

УДК 629.11.012.5

Л.А. Черепанов, А.В. Лонский
ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПЯТНА КОНТАКТА ШИНЫ С ОПОРНОЙ
ПОВЕРХНОСТЬЮ НА КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ
В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Тольяттинский государственный университет

Представлены результаты исследования влияния площади пятна контакта шин с опорной поверхностью, изменяющейся от различных параметров на коэффициент сцепления в продольном направлении. Установлено, что с увеличением давления воздуха в шине площадь пятна контакта уменьшается. При изменении площади пятна контакта в достаточно большом диапазоне и изменении давления воздуха в шине, коэффициент сцепления остается практически неизменным, в то время как при увеличении вертикальной нагрузки на колесо коэффициент сцепления уменьшается, что характерно для твердых покрытий. В результате проведенных испытаний выявлены зависимости площади контакта летних и зимних шин одинакового размера с опорной поверхностью, изменяющейся от вертикальной нагрузки на колесо, давления воздуха в шинах и от коэффициента сцепления в продольном направлении.

Ключевые слова: колесо, коэффициент, сцепление, шина, вертикальная нагрузка, давление воздуха.

Коэффициент сцепления φ – 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 [2].

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

Различают коэффициенты продольного и поперечного сцепления [2]. В первом случае максимальная продольная реакция вызывается тяговым или тормозным усилием, развиваемым ведущим или тормозным колесами.

Сила сцепления шины с опорной поверхностью оказывает большое влияние на движение, управляемость и устойчивость автомобиля, что непосредственно влияет на активную безопасность автомобиля. Четыре маленьких пятна контакта удерживают автомобиль на дороге, при этом величина и форма пятна контакта при движении не остается постоянной. Это обусловлено перераспределением массы автомобиля во время движения.

При движении окружающая обстановка на дороге постоянно изменяется, что требует большого внимания и готовности среагировать во избежание дорожно-транспортного происшествия. Автомобиль, обладающей хорошей управляемостью и устойчивостью, сохраняет направление, заданное водителем, а также быстро и легко, при необходимости, изменяет свое положение на дороге. Большое влияние на коэффициент сцепления оказывают: состояние опорной поверхности, состояние и конструкция шин, скорость движения, вертикальная нагрузка на колесо, давление воздуха в шине, температура контакта. На основании этого можно сделать вывод, что площадь пятна контакта влияет на давление шины на дорогу, изменение площади пятна контакта может приводить к увеличению или снижению давления, что в свою очередь должно влиять на изменение коэффициента сцепления. В статье [1] были определены площади пятна контакта летней и зимней шин одинаковой размерности в зависимости от вертикальной нагрузки на колеса и давления воздуха в шинах. Затем, в работе [2] представлены величины коэффициентов сцепления у вышеупомянутых шин на одинаковой

опорной поверхности, при тех же вертикальных нагрузках и давлениях воздуха в них. Сравнение летней и зимней шин по характеристикам на эксплуатируемом асфальте допустимо, поскольку в межсезонье они работают в одинаковых условиях [3].

В настоящей статье объединены результаты предшествующих исследований, т.е., выявлено влияние площади пятна контакта шин одинаковой размерности с опорной поверхностью, изменяющейся от различных параметров на коэффициент сцепления в продольном направлении. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1.
Данные испытаний контакта шин с опорной поверхностью

Тип колеса	Зимнее	Изношенное, летнее	Летнее
P_{ATM}	Коэффициент сцепления		
	Нагрузка=2646Н		
1,8	0,34	0,30	0,46
2,0	0,42	0,32	0,46
2,2	0,36	0,35	0,46
	Нагрузка=3009Н		
1,8	0,39	0,28	0,44
2,0	0,41	0,33	0,45
2,2	0,39	0,33	0,44
	Нагрузка=3685Н		
1,8	0,37	0,33	0,42
2,0	0,37	0,33	0,43
2,2	0,38	0,33	0,43

Нагрузка на колесо выбиралась для снаряженного автомобиля, средней и полной его загрузки. По полученным данным построены соответствующие графики (рис. 1, 2). Коэффициент сцепления имеет небольшое значение, как отмечалось [2]. Это объясняется тем, что асфальт, уложенный на тензометрической тележке стенда эксплуатируемый, гладкий. Анализ графиков показывает, что при увеличении давления воздуха в шине площадь пятна контакта уменьшается. При изменении площади пятна контакта в достаточно большом диапазоне и изменении давления воздуха в шине коэффициент сцепления практически остается неизменным, при этом с возрастанием вертикальной нагрузки на колесо коэффициент сцепления снижается, что справедливо для твердых покрытий [4].

На рис. 2 представлена зависимость φ от площади пятна контакта при различном давлении воздуха в зимней шине и при различных значениях вертикальной нагрузки. Из графиков следует, что при увеличении давления воздуха в шине площадь пятна контакта уменьшается. При изменении площади пятна контакта в достаточно большом диапазоне и изменении давления воздуха в шине коэффициент сцепления имеет зоны максимума при малых и средних вертикальных нагрузках. Это объясняется большей податливостью зимней шины, то есть она более чувствительна к изменению исследуемых параметров. При максимальной вертикальной нагрузке коэффициент сцепления остается независимым от площади пятна контакта. С возрастанием вертикальной нагрузки на колесо коэффициент сцепления также снижается [4].

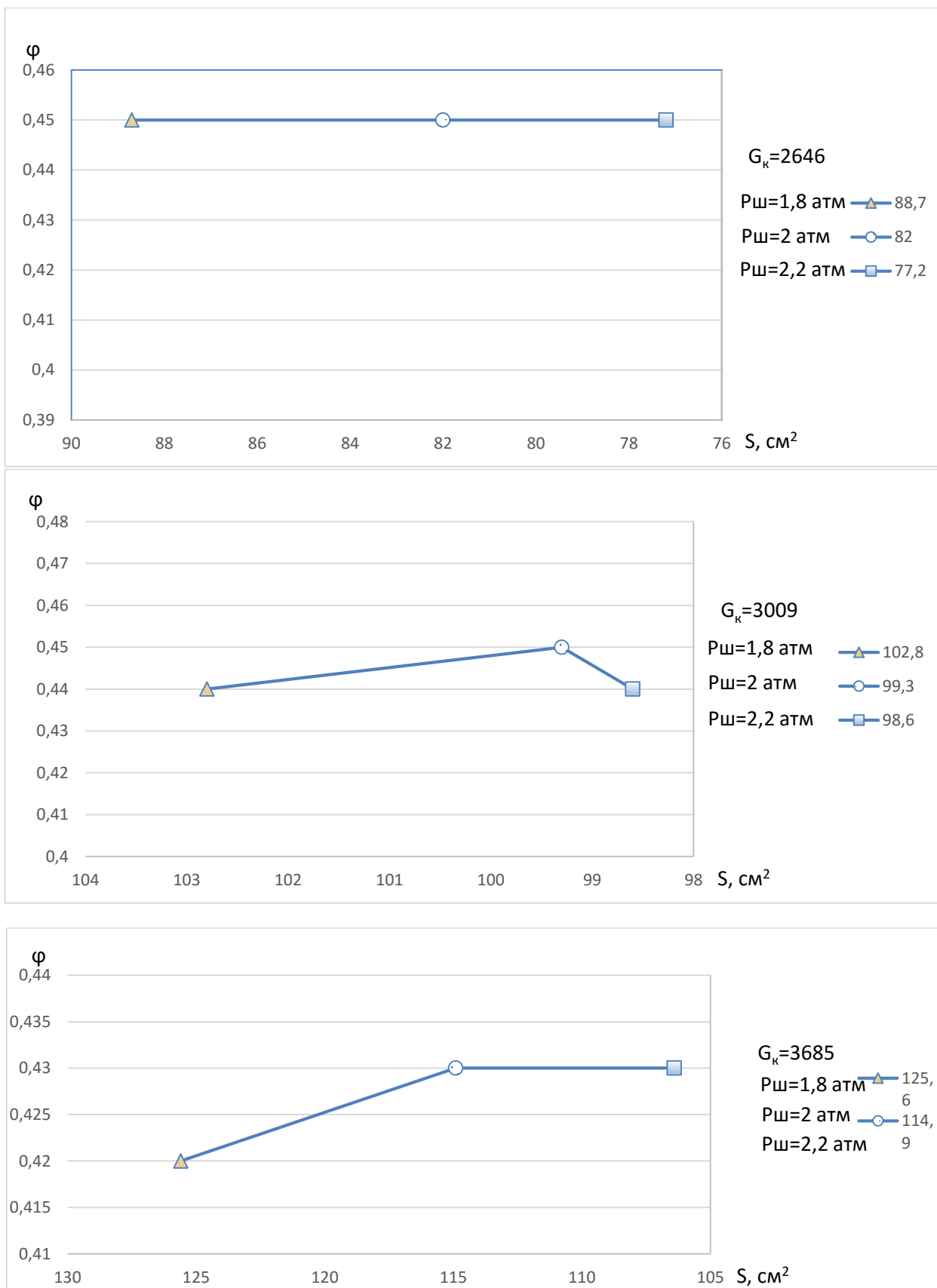


Рис. 1. Зависимость коэффициента сцепления φ от площади пятна контакта S при различном давлении воздуха в летней шине и при различных значениях вертикальной нагрузки G_k

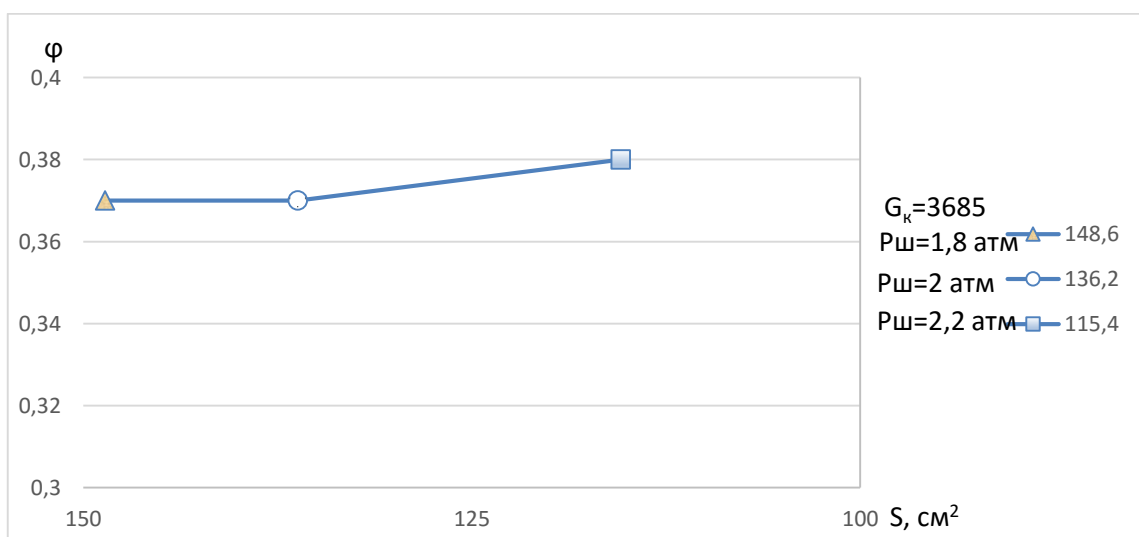
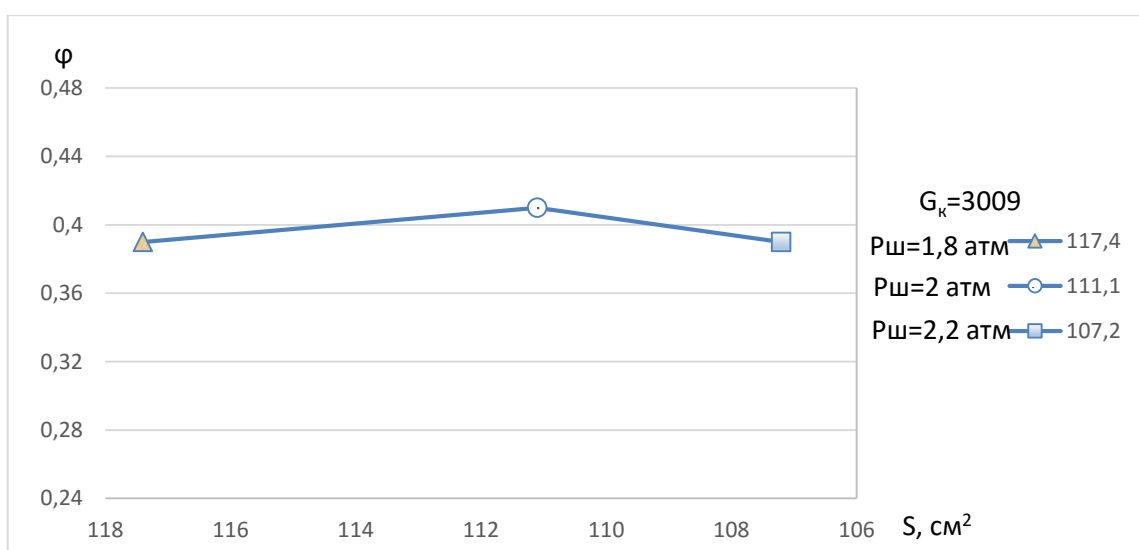
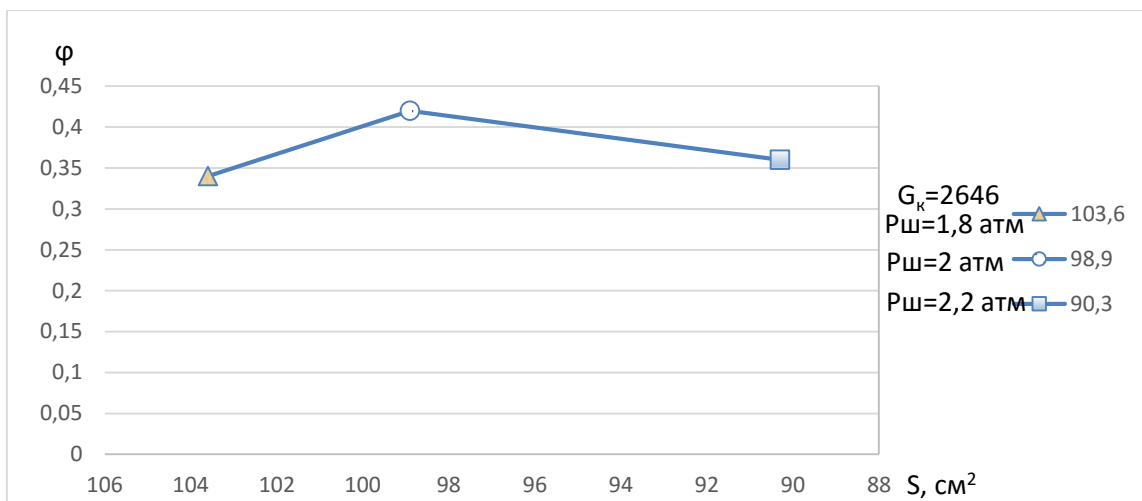


Рис. 2. Зависимость коэффициента сцепления φ от площади пятна контакта S при различном давлении воздуха в зимней шине и при различных значениях вертикальной нагрузки

При сравнении летней и зимней шин видно, что при одинаковых вертикальных нагрузках и давлениях в шине площадь пятна контакта зимней шины больше площади пятна контакта летней шины, что объясняется меньшей эластичностью последней. Для летней шины при росте давления воздуха в исследуемых пределах (например, с 1,8 атм до 2 атм отношение площадей равно $88,7/82 = 1,08$; с 2 атм до 2,2 атм – $82/77,2 = 1,06$) площадь пятна контакта снижается, примерно, на одинаковое соотношение. Влияние давления воздуха и нагрузки на колесо у зимней шины более заметно, по сравнению с летней шиной [5].

При одинаковых изменяемых параметрах коэффициент сцепления у летней шины выше, чем у зимней из-за различного состава резиновой смеси. Данные по изношенной летней шине приведены для информации.

Выводы

Выявлены зависимости площади пятна контакта летней и зимней шин одинаковой размерности с опорной поверхностью, изменяющейся от вертикальной нагрузки на колесо, давления воздуха в шинах на коэффициент сцепления в продольном направлении. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы при исследовании тяговых и тормозных свойств автомобиля. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы при исследовании тяговых и тормозных свойств автомобиля.

Библиографический список

1. Черепанов, Л.А. Стенд для исследования влияния вертикальной нагрузки на площадь пятна контакта шины с опорной поверхностью [Текст] / Л.А. Черепанов, Л.А. Олейник // Транспортные системы. 2017. № 3. С. 27-31.
2. Черепанов, Л.А. Стенд для испытаний сцепных свойств колес легковых автомобилей [Текст] / Л.А. Черепанов, А.А. Елизаров / Транспортные системы НГТУ. 2018. № 4. С. 22-26.
3. Бакфиш, К. Новая книга о шинах [Текст] / К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М.: Астрель, 2003. – 303 с.
4. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие [Текст] / В.Н. Кравец. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2007. – 367 с.