

УДК 629.11.012.5

Л.А. Черепанов, А.А. Елизаров
СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ
КОЛЕС ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Тольяттинский государственный университет

Представленный стенд разработан и создан на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета в рамках студенческих научно-исследовательских работ. Описана конструкция стенда, используемая измерительная аппаратура, представлены принцип работы стенда и результаты испытаний. Стенд позволяет определить коэффициенты сцепления колес автомобиля в продольном и поперечном направлении относительно плоскости колеса на различных покрытиях (асфальт, бетон), также определить жесткости шин в радиальном, продольном и боковом направлениях.

Ключевые слова: стенд, деформация, коэффициент сцепления, колесо, нагрузка, испытания, шина.

Колеса автомобилей уже давно являются не вспомогательными принадлежностями, а интегрированными конструктивными элементами. Их основными функциями являются: несущая способность, передача всех сил, действующих в контакте с поверхностью дороги – тяговых, тормозных и боковых сил. В настоящее время к колесам предъявляются многочисленные требования: обеспечение активной безопасности, прочности, надежности при движении по любым покрытиям, экономичности, минимального сопротивления качению, максимального сцепления с поверхностью дороги, низкого шума и др. В связи с этим изучению характеристик колес уделяется большое внимание.

Цель настоящей работы – описание конструкции созданного стенда и разработка методики для определения коэффициентов сцепления в продольном и поперечном направлениях колес легковых автомобилей, представление результатов испытаний.

Коэффициент сцепления – одна из основных величин, характеризующих эксплуатационные качества дорожных покрытий, а также взаимодействие колеса с дорогой. Сцепление колеса с дорогой принято оценивать коэффициентом сцепления φ , представляющим собой отношение максимальной результирующей реакции X_{\max} в зоне плоскости контакта к нормальной реакции Z_k , действует на колесо [1].

$$\varphi = \frac{X_{\max}}{Z_k} \quad (1)$$

Различают коэффициенты продольного и поперечного сцепления [2]. В первом случае максимальная продольная реакция вызывается тяговым или тормозным усилием, развиваемым буксующим ведущим или скользящим тормозным колесам. Во втором случае максимальная реакция вызывается боковой силой, возникающей в контакте скользящего в поперечном направлении колеса. Величина коэффициента сцепления зависит от большого числа различных факторов, таких как тип покрытия и его состояние, конструкции материала шины, давления в них воздуха, нагрузок на колесо, скоростей движения, температурных условий [3]. Стенд для определения коэффициента сцепления шины в продольном направлении и поперечном направлениях показан на рис. 1. Основой стенда является жесткая рама, на которой имеются два гнезда для установки нагружающего устройства в горизонтальном направлении и направляющие для перемещения тензометрической площадки. К одной из сторон рамы приварена вертикальная стойка с нагружающим устройством в виде ходового винта, перемещающего ступицу с колесом.

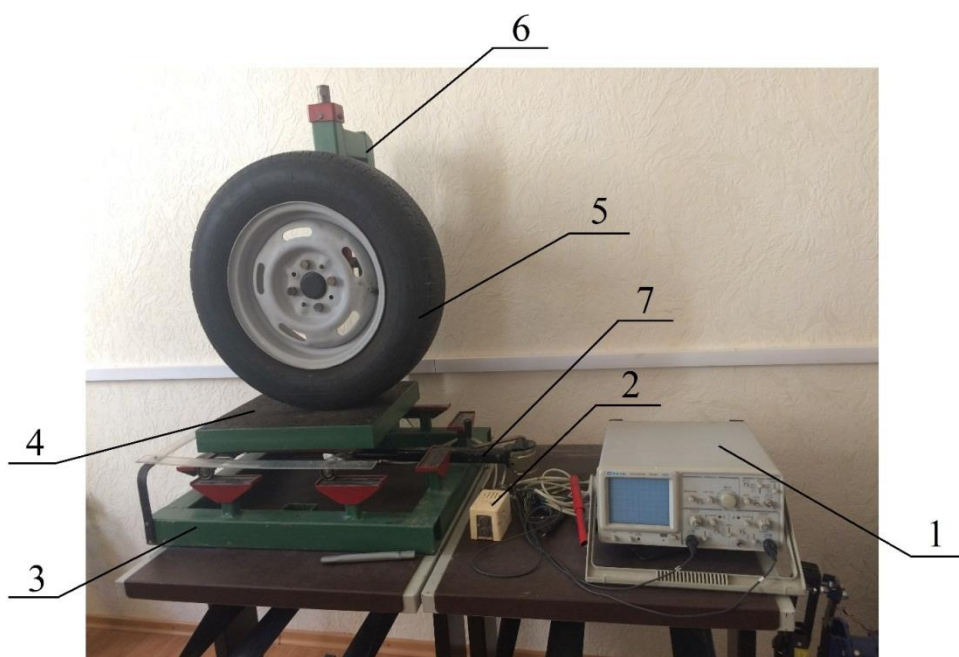


Рис. 1. Стенд для определения коэффициентов сцепления в продольном и поперечном направлениях:

- 1 – осциллограф, 2 – тензометрический усилитель, 3 – рама,
4 – тензометрическая площадка, 5 – колесо, 6 – нагрузочное устройство (вертикальная сила),
7 – нагрузочное устройство (горизонтальная сила)

Нагружающее устройство в горизонтальном направлении представляет собой домкрат, наконечник которого упирается в углубления упругого элемента в виде отрезка из упругой стали и воспринимающего нагрузки. Тензометрическая площадка предназначена для размещения на ней поддона с образцом опорной поверхности (асфальт, бетон), для установки на ней колеса в сборе. С нижней стороны к тележке крепятся четыре упругих элемента, выполненных из отрезков упругой стали, на концах которых напрессованы шариковые подшипники. В нижней части поддона имеются два цилиндрических штыря, которые входят в соответствующие отверстия на пластине тележки и фиксируют поддон. Измерительная часть стенда представляет собой тензометрическую площадку. Для измерения вертикальной нагрузки на колесо на четыре упругих элемента наклеены тензометрические датчики. Для измерения нагрузки на колесо в горизонтальном направлении на упругий элемент, установленный перпендикулярно площадке, также наклеены тензометрические датчики, включенные в мостовые схемы. Сигналы с датчиков передаются усилителем постоянного тока и регистрируются двухканальным осциллографом GOS-620. Для измерения и изменения давления воздуха в шине применяется насос-манометр.

Перед началом испытаний определяются тарировочные коэффициенты для вертикальной и горизонтальной нагрузок. Для исследования коэффициента сцепления в продольном направлении тензометрическая тележка устанавливается таким образом, чтобы направление горизонтальной нагрузки на тележку совпадало с продольной плоскостью колеса. Затем нагружающим устройством (ходовым винтом), устанавливается необходимое значение вертикальной нагрузки при заданном давлении воздуха в шине. После этого другим нагружающим устройством (домкратом) прикладывается измеряемая нагрузка в горизонтальном направлении до тех пор, пока не начнется проскальзывание шины относительно поверхности тензометрической тележки.

Для примера представлены результаты испытаний по определению коэффициента сцепления в продольном направлении, при этом φ рассчитывается по формуле (1). Опыт проводится, при разном давлении в шинах и разной вертикальной нагрузке на колесо, по полученным данным строится график зависимости коэффициента сцепления от указанных выше параметров (рис. 2, 3).

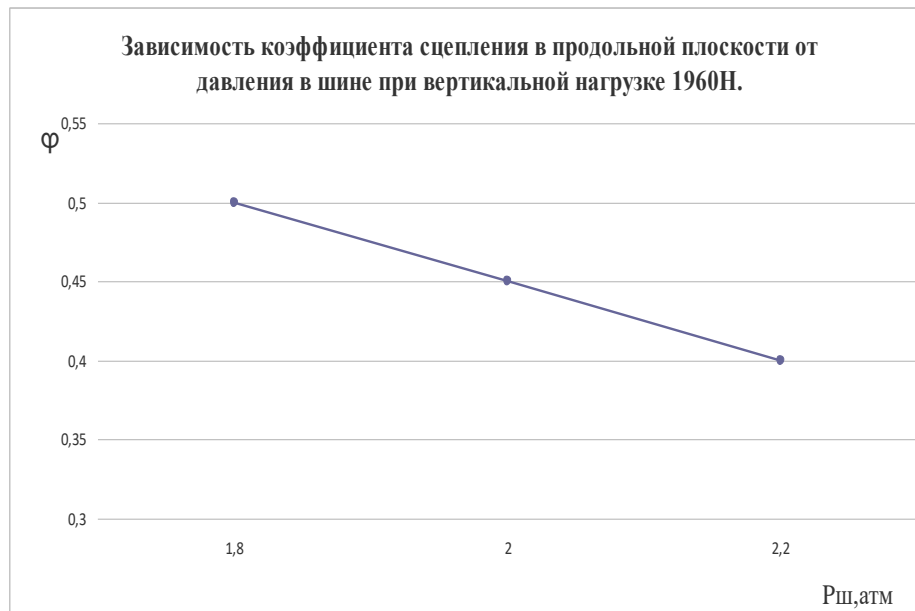


Рис. 2. График зависимости коэффициента сцепления в продольной плоскости от давления воздуха в шине

На рис. 2 представлена зависимость φ от давления воздуха в колесе при одном значении вертикальной нагрузке. Значение коэффициента сцепления небольшое: это объясняется тем, что эксплуатируемый асфальт, уложенный на тензометрической тележке, гладкий; при увеличении давления воздуха в шине коэффициент сцепления уменьшается. Известно, что на твердых покрытиях коэффициент сцепления имеет оптимальное значение в зависимости от давления воздуха в шине; в данном случае он приближается к зоне оптимума по мере снижения давления воздуха в шине [3].

Из графика (рис. 3) видно, что увеличение вертикальной нагрузки на колесо приводит к уменьшению коэффициента сцепления, что справедливо для твердых покрытий [3]. Увеличение вертикальной нагрузки в 1,5 раза уменьшает коэффициент сцепления в 1,25 раз. Для исследования коэффициента сцепления в поперечном направлении тензометрическая площадка устанавливается таким образом, чтобы направление горизонтальной нагрузки на тележку было перпендикулярным продольной плоскости колеса.

На практике рассматриваемый случай (действие боковой силы на неподвижный автомобиль) встречается крайне редко, тем не менее, это процесс интересен для наблюдения. Из графика (рис. 4) видно, что увеличение давления воздуха в шине приводит к возрастанию коэффициента сцепления. Это объясняется тем, что большая часть боковой силы расходуется на деформацию шины в боковом направлении, после чего начинается ее проскальзывание относительно опорной поверхности. При большем давлении воздуха в шине труднее деформировать шину в боковом направлении. Максимальное значение коэффициента сцепления в поперечном направлении больше максимального значения коэффициента сцепления в продольном направлении, что объясняется выше описанным явлением.

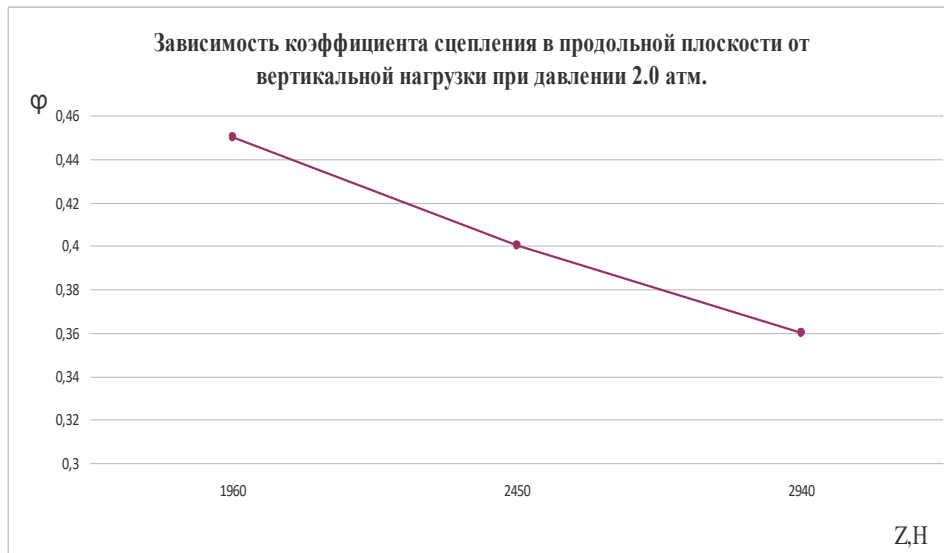


Рис. 3. График зависимости коэффициента сцепления в продольной плоскости от вертикальной нагрузки на колесо

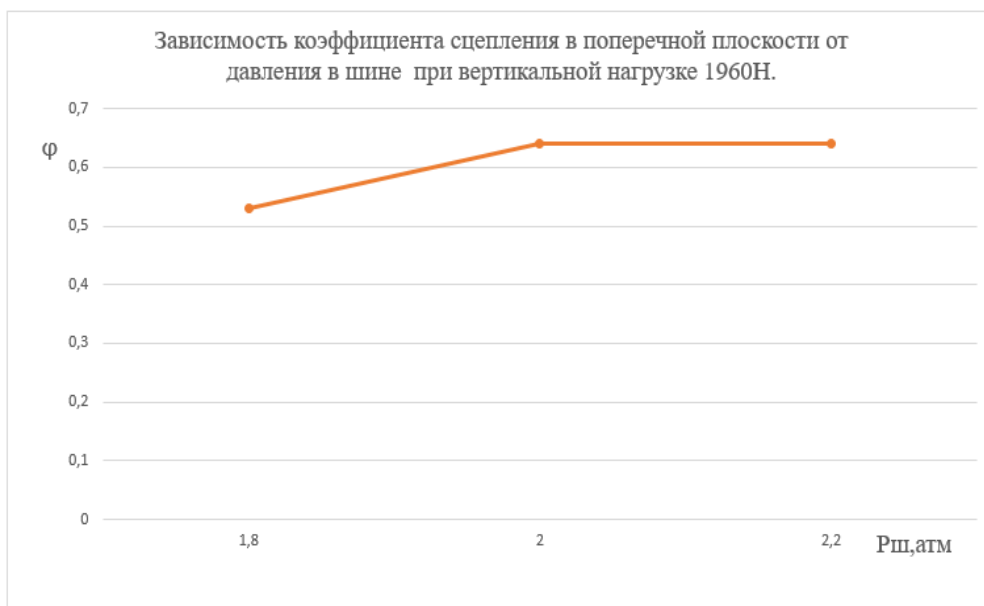


Рис. 4. График зависимости коэффициента сцепления в поперечной плоскости от давления в шине

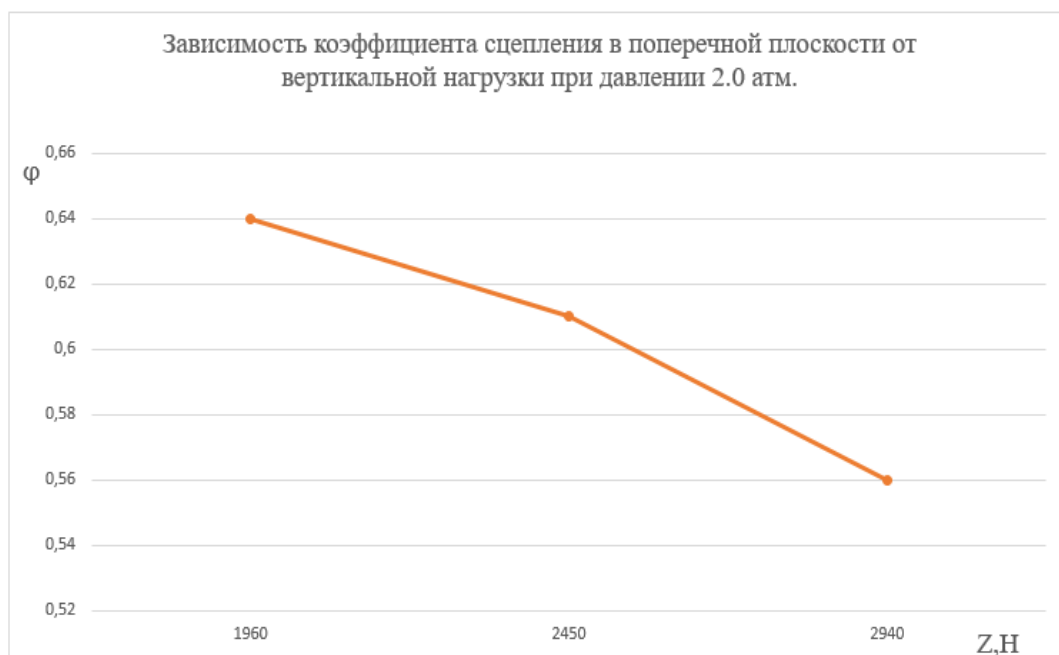


Рис. 5. График зависимости коэффициента сцепления в поперечной плоскости от вертикальной нагрузки на колесо

Из графика (рис. 5) следует, что увеличение вертикальной нагрузки на колесо также приводит к уменьшению коэффициента сцепления, как и в случае с коэффициентом сцепления в продольном направлении.

Выводы

Разработанный стенд дает возможность при испытаниях определять коэффициенты сцепления колес легковых автомобилей в продольном и поперечном направлениях, которые в дальнейшем могут быть использованы при расчетах его тяговых и тормозных свойств, устойчивости движения. Стенд позволяет также определить жесткости шин в радиальном, продольном и боковом направлениях.

Представленный в работе стенд используется в научно-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.: ООО «Издательство Астрель», 2003.
2. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. Пособие [Текст] / В.Н. Кравец и др. – Нижний Новгород: НГТУ, 2007.
3. Работа автомобильной шины [Текст] / В.И. Кнороза [и др.] – М.: Транспорт, 1976.