А., Клименко В.И. и др.]. – Харьков: Изд-во ХНАДУ (ХАДИ), 2002. – 400 с.

7. Бобошко А.А. Оценка предельных по условиям сцепления колес с дорогой, показателей управляемости автомобилей и тракторов / Бобошко А.А. // Автомобильный транспорт. – Харьков, 2001. – Вып. 7. – С. 92-94.

8. Бобошко А.А. Оценка предельных по сцеплению колес с дорогой показателей поворотливости автомобилей / Бобошко А.А. // Вестник СевГТУ. – Севастополь, 2002. – Вып. 36. – С. 131-134.

9. Ломака С.И. Автоматизация процесса торможения автомобиля: учеб. пособ. [для студ. высш. учеб. завед.] / Ломака С.И., Алекса Н.Н., Гецович Е.М. – Киев: УМК ВО, 1988. – 88 с.

10. Зотов Н.М. Применение φ - s_x диаграммы при расчете динамики затормаживаемого колеса [Текст] / Н.М. Зотов, Е.В. Балакина // Проблемы машиностроения и надежности машин. – М.: Наука, 2007. – №2. – С. 103-109. – ISSN 0235-7119.