

УДК 629.11.012.5

Л.А. Черепанов, А.А.Олейник
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ
НАГРУЗКИ НА ПЛОЩАДЬ ПЯТНА КОНТАКТА ШИНЫ
С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Тольяттинский государственный университет

Представленный в статье стенд разработан и создан на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета в рамках выполняемых студенческих, исследовательских работ. Сначала описан объект исследования – пятно контакта колеса с дорожной поверхностью, показано какую важную роль играет колесо при эксплуатации автомобиля. Подробно представлена конструкция стенда, измерительная аппаратура, используемая при работе на стенде, принцип работы стенда и результаты испытаний. Стенд позволяет определить площадь пятна контакта различных шин с опорной поверхностью при действии вертикальных нагрузок.

Ключевые слова: стенд, автомобиль, испытания, шина, пятно контакта.

Пятно контакта – это отпечаток колеса на дорожном покрытии, его опорной поверхности [1]. Форма пятна контакта в статическом состоянии представляет собой прямоугольник или эллипс, обусловленной нагрузкой, если кривизна покрышки нулевая и давление в ней имеет определенное значение. При движении автомобиля пятно контакта приобретает любую форму и постоянно изменяется – от грубого прямоугольника до треугольника, при этом площадь может быть больше или меньше пятна контакта в статическом состоянии [2]. Это влияние определяется воздействием вертикальной нагрузки, которая изменяется от положения центра масс автомобиля или от прижимающего усилия аэродинамики, действующее на автомобиль. Чтобы получить большее сцепление с дорожным покрытием, необходимы высокая вертикальная нагрузка и большая площадь пятна контакта. Еще в начале истории автомобилестроения стало ясно, что колеса автомобиля играют большую роль в его устойчивости и управления. Пока скорости оставались низкими, шинам придавали не совсем должное внимание, и в основном, покрышки вообще не имели протектора. Современные шины стали дополнять более технологичным и сложным протектором, так как с каждым годом увеличивается список требований к эксплуатации автомобилей [3]. В настоящее время колёса с гладким протектором не только запрещены к эксплуатации, но и могут стать причиной штрафа или ДТП.

Цель работы – описание конструкции созданного стенда и разработка методики исследования влияния вертикальной нагрузки на площадь пятна контакта шины с опорной поверхностью. В работе использовался принцип обратимости, а именно: в реальных условиях вертикальная нагрузка действует на колесо автомобиля сверху вниз; на стенде нагрузка на колесо действует снизу вверх.

Стенд для исследования пятна контакта шины с опорной поверхностью показан на рис. 1.

Представленный стенд состоит из следующих частей.

1. Рама – основная часть стенда. Представляет конструкцию в форме прямоугольной призмы, выполненную из балок квадратного сечения 40x20 мм.

2. Опора оси ступицы – служит для крепления колеса и передачи усилия от гидравлического домкрата на колесо. Имеет в основании раму в форме прямоугольника, выполненную из стального профиля квадратного сечения 20 мм.

3. Гидравлический домкрат – служит для создания нагрузки на колесо.
4. Направляющая – обеспечивает крепление и вертикальное перемещение нагрузочной рамы.
5. Колесо – объект испытаний.
6. Стекло – опорная поверхность колеса, на которой отображается отпечаток шины.
7. Манометр гидравлический – служит для индикации нагрузки на колесо.
8. Ось ступицы – обеспечивает крепление ступицы и передачи нагрузки на колесо.
9. Рама стекла – предназначена для жесткой фиксации на ней опорной поверхности.

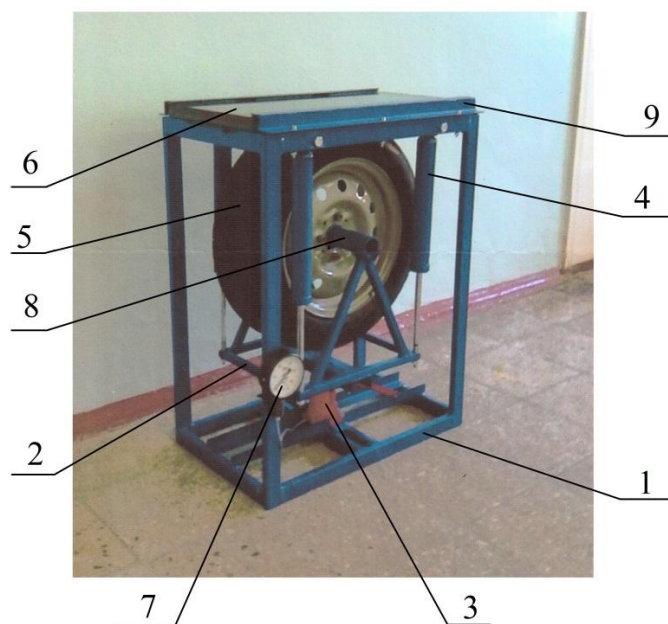


Рис. 1. Стенд для исследования влияния вертикальной нагрузки на площадь пятна контакта

На первом этапе работы была проведена тарировка нагрузочного устройства.

В результате тарировки был получен коэффициент:

$$K = \frac{F}{P} = \frac{3293}{7} = 470 \frac{\text{Н}}{\text{МПа}}, \quad (1)$$

где F – величина вертикальной нагрузки, Н; P – давление в нагнетательной полости домкрата, МПа.

На втором этапе при проведении исследований сначала определяется величина нагрузки, которая действует на колесо 5. С помощью домкрата 3 создается необходимое усилие на опору оси 2, передающая нагрузку на ось ступицы 8, которая в свою очередь обеспечивает усилие на колесо. Величина нагрузки определяется по гидравлическому манометру 7. На опорную поверхность 6 закрепляется прозрачный файл, обводится контур пятна контакта, затем рассчитывается его площадь, по формулам, зависящим от формы отпечатка. Подобным образом проводится исследование различных колес при разных нагрузках и давлениях воздуха в шинах. После чего проводится анализ по влиянию в статических условиях вертикальной нагрузки на площадь пятна контакта шины с опорной поверхностью, на величину удельного давления колеса на опорную поверхность.

В качестве примера на рис. 2 показано два пятна контакта для летней и зимней шины при нагрузке 3666 Н. На представленном рисунке видно, что они отличаются по форме; пятно контакта летней шины напоминает форму эллипса, зимней шины – прямоугольник. В результате исследований сначала построены графики зависимости площади пятна контакта шины от нагрузки (рис. 3, 4).

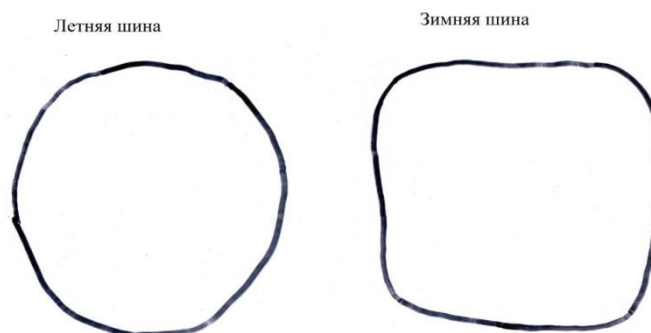


Рис. 2. Пятна контакта летней и зимней шин при нагрузке на колесо 3666 Н.

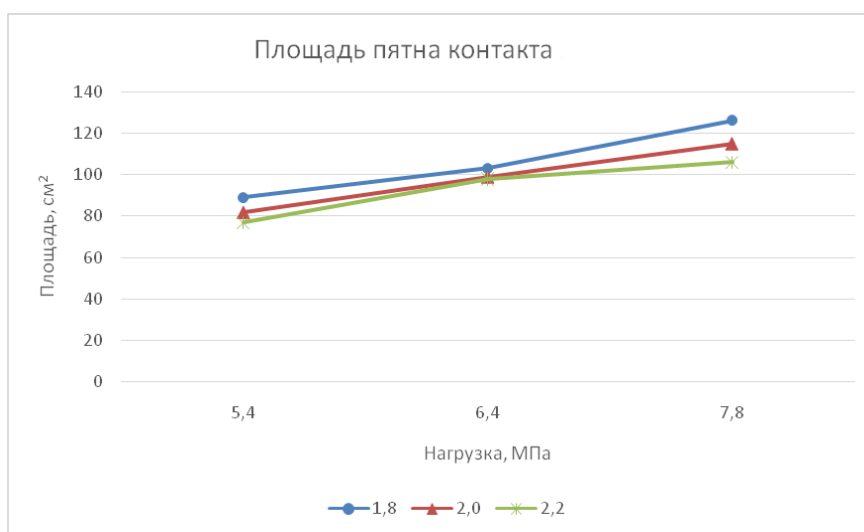


Рис. 3. Зависимости пятна контакта летней шины от нагрузки при различных давлениях воздуха в шине

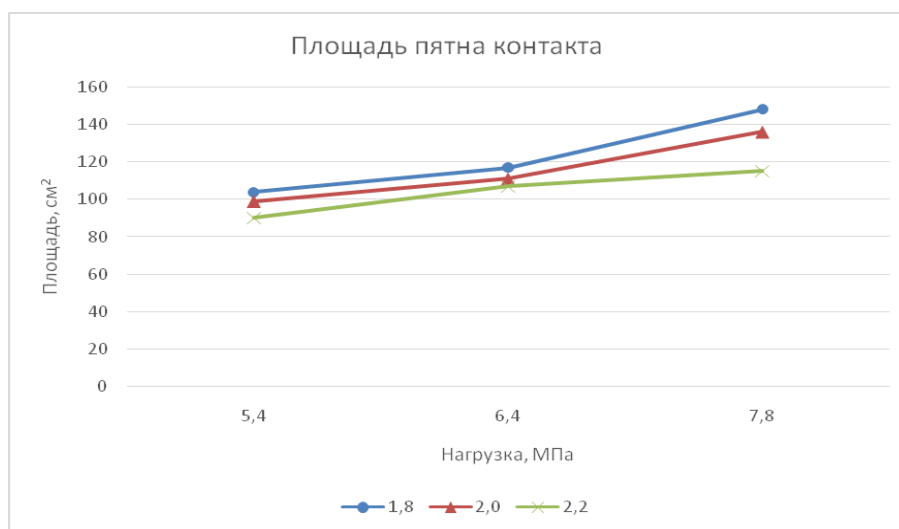


Рис. 4. Зависимости пятна контакта зимней шины от нагрузки при различных давлениях воздуха в шине

Из графиков (рис. 3,4) следует, что с увеличением нагрузки площадь пятна контакта увеличивается [4], как у зимней, так и у летней шин, что объясняется увеличением их деформации с ростом нагрузки. Площадь пятна контакта зимней шины больше площади летней шины [5], что необходимо для реализации большего сцепления в зимних условиях.

Чем меньше давление в зимней шине, тем степень влияния на пятно контакта больше, так как зимняя шина более податлива к деформации из-за своих составных свойств. Затем построены графики зависимости удельного давления в контакте шин от нагрузки (рис. 5, 6).

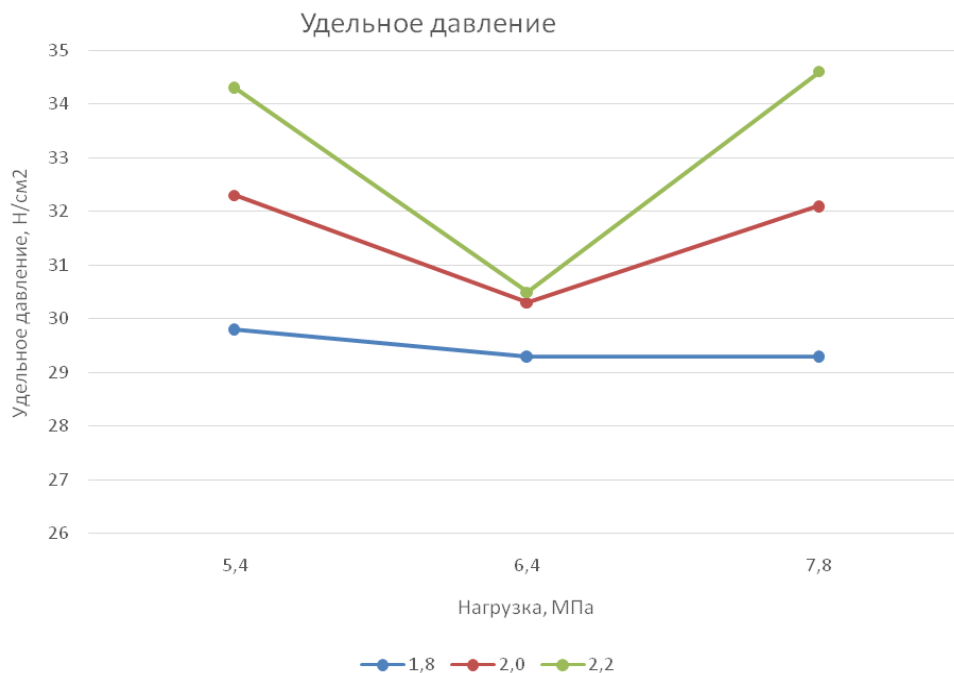


Рис. 5. Зависимости удельного давления летней шины от нагрузки при различных давлениях воздуха в шине

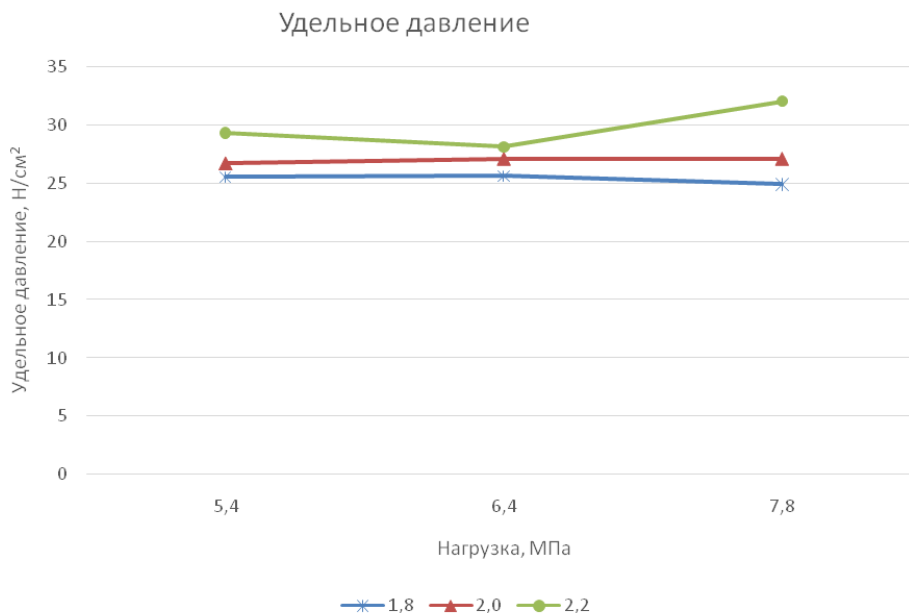


Рис. 6. Зависимости удельного давления зимней шины от нагрузки при различных давлениях воздуха в шинах

Из графиков (рис. 5,6) следует, что изменение вертикальной нагрузки, как и давления воздуха в шинах в более значительной степени влияет на величину удельного давления летней шины, чего нельзя сказать о влиянии перечисленных факторов на удельное давление зимней шины. При нагрузке 6 МПа при высоких давлениях у обоих типов шин имеются зоны минимума. Зимняя шина, с точки зрения удельного давления на опорную поверхность

менее чувствительна как к изменению давления воздуха в шине, так и к изменению вертикальной нагрузки. При низком исследуемом давлении наблюдается примерная независимость удельного давления от вертикальной нагрузки у обеих шин. Данное обстоятельство объясняется заметным увеличением площади контакта при возрастании вертикальной нагрузки при небольших давлениях воздуха в шинах.

Выводы

Разработанный стенд дает возможность при испытаниях определять площадь пятна контакта с опорной поверхностью для различных типов шин, как она изменяется под действием вертикальной нагрузки. Полученные результаты испытаний в дальнейшем будут дополнены исследованием взаимосвязи площади пятна контакта и удельного давления колеса на опорную поверхность со сцепными свойствами шин и будут использованы при расчетах тяговых и тормозных свойств, устойчивости движения автомобиля.

Представленный в работе стенд используется в исследовательской работе и в учебном процессе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ.

Библиографический список

1. Бакфиш, К. Новая книга о шинах [Текст] / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М.: Астрель, 2003. – 303 с.
2. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. для вузов [Текст] / В.Н. Кравец – Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 368 с.
3. Гришкевич, А.И. Автомобили. Теория: учебник [Текст] / А. И. Гришкевич. – Мн: Выш. шк., 1986. – 208 с.
4. Тарасик, В.П. Теория движения автомобиля: учеб. для вузов [Текст] / В. П. Тарасик. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
5. Умняшкин, В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля: учеб. пособие для студентов [Текст] / В.А. Умняшкин, В.В. Сазонов, Н.М. Филькин. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 178 с.