

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-5>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/38TVN515.pdf>

DOI: 10.15862/38TVN515 (<http://dx.doi.org/10.15862/38TVN515>)

УДК 629.113

Санжапов Рустам Рафилевич

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»
Кафедра «Автомобильный транспорт»
Россия, г. Волгоград
Старший преподаватель
Заместитель декана факультета «Автомобильного транспорта»
E-mail: rs@vstu.ru

Балакина Екатерина Викторовна

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»
Кафедра «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»
Россия, г. Волгоград
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: rs@vstu.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Россия, г. Пермь¹
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: soni.81@mail.ru

Зотов Николай Михайлович

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»
Кафедра «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»
Россия, г. Волгоград
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: zotovnm@vstu.ru

Исследования закономерностей влияния базы автомобиля на его устойчивость движения при торможении

¹ 410022, г. Саратов, ул. Азина, д. 38 «В», кв. 4

Аннотация. Существующие многочисленные исследования свидетельствуют о неоднозначности влияния базы колесной машины на ее устойчивость движения. Это связано с тем, что величина базы не только определяет текущие значения нормальных нагрузок колес на дорогу, но и обеспечивает неравномерность роста коэффициентов продольного скольжения на разных колесах. Величина этой неравномерности зависит от режима движения и скорости машины. В статье описана разработанная методика исследования влияния базы колесной машины на оценочные показатели устойчивости движения, а также изложены результаты расчета по ней.

Ключевые слова: колесная машина; устойчивость движения; выбор величины базы; динамика; шина; скорость; торможение; режим; нагрузки; расчет.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Санжапов Р.Р., Балакина Е.В., Кочетков А.В., Зотов Н.М. Исследования закономерностей влияния базы автомобиля на его устойчивость движения при торможении // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/38TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/38TVN515

Введение

Величина базы колесной машины (КМ), как известно из многочисленных исследований [1-12], определяет величины продольного перераспределения нормальных нагрузок при торможении и переезде неровностей дороги. При торможении с максимальными коэффициентами сцепления это перераспределение не должно существенно перегружать шины передних колес (максимальная нагрузка не должна превышать допустимой нормальной нагрузки выбранной шины). Иначе придется менять шины на более прочные, которые имеют больший диаметр и большую массу, а любое увеличение неподрессоренной массы негативно сказывается на устойчивости, управляемости и тормозной динамике автомобиля.

Постановка задачи

С целью заведомого неухудшения устойчивости, управляемости и тормозной динамики вновь создаваемой модели машины, базу желательно уменьшать или сохранять как у прототипа. В случае возникновения потребности некоторого увеличения базы по имеющимся причинам, необходимо, по возможности, ограничиваться таким ее увеличением, чтобы не увеличивать массу шин.

Метод решения

Авторами выявлен еще один путь влияния базы КМ на параметры ее устойчивости движения как при равномерном движении, так и при торможении: через неравномерность роста коэффициентов продольного скольжения на разных колесах [4, 5]. Величина этой неравномерности, как выяснилось, зависит от режима движения и скорости машины, отсюда это влияние на "поведение машины на дороге" является неоднозначным и требует исследования.

В ходе исследования определены зависимости между базой и массами (полной и снаряженной) разных транспортных средств (ТС). Установлено, что в пределах 20%-го разброса можно целесообразно изменять базу при той же массе автомобиля, не нарушая общепринятых пропорций машины.

Разработана расчетная методика оценки влияния базы на устойчивость движения КМ. Проведена серия расчетов с целью определения величин оценочных параметров устойчивости движения при разных диапазонах значений баз, разных режимах движения и разной загрузке КМ.

Для полноты анализа влияния базы колесной машины на устойчивость ее движения рассматривались в диапазоне эксплуатационных скоростей все режимы движения:

- равномерное прямолинейное (покрытие – сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);
- равномерное в повороте (сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);
- торможение на прямой (сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);
- торможение в повороте (сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);
- торможение на «микст» «мокрый асфальтобетон – мокрый базальт» (с коэффициентами сцепления при юзе по бортам: слева – 0,5; справа – 0,3).

Особый интерес представляют режимы торможения, которые связаны с продольным перераспределением нормальных реакций (зависит от базы) и режимы поворота, которые связаны с поперечным распределением нормальных реакций. Самый экстремальный из перечисленных – режим торможения в повороте, так как происходит перераспределение реакций в двух направлениях.

Именно характер перераспределения нормальных реакций определяет порядок блокирования колес (при отсутствии электронной системы управления движением) или порядок «выхода» колес на определенное значение коэффициента продольного скольжения колеса (при наличии такой системы). Это явление обуславливает разные продольные реакции на колесах автомобиля и, соответственно, через явления увода и колебаний управляемых колес влияет на устойчивость движения автомобиля.

При исследовании режима «поворот» моделировался правый поворот радиусом 35 м в соответствии с разметкой испытательного участка «вход в поворот» автополигона НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» [1, 6]. При исследовании режима торможения на «микст» моделировался соответствующий испытательный участок автополигона НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» «мокрый асфальтобетон – мокрый базальт» (с коэффициентами сцепления при юзе по бортам: слева – 0,5; справа – 0,3).

Расчеты производились при полной и снаряженной массе сначала при номинальной базе для разных скоростей движения и выявлялась для соответствующего режима максимальная скорость, при которой автомобиль еще находится в габаритном коридоре движения.

Затем производились расчеты для этой скорости в соответствующем режиме и изменялось значение базы от номинального до +20 и -20% от номинального в обе стороны через 5%.

Обсуждение результатов

Проведен анализ полученных результатов и алгоритма влияния базы на линейное отклонение, тормозной путь и угол разворота КМ в режиме экстренного торможения прямолинейного на «микст» и в повороте.

Определено, что симметричное изменение базы относительно прототипа не влияет на устойчивость движения. Изменение базы за счет изменения расстояния от задней оси до центра масс (для автомобиля с передним расположением двигателя), что конструктивно удобнее, существенно влияет на устойчивость движения, особенно в режимах торможения при наличии боковой силы: прямолинейном на «микст» и в повороте.

Установлено, что влияние базы автомобиля на его устойчивость движения неоднозначно по трем признакам: явлению увода эластичных колес, явлению самоповорота управляемых колеса, свойствам блокирования колес (или «выходу» их на заданное значение коэффициента продольного скольжения при наличии АБС).

Доказано, что при изменении базы в любую сторону порядок блокирования колес (или порядок «выхода» их на заданное значение коэффициента продольного скольжения) сохраняется.

Выявлено, что порядок блокирования колес не соответствует порядку распределения нормальных реакций на них по причине совместного действия пяти факторов:

- сцепные свойства шины с дорогой;
- нормальная нагрузка, определяющая момент по сцеплению;

- нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, уменьшению динамического радиуса и уменьшению по этой причине момента по сцеплению;
- нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, уменьшению динамического радиуса и увеличению по этой причине коэффициента продольного скольжения колеса;
- нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, увеличению длины пятна контакта, увеличению стабилизирующего момента шины и уменьшению увода.

Какой из этих процессов идет быстрее, тот и определяет время блокирования колеса (или "выход" его на заданное значение коэффициента сцепления).

На рисунках 1-6 представлены результаты анализа в графическом виде.

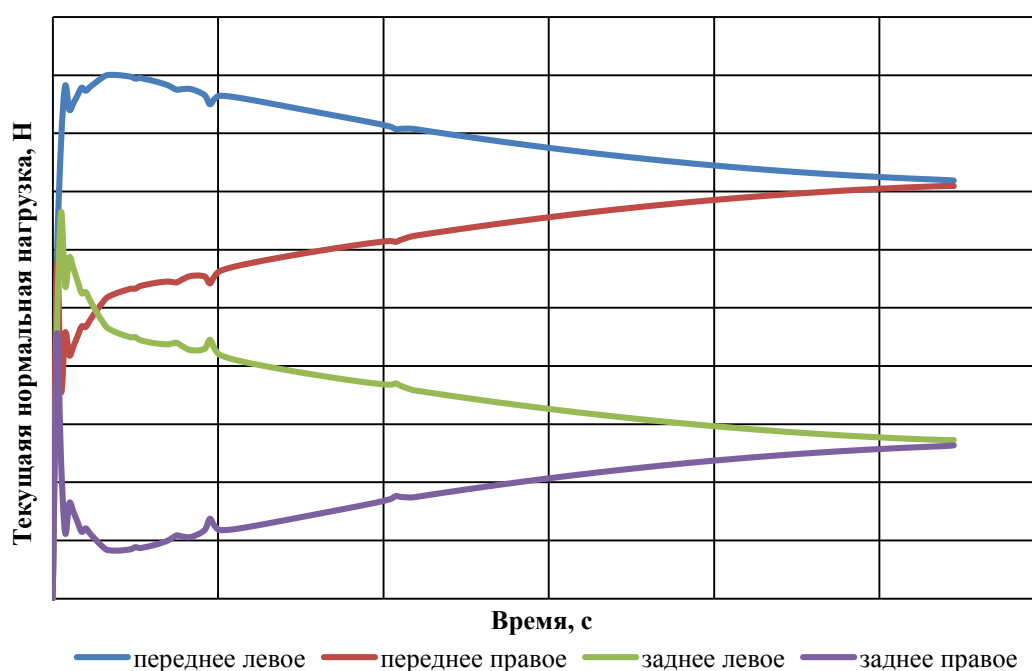


Рис. 1. Изменение нормальной нагрузки колес автомобиля

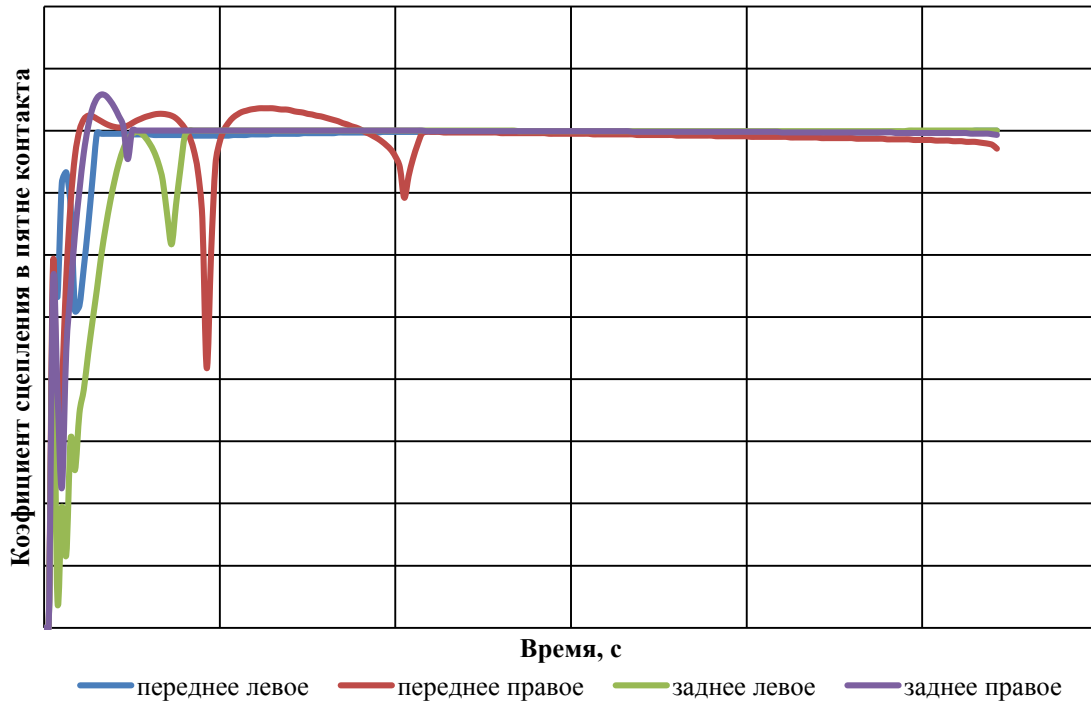


Рис. 2. Изменение коэффициента сцепления колес автомобиля

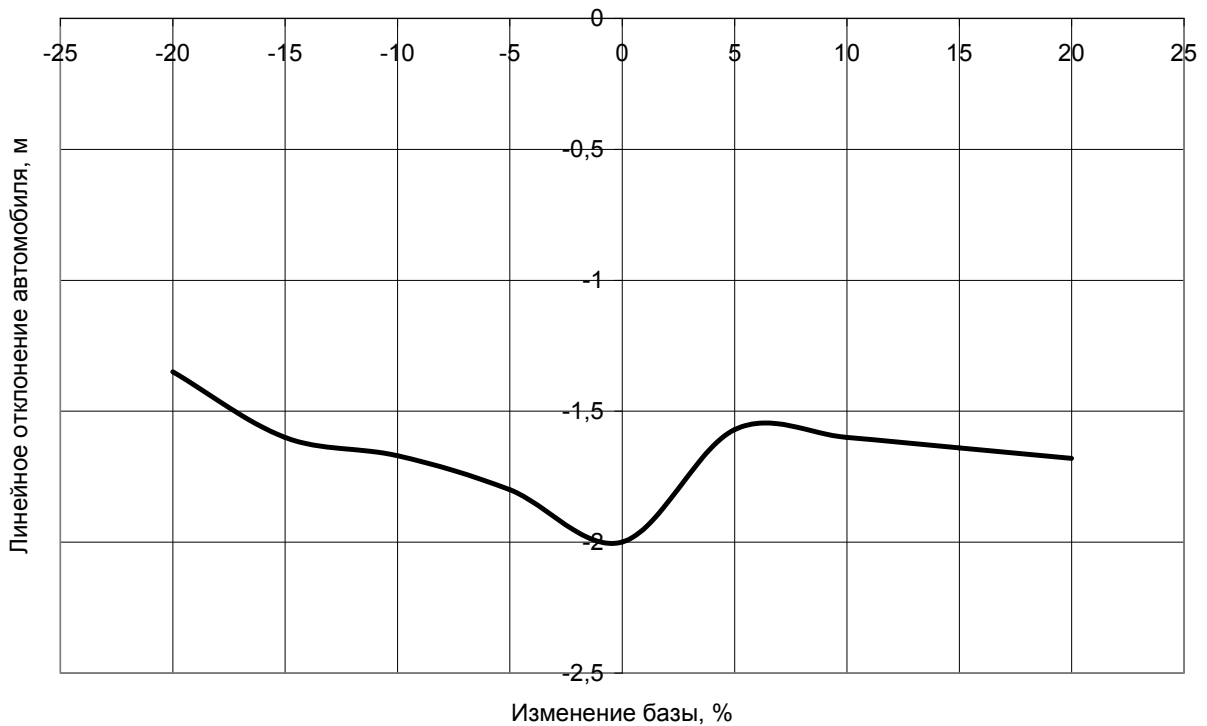


Рис. 3. Линейное отклонение автомобиля от заданной траектории движения в режиме торможения в повороте радиусом 35 м на сухом асфальтобетоне при изменении базы

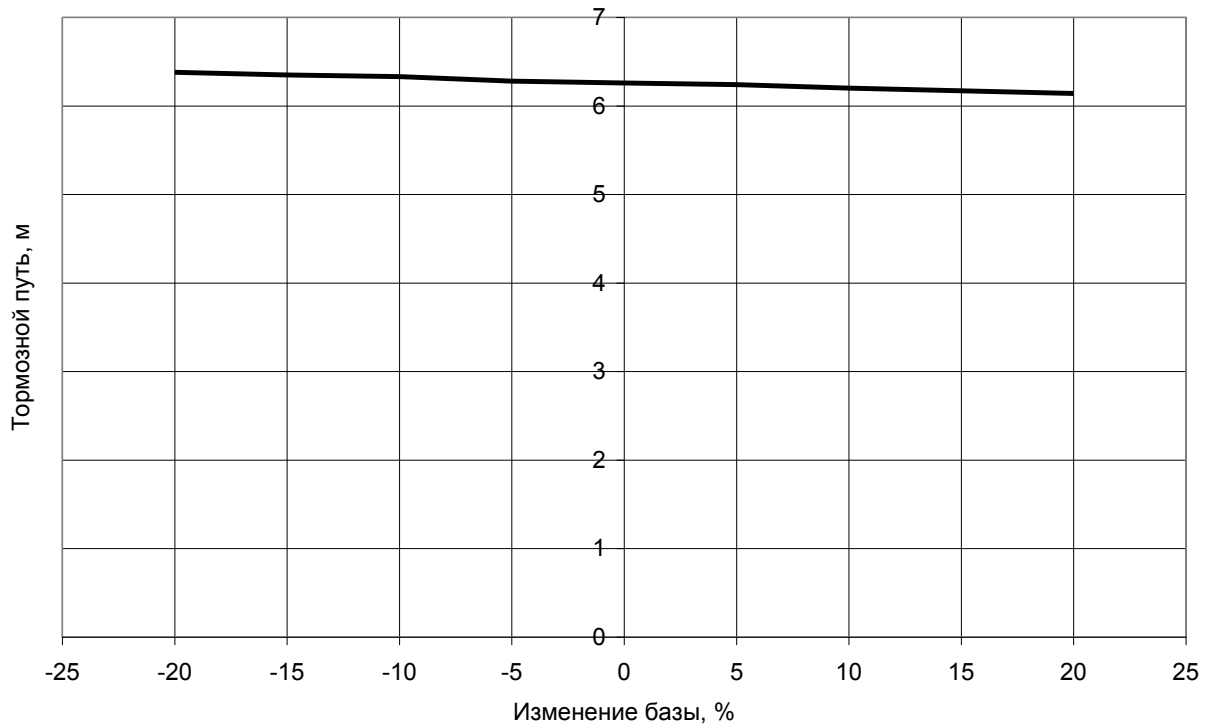


Рис. 4. Тормозной путь автомобиля в режиме торможения в повороте радиусом 35 м на сухом асфальтобетоне при изменении базы

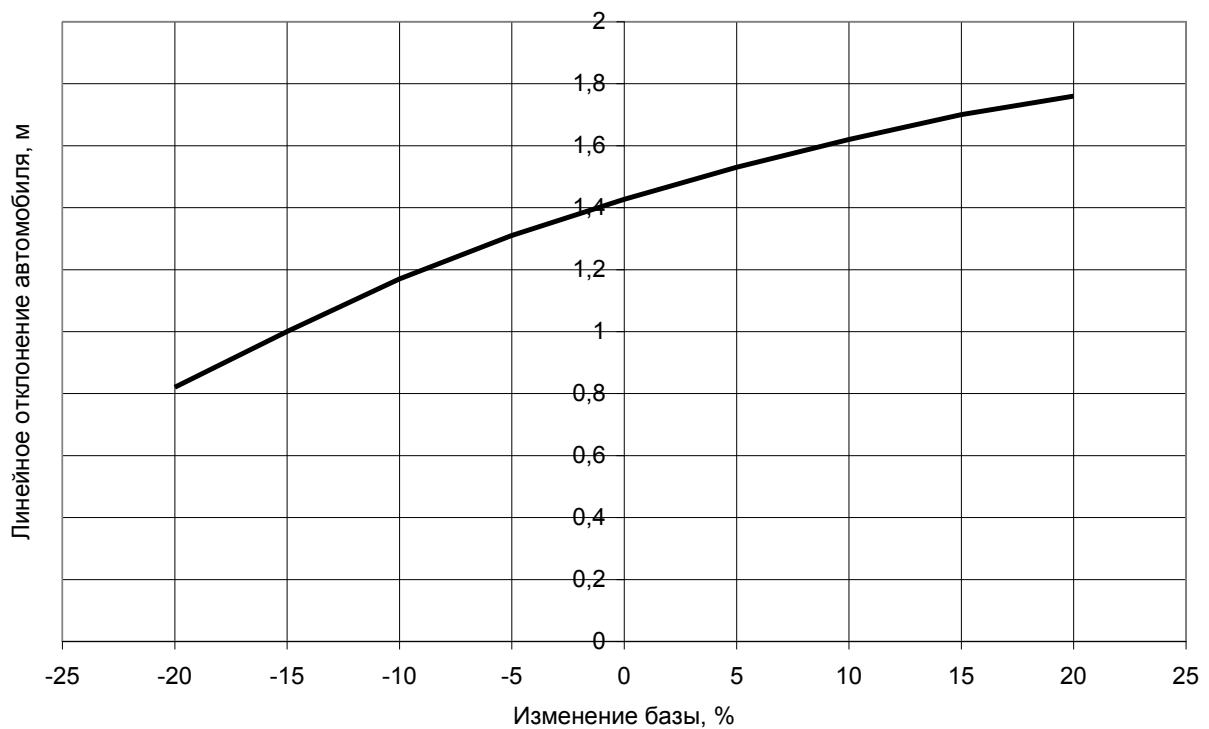


Рис. 5. Линейное отклонение автомобиля от заданной траектории движения в режиме торможения на «микст» при изменении базы

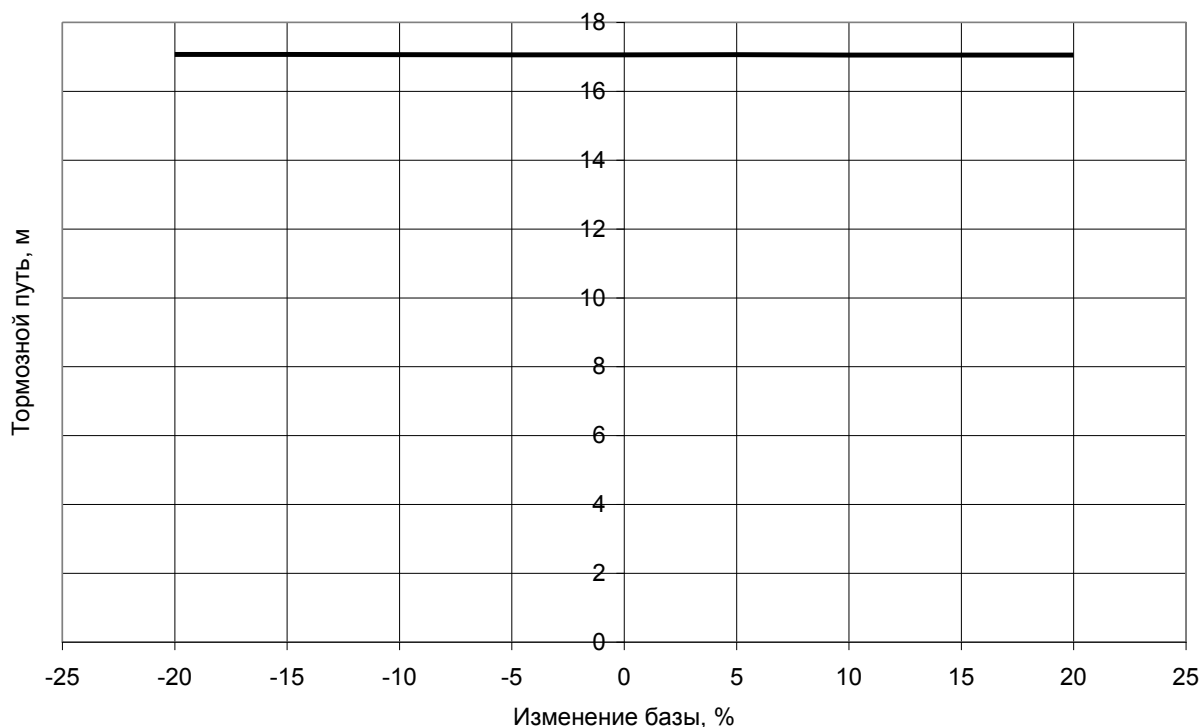


Рис. 6. Тормозной путь автомобиля в режиме торможения на «микст»

Выводы

На примере рассматриваемого объекта – легкового автомобиля категории М1 – доказано, что уменьшение базы до значения, на 20% меньшего номинального, дает:

- улучшение траекторной устойчивости до 43% – при торможении на «микст» и до 33% – при торможении в повороте на сухом асфальтобетоне;
- улучшение курсовой устойчивости до 22% – при торможении на «микст» и до 42% – при торможении в повороте на сухом асфальтобетоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакина Е. Улучшение устойчивости движения колесной машины на основе предпроектного выбора параметров элементов шасси: монография / Е. Балакина. - Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. - 467 с.
2. Кравец В.Н. Теория автомобиля. Учебник для вузов / В.Н. Кравец, В.В. Селифонов. – М.: ООО «Гринлайт», 2011. – 884 с.
3. Петрушов В.А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качения и воздуха. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. – 352 с.
4. Санжапов Р.Р. Анализ влияния базы автомобиля на его устойчивость движения и управляемость / Р.Р. Санжапов, Е.В. Балакина // Автомобильная промышленность. 2009. №6. – С. 25 – 27.
5. Санжапов Р.Р. Анализ влияния базы колесной машины на устойчивость движения / Р.Р. Санжапов, Е.В. Балакина // Тракторы и сельхозмашины. 2011. №8. – С. 21 – 24.
6. Сальников В.И. Расчетно-экспериментальные универсальные зависимости для определения радиальной жесткости шин / В.И. Сальников, А.А. Барашков, Задворнов В.Н., Е.В. Балакина // Автомобильная промышленность. 2014. №7. - С. 13-14.
7. 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, No. 1, pp. 29–32.
8. Hans B. Pacejka. Tire and Vehicle Dynamics. – Published by Elsevier Ltd, USA, 2012. – 632 p.
9. Morris de Beer, Colin Fisher, Louw Kannemeyer. Tyre - pavement interface contact stresses on flexible pavements – quo vadis? / 8th Conference on asphalt pavements for Southern Africa, June 2012.
10. Reza N. Jazar. Vehicle Dynamics: Theory and Application. – Springer Science + Business Media, LLC, 2008. – 1015 p.
11. The Pneumatic Tire. – National Highway Traffic Safety Administration, 2006. – 701 p.
12. Zotov N.M. Using the Nomogram in Calculating the Dynamics of a Braked Wheel / N.M. Zotov, E.V. Balakina // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2007. Vol. 36, No. 2. – С. 193-198.

Рецензент: Овчинников Игорь Георгиевич, профессор, доктор технических наук, заместитель руководителя Поволжского отделения Российской академии транспорта.

Sanzhapov Rustam Rafilich
Volgograd State Technical University
Russia, Volgograd
E-mail: rs@vstu.ru

Balakina Ekaterina Viktorovna
Volgograd State Technical University
Russia, Volgograd
E-mail: rs@vstu.ru

Kochetkov Andrey Viktorovich
Perm national research polytechnical university
Russia, Perm
E-mail: soni.81@mail.ru

Zotov Nikolay Michailich
Volgograd State Technical University
Russia, Volgograd
E-mail: zotovnm@vstu.ru

Researches of laws of influence of base the car on its stability of movement at braking

Abstract. Influence of base of the wheel car (WC) on its stability of movement is ambiguous. The size of base not only defines current values of normal loadings of wheels on road, but also provides a degree of non-uniformity of growth of coefficient of longitudinal sliding on different wheels. The size and a sign on this non-uniformity depends on a mode of movement and speed of the machine. In clause the technique of a choice of size of base of WC developed by authors by criterion of improvement of estimated parameters of stability of movement is described, and also results of calculation after it are stated.

Keywords: wheel car; stability of the movement; choice of size of base; loudspeaker; tire; speed; braking; mode; loadings; calculation.

REFERENCES

1. Balakina E. Uluchshenie ustoychivosti dvizheniya kolesnoy mashiny na osnove predproektnogo vybora parametrov elementov shassi: monografiya / E. Balakina. - Saarbrucken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. - 467 s.
2. Kravets V.N. Teoriya avtomobilya. Uchebnik dlya vuzov / V.N. Kravets, V.V. Selifonov. - M.: OOO «Grinlayt», 2011. - 884 s.
3. Petrushov V.A. Avtomobili i avtopoezda: Novye tekhnologii issledovaniya soprotivleniy kacheniya i vozdukh. - M.: TORUS PRESS, 2008. - 352 s.
4. Sanzhapov R.R. Analiz vliyaniya bazy avtomobilya na ego ustoychivost' dvizheniya i upravlyaemost' / R.R. Sanzhapov, E.V. Balakina // Avtomobil'naya promyshlennost'. 2009. №6. - S. 25 - 27.
5. Sanzhapov R.R. Analiz vliyaniya bazy kolesnoy mashiny na ustoychivost' dvizheniya / R.R. Sanzhapov, E.V. Balakina // Traktory i sel'khoz mashiny. 2011. №8. - S. 21 - 24.
6. Sal'nikov V.I. Raschetno-eksperimental'nye universal'nye zavisimosti dlya opredeleniya radial'noy zhestkosti shin / V.I. Sal'nikov, A.A. Barashkov, Zadvornov V.N., E.V. Balakina // Avtomobil'naya promyshlennost'. 2014. №7. - C. 13-14.
7. 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, No. 1, pp. 29-32.
8. Hans B. Pacejka. Tire and Vehicle Dynamics. - Published by Elsevier Ltd, USA, 2012. - 632 r.
9. Morris de Beer, Colin Fisher, Louw Kannemeyer. Tyre - pavement interface contact stresses on flexible pavements - quo vadis? / 8th Conference on asphalt pavements for Southern Africa, June 2012.
10. Reza N. Jazar. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - Springer Science + Business Media, LLC, 2008. - 1015 p.
11. The Pneumatic Tire. - National Highway Traffic Safety Administration, 2006. - 701 p.
12. Zotov N.M. Using the Nomogram in Calculating the Dynamics of a Braked Wheel / N.M. Zotov, E.V. Balakina // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2007. Vol. 36, No. 2. - S. 193-198.