

УДК 629.017

ФЕВАТОВ С.А.

РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ НАГРУЖЕНИЯ СДВОЕННЫХ КОЛЕС ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА БОКОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ

Разработан метод и конструкция стенда, позволяющий в эксплуатационных условиях и при автотехнической экспертизе определять максимальное значение бокового коэффициента сцепления колес с дорогой, что дает возможность уточнить показатели устойчивости движения автомобиля.

Ключевые слова: боковой коэффициент сцепления, сдвоенные колеса, пневматические шины.

Постановка проблемы

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения за последние годы приобрели постоянно обостряющийся характер. Это объясняется количественным и качественным ростом автомобильного транспорта, увеличением средних скоростей и интенсивности движения.

В настоящее время большое внимание уделяется улучшению конструктивной безопасности автомобиля. Недостаточная величина коэффициента сцепления является причиной значительного числа дорожно-транспортных происшествий. Одной из причин опрокидывания автомобиля является низкий боковой коэффициент сцепления шины автомобильного колеса с полотном дороги. Согласно статистики Департамента ГАИ МВД Украины число дорожно-транспортных происшествий по причине опрокидывания автомобиля, составляет 9,4 % по всей территории Украины и 9,8% по территории АР Крым. В неблагоприятные периоды года процент ДТП, из-за низкого коэффициента сцепления, возрастает на 70% от общего числа происшествий. Однако, при расследовании ДТП этому факту не уделяют особого значения, указав в протоколе всего лишь на техническую неисправность автомобиля. Исследованиями [1] доказано, что для шин разных производителей значения бокового коэффициента сцепления автомобильной шины различаются до 1,5-2 раз. Следовательно, применяемые табличные значения бокового коэффициента сцепления автомобильной шины при экспертизе ДТП могут привести к неточному результату, от которого в свою очередь зависит объективность принятия решения о виновности либо не виновности водителя, совершившего ДТП.

Анализ последних достижений и публикаций

В настоящее время основными документами, в которых даются определение понятия и методы оценки коэффициента сцепления с дорогой, являются стандарты [2-4].

Исследованию коэффициента сцепления колеса с дорогой посвящен ряд работ [5–8]. В работе [5] коэффициент сцепления φ определяет как отношение максимальной касательной реакции T_{\max} в зоне контакта к нормальной реакции или нагрузке G_k , действующей на колесо:

$$\varphi = \frac{T_{\max}}{G_k}, \quad (1)$$

где T_{\max} – максимальная касательная реакция в контакте колеса с дорогой;

G_k – нормальная реакция в контакте колеса с дорогой.

На основе стандартов [3, 4] в работе [9, 10] предложены методы определения коэффициента сцепления с помощью динамометрической тележки. Установка ПКРС-2 включает в себя автомобиль и прицепной одноколесный прибор. Указанный прибор оборудован датчиками ровности покрытия и коэффициента сцепления. В автомобиле установлена система увлажнения покрытия, управления и регистрации результатов измерений [8, 9].

Однако указанный метод непригоден для определения коэффициента сцепления колеса конкретного автомобиля с дорожным покрытием на конкретном участке дороги при расследовании ДТП, тем более когда речь идет о сдвоенных колесах нагруженных неравномерно.

Цель исследования

Целью исследования является оценка влияния неравномерности нагружения сдвоенных колес грузового автомобиля на боковой коэффициент сцепления.

Изложение основного материала

Нами предложено устройство [11], позволяющее производить оценку бокового коэффициента сцепления колес неподвижного автомобиля на (рис. 1).

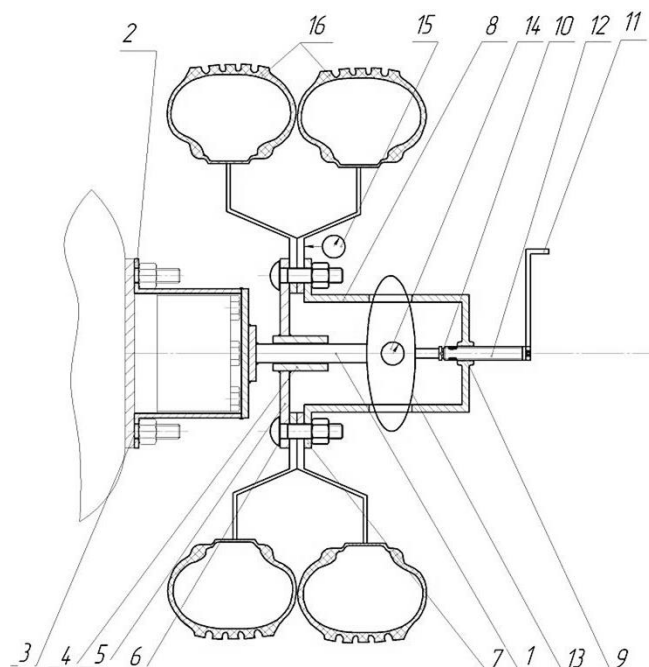


Рис. 1. Стенд для определения бокового сцепления и боковой жесткости шин [11]

- 1 – ось; 2 – фланец под ступицу; 3 – посадочные отверстия под ступицу;
4 – патрубок; 5 – фланец; 6 – посадочные отверстия под испытываемые колеса;
7 – ушки; 8 – скоба; 9 – резьбовое отверстие; 10 – стержень;
11 – рукоятка; 12 – шаровая опора; 13 – пружинный динамометр;
14 – индикатор часового типа фиксирующий усилие прилагаемое на колеса;
15 – индикатор часового типа фиксирующий перемещение колес;
16 – автомобильные колеса.

Для проведения экспериментов использовалась группа шин с различным износом, рисунком протектора и различным свободным диаметром, размерности 185/75R16С, от грузовых автомобилей ГАЗель-3221.

Свободный диаметр шин определялся путем их обмера с помощью специально изготовленного мерительного инструмента, в основе которого использован стандартный штангенциркуль марки ШЦ-0,1. Обмеры шины осуществлялись в трех диаметральных плоскостях, расположен-

ных между собой под углом 120 градусов. Результаты замеров по каждой шине усреднялись и заносились в таблицу.

Далее на ведущие колеса грузового автомобиля ГАЗель-3221 устанавливались испытуемые колеса. Во всех шинах давление устанавливалось 0,4 МПа и контролировалось с помощью образцового манометра с ценой деления 0,005 МПа.

Автомобиль, устанавливается на горизонтальном, ровном участке дороги, с качественным покрытием. Перед измерением коэффициента сцепления автомобиль должен быть снят с ручного тормоза. Далее все колеса автомобиля, кроме испытуемого, блокировались противооткатными упорами, с целью исключения перемещения автомобиля в целом. После чего устанавливалось устройство для определения бокового коэффициента сцепления шин автомобильных колес с полотном дороги (рис. 2).



Рис. 2. Определение бокового коэффициента сцепления шин с полотном дороги

Устройство для замера бокового коэффициента сцепления на автомобиль пользуются следующим образом. Ведущий мост автомобиля поднимают домкратом и снимают колесо со ступицы. На болты ступицы устанавливают фланцем 2 ось 1 приспособления и крепят её штатными гайками.

Затем на фланец 5 патрубка 4 устанавливают колесо с испытываемой шиной 16, крепят его болтами, устанавливают на ось 1. Скобу 8 с установленным в резьбовом отверстии 9 стержнем 10 с прямоугольной резьбой, рукояткой 11, шаровой опорой 12 и динамометром 13 с регистрирующим индикатором 14 присоединяют к ушкам 7 патрубка 4. Опускают домкратом ведущий мост автомобиля на дорожное покрытие. Вращая рукоятку 11 устанавливают на индикаторе 14, стрелку индикатора часового типа 15 на нулевое показание.

Для определения бокового коэффициента сцепления шины рукояткой 11 вращают резьбовой стержень 10, который шаровой опорой 12 нажимает на пружины динамометра 13 и перемещает скобой 8 патрубок 4 по оси 1. При этом испытываемая шина 16, опирающаяся на дорожное покрытие, под действием вертикальной нагрузки P от действия массы автомобиля, воспринимает боковую силу F . Поперечное сечение шины искривляется, а боковая сила F и боковое смещение L фиксируются на шкале регистрирующего индикатора 14 и стрелкой 15. Вращение рукояткой 11 резьбового стержня 10 производят до начала скольжения шины по дорожному покрытию.

Далее определялся коэффициент сцепления при различных внутренних давлениях в шине в несколько этапов. На первом этапе во внутренней шине давление составляло 0,4 МПа, а в на-

ружной 0,35 МПа. На втором этапе давление в наружной шине оставлялось неизменным, а во внутренней снижалось до 0,3 МПа.

Производя постепенное увеличение боковой силы P_y , приложенной вдоль оси колеса, измерялось боковое перемещение колеса. При достижении предельной по сцеплению боковой реакции $R_{y\max}$ наступает срыв и боковое скольжение шины. Боковая сила в этом случае равна

$$P_y = P_{y\max} = R_{y\max} . \quad (2)$$

Для шин сдвоенных колес, получены графические зависимости боковой деформации Y сдвоенного колеса от приложенной боковой силы P_y (рис. 3 – 7). На некоторых графиках видны колебания максимальной боковой силы в момент срыва колеса в боковое скольжение. Это обусловлено разновременностью достижения предельной боковой реакции дороги отдельными колесами.

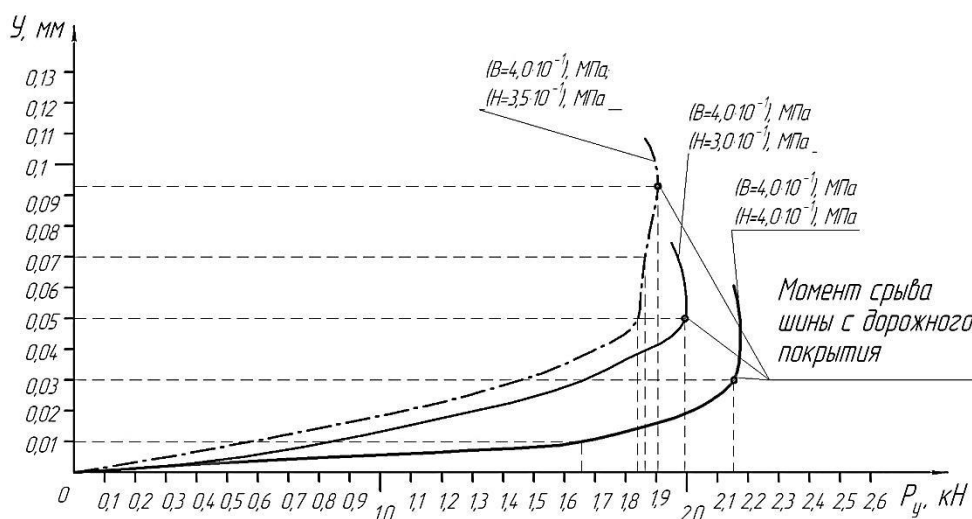


Рис. 3. Зависимости $Y(P_y)$ для шин ROSAVA LTW-301 на сдвоенных колесах при различных значениях внутреннего давления:
 B – внутреннее колесо, H – наружное колесо.

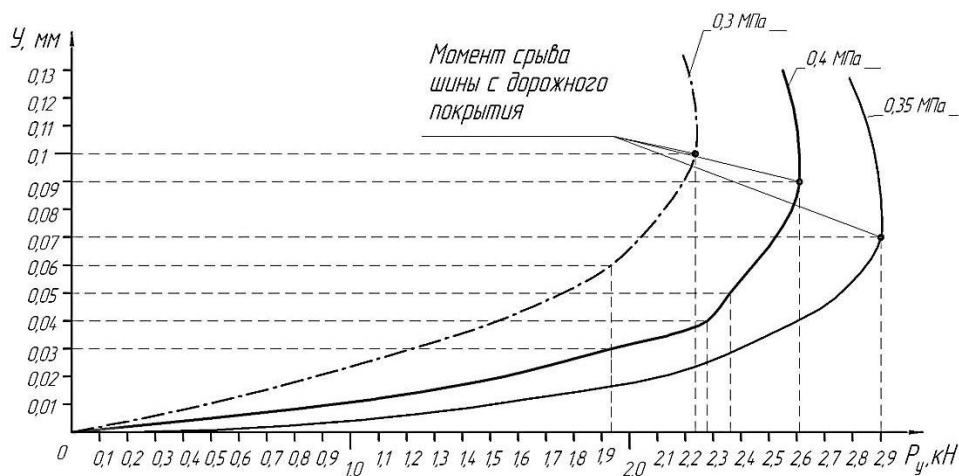


Рис. 4. Зависимости $Y(P_y)$ для шины VOLTURE на внутреннем колесе и шины ROSAVA БЦ-24 на наружном, при различных значениях одинаковых для обоих шин внутренних давлениях воздуха.

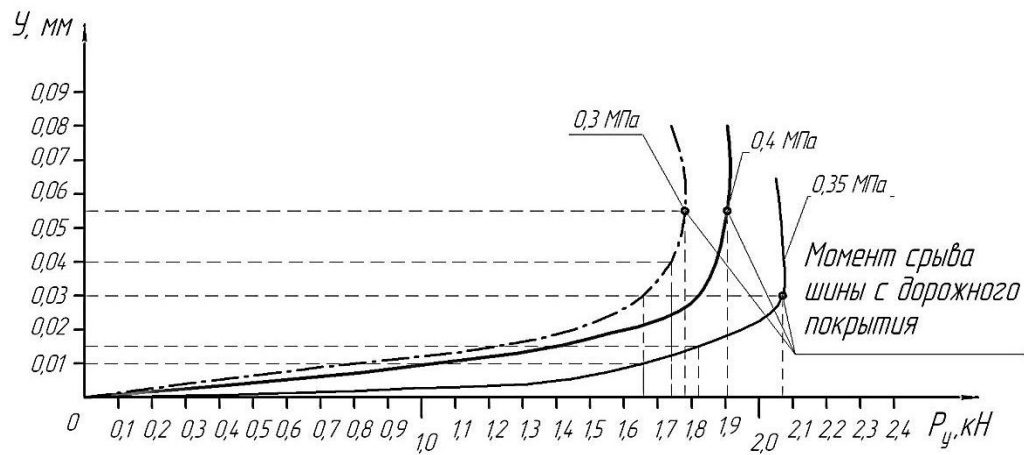


Рис. 5. Зависимости $Y(P_y)$ для шины VOLTURE START на внутреннем колесе и шины VOLTURE БЦ-24 на наружном, при одинаковых для обоих переменных значениях внутреннего давления воздуха.

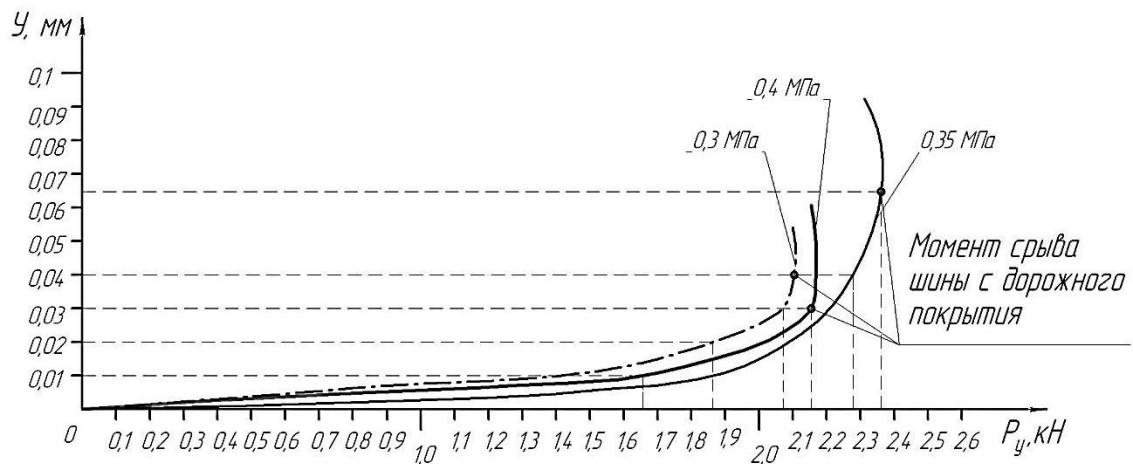


Рис. 6. Зависимости $Y(P_y)$ для шины ROSAVA LTW-301 на наружном и внутреннем колесах, при равно различных значениях внутреннего давления в них.

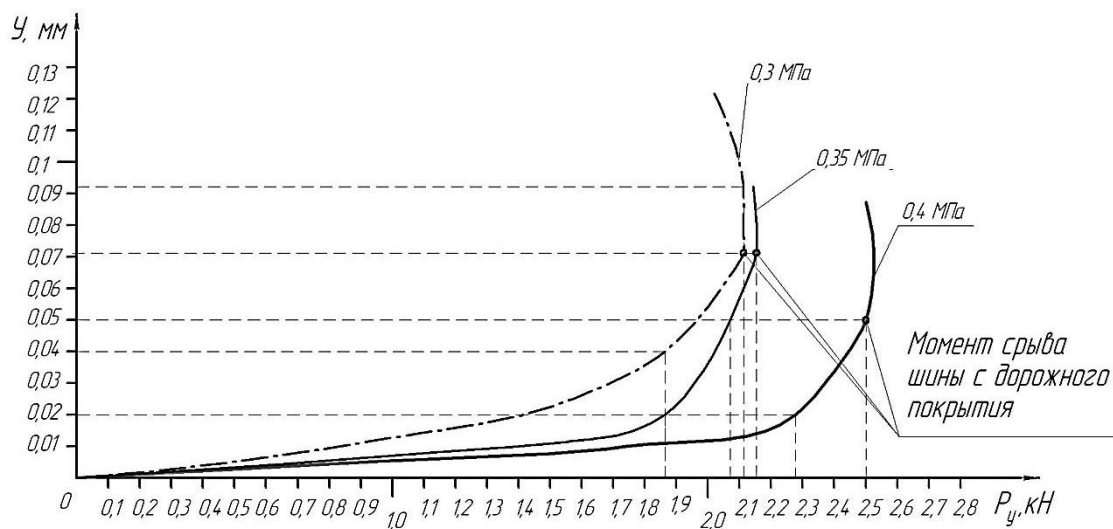


Рис. 7. Зависимости $Y(P_y)$ для шины ROSAVA БЦ-24 на внутреннем колесе и шины VORONEZH START (изношенная) – на наружном, при равно различных значениях внутреннего давления воздуха.

Выводы

Разработанные метод и конструкция устройства, защищенные патентом Украины на полезную модель, позволяют в эксплуатационных условиях, либо при автотехнической экспертизе, определять максимальное значение бокового коэффициента сцепления колес с дорогой. Это дает возможность уточнить показатели устойчивости движения автомобиля.

Для рассмотренных вариантов шин сдвоенных колес установлено, что наибольшее значение максимального бокового коэффициента сцепления колеса с дорогой $\phi_{y\max}$ реализуется при внутреннем давлении воздуха, равном $P_{\text{ш}}=0,35$ МПа. При износе протектора шин повышение внутреннего давления воздуха в них позволяет увеличить значение максимального бокового коэффициента сцепления $\phi_{y\max}$. Для сочетания шин ROSAVA БЦ-24/VORONEZH START (изношенная) это увеличение составляет 18%, что необходимо учитывать при обеспечении устойчивости движения автомобилей.

Список литературы

1. Кучеренко А.В. Разработка методов и средств оценки сепных свойств шин: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»; 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины» / Кучеренко Алексей Викторович. – М., 2005. – 152 с.
2. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4-2000. – К.: ДерждорНДІ; Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 117 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Дороги автомобільні. Метод визначення коефіцієнтів зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям: ДСТУ Б В.2.3-2-97. – [Чинний від 1997-07-01]. – К.: Державний Стандарт України, 1997. – 6 с. (Національний стандарт України).
4. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорогой: ГОСТ 30413-96. – [введен в действие с 1997-04-21]. – М. ГОССТРОЙ РФ, 1997 – 3с. (Межгосударственный стандарт).
5. Работа автомобильной шины / [В. И. Кнороз, Е. Б. Кленников, И. П. Петров и др.]; под ред. В.И. Кнороза. – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.
6. Чудаков Е. А. Теория автомобиля / Е. А. Чудаков. – М. : Машгиз, 1950. – 340 с.
7. Раймпель И. Шасси автомобиля. Амортизаторы. Шины и колеса / И. Раймпель; [пер. с нем. В.П. Агапова]. – М. : Машиностроение, 1986. – 320 с.
8. Литвинов А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств : учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
9. Туревский И.С. Теория автомобиля / И. С. Туревский. – М. : Высшая школа, 2005. – 240с.
10. Пат. 2415990 Российская Федерация, МПК Е 01 С 23/07, (2006.01). Устройство для измерения коэффициента сцепления колеса транспортного средства, с дорожным и аэродромным покрытием / В.И. Кычкин, А.В. Кычкин, Д.А. Болотов; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет» – № 2009143857/03; заявл. 26.11.2009; опубл. 10.04.2011. Бюл. №10.
11. Патент України на корисну модель №87396, МПК G01M 17/02 (2006.01) Пристосування для визначення бічної твердості шин / Феватов С.А., Абдулгасис А.У., Гацько В.І, Подригало М.А., Абдулгасис У.А., Клец Д.М.; заявители и патентообладатели № u 2013 08616; заявл. 10.02.2013, опубл. 10.02.2014, Бюл. №3.

Феватов С.А. Экспериментальные исследования влияния неравномерности нагружения сдвоенных колес грузового автомобиля на боковой коэффициент сцепления

***Анотація.** Розроблено метод і конструкцію стенду, що дозволяє в експлуатаційних умовах і при автотехнічній експертизі визначати максимальне значення бічного коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою, що дає можливість уточнити показники стійкості руху автомобіля.*

***Ключові слова:** бічний коефіцієнт зчеплення, здвоєні колеса, пневматичні шини.*

Fevatov S.A. Experimental studies of the effect of uneven loading dual wheel truck on the side of the coefficient of adhesion

Abstract. *A method and design of the stand, allowing operational conditions and autotechnical examination to determine the maximum value of the lateral coefficient of grip, that gives you the opportunity to clarify the sustainability performance of the car.*

Keywords: *lateral friction coefficient, dual wheels, pneumatic tires.*

Стаття надійшла до редакції 25.01.2014 р.