

УДК 629.083

А. А. Пивоварчик¹, А. К. Гавриленя², М. М. Войтович¹

¹Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Ожешко, 22, 230021 Гродно, Республика Беларусь,
+375 (29) 876 68 24, Pivovarchik_AA@grsu.by

²Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Министерство образования Республики Беларусь, ул. Уборевича, 20, 225404 Барановичи,
Республика Беларусь, +375 (29) 222 59 33, AndrejGavrilenya@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ПРОТЕКТОРОВ
ВСЕСЕЗОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН ДЛЯ ГРУЗОВЫХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Целью настоящей работы является исследование величины износа протектора вседорожных автомобильных шин от различных производителей в зависимости от условий эксплуатации грузовых механических транспортных средств. Научная новизна работы состоит в получении новых экспериментальных данных по изменению величины протектора вседорожных автомобильных шин в зависимости от пробега, типа дорожного покрытия, сезонности эксплуатации транспортных средств.

Введение содержит краткую информацию по вопросу износа протекторов автомобильных шин в зависимости от условий эксплуатации транспортных средств. Представлены требования, предъявляемые к величине протектора грузовой автомобильной шины. В основной части работы описана методика проведения исследований по определению величины износа протектора вседорожных автомобильных шин в зависимости от величины пробега транспортного средства, сезонности и типа дорожного покрытия. Показаны результаты исследования величины износа протектора вседорожных автомобильных грузовых шин различных марок. В ходе проведения исследований установлено, что лучшими эксплуатационными свойствами относительно величины износа протектора за весь период эксплуатации вседорожной автомобильной грузовой шины обладают шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция, 2018). Установлено, что значение величины износа протектора шин данных марок в среднем на 4,2...22,8 % ниже, чем аналогичный показатель у других исследуемых марок шин. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при эксплуатации грузовых транспортных средств целесообразно использовать вседорожные грузовые автомобильные шины марок Triangle TR 693 и Goodyear G46 ввиду их более высоких эксплуатационных характеристик.

Результаты исследований будут полезны инженерам-механикам при выборе марки вседорожных автомобильных шин в период эксплуатации грузовых механических транспортных средств.

Ключевые слова: автомобильные вседорожные шины; механические автотранспортные средства; пробег; протектор; износ; сезонность.

Рис. 3. Библиогр.: 6 назв.

А. А. Pivovarchyk¹, А. К. Haurylenia², М. М. Vaitovich¹

¹Yanka Kupala State University of Grodno, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 22 Ozheshko St.,
230021 Grodno, the Republic of Belarus, Pivovarchik_AA@grsu.by, +375 (29) 876 68 24

²Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voykov St.,
225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, AndrejGavrilenya@mail.ru, +375 (29) 222 59 33

**THE RESEARCH OF THE TREAD WEAR OF ALL-SEASON AUTOMOBILE TIRES
FOR MECHANICAL CARGO VEHICLES**

The aim of this paper is to study the tread wear of all-season automobile tires produced by various manufacturers, depending on the operating conditions of mechanical cargo vehicles.

The scientific novelty of the work is to obtain new experimental data on the change in the tread size of all-season automobile tires depending on the mileage, type of road surface, and seasonality of vehicle operation.

The introduction contains brief information on the wear of tire treads depending on the operating conditions of vehicles. The requirements for the tread size of a truck tire are presented. The main part of the article describes the research methodology for determining the tread wear of all-season automobile tires depending on the vehicle mileage, seasonality and type of road surface. The results of the study of the tread wear of all-season automobile truck tires of various brands are shown. In the course of the research it was found out that the best performance properties relative to the tread wear for the entire period of operation of an all-season truck tire are characteristic of Triangle TR 693 (China) and Goodyear G46 (Turkey, 2018) tires. It was established that the value of the tread wear of Triangle TR 693 (China) and Goodyear G46 (Turkey, 2018) brands of tires is on average 4.2...22.8 % lower than the same indicator for the other tire brands under consideration. Thus, a conclusion can be made that when operating cargo vehicles it is advisable to use all-season truck tires of Triangle TR 693 and Goodyear G46 brands due to their better performance characteristics.

The research results will be useful to mechanical engineers when choosing a brand of all-season automobile tires during the operation of mechanical cargo vehicles.

Keywords: all-season automobile tires; mechanical motor vehicles; mileage; tread; wear; seasonality.

Fig. 3. Ref.: 6 titles.

Введение. Автомобильные шины обеспечивают контакт грузовых механических транспортных средств с дорожным покрытием (дорогой). В период эксплуатации транспортных средств резина изнашивается и приходит в негодность, и это является необратимым и неизбежным процессом. Износ (старение) автомобильной шины представляет собой необратимый процесс изменения состояния протектора автомобильной шины. На основании изложенных в работах [1—6] данных известно, что на износ автомобильных шин оказывают влияние климатические условия: температура и влажность окружающего воздуха и дорожного покрытия. Отмечается [2—4], что чем выше температура окружающего воздуха, тем больше теплообразование в шинах, тем быстрее изнашивается протектор и уменьшается срок службы шин. С увеличением температуры окружающего воздуха происходит понижение герметичности шины вследствие увеличения диффузии воздуха через стенки камеры. Низкая температура окружающего воздуха уменьшает температуру в работающих шинах, благодаря чему уменьшается их общий износ. Помимо климатических условий, на величину износа протектора автомобильных шин оказывают влияние качество и состояние дорог, техническое состояние автомобиля, стиль вождения, несоблюдение норм внутреннего давления в шинах, частые перегрузки, дисбаланс колес. Следует отметить, что на внутреннем рынке в Республике Беларусь покупателю предлагается широкий выбор автомобильных всесезонных грузовых шин (более 10 производителей различных стран). При этом считается, что все реализуемые продавцами марки шин обладают высокими эксплуатационными характеристиками, однако практический интерес представляют исследования, направленные на экспериментальное исследование величины износа протектора шин различных марок.

Целью настоящей работы является исследование величины износа протектора всесезонных автомобильных шин от различных производителей в зависимости от условий эксплуатации грузовых механических транспортных средств.

Методика проведения исследований. Исследования величины износа протекторов автомобильных шин проводили на пяти грузовых автомобилях марки Hyundai HD 78. Данные автомобили обслуживают организацию ОАО «Ошмянский мясокомбинат» и осуществляют доставки в пункты продажи изготовленную предприятием продукцию. Следует отметить, что автомобили находились в исправном техническом состоянии (элемент рулевого управления, шасси), так как своевременно проходят технический осмотр и сервисное техническое обслуживание на специализированной станции в Минске. Автомобили управлялись водителями высшего класса, что позволяло снизить погрешность методики исследований при

проведении эксперимента и получать более объективные экспериментальные данные. Для качественного измерения высоты протектора автомобильной шины выполняли следующие действия: на задних правых колёсах грузовых транспортных средств было нанесено белым несмываемым маркером пять равноудаленных отметок (линий). Первой линией отсчёта на всех колесах являлся ниппель. В целях исключения влияния деформации шины на показания измерений водитель по команде подъезжал вперед, для того чтобы измерять высоту протектора в одном и том же месте относительно транспортного средства. Местом измерения высоты протектора было выбрано окончание крыла транспортного средства. Точку измерения относительно ширины протектора шины выбирали в середине, для того чтобы исключить возможное негативное влияние неправильных углов установки автомобильных колес, из-за которого повышается износ края автомобильной шины. Перед каждым последующим измерением высоты протектора предварительно шину очищали от всевозможных загрязнений. Окончательное значение высоты протектора определяли как среднее арифметическое значение результатов пяти измерений. Тип дорожного покрытия, по которым передвигались транспортные средства, составлял следующие значения от общей величины пробега: асфальтное — 98 %, бетонное — 1 %, грунтовое — 1 %. Указанные значения типа дорожного покрытия рассчитывались с учетом известного ежедневного маршрута транспортного средства. Средством измерения высоты протектора автомобильной шины выступал цифровой глубиномер модели Digital Tread Depth Gauge с диапазоном измерений от 0 до 25,4 мм, погрешность измерения прибора составляет 0,01 мм. Значение величины пробега транспортного средства контролировали через 30 дней с использованием одометра. В качестве объектов исследования были выбраны всесезонные грузовые автомобильные шины следующих марок: Rosava LTA 401 (Россия), Goodyear DuraMax TT (ЮАР), Goodyear G46 (2017, Бельгия), Triangle TR 693 (Китай), Goodyear G46 (2018, Турция).

Результаты исследований и их обсуждение. На момент проведения исследования измерений фактической величины высоты протектора транспортные средства имели различный пробег. В целях получения объективных данных был выполнен пересчет итоговой величины износа протектора автомобильной шины на 20 тыс. км пробега при использовании всех исследуемых марок шин. Расчет итоговой величины износа протектора проводили, используя следующую математическую модель:

$$ВП_{i-й обл} = \frac{ВП_{i-й обл} - (ВП_{факт\ i-й обл} - ВП_{факт\ i-й обл - 1}) 20\ 000}{П_{i-й обл + 1} - П_{i-й обл}}, \text{ мм},$$

- где $ВП_{i-й обл}$ — расчетное значение высоты протектора шины в предшествующий период, мм;
 $ВП_{факт\ i-й обл}$ — фактическое значение высоты протектора в момент контроля, мм;
 $ВП_{факт\ i-й обл - 1}$ — фактическое значение высоты протектора шины в предшествующий период, мм;
 20 000 — заданная общая величина пробега для всех периодов, км;
 $П_{i-й обл + 1}$ — величина пройденного пути транспортным средством за данный период (сезон) с учетом пройденного пути за следующий период, км;
 $П_{i-й обл}$ — величина пройденного пути транспортным средством за данный период (сезон), км.

На рисунке 1 показаны результаты расчета итоговой высоты протектора исследуемых марок автомобильных шин при пробеге транспортным средством 20 тыс. км для каждого периода эксплуатации (сезонности).

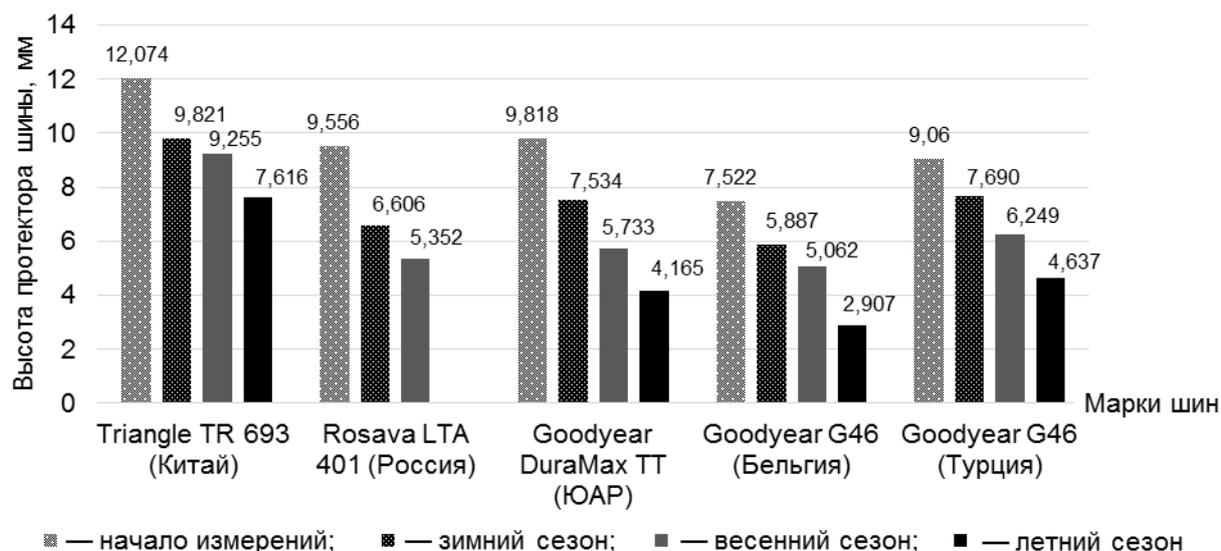


Рисунок 1. — Итоговая высота протектора исследуемых марок автомобильных шин в зависимости от периода эксплуатации транспортного средства и величины пробега транспортного средства (20 тыс. км)

На рисунке 2 представлены данные по величине износа протектора исследуемых марок автомобильных грузовых шин при пробеге транспортным средством 20 тыс. км в определенный период эксплуатации. Максимальный износ протектора шины в зимний период эксплуатации грузовых транспортных средств при пробеге 20 тыс. км наблюдается при использовании шины марки Rosava LTA 401 (Россия) (2,95 мм). Промежуточные и практически равные результаты получены при использовании шин марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear DuraMax TT (ЮАР) — 2,253 и 2,284 мм соответственно. Лучший результат с точки зрения минимального износа протектора исследуемых шин получен при использовании шин Goodyear G46 (Бельгия) и Goodyear G46 (Турция) — 1,635 и 1,37 мм. Таким образом, установлено, что величина износа протектора шин марок Goodyear G46 (Бельгия) и Goodyear G46 (Турция) в зимний период в среднем в 1,7...2,3 раза ниже, чем при использовании других исследуемых марок шин.

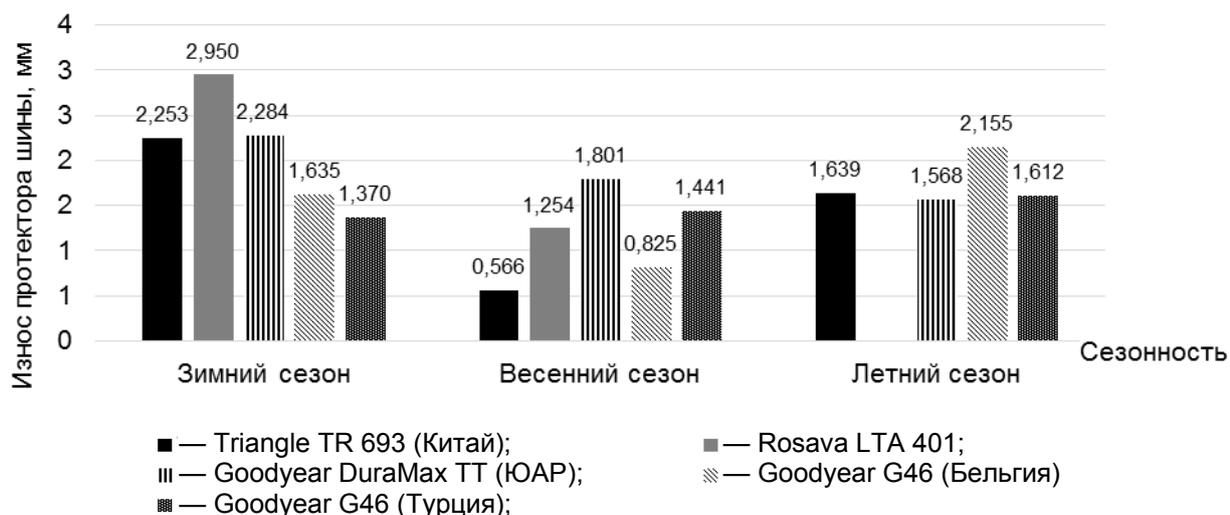


Рисунок 2. — Износ протектора исследуемых марок грузовых автомобильных шин в зависимости от периода эксплуатации транспортного средства при пробеге 20 тыс. км

Можно видеть (см. рисунок 2), что максимальный износ протектора шины в весенний период эксплуатации грузовых транспортных средств наблюдается при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР) и Goodyear G46 (Турция, 2018). Величина износа протектора за 20 тыс. км для данных шин составила 1,801 и 1,441 мм соответственно. Промежуточный результат получен при использовании шин марки Rosava LTA 401 (Россия) — 1,254 мм. Лучший результат с точки зрения минимального износа протектора исследуемых шин в весенний период получен при использовании шин Goodyear G46 (Бельгия) и Triangle TR 693 (Китай) — 0,825 и 0,566 мм соответственно. Видно (см. рисунок 2), что величина износа протектора шин марок Goodyear G46 (Бельгия) и Triangle TR 693 (Китай) в весенний период в среднем в 1,75...3,2 раза ниже, чем при использовании других исследуемых марок шин.

Отметим, что в летний период эксплуатации грузовых транспортных средств, оборудованных исследуемыми марками шин, лучший результат наблюдается при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР). Величина износа протектора за 20 тыс. км для данной шины составила 1,568 мм. Следует отметить, что у всех остальных исследуемых марок шин величина износа протектора находилась в пределах от 1,639 до 2,155 мм, что свидетельствует о практически идентичной величине износа протектора исследуемых марок грузовых всесезонных автомобильных шин.

Таким образом, в ходе проведения исследований установлено, что износ протектора исследуемых грузовых всесезонных автомобильных шин марок Rosava LTA 401 (Россия), Goodyear DuraMax TT (ЮАР), Triangle TR 693 (Китай) в зимний и весенний период эксплуатации транспортных средств более интенсивный, чем в летнее время. Полученный результат можно объяснить тем, что в данный период дорожное покрытие, как правило, обрабатывают песчано-соляной смесью — галитом, который в результате протекания соответствующей химической реакции превращает снежный покров в воду. При этом водородный показатель полученного водного раствора имеет значение pH 5, что соответствует слабокислотной среде, что, в свою очередь, способствует более интенсивному разрушению резины, из которой изготовлена автомобильная шина.

На рисунке 3 показана величина износа исследуемых марок автомобильных шин за весь период проведения экспериментальных исследований.

Из представленных экспериментальных данных видно, что минимальное значение величины износа протектора наблюдается при использовании грузовой автомобильной шины марки Goodyear G46 (Турция) — 4,423 мм.

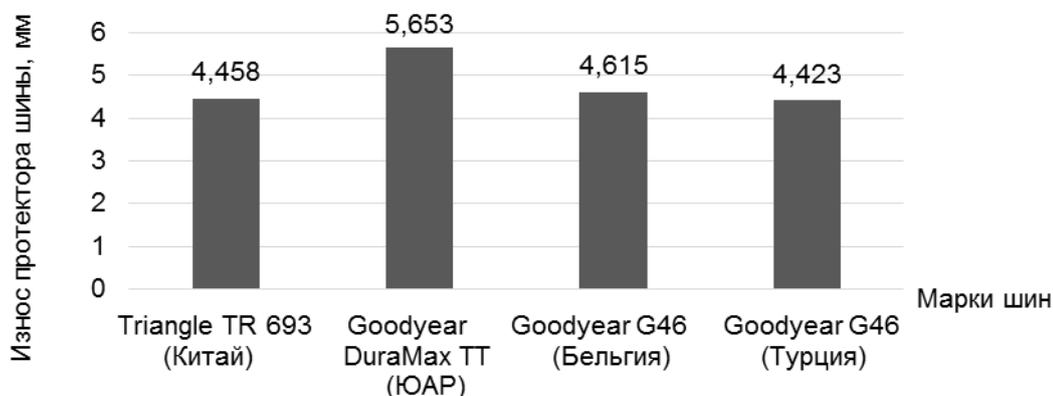


Рисунок 3. — Износ исследуемых марок шин грузовых автомобильных за весь период эксплуатации транспортного средства, мм

Худший результат получен при использовании шины марки Goodyear DuraMax TT (ЮАР). Износ протектора для данной грузовой автомобильной шины составляет 5,653 мм. Полученные результаты, по-видимому, можно объяснить технологическими свойствами материала (сырья), из которого изготовлены исследуемые грузовые автомобильные шины.

Заключение. В ходе проведения исследований установлено, что лучшими эксплуатационными свойствами относительно величины износа протектора за весь период эксплуатации всесезонной автомобильной грузовой шины обладают шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция). Установлено, что значение величины износа протектора шин марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция) в среднем на 4,2...22,8 % ниже, чем аналогичный показатель у других исследуемых марок шин. Исследование показало, что при эксплуатации грузовых транспортных средств целесообразно использовать всесезонные грузовые автомобильные шины марок Triangle TR 693 (Китай) и Goodyear G46 (Турция) ввиду их более высоких эксплуатационных характеристик.

Список цитируемых источников

1. Карпенко, В. А. Влияние условий эксплуатации и конструктивных параметров шины на ее ресурс : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / В. А. Карпенко ; Харьк. автомобил.-дорож. ин-т им. Комсомола Украины. — Харьков, 1987. — 160 с.
2. Марков, А. С. Исследование коэффициента трения эластичной автомобильной шины при изменении износа рисунка протектора / А. С. Марков, Н. И. Овчинникова // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 21, № 2. — С. 181—189.
3. Резник, Л. Г. Модель принятия решения о необходимости и сроках сезонной замены автошин на основе информации об интенсивности и характере износа протектора / Л. Г. Резник, А. А. Архипова // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2014. — Т. 86, № 3. — С. 120—124.
4. Влияние износа рисунка протектора беговой дорожки шины на характеристики ее сцепления с опорной поверхностью / А. И. Федотов [и др.] // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 21, № 11. — С. 216—225.
5. Максименко, К. Д. Применение нагретых фрикционных материалов при зимнем содержании автомобильных дорог : дис. ... канд. техн. наук : 18.05.2005 / К. Д. Максименко ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. — СПб., 2005. — 161 с.
6. Соустова, Л. И. Определение коэффициента сцепления колеса с дорогой расчетно-экспериментальным путем / Л. И. Соустова, И. Ю. Чуйко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2019. — Т. 62, № 2. — С. 68—77.

Поступила в редакцию 10.04.2020