УДК 629.113

ИССЛЕДОВАНИЯ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

С. М. Гергенов [1], В. А. Корчагин [2], Ж. В. Дарханов [1]
[1] Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, г. Улан-Удэ, Россия
[2] Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия

В статье приведен анализ устройств для экспериментального исследования сцепных свойств автомобильных шин. Представлен шинный тестер, позволяющий измерять продольную и боковые реакции в пятнах контактов шин с дорогой с учетом их бокового увода, и определять коэффициенты продольного и поперечного сцеплений.

Ключевые слова: пятно контакта шины, шинный тестер, продольная реакция, боковая реакция, коэффициент продольного сцепления, коэффициент поперечного сцепления

STUDY OF COUPLING PROPERTIES OF TIRES

S. M. Gergenov [1], V. A. Korchagin [2], G. V. Darkhanov [1]
[1] East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia
[2] Lipetsk state technical University, Lipetsk, Russia

The article presents the analysis of devices for the experimental investigation of coupling properties of tires. Presents tire tester, allowing to measure the longitudinal and lateral reactions at the spots of contact of tyres with road with regard to their slip, and to determine the coefficients of longitudinal and transverse couplings.

Ключевые слова: the contact patch of the tire, tire tester, longitudinal reaction, the side reaction coefficient of the longitudinal coupling, the transverse coefficient of coupling

Сцепление шин с дорогой имеет важнейшее значение для реализации эксплуатационных свойств автомобиля: тягово-скоростных, тормозных, устойчивости и управляемости. Из теории эксплуатационных свойств автомобиля [2] известно, что оценочным показателем сцепных свойств шин является коэффициент сцепления φ. Коэффициент сцепления является характеристикой взаимодействия колеса с дорогой. Различают коэффициент продольного φ_x и поперечного φ_y сцеплений с дорожным покрытием. Коэффициент продольного сцепления обеспечивает тягово-скоростные и тормозные свойства автомобиля, а коэффициент поперечного сцепления – его устойчивость и управляемость.

Одним из основных факторов, влияющим на коэффициент сцепления шины, является тип покрытия и состояние дороги [1]. На сегодняшний день известны средние значения коэффициентов сцепления для основных типов шин. За последние 10 – 15 лет все более широкое применение находят разнообразные химические противогололедные материалы (ХПГМ), используемые для борьбы с зимней скользкостью на дорогах. Влияние ХПГМ на сцепные свойства шин еще не изучено. Подтверждением этому являются ДТП, происходящие из-за потери устойчивости и управляемости автомобилей на дорогах, обработанных химическими реагентами. В связи с этим, актуальной становится задача получения новых знаний о сцепных свойствах шин на дорожном покрытии, обработанном ХПГМ.

Коэффициенты продольного и поперечного сцеплений определяются экспериментально в стендовых и дорожных условиях.

Существующие стенды с беговым барабаном [3] не позволяют определить характеристики взаимодействия колеса с опорной поверхностью, соответствующей реальным условиям эксплуатации. Портативные приборы типа ППК-МАДИ-ВНИИБД имитируют процесс скольжения заблокированного колеса по мокрой поверхности и непригодны для исследования сцепных свойств автомобильных шин. Динамометрический прицеп типа ПКРС-2У, рекомендуемый ГОСТ 30413-96, измеряет только коэффициент продольного сцепления полностью заблокированного колеса с дорожной поверхностью, имеющей водяную пленку толщиной 1 мм.

Выполненный обзор устройств для экспериментального исследования сцепления шин в дорожных условиях показал, что развитие получили различные шинные тестеры, имеющие в своем составе одно или несколько колес с эластичными шинами. Анализ их конструкций выявил, что подавляющее большинство этих устройств позволяют измерять с различной точностью только продольную и вертикальную реакции в пятне контакта колеса с опорной поверхностью и определять только коэффициент продольного сцепления. Такие тестеры пригодны для оценки сцепных свойств шин при их прямолинейном движении без бокового увода. При этом режим работы колеса соответствует либо полному торможению, либо буксованию.

Шинные тестеры, которые измеряют боковую силу, действующую на колесо при заданном угле бокового увода и, соответственно, коэффициент поперечного сцепления [4 – 6], сложны по конструкции и имеют высокую стоимость.

С учетом вышеизложенного нами при сотрудничестве с кафедрой «Автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ был разработан и изготовлен шинный тестер для определения коэффициентов продольного и поперечного сцеплений шин с дорожным покрытием. Авторы признательны заведующему кафедрой «Автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ, проф., д. т. н. А. И. Федотову за идею, полезные советы и ценные замечания по созданию данного тестера.

Тестер конструктивно представляет собой двухколесный динамометрический прицеп (рисунки 1, 2).

Его основу составляет несущая цельносварная рама, к которой крепятся две рамы шасси и кузов. Рамы шасси являются несущими конструкциями для осей и колес, а также, служат направляющими аппаратами для независимых рычажных подвесок тестера.

Крепление рамы шасси к несущей раме тестера осуществляется с возможностью ее поворота на заданный угол к продольной оси тестера. С целью обеспечения стабильности контакта шин с дорожным покрытием в качестве упругих элементов использованы задние винтовые цилиндрические пружины ВАЗ-2104, а демпфирующих элементов – передние газомасляные аморти- заторы УАЗ-3151.

Для точной установки углов поворота левого и правого колес на несущей раме тестера разработан винтовой механизм синхронного поворота рам шасси с ручным приводом (рисунок 3).

В качестве органа управления использована стандартная рукоятка для прокручивания коленчатого вала двигателя. Для измерения углов поворота левого и правого колес на передней части несущей рамы нанесены две угловые шкалы с диапазоном измерения от 0° до 18° с ценой деления 1° (рисунок 4).

Схождение колес тестера с регулируемым углом поворота позволяет измерить боковые реакции в поверхностях контактов колес при прямолинейном движении тестера. Передача тягового усилия от автомобиля-тягача к тестеру осуществляется дышлом через качающиеся опоры, установленные в рамках в передней и задней частях несущей рамы тестера.

При разработке измерительного комплекса тестера был рассмотрен подробный анализ стендовых методов контроля технического состояния автотранспортных средств, изложенный в [7, 8]. Для измерения боковых реакций в пятнах контактов шин с дорожным покрытием использованы тензодатчики К-Б-12У с НПИ 0,5 т. (на рисунках датчики не установлены), кинематически связанные с осями колес. Для измерения суммарной продольной реакции – тензодатчик К-Б-12У с НПИ 1 т., являющийся измерительным звеном между дышлом и несущей рамой. Выходные сигналы датчиков усиливается в инструментальных прецизионном усилителях с $К_у$=100 и поступает в модуль АЦП LTR-U-1-4 «L-Card» и, далее, в ноутбук. Регистрация и обработка полученной от датчиков информации осуществляются в программной среде «L-Grapf 2». Питание измерительного комплекса тестера осуществляется от бортовой сети автомобиля-тягача.

Для первого этапа исследований на тестер установлены колеса от ВАЗ-2109 с не-

шипованными зимними шинами «Hankook» 175/72R13 (рисунок 5).

Нагружение колес обеспечивается набором грузов, размещаемых в кузове тестера. Габаритные размеры шинного тестера составляют: длина (с дышлом) – 2720 мм, ширина – 1600 мм, высота – 840 мм. Общий вид шинного тестера показан на рисунке 6.

Рисунок 1 – Шинный тестер (вид спереди и сзади)

Рисунок 2 – Шинный тестер (вид сбоку)

Рисунок 3 – Механизм установки угла поворота колес

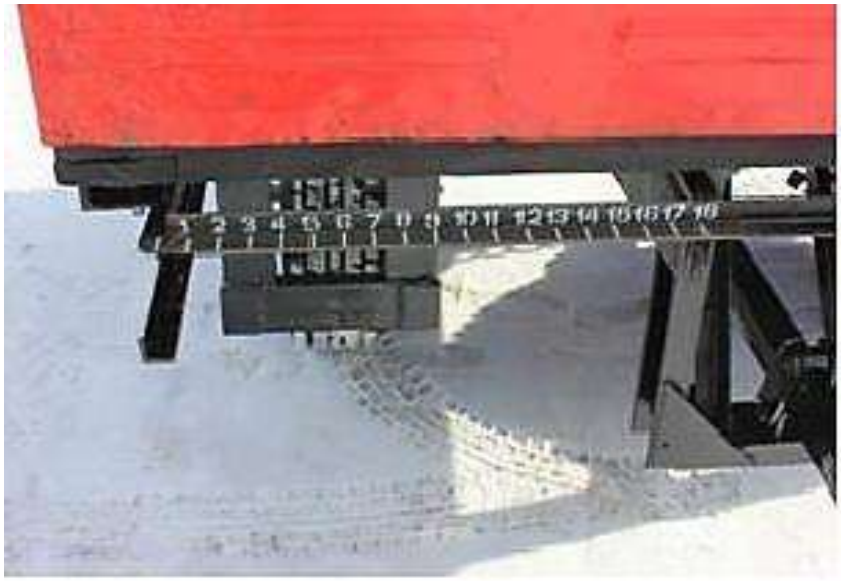

Рисунок 4 – Система измерения угла поворота колес

Рисунок 5 – Колесо с зимней шиной Hankook 175/72R13

Рисунок 6 – Шинный тестер (общий вид)

Таким образом, разработанный и изготовленный шинный тестер позволит провести экспериментальные исследования сцепных свойств шин при варьировании комплекса факторов, в том числе: типа шины (зимняя, всесезонная); состояния протектора шины

(рисунок протектора, остаточная глубина рисунка протектора, наличие шипов); состояния дорожного покрытия (сухое, со снежно-ледяными отложениями, с химическими противогололедными материалами и др.); угла поворота колес; нормальной нагрузки на колесо; скорости движения.

Список литературы

1. Кнороза, В.И. Работа автомобильной шины / Под ред. В.И. Кнороза - М.: «Транспорт», 1976. - 238 с.

2. 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. – 240с.: ил..

3. Кушвид, Р.П. Испытания автомобилей: учебник. – М.:МГИУ, 2011. - 351 с.

4. Патент РФ № 2107275, 20.03.1998 г. «Шинный тестер».

5. Патент РФ № 2293816, 20.02.2007 г. «Устройство для измерения поперечного коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием».

6. Патент РФ № 2351705, 10.04.2009 г. «Устройство для измерения поперечного коэффициента сцепления колеса с дорожным покрытием».

7. Федотов, А.И. Диагностика автомобиля: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / М-во образования и науки РФ, Иркутский гос. технический ун-т. Иркутск, 2012. - 476 с.

8. Федотов, А.И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении: учебник для студ. учреждений высш. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 352 с. – (Сер. Бакалавриат).

Гергенов Сергей Митрофанович *– к. т. н., доцент*
Корчагин Виктор Алексеевич *– д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Управление автотранспортом»*
Дарханов Жаргал Валерьевич *– аспирант*

[1] ФГБОУ ВПО Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, г. Улан-Удэ, Россия
[2] ФГБОУ ВПО Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия