

ВЛИЯНИЕ НЕСОВПАДЕНИЯ КОЛЕИ КОЛЕС НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

Сергиенко И.В., Сарбаев Д.С., Кочетов М.С., Горбатова В.В.

Ключевые слова: колесная машина, колея, устойчивость движения.

Аннотация. Влияние несовпадения колеи колес на эксплуатационные свойства колесной машины неоднозначно. В статье приведена разработанная авторами схема зависимостей этих свойств от колеи. Также, из проведенных авторами экспериментов, были выявлены оптимальные значения исследуемых параметров в экстремальных режимах движения. В результате раскрыты сложные связи колеи со свойствами активной безопасности автомобиля.

INFLUENCE OF WHEEL TRACK MISMATCH ON THE PERFORMANCE PROPERTIES OF A WHEELED VEHICLE

Sergienko I.V., Sarbaev D.S., Kochetov M.S., Gorbatova V.V.

Keywords: wheeled vehicle, wheel track, movement stability.

Abstract. The influence of wheel track mismatch on the performance properties of a wheeled vehicle is ambiguous. The article presents the scheme of dependencies of these properties on the track developed by the authors. Also, from the experiments carried out by the authors, the optimal values of the studied parameters were identified in extreme driving modes. As a result, the complex relationships of the wheel track with the active safety properties of the vehicle are revealed.

С увеличением количества автомобилей на дорогах, несмотря на улучшения их конструктивных и эксплуатационных параметров, в последнее время возросла частота дорожно-транспортных происшествий. Повышение активной безопасности автотранспортных средств – один из основных вариантов решения этой проблемы.

Активная безопасность автомобиля – это свойства, заложенные в его конструкцию и направленные на предотвращение ДТП (устойчивость, управляемость, тормозная динамика). Эти свойства обеспечиваются конструкционными параметрами колес, шин, рулевого управления и подвески. Несмотря на множество работ в области улучшения устойчивости и управляемости автомобилей [1-4], ряд свойств элементов шасси на сегодняшний день остаётся недостаточно изученным. Поэтому тема обладает актуальностью и практической значимостью.

Колея автомобиля является одним из его основных конструктивных параметров. Известно, что она оказывает, так же, как и база, существенное влияние на устойчивость, управляемость и тормозную динамику автомобиля. Это влияние обосновано тем, что величины колеи и базы связаны с интенсивностью перераспределения нормальных нагрузок на колеса в разных режимах движения автомобиля.

Целью работы является исследование влияния несовпадения колеи колес передней и задней осей на устойчивость и управляемость, а также выбор значений указанных параметров для улучшения активной безопасности автомобиля. Для достижения поставленной цели взята существующая

математическая модель, положенная в основу программных продуктов StabAuto [5], модернизированная под задачи исследования.

Исследование оценочных параметров производилось в том числе и в экстремальных режимах движения: торможение в повороте, торможение на дороге с неравномерностью сцепных свойств по бортам (микст), выполнение маневра «вход в поворот» и выполнение маневра «переставка». В каждом режиме движения проводился расчет 25 различных комбинаций величин свободных радиусов передних и задних колес автомобиля.

Для исследования использовался объект – автомобиль категории N1. Начальная скорость автомобиля – от 10 м/с до 30 м/с в зависимости от режима движения, радиус поворота – 35 м.

Расчетными выходными параметрами были: линейные отклонения осей от заданной траектории движения, угол разворота и тормозной путь автомобиля. Величины этих оценочных параметров определяются следующими явлениями: наличие или отсутствие контакта колес с опорной поверхностью; боковой увод; колебания управляемых колес.

Колея автомобиля является одним из его основных конструктивных параметров. Известно, что она оказывает, так же, как и база, существенное влияние на устойчивость, управляемость и тормозную динамику автомобиля. Это влияние обосновано тем, что величины колеи и базы связаны с интенсивностью перераспределения нормальных нагрузок на колеса в разных режимах движения автомобиля. Логика сложного и неоднозначного влияния базы на свойства активной безопасности достаточно изучена. В математических моделях движения автомобиля, разработанных разными исследователями, присутствует также и колея автомобиля. Существуют и автомобили с разной колеей передних и задних колес. Однако отсутствует теоретическое обоснование выбора колеи и ее оптимизация, что связано, очевидно, со сложными и неоднозначными путями влияния колеи на явления в пятне контакта каждого колеса с дорогой и на оценочные параметры свойств активной безопасности автомобиля. Основными оценочными параметрами указанных свойств являются линейные отклонения осей от заданной траектории движения, угол разворота и тормозной путь. Величины этих оценочных параметров определяются, как уже было сказано, следующими явлениями: колебаниями управляемых колес; боковым уводом колес; наличием или отсутствием контакта колеса с дорогой. Эти явления можно назвать вторичными, поскольку их характеристики зависят от первичного явления перераспределения нормальных нагрузок на колеса. Перераспределение нормальных нагрузок на колеса может быть продольным, зависящим в первую очередь от базы и от продольных сил инерции при разгоне и торможении автомобиля, и поперечным, зависящим в первую очередь от колеи и боковой силы. Разработанная авторами разработана схема влияния колеи на эксплуатационные свойства автомобиля показана на рисунке 1.

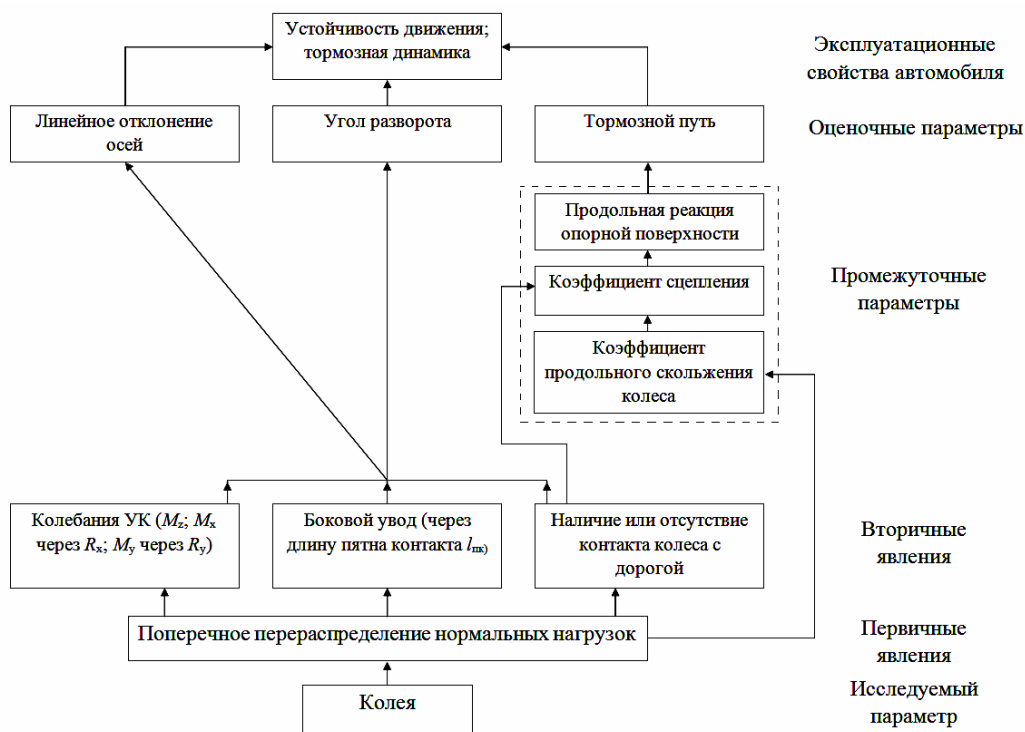


Рис. 1. Схема зависимости эксплуатационных свойств автомобиля от колеи

Поскольку величина нормальной нагрузки определяет длину пятна контакта шины с дорогой, то поперечное перераспределение нормальных нагрузок определяет величины текущих углов увода. Влияние поперечного перераспределения нормальных нагрузок на колебания управляемых колес объясняется зависимостью некоторых моментов на управляемых колесах от нормальной реакции опорной поверхности. При отсутствии контакта колеса с дорогой отсутствует и коэффициент сцепления, и продольная реакция опорной поверхности, определяющие тормозной путь, кроме того, сама продольная реакция непосредственно зависит от нормальной реакции опорной поверхности. При этом нормальная реакция опорной поверхности определяет момент по сцеплению:

$$M_{cц} = R_z \cdot \varphi \cdot R_d ; \quad (1)$$

где R_z – нормальная реакция опорной поверхности; φ – коэффициент сцепления; R_d – динамический радиус колеса.

Этот момент оказывает влияние на параметры торможения колеса, и, следовательно, на коэффициент продольного скольжения $f(s)$.

При этом коэффициент сцепления напрямую определяет продольную реакцию опорной поверхности и в наибольшей степени зависит от коэффициента продольного скольжения $\varphi = f(s)$.

Таким образом, раскрыты сложные и переплетенные взаимосвязи колеи со свойствами активной безопасности автомобиля. Они показывают, что

разная колея передних и задних колес неоднозначно определяет параметры устойчивости движения и тормозную динамику. Рекомендуемые величины колеи колес передней и задней осей предположительно определяются тем, какой из описанных процессов идет быстрее в автомобиле, характеризующемся своими индивидуальными конструктивными параметрами в различных режимах движения.

На основании многочисленных расчетных экспериментов, при проведении которых «перебирались» сочетания входных параметров: колеи колес передней и задней осей в относительных величинах по отношению к прототипу автомобиля в диапазоне 0,8...1,2. В результате исследований сделаны следующие выводы:

- в разных режимах движения изменение задней колеи практически не влияет на линейные отклонения;
- увеличение передней колеи у рассматриваемого автомобиля (примерно на 7%) дает оптимальное значение этого параметра для данного автомобиля.

Список литературы

1. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
2. Балакина Е.В. Определение взаимного расположения сил, реакций и зон трения в пятне контакта эластичного колеса с твердой поверхностью / Е.В. Балакина, Н.М. Зотов // Трение и износ. – 2015. – Т. 36, № 1. – С. 36-40.
3. Балакина Е.В. Повышение устойчивости движения колесной машины путем выбора величины базы / Е.В. Балакина, А.В. Кочетков, Р.Р. Санжапов, Н.М. Зотов // Грузовик. – 2015. – № 12. – С. 23-25.
4. Бухин Б.Л. Введение в механику пневматических шин. – М.: Химия, 1988. – 223 с.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016618018 РФ. Программный комплекс StubAuto1 / Балакина Е.В.; заявитель и патентообладатель Волгоградский ГТУ; заявл. 06.04.2016. – 2016612239; дата государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ 19.07.2016.

References

1. Automobile reference book: Trans. from English – 2nd ed., reprint. and add. – М.: Behind the rudder, 2004. – 992 p.
2. Balakina E.V. Determination of the Mutual Arrangement of Forces, Reactions, and Friction Zones in the Contact Zone of an Elastic Wheel with a Solid Surface / E.V. Balakina, N.M. Zotov // Journal of Friction and Wear. – 2015. – Vol. 36, № 1. – P. 36-40.
3. Balakina E.V. Improving the stability of a wheeled vehicle by selecting the size of the base / E.V. Balakina, A.V. Kochetkov, R.R. Sanzhapov, N.M. Zotov // Truck. – 2015. – № 12. – P. 23-25.

4. Bukhin B.L. Introduction to the mechanics of pneumatic tires. – M.: Chemistry, 1988. – 223p.
5. Certificate of state registration of the computer program № 2016618018. Russian Federation. Software package StubAuto1 / Balakina E.V.; applicant and patent holder Volgograd STU; application 06.04.2016. – 2016612239; date of state registration in the register of computer programs 19.07.2016.

Сергиенко Иван Васильевич – аспирант, sergienko-1993@mail.ru	Sergienko Ivan Vasilyevich – postgraduate, sergienko-1993@mail.ru
Сарбаев Дмитрий Сергеевич – аспирант, sards93@gmail.com	Sarbaev Dmitriy Sergeevich – postgraduate, sards93@gmail.com
Кочетов Михаил Сергеевич – аспирант, kochetov_m.s.1995@mail.ru	Kochetov Mikhail Sergeevich – postgraduate, kochetov_m.s.1995@mail.ru
Горбатова Виктория Викторовна – аспирант, viktoriagorbatova@yandex.ru	Gorbatova Viktoria Viktorovna – postgraduate, viktoriagorbatova@yandex.ru
Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия	Volgograd state technical university, Volgograd, Russia

Received 05.04.2021