

УДК 629.1.07

DOI: 10.46960/2782-5477_2022_3_19

Ю.И. Молев¹, Д.Н. Прошин¹, М.Г. Черевастов²

СТАТИСТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ШИН С ДОРОГОЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ, ПРИВЕДЕННЫХ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ЖУРНАЛАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

¹*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева*²*ГУ МВД России по Нижегородской области*

Представлены результаты обработки данных о величине коэффициента сцепления колес с дорогой, выполненное на основе тестов шин, проводимых журналами «За рулем» и «Авторевю» за последние годы. Показано, что используемые в экспертных расчетах данные являются неоднозначными не позволяют четко отвечать на вопрос о наличии или отсутствии у водителей технической возможности избежать дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Приведена методика обработки данных и ее сравнение с расчетными параметрами. Полученные результаты позволяют более точно применять действительные значения действующих на транспортное средство возможных ускорений при выполнении им экстренного торможения.

Ключевые слова: коэффициент сцепления колеса с дорогой, торможение, замедление, обработка данных.

Одним из перспективных путей повышения безопасности дорожного движения являются определение условий возникновения ДТП и оценка действий участников происшествия с технической точки зрения с тем, чтобы разрабатывать рекомендации по изменению требований к техническому состоянию транспортных средств [1]. Одним из наиболее перспективным направлением развития требований к техническому состоянию транспортных средств является совершенствования требований к колесам и шинам, которыми комплектуются транспортные средства. Колеса и шины в значительной степени являются элементами конструкции автомобиля, ответственными за его устойчивость при движении, управляемость в на повороте, а также длину тормозного пути [2-4]. Так, в Правилах дорожного движения (ПДД) СССР, действовавших до 1993 г., запрещалось устанавливать различные типы шин на одну ось транспортного средства, для автобусов и легковых автомобилей; на переднюю ось запрещалась установка шин, восстановленных по второму классу, а для междугородних автобусов запрещалась установка шин, восстановленных по второму классу и на остальных осях. ПДД 1993 г. отменяли требования к восстановленным шинам, а с 2006 г. требования в основных положениях по допуску транспортных средств к эксплуатации сформулированы так: «Запрещается эксплуатация ТС в случае если ... на одну ось транспортных средств установлены шины различных размеров, конструкций (радиальной, диагональной, камерной, бескамерной), моделей, с различными рисунками протектора, ошипованные и неошипованные, морозостойкие и неморозостойкие, новые и восстановленные» в 2010 г. в данный пункт было внесено изменение, касающееся того, что все колеса на автомобиле должны быть либо ошипованные, либо не ошипованные. Остаточная глубина рисунка протектора зимних шин, предназначенных для эксплуатации на обледеневшем или заснеженном дорожном покрытии, маркированных знаком в виде горной вершины с тремя пиками и снежинки внутри нее, а также маркированных знаками «M+S», «M&S», «M S» (при отсутствии индикаторов износа), во время эксплуатации на указанном покрытии должна быть более 4 мм. Требования, пропи-

саны и в Техническом регламенте Таможенного союза, в приложении 8 которого говорится о том, что: «5.4. Шины с шипами противоскольжения в случае их применения должны быть установлены на все колеса транспортного средства. 5.5. Запрещается эксплуатация транспортных средств, укомплектованных шинами с шипами противоскольжения в летний период (июнь, июль, август). Запрещается эксплуатация транспортных средств, не укомплектованных зимними шинами, удовлетворяющими требованиям пункта 5.6.3 настоящего приложения в зимний период (декабрь, январь, февраль). Зимние шины устанавливаются на всех колесах транспортного средства. Сроки запрета эксплуатации могут быть изменены в сторону увеличения региональными органами государственного управления государств – членов Таможенного союза. 5.7.4. Запрещается установка на одну ось транспортного средства шин разной размерности, конструкции (радиальной, диагональной, камерной, бескамерной), с разными категориями скорости, индексами несущей способности, рисунками протектора, зимних и незимних, новых и восстановленных, новых и с углубленным рисунком протектора. 5.8.1. Применение шин, восстановленных наложением нового протектора, не допускается на передней оси транспортных средств» [5].

Таким образом, из анализа действующих нормативных актов, а также [6-8] видно, что основная тенденция в изменении требований к эксплуатации транспортных средств заключается в ужесточении требований к разнородности применяемых шин. При этом какие-либо объективные данные, позволяющие оценивать изменение управляемости транспортных средств при описанном ужесточении требований отсутствуют. Вместе с тем, ведущие автомобильные журналы на протяжении последних 15 лет практически ежемесячно проводят тесты новых шин, чтобы показать читателям преимущества и недостатки различных моделей. В качестве параметров для сравнения в данных журналах выступают такие показатели, как длина тормозного пути при сбросе скорости, которая при применении стандартной зависимости дает значение коэффициента сцепления колеса с дорогой [9-12]:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow a = \frac{2S - 2v_0 t}{t^2} = \frac{2S - 2v_0 \frac{\Delta v}{a}}{\Delta v^2} a^2 \rightarrow \frac{2S - 2v_0 \frac{\Delta v}{a}}{\Delta v^2} a = 1 \quad (1)$$

или

$$a = \frac{\Delta v^2}{2S - 2v_0 \frac{\Delta v}{a}} \rightarrow a = \frac{a\Delta v^2}{2Sa - 2v_0\Delta v} \rightarrow \Delta v^2 = 2Sa - 2v_0\Delta v. \quad (2)$$

Отсюда

$$a = \frac{\Delta v^2 + 2v_0\Delta v}{2S} \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{\Delta v^2 + 2v_0\Delta v}{2Sg}, \quad (3)$$

где S – замеренный тормозной путь, проходимый автомобилем при сбросе скорости на величину Δv , а v_0 – остаточная скорость движения транспортного средства. Возьмем для примера результаты замера торможения, полученные журналом «За рулем» в 2019 г. [13] (табл. 1). Согласно данным результатам, при испытании происходил сброс скорости Δv на величину 25 км/ч или 7 м/с до скорости v_0 5 км/ч (1,39 м/с). Для тормозного пути, равного 39,6 м, коэффициент сцепления колеса с дорогой будет равняться

$$\varphi = \frac{7^2 + 2 \cdot 7 \cdot 1,39}{2 \cdot 39,6 \cdot 9,8} = 0,09, \quad (4)$$

что меньше расчетного замедления на льду, применяемого в настоящее время в экспертной практике. Данные шины получили нулевую оценку в данном тесте, однако исключать появление указанных шин на наших дорогах нет никаких оснований. Приведенные на том же рисунке в соседнем столбике данные российских шин дают величину сцепления колеса с доро-

гой равную 0,12 что уже соответствует расчетным показателям. Проведенный таким образом анализ [14] на основе более чем 3000 данных, позволил составить табл. 2.

Таблица 1.

Результаты замера торможения, полученные журналом «За рулем»

	Sailun Ice Blazer WST3	Tunga Nordway 2	
			
Страна изготовления	Китай	Россия	
Индексы нагрузки и скорости	94T	94Q	
Глубина рисунка по ширине, мм	8,5	9,3	
Твёрдость резины по Шору, ед.	65	57	
Количество шипов, шт.	128	130	
Выступание шипов после тестов, мм	0,9-1,3	1,4-1,7	
Масса шины, кг	9,6	9,9	
Средняя цена в интернет-магазинах, руб.	3390	3680	
Экономия (зел.)/Переплата (кр.), %	0	7	
ЛЁД И СНЕГ. ЗАМЕРЫ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ: ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА			
Тормозной путь (30-5 км/ч) на льду (максимум 180 баллов)	м	39,6	30,4
	баллы	77,7	101,3

Таблица 2.

Результаты замеров величин коэффициентов сцепления колеса с дорогой для различных условий эксплуатации

Тип шин	Сухой асфальт	Мокрый асфальт	Снег	Лед
Рекомендуемые значения для расчета параметров торможения т/с	0,7–0,8	0,45–0,55	0,20–0,30	0,10–0,20
Летние	0,65–0,98	0,6–0,85	н.д.	н.д.
Всесезонные	0,65–0,8	0,46–0,71	0,29–0,41	0,1–0,12
Внедорожные	0,53–0,78	0,53–0,72	н.д.	н.д.
Зимние без шипов	н.д.	н.д.	0,33–0,50	0,09–0,17
Зимние с шипами	н.д.	н.д.	0,22–0,50	0,100,26
Все типы шин	0,53–0,98	0,46–0,85	0,22–0,50	0,09–0,26
Среднеквадратичное отклонение	0,1	0,1	0,07	0,04
Интервал, в который попадают показатели 95 % новых шин	0,4–1,0	0,3–0,9	0,15–0,65	0,09–0,27

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что в настоящее время нормативные требования допускают применение различных марок зимних шин (шипован-

ных и не шипованных) на передней и задней осях автомобилей, что допускает эксплуатацию автомобилей, у которых будет иметь место разница коэффициентов сцепления колес с дорогой между передней и задней осями до 2,5 раз на льду и до 2 раз на снегу. Следует отметить, что сертификационные испытания на безопасность автомобилей проводятся на одинаковых колесах и оценить изменение безопасности эксплуатации автомобиля при применении разных шин нет никакой возможности. Поэтому проведение исследований, направленных на разработку требований к допустимым величинам изменения коэффициента сцепления колес с дорогой различных осей транспортных средств, является актуальной научной задачей.

Библиографический список

1. Bagichev, S.A. Road accident analysis in the Nizhny Novgorod (Russia) and estimation of safety improving facilities [Текст] / S.A. Bagichev, S.R. Biktashev, A.A. Bogdan, S.Yu. Kosin, Yu.I. Molev // FISITA 2010 WORLD AUTOMOTIVE CONGRESS Book of abstracts. Budapest, 30 мая-04 июня 2010. p. 307.
2. Абгарян, К.А. Введение в теорию устойчивости движения на конечном интервале времени [Текст] / К.А. Абгарян. – М.: «Наука», 1992. – 160 с.
3. Вахидов, У.Ш. Прямые оценки качества реакции движения автомобиля на ступенчатое управляющее воздействие [Текст] / У.Ш. Вахидов и др. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород. 2018. № 3(122). С.111–120.
4. Гинцбург, Л.Л. Управляемость автомобиля на повороте. Обзор [Текст] / Л.Л. Гинцбург. – М.: НИИНАВТОПРОМ, 1968. – 48 с.
5. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 877 (ред. от 19.08.2022) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (вместе с «ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств») (с изм. и доп., вступ. в силу с 18.09.2022) [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://clck.ru/329rT6> (Дата обращения 15 августа 2022).
6. ГОСТ 31507-2012 Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2013. – 51с.
7. Носенков, М.А. Управляемость и устойчивость автомобилей. Испытания и расчет: Обзорная информация [Текст] / М.А. Носенков, М.М. Бахмутский, Л.Л. Гинцбург, – М.: НИИНАВТОПРОМ, 1981. – 47 с.
8. ОН 025 319–68 Автомобили. Оценочные параметры управляемости. Методы определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 68 с.
9. Проектирование шасси специальных транспортно-технологических машин: уч. пос. [Текст] / В.В. Беляков [и др.]. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. – 430 с.
10. Прошин, Д.Н. Методика определения степени влияния дорожных условий и конструктивных особенностей автомобилей на безопасность дорожного движения [Текст] / Д.Н. Прошин [и др.] // Мир транспорта и технологических машин / ОГУ им. И.С. Тургенева. – Орел, 2015. № 4 (51). С.82–88.
11. Полотно пути транспортно-технологических машин: уч. пособие [Текст] / под общ. ред. В.В. Белякова и А.А. Куркина. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014. – 447с.
12. Molev, Y.I. Indirect quality estimates of the vehicle movement response to the control step input [Текст] / Y.I. Molev, M.G. Cherevastov, I.A. Erasov, L.S. Levshunov // Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series. 2019. 1177(1) doi:10.1088/1742-6596/1177/1/012029.
13. Большой тест шипованных шин: дороге, подешевле и «никакие» // За рулем. 30.10.2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zr-ru.turbopages.org/zr.ru/s/content/articles/920024-shipovannye-shiny-205-55-r16-bolshoj-test/> (Дата обращения 15 августа 2022).
14. Самарина, Г.П. Основы технического анализа: уч.-метод. пос. [Текст] / Г.П. Самарина, С.Е. Дорошко. – СПб: Спектр, 1997. – 47 с.