

О. Г. Соколов, С. И. Вольфсон

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИПОВАННЫХ ШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВУЛКАНИЗОВАННОГО КОЛЬЦЕВОГО ЛЕНТОЧНОГО ПРОТЕКТОРА

Ключевые слова: шипованные шины, шины противоскольжения, процесс производства шипованных шин, вулканизированный кольцевой протектор.

Повышение сцепных характеристик шин с дорогой, покрытой снежно-ледяной массой, которая создает скользкость, представляет собой одну из наиболее значимых и актуальных проблем в условиях климата нашей страны. Известным и широко применяемым решением в борьбе со скользкостью на дорогах остается оснащение автомобилей специально разработанными зимними шинами с шипами противоскольжения - шипованными шинами, равнозначной замены которым до сих пор не существует. Несмотря на доказанные эксплуатационные преимущества шипованных шин, более 80 % опрошенных водителей считают их основным недостатком преждевременное выпадение шипов из протектора шины. Тогда как состояние шины и величина рисунка протектора указывает о возможности ее использования еще довольно продолжительное время. Учитывая данный факт, авторами статьи предлагается новая технология изготовления шипованных шин, предусматривающая использование вулканизированного кольцевого ленточного протектора с оптимизированной формой монтажных отверстий для установки шипов. Предложенная технология позволяет добиться более надёжной фиксации шипа при сниженных растягивающих напряжениях в резине посадочного отверстия, что увеличивает срок службы шипованных шин (ошиповки). Конструкция готовой шипованной шины, изготовленной по новой технологии, не имеет принципиальных отличий от конструкции шин, изготовленных традиционным серийным способом. Основное отличие заключается в технологическом процессе производства, где ошиповка шин является не заключительным этапом, а промежуточной технологической операцией. Важным преимуществом новой технологии является отсутствие необходимости для шинных производителей в значительных материальных затратах на модернизацию существующего оборудования, что делает ее внедрение экономически целесообразным.

O. G. Sokolov, S. I. Volfson

A NEW TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING STUDDED TIRES USING VULCANIZED RING-SHAPED TREAD BELTS

Key words: studded tire, studs, studded tires producing process, vulcanized circular tire tread band.

Improving the grip characteristics of tires on roads covered with snow and ice, which creates slipperiness, remains one of the most significant and pressing issues under the climatic conditions of our country. A well-known and widely used solution to combat road slipperiness is equipping vehicles with specially designed winter tires featuring anti-skid studs - studded tires - for which no equivalent alternative has yet been found. Despite the proven operational advantages of studded tires, more than 80 % of surveyed drivers consider their main drawback to be the premature loss of studs from the tire tread. Meanwhile, the condition of the tire and the depth of the tread pattern indicate the possibility of its continued use for a fairly long period. Considering this fact, the authors of the article propose a new technology for manufacturing studded tires, involving the use of a vulcanized annular tread belt with optimized mounting hole geometry for stud installation. The proposed technology achieves more reliable stud fixation with reduced tensile stresses in the rubber of the mounting hole, thereby extending the service life of studded tires (studding). The design of the finished studded tire produced using the new technology does not fundamentally differ from the design of tires manufactured by traditional serial methods. The main difference lies in the modified manufacturing process, where the studding operation is not the final stage but an intermediate technological step. An important advantage of the new technology is the absence of a need for tire manufacturers to incur significant material costs for modernizing existing equipment, making its implementation economically feasible.

В странах с суровыми зимними условиями шипованные шины по-прежнему пользуются большим спросом, поскольку равнозначной замены им все еще не существует.

В России шипованные шины наиболее востребованы для применения на легковых и лёгких грузовых автомобилях. Автомобили других категорий в основном из-за отсутствия законодательных требований и нежелания отечественных автовладельцев иметь два комплекта шин (летние и шипованные), оснащаются шипованными шинами крайне редко.

Экспериментально доказано, что на обледенелой поверхности дороги, зимние шипованные шины обеспечивают улучшение характеристик

управляемости, устойчивости и тормозные свойства автомобиля, т. е. безопасность движения [1].

Однако помимо положительных сторон применения шипованных шин опрос водителей показал, что более 80 % водителей считают основным недостатком шипованных шин - это выпадение шипов из протектора шины. При этом состояние шины и величина рисунка протектора указывает о возможности ее использования еще довольно продолжительное время [2].

Известно, что ресурс шипованных шин (ошиповки) может варьироваться в широких пределах при использовании различных технологий и конструктивных параметров монтажа шипов.

Нами было изучено ряд опубликованных работ,

посвященных изучению причин и выявлению факторов, влияющих на эффективность и долговечность системы «протектор-шип» в процессе эксплуатации [3-9]. Изучение показало, что эффективность и долговечность системы определяется двумя взаимосвязанными параметрами: состоянием шипов и состоянием упруго-жесткого крепления (фиксации) шипа в посадочном отверстии. При этом состояние упруго-жесткого крепления (фиксации) шипа в первую очередь зависит от износа резины посадочного отверстия, где наиболее интенсивными областями износа будут зоны максимальных напряжений вокруг опорного фланца шипа и в верхней части отверстия (рис. 1).

Также была выявлена зависимость между износом резины посадочного отверстия и такими взаимосвязанными факторами, как: 1) размеры и конструкция шипа; 2) жесткость резины протектора; 3) величина начальных растягивающих напряжений в резине, возникающих после запрессовки шипа; 4) показатель «угловой жесткости» - угол отклонения оси шипа от вертикали под действием горизонтальной нагрузки.

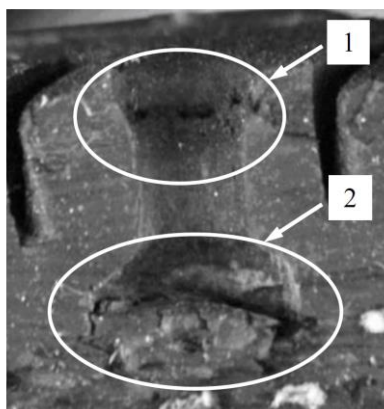


Рис. 1 – Зоны интенсивного износа резины посадочного отверстия: 1 - верхняя часть отверстия; 2 - основание отверстия [10]

Fig. 1 – Areas of intense wear of the rubber landing hole: 1 – upper part of the hole; 2 – base of the hole [10]

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что факторы, влияющие на работоспособность и долговечность функционирования системы «протектор-шип», изучены достаточно хорошо. Однако, как уже отмечалось, существенный недостаток - преждевременная потеря шипов из шины - остается нерешенной задачей. Следовательно, поиск и разработка новых способов крепления шипов в блоках рисунка протектора шины не теряет актуальности и остается в числе значимых направлений для шинной промышленности.

Авторами настоящей статьи предлагается новая запатентованная технология - способ изготовления зимних шипованных шин с использованием вулканизованного кольцевого ленточного

протектора [11]. Которая позволяет добиться более упругой (жесткой) посадки шипа при исходных сниженных растягивающих напряжениях резины посадочного отверстия и, как следствие, увеличение срока работоспособности ошиповки.

Важно отметить, что конструкция готовой шипованной шины, изготовленной по новой технологии, не имеет принципиального отличия от конструкции шин, изготовленных традиционным серийным способом. Основное отличие заключается в технологическом процессе производства (рис. 2), где процесс ошиповки является не заключительным этапом, а промежуточной операцией.

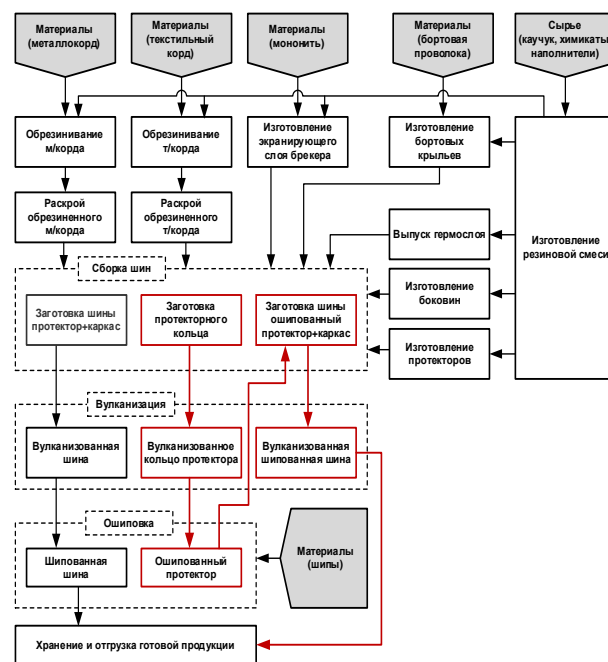


Рис. 2 – Схема технологического процесса изготовления шипованных шин [10]. Красным цветом выделены процессы затрагивающие изменения

Fig. 2 – Diagram of the manufacturing process for studded tires [10]. Processes involving changes are highlighted in red

Также не маловажным является тот факт, что для действующего шинного производства процесс производства шипованных шин по новой технологии не требует больших материальных затрат на закупку нового оборудования или глубокой модернизации существующего оборудования.

Специфика изготовления шипованных шин по новой технологии определяется следующими технологическими операциями:

- 1) **изготовление протекторного кольца** - кольцо изготавливается из профилированной ленты сырой резины;
- 2) **вулканизация сырого протекторного кольца** - производится в пресс-форме с заданным рисунком и штифтами, формирующими в протекторе сквозные отверстия необходимого размера и профиля;
- 3) **ошиповка** - ошиповка вулканизованного протекторного кольца с внутренней стороны протектора.

4) **сборка сырой шины** - производится объединение заготовки из шипованного протектора и сырого каркаса;

5) **финальная вулканизация собранной заготовки шины** - производится в «лысой» пресс-форме, у которой элементы, формирующие бортовую зону и боковины шин, выполнены в заданной геометрии и дизайне, а элементы, которые должны формировать рисунок протектора шины, имеют гладкую поверхность необходимого профиля с экваториальными проточками для вставок шипов.

Ниже, на примере шинного производства ПАО «Нижнекамскшина, выпускающего легковые и легкогрузовые автомобильные шины, рассмотрим основные этапы технологических операций и применяемое оборудование. Нами намеренно детально не описывается конструкция и принцип работы мягкого дорна, дополнительных узлов сборочного оборудования, вспомогательной оснастки, режимы вулканизации т.к. в настоящее время по этим этапам технологии осуществляется процедура оформления патентов.

Протекторное кольцо из профилированной ленты сырой резины изготавливается на сборочных станках типа «VRP 248». Профилированная протекторная лента из катушки подается на конвейер протекторного аппликатора. После измерения необходимой длины ультразвуковое резательное устройство отрезает заготовку протектора. Затем заготовка протектора подается на брекерно-протекторный барабан, где происходит стыковка концов протектора с последующей прикаткой многодисковым роликом. Далее заготовка протекторного кольца вручную снимается с барабана и переносится на контрольный стол, где оператор-сборщик ручным роликом прокатывает стык и производит визуальную оценку качества сборки. После этого собранную заготовку перемещают в цех вулканизации.

Вулканизация заготовок протекторного кольца осуществляется на форматоре-вулканизаторе типа «AUBO 42 - RHM» в секторных пресс-формах. Заготовка протекторного кольца оператором-вулканизаторщиком вручную монтируется на мягкий дорн, который с помощью загрузчика устанавливается в пресс-форму. Далее происходят операции формования, центровки и вулканизация по заданному режиму.

Отверстия для монтажа шипов с посадочными гнездами для фланца шипа формируются за счет установленных на сегментах пресс-формы штифтов (длина штифтов равна толщине протекторной заготовки) и располагающихся на дорне элементов, повторяющих форму фланца шипа. В процессе вулканизации элементы, формирующие посадочные гнезда для фланца шипа, стыкуются по центру со штифтами, образуя на протекторе сквозные отверстия заданной формы и размеров.

После завершения вулканизации загрузчик вынимает из пресс-формы дорн, вручную снимается вулканизированное кольцо протектора, визуально оценивается его качество и передается на участок ошиповки.

На участке ошиповки, вулканизированное кольцо протектора, оператором-ошиповщиком вручную выворачиваются внутренней стороной наружу (стороной с посадочными гнездами) и производится операция ошиповки.

Ошиповка производится на шиповочных станках типа «EP-ZN» или аналогичных, с модернизированным питателем шипов типа «ZN 8-2-85». В модернизированной версии питателя шип внутри подающей трубки ориентирован корпусом со вставкой к протектору. Правильно установленный шип со стороны рисунка протектора выступает на высоту твердосплавной вставки, а фланец корпуса с внутренней стороны полностью посажен в посадочное гнездо отверстия.

Далее на внутреннюю сторону шипованного протектора наносится клей и заводским транспортом в специальных тележках отправляется в сборочный цех покрышек.

В сборочном цехе покрышек на станках типа «VRP 248» производится сборка вулканизированного шипованного кольцевого протектора с сырым комплексом каркаса шины. Алгоритм операций сборки шины в целом идентичен сборке шин традиционным способом за исключением операции наложения на брекерный браслет шипованного кольцевого протектора вместо сырой профилированной протекторной ленты.

Далее собранная заготовка шины по транспортной системе направляется на окраску внутренней поверхности и вулканизацию.

Для вулканизации собранных шин применяются форматоры-вулканизаторы типа «AUBO 42 - RHM» с установленными «лысыми» пресс-формами. После операции вулканизации шины отправляются на инспекцию качества с последующей отправкой на склад хранения и отгрузки готовой продукции.

Испытания первых образцов шин, изготовленных по новой технологии, выявили следующее преимущество по сравнению с серийными шинами:

- 1) шипы не вылетают из посадочных отверстий при экстренных маневрах торможения и ускорения автомобиля;
- 2) испытания по показателю силы удержания шипа в резине протектора при приложении силы под углом 90 градусов обеспечило усилие удержания - 280Н (серийные шины 240Н) под углом 45 градусов обеспечило усилие удержания - 360Н (серийные шины 270Н);
- 3) дорожные ресурсные испытания, зафиксировали на пробеге 40 000 км. сохранность ошиповки (шипы не вылетают) на опытных шинах и потерю шипов в объеме 20% на серийных шинах.

Литература

1. О.Г. Соколов, С.И. Вольфсон. *Каучук и Резина-2025: Традиции и новации: Материалы XIII Всероссийской конференции*, (Москва, Россия, 15-16 апреля 2025). ООО «Издательство «Каучук и резина», 2025. С. 104-105.
2. АВТОСТАТ ОМНИБУС - 2024. Зимние автомобильные шины: предпочтения автолюбителей [Электронный ресурс]: <https://www.autostat.ru/research/product/543/> (дата обращения: 08.10.2025).

3. А.С. Степанов, А.Д. Шаратинов, А.В. Старостин, *Конструкции из композиционных материалов*, **4**, 104-107 (2007).
4. А.С. Степанов, А.Д. Шаратинов, А.В. Старостин, *Конструкции из композиционных материалов*, **4**, 97-103 (2007).
5. А.В. Старостин, Дисс. канд. техн. наук, ВоГТУ, Вологда, 2007. 170 с.
6. А.Д. Шаратинов, А.С. Степанов, С.А. Фролов, А.В. Старостин, *Информационные технологии в проектировании и производстве*, **3**, 40-44 (2009).
7. А.Д. Шаратинов, Дисс. канд. техн. наук, ВоГТУ, Вологда, 2010. 172 с.
8. И.В. Стратий, А.С. Степанов, *Неделя науки СПбПУ*, 368-371 (2017).
9. А.А. Фролов, А.С. Степанов, С.А. Фролов, *Вестник Вологодского государственного университета*, **3**, 70-73 (2021).
10. О.Г. Соколов, С.И. Вольфсон, *Каучук и Резина*, **83**, 3, 162-166 (2024). DOI:10.47664/0022-9466-2024-83-3-162-166.
11. Патент РФ 2779125 (2022).

References

1. O.G. Sokolov, S.I. Wolfson, *Rubber and Rubber-2025: Traditions and Innovations: Proceedings of the XIII All-*

- Russian Conference*, (Moscow, Russia, April 15-16, 2025). Rubber and Resin Publishing House LLC, 2025. pp. 104-105.
2. AUTOSTAT OMNIBUS - 2024. Winter car tires: car owners' preferences [Electronic resource]: <https://www.autostat.ru/research/product/543/> (accessed: 08.10.2025).
3. A.S. Stepanov, A.D. Sharatinov, A.V. Starostin, *Composite Material Structures*, **4**, 104-107 (2007).
4. A.S. Stepanov, A.D. Sharatinov, A.V. Starostin, *Composite Material Structures*, **4**, 97-103 (2007).
5. A.V. Starostin, Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences, Vologda State Technical University, Vologda, 2007. 170 p.
6. A.D. Sharatinov, A.S. Stepanov, S.A. Frolov, A.V. Starostin, *Information Technologies in Design and Manufacturing*, **3**, 40-44 (2009).
7. A.D. Sharatinov, Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences, Vologda State Technical University, Vologda, 2010. 172 p.
8. I.V. Strati, A.S. Stepanov, *Science Week at SPbPU*, 368-371 (2017).
9. A.A. Frolov, A.S. Stepanov, S.A. Frolov, *Bulletin of Vologda State University*, **3**, 70-73 (2021).
10. O.G. Sokolov, S.I. Wolfson, *Rubber and Resin*, **83**, 3, 162-166 (2024). DOI:10.47664/0022-9466-2024-83-3-162-166.
11. Russian Federation Patent 2779125 (2022).

© **О. Г. Соколов** – аспирант, Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань, Россия, ntc.sog@mail.ru; **С. И. Вольфсон** – д-р тех. наук, проф., заведующий кафедрой Химии и технологии переработки эластомеров, КНИТУ, svolfson@kstu.ru.

© **O. G. Sokolov** – PhD-Student, Kazan National Research Technological University (KNRTU), Kazan, Russia, ntc.sog@mail.ru; **S. I. Wolfson** – Doctor of Sciences (Technical Sci.), Professor, Head of the Department of Chemistry and Elastomer Processing Technology, KNRTU, svolfson@kstu.ru.

Дата поступления рукописи в редакцию – 07.11.25.

Дата принятия рукописи в печать – 05.12.25.