

Рис. 2. Кинематика движения шипа относительно выступа протектора при качении автомобильной шины

Стенд, изображенный на рисунке 1, не учитывал особенности влияния силового каркаса шины на механизм износа в системе «протектор шины – шип».

Для приближения условий лабораторного эксперимента к реальным условиям потребовалась модернизация стенда. Модернизированный лабораторный стенд, изображенный на рисунке 3, позволяет проводить исследования на реальном автомобильном колесе в сборе. Кроме того, предусмотрен контроль температуры в зоне контакта шипа с резиной протектора и принудительное охлаждение воздухом для стабилизации тепловых процессов в протекторе шины.

Лабораторный стенд позволяет моделировать кинематику шипа, установленного в протектор шины, при этом траектория движения шипа приближена к реальным условиям (равномерное движение автомобиля со скоростью до 60 км/ч).

Износ стенок отверстия в протекторе шины с установленным шипом ускоряется при неблагоприятных условиях: сухое дорожное покрытие, эксплуатация шипованной шины при положительных температурах в осенний и весенний периоды.

Исходя из предположения, что износ в системе «протектор шины – шип» в значительной степени связан с механическими и термическими процессами, в данном исследовании применяется ускоренная методика. Установленный в глухое отверстие шип противоскольжения совершает в отверстии возвратно-поступательные движения с заданными промежутками времени непрерывными циклами с частотой до 1380 мин<sup>-1</sup>. Интенсивность процесса ограничена величиной нагрева шипа и стенок отверстия на начальных этапах исследования, температура которых не должна превышать критических для материала протектора значений, составляющих 100–110 °С.

По окончании каждого цикла производятся измерения температуры в зоне контакта шип – резина и угловой жесткости посадки шипа.

Конструкция стенда состоит из основания 1 и вертикальной стойки 2. В нижней части стойки установлен узел неподвижной консоли 4, предназначенный для установки колеса 3 в сборе. Колесо крепится на стандартной ступице с возможностью вращения и надежной фиксации в любом положении. Также предусмотрена возможность регулировки вылета данной консоли. В верхней части стойки установлена подвижная консоль 5, на которой размещен механизм

кинематической системы 7 стенда, электродвигатель 6, вентилятор 9, прижимная планка 10 и блок измерительной системы 8. Регулировка положения подвижной консоли по высоте обеспечивается направляющей с винтовым механизмом.

В качестве объекта эксперимента использовался шип типа 8-10-1 (рис. 4), установленный в отверстие протектора шины 205/55 R16 (рис. 5).

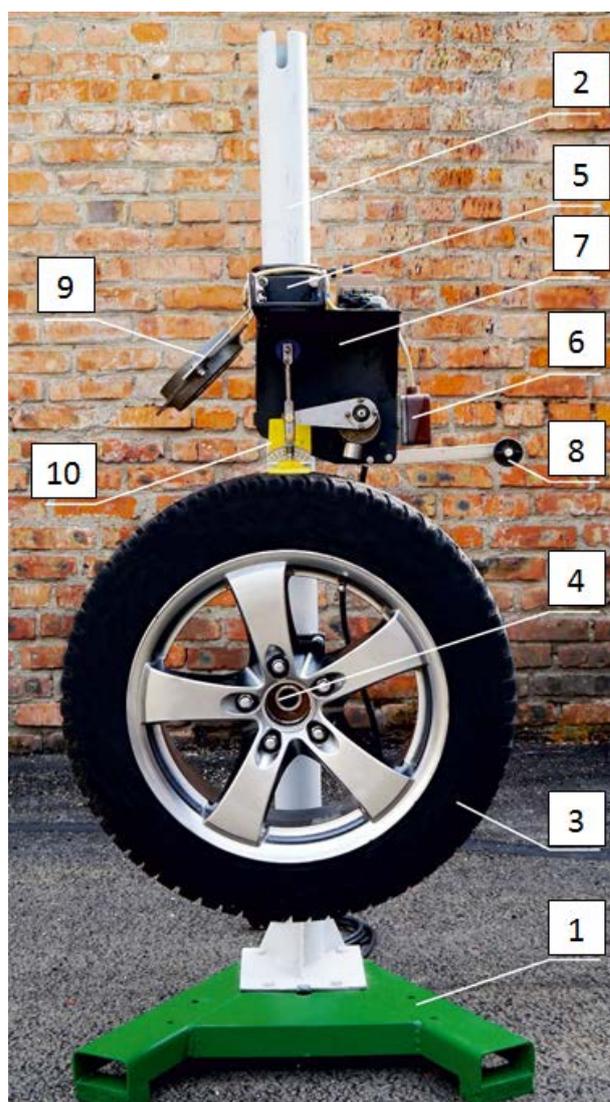


Рис. 3. Модернизированный лабораторный стенд



Рис. 4. Шип типа 8-10-1, установленный на шток

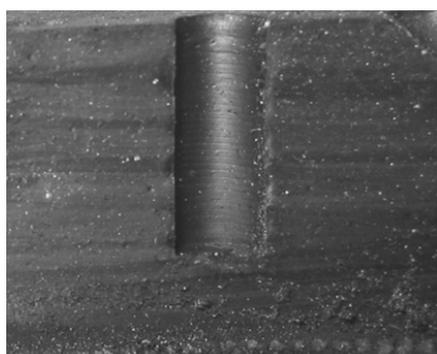


Рис. 5. Разрез исходного отверстия для установки шипа в протекторе шины

Определение жесткости посадки шипа производится при исходных крутящих моментах  $M1$  0,0441 Н·м и  $M2$  0,0882 Н·м.

Для исключения возникновения систематической погрешности, связанной с особенностями формы разных элементов протектора, все сравнительные исследования процесса износа в системе «шип противоскольжения – протектор шины» проводятся с установкой шипа на одинаковых участках протектора.

В таблице представлены данные, полученные в результате исследований по определению изменения значений температуры стенок отверстия и угловой жесткости посадки шипа 8-10-1 в шине 205/55 R16 в результате износа отверстия. Графические зависимости представлены на рисунках 6, 7, результат износа отверстия шипом противоскольжения – на рисунке 8.

Таблица

**Значения температуры стенок отверстия и угловой жесткости посадки шипа 8-10-1 в протекторе шины 205/55 R16**

Время, мин	Температура, °С	Угол наклона шипа, °	Угловая жесткость $C_u$ , [1/рад]
0	20	1,5	38,216
30	81	2	28,662
70	89	3	19,108
130	86	3,5	16,378
190	82	4	14,331
250	79	4	14,331
310	79	4	14,331
370	79	4	14,331
730	71	4,5	12,739
Ср. знач.	74,00		19,158

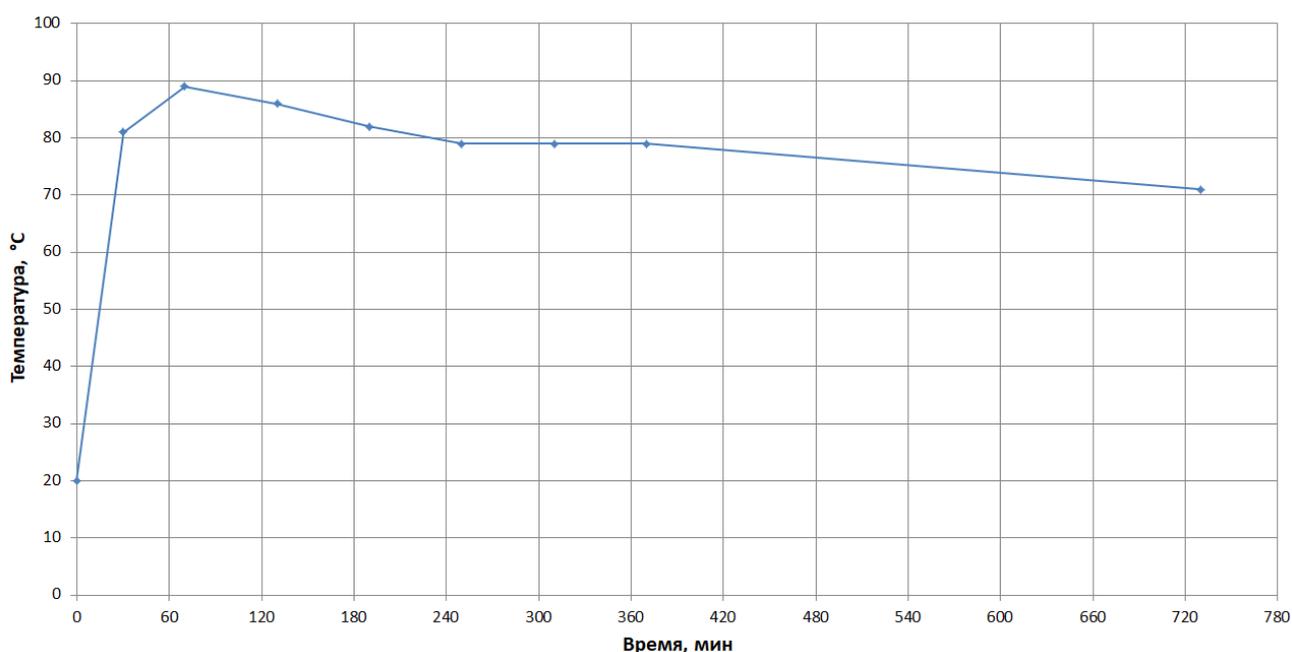


Рис. 6. Зависимость температуры стенок отверстия от времени испытания шипа противоскольжения типа 8-10-1 в протекторе шины 205/55 R16

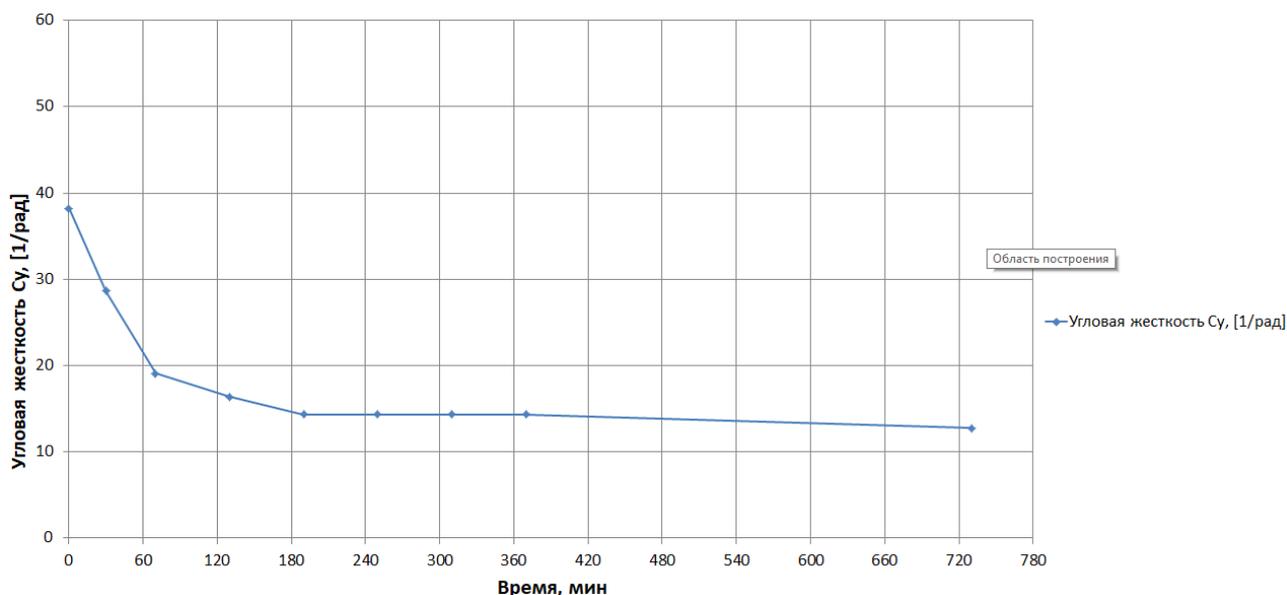


Рис. 7. Зависимость угловой жесткости посадки шипа типа 8-10-1 в протекторе шины 205/55 R16

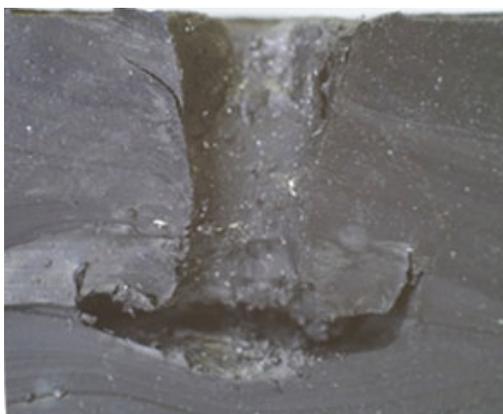


Рис. 8. Разрез отверстия для установки шипа в протекторе шины 205/55 R16 после исследования

В итоге разработан лабораторный стенд, позволяющий моделировать приближенную к реальным условиям эксплуатации кинематику шипа, установленного в протектор шины; методика исследования процессов износа, происходящих в динамической системе «протектор шины – шип». В качестве показателей величины износа приняты температура стенок отверстия и угловая жесткость посадки шипа.

Проведены исследования по определению значений температуры стенок отверстия и угловой жесткости посадки шипа 8-10-1 в шине 205/55 R16 в процессе износа отверстия.

Предложенная методика позволяет проводить оптимизацию конструктивных параметров протектора вновь проектируемых зимних ошипованных шин без проведения трудоемких и дорогостоящих натуральных исследований.

#### Литература

1. ГОСТ Р 52747-2007. Шипы противоскольжения. Общие технические условия : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2009-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 12 с.
2. Гулин, Р. В. Оптимизация технических и технологических параметров ошиповки автомобильных шин : специальность : 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Р. В. Гулин. – Москва : НИИШП, 2002 г.
3. Шины с шипами. За и против. Производство и эксплуатация / Ю. Б. Михайлов и др. – Санкт-Петербург : Б.С.К., 1998. – 202 с.
4. Старостин, А. В. Методика оценки и прогнозирования эксплуатационной надежности ошипованных шин : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Старостин Александр Владимирович. – Вологда, 2007. – 170 с.

*A.A. Frolov, A.S. Stepanov, S.A. Frolov*  
Vologda State University

#### STUDY OF ANTI-SKID SPIKES RETENTION DURABILITY IN CAR TIRE TREAD

The article presents the results of the study of factors that allow us to assess the reliability of the retention of anti-skid spikes in the tread of a car tire.

Car wheel, tire pinching, fatigue processes, temperature, stiffness.