

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему

Разработка методики определения ресурса шин для автобусов

работающих в городских условиях

Студент

А.А. Ботенок

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

старший преподаватель, В.Г. Доронкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была разработана методика определения ресурса шин для автобусов работающих в городских условиях.

Цель работы: повышение эффективности технической эксплуатации городских автобусов за счет учета условий эксплуатации при нормировании маршрутного ресурса шин.

ВКР бакалавра включает в себя пять разделов.

В первом разделе рассмотрено развитие отрасли транспорта на примере пассажирского транспорта городского округа Тольятти.

Во втором разделе рассмотрено влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии.

В третьем разделе выполнен обзор конструкций пневматических шин, а также факторы, влияющие на ресурс шины.

В четвертом разделе приведены методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов.

Выпускная квалификационная работа состоит из 49 страниц, и включает в себя 13 иллюстраций, 4 таблицы, 37 литературных источников.

Содержание

Введение.....	3
1 Состояние вопроса	5
2 Влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии	10
3 Обзор пневматических шин	13
3.1 Назначение пневматической шины, ее работа и конструкция.....	13
3.2 Факторы, влияющие на ресурс шины	30
4 Методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов	35
4.1 Основные факторы условий эксплуатации, определяющие маршрутный ресурс шин городских автобусов	41
Заключение	45
Список используемой литературы и используемых источников.....	46

Введение

Автобусные перевозки в городском округе Тольятти остаются основным видом пассажирских перевозок и имеют большое социальное и мобилизационное значение, а перевозчиком, на которого приходится большая часть объема перевозок, является муниципальное предприятие «Тольяттинское пассажирское автотранспортное предприятие №3» (далее – МП «ТПАТП №3») и составляет 23% от общего объема пассажирских перевозок.

По результату 2019 года выручка МП «ТПАТП №3» составила 267,0 млн. рублей, что больше чем за аналогичный период 2018 год на 15,0 млн. рублей или на 5,6 %.

Вместе с тем, организация транспортного обслуживания пассажиров в городском округе Тольятти соответствует действующему законодательству, но не отвечает мировым стандартам.

Финансовое положение МП «ТПАТП №3» усугубляется ещё и тем, что на маршрутах города работает коммерческий транспорт, частично дублирующий схемы движения и составляющий конкуренцию МП «ТПАТП №3».

Постановлением мэрии городского округа Тольятти от 29.01.2014 г. № 233-п/1 в городском округе Тольятти утверждена программа «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства городского округа Тольятти на 2014-2020 гг.» для стабилизации работы наземного городского пассажирского транспорта, на основании которого «основной задачей, стоящих перед МП «ТПАТП №3», является сокращение расходов на эксплуатацию подвижного состава путем изыскания внутренних резервов предприятия и сокращение издержек».

Одним из таких резервов может быть использование индивидуального нормирования показателей производственно-хозяйственной деятельности эксплуатационных филиалов и, в частности, маршрутного ресурса шин.

В связи с вышеизложенным, актуальными являются исследования, связанные с разработкой методики нормирования маршрутного ресурса шин городских автобусов и определении на ее основе маршрутных норм ресурса шин по маркам и моделям подвижного состава.

Цель работы: повышение эффективности технической эксплуатации городских автобусов за счет учета условий эксплуатации при нормировании маршрутного ресурса шин.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть развитие отрасли транспорта на примере пассажирского транспорта Тольятти;
- рассмотреть влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии;
- провести обзор конструкций пневматических шин, а также определить факторы, влияющие на ресурс шины.
- изучить методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов.

1 Состояние вопроса

К числу важнейших отраслей жизнеобеспечения города относится городской пассажирский транспорт общего пользования. От его функционирования зависит качество жизни населения, эффективность работы отраслей экономики Тольятти и возможности использования его градостроительного и социально-экономического потенциала.

Городской округ Тольятти имеет развитую систему городского пассажирского транспорта, обеспечивающую его жизнедеятельность. Система городского пассажирского транспорта Тольятти является комбинированной – состоит из автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта.

В 2020 году регулярные пассажирские перевозки в городском округе Тольятти осуществляются по 103 маршрутам транспортными средствами в количестве 832 единиц:

- МП «ТПАТП № 3» – 63 маршрута, 314 автобусов;
- МП «ТТУ» – 11 маршрутов, 61 троллейбус;
- общества с ограниченной ответственностью (11 фирм) – 29 маршрутов, 457 автобусов.

Проблема совершенствования транспортного обслуживания населения города находит отражение в таких стратегических направлениях развития городского округа Тольятти, как обеспечение интенсивного развития экономики за счет организации качественных пассажирских перевозок, а также сохранение и улучшение среды жизнеобитания через оптимизацию маршрутной сети города и развитие транспортной инфраструктуры (дорожно-транспортной сети, общественного пассажирского транспорта).

В городе постоянно ведется работа по оптимизации городского пассажирского транспорта, сбалансированного и эффективного его развития в отношении направлений, объемов и качества перевозок. Повышение качества пассажирского сообщения ведет к росту мобильности населения и

улучшению условий его жизни.

Развитие системы внутригородских пассажирских перевозок осуществляется в рамках подпрограммы «Развитие городского пассажирского транспорта в городском округе Тольятти на период 2014-2020 гг.» программы «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства городского округа Тольятти на 2014-2020 гг.», утвержденной постановлением мэрии городского округа Тольятти от 29.01.2014 г. № 233-п/1, целью которой является «повышение качества и доступности транспортных услуг, обеспечение устойчивого и безопасного функционирования пассажирского транспорта».

Необходимо отметить, что обеспечение перевозок на высоком качественном уровне, сохранение стабильных значений показателей эффективности работы городского пассажирского транспорта, выполнение требований безопасности перевозок пассажиров невозможно без поддержания необходимого объема подвижного состава в технически исправном состоянии.

Таким образом, обновление подвижного состава муниципальных предприятий «Тольяттинское пассажирское автотранспортное предприятие» и «Тольяттинское троллейбусное управление» является необходимой мерой, направленной как на поддержание в работоспособном техническом состоянии транспортного парка предприятий, обеспечивающих перевозки пассажиров, в том числе пассажиров льготных категорий, по муниципальным маршрутам и маршрутам на садово-дачные массивы.

Также необходимо отметить, что обновление парка муниципальных пассажирских предприятий обеспечивает возможность маломобильным гражданам воспользоваться транспортными услугами, за счет приобретения адаптированного подвижного состава с пониженным уровнем пола, оборудованного аппарелями, местами крепления для инвалидных колясок, оснащенного средствами информирования пассажиров (речевой информатор, световое табло «бегущая строка»).

Работа по обновлению парка пассажирских транспортных средств муниципальных предприятий ведется постоянно – администрацией городского округа Тольятти направляются заявки на участие городского округа Тольятти в различных государственных программах на условиях софинансирования из регионально и/или федерального бюджета.

«Разномарочность подвижного состава создает ряд технических и технологических проблем – необходимо обучать персонал эксплуатации новых автобусов, разрабатывать новые технологические процессы по ТО и ремонту, приобретать новое технологическое оборудование, расширять номенклатуру запасных частей, шин, масел, технических жидкостей и так далее» [2].

«Анализ эксплуатационных затрат городских автобусов показывает, что они отражают влияние эффективности всех подсистем технической эксплуатации автомобилей (производственно-технической базы, системы и организации технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава, системы снабжения и резервирования, подвижного состава, условий эксплуатации и персонал).

Вклад каждой подсистемы технической эксплуатации в повышение технического состояния парка (числитель, в %) и сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт (знаменатель, в %), с учетом распределения эксплуатационных затрат по статьям представлен на рисунке 1» [2].

«Расходы на эксплуатацию шин городских автобусов составляют 1,5-2,9 % от общей суммы эксплуатационных затрат в зависимости от факторов сложности маршрутов движения.

«Шины по затратам в общей системе материально-технического обеспечения занимают третье место (после топлива и запчастей) и составляют 7-10 %, а в статье себестоимости перевозок – 2-4 %» [3].

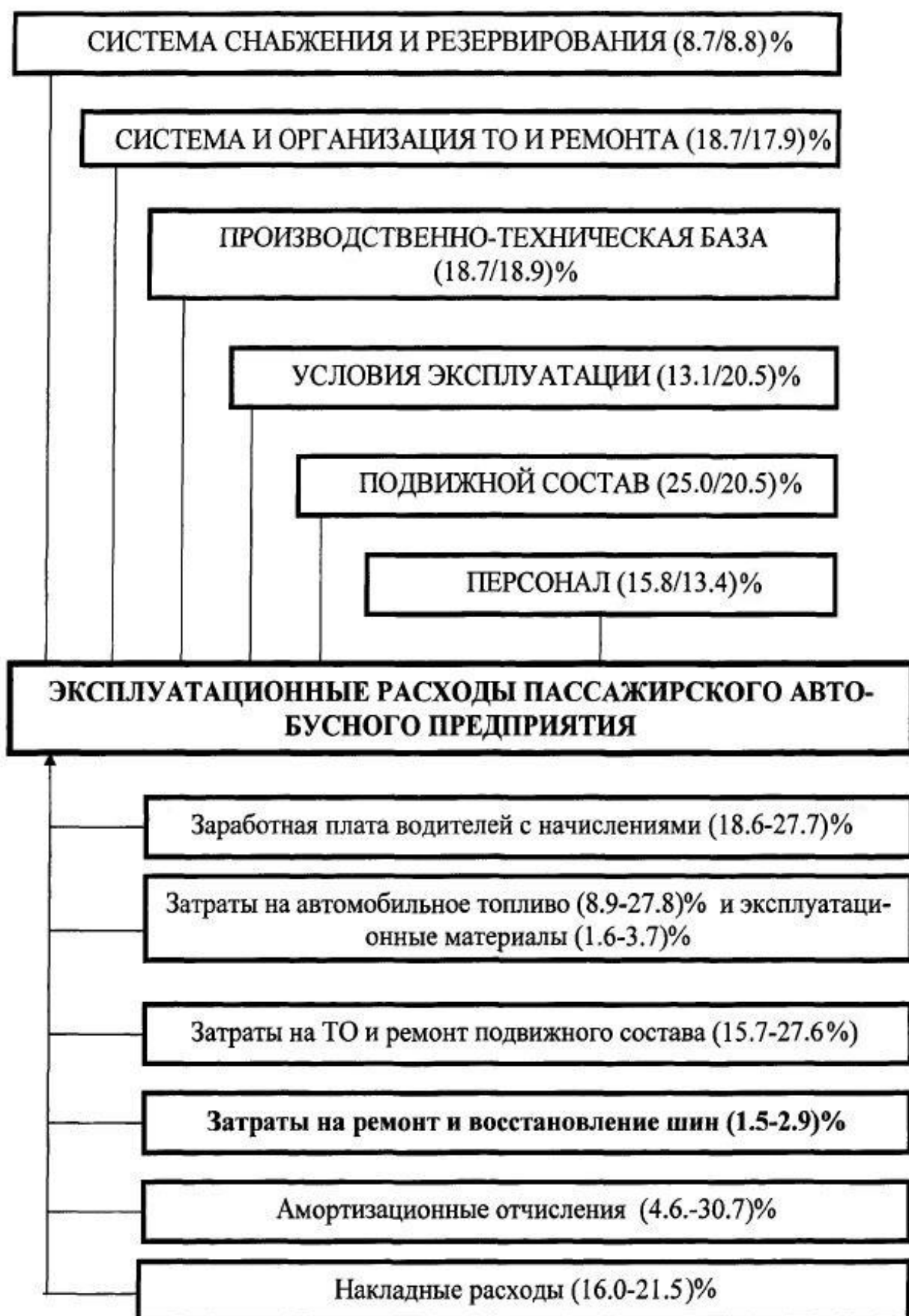


Рисунок 1 – Состав эксплуатационных расходов

Для МП «ТПАТП №3» в 2019 году затраты на эксплуатацию шин автобусов составили 12,3 млн. руб, что составляет 82 % от роста выручки по результату года по сравнению с 2018 годом.

«Следует отметить, что рациональная организация работы автобусного автотранспортного предприятия и экономия материальных финансовых ресурсов возможна за счет применения прогнозирования, выделения влияющих факторов и их сравнительного анализа. В первую очередь необходимо учитывать объективно существующие факторы, например, факторы условий эксплуатации, оказывающие существенное влияние на показатели функционирования предприятия и являющиеся управляемыми» [2,3].

Поэтому в следующем разделе выпускной квалификационной работы предлагается рассмотреть влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии.

Выводы по разделу «Состояние вопроса».

В разделе рассмотрено развитие отрасли транспорта на примере пассажирского транспорта Тольятти, определены основные векторы его развития в рамках подпрограммы «Развитие городского пассажирского транспорта в городском округе Тольятти на период 2014-2020 гг.» программы «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства городского округа Тольятти на 2014-2020 гг.», составлена схема эксплуатационных расходов пассажирского автотранспортного предприятия.

2 Влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии

«В городских условиях режимы движения маршрутного автобуса существенно отличаются от режимов движения обычного автомобиля. Например, количество торможений, приходящихся на 1 км пути, выполняется водителем в 1,35 раза больше, выключений сцепления – в 2,48 раза, вынужденных остановок – в 1,54 раза» [19, 26, 27]. Существенное различие в условиях эксплуатации подвижного состава наблюдается как между маршрутной сетью нескольких автобусных парков, так и в рамках одного парка.

Исследованиями МАДИ (ГТУ) установлено, что «условия эксплуатации и тип маршрута (таблица 1 и 2) существенно влияют на целый ряд технико-эксплуатационных показателей работы автобусов, в частности, расход топлива, ресурс шин, потери линейного времени, напряженность труда водителей, выбросы вредных веществ в отработавших газах и так далее.

Среди них наибольшее влияние приходится на условия движения (50 %, 33 %, 50 %, 33 % и 33 % соответственно), транспортные условия (33 %, 17 %, 33 %, 50 % и 50 % соответственно) и дорожные условия (17 %, 50 %, 17 %, 17 % и 17 % соответственно)» [27].

Таблица 1 – Изменение некоторых показателей работоспособности автобуса большого класса на линии в зависимости от типа маршрута движения

Наименование показателей	Маршруты		
	городские	пригородно-городские	пригородные
1	2	3	4
Потери линейного времени, в том числе:	100/100	100/100	100/100
– по эксплуатационным причинам	28/36	33/45	60/75
– по техническим причинам	72/64	67/55	40/25
Потери линейного времени по техническим причинам в том числе:	100/100	100/100	100/100

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
– опоздания с выходом	22/8	20/7	12/4
– простои на линии	55/26	30/19	33/16
– возврат в парк	23/66	50/74	55/80
Потери линейного времени, приходящиеся на 1 ходовой автобус в течение месяца, случ./час:	5,3/15,9	2,1/11,1	1,6/9,5
Наработка на операцию ремонта, %	100	138	162
Наработка на линейный отказ, %	100	157	170

«Среди факторов условий движения наиболее значимыми являются частота плановых и внеплановых остановок, длина перегона технологического цикла и скорость движения автобуса на перегоне. Среди факторов транспортных условий наиболее значимыми являются наполняемость салона автобуса по перегонам, интенсивность движения транспортного потока и вид перекрестка. Среди факторов дорожных условий наиболее значимыми являются состояние и тип дорожного покрытия» [7].

Таблица 2 – Распределение линейных отказов по системам и агрегатам автобуса большого класса в зависимости от типа маршрута движения, %

Наименование системы или агрегата	Маршруты		
	городские	пригородно-городские	пригородные
Гидромеханическая передача	24,2/23,1	22,2/21,8	21,2/23,8
Двигатель	20,1/17,5	16,6/16,8	16,1/18,2
Колеса и шины	11,3/7,9	19,8/12,0	24,4/12,1
Тормоза	11,1/10,5	8,8/11,3	5,9/7,7
Электрооборудование	11,1/8,6	10,5/8,8	7,3/5,7
Подвеска	10,3/11,8	10,0/13,7	8,3/11,0
Задний мост	4,0/9,5	2,1/4,4	6,7/10,1
Кузов	3,8/4,9	4,5/5,9	3,8/5,1
Рулевое управление	1,9/2,5	3,2/3,0	2,8/2,6
Передняя ось	1,0/2,5	1,4/1,8	1,3/1,7
Карданная передача	0,5/0,5	0,4/0,2	1,2/1,2
Приборы освещения и сигнализации	0,4/0,5	0,3/0,2	0,5/0,4
Прочие	0,3/0,2	0,2/0,1	0,5/0,4
Всего	100/100	100/100	100/100
* Примечание: в числителе даны потери линейного времени в случаях, а в знаменателе – потери линейного времени в часах.			

«Исследования по вышерассмотренным вопросам проводились в НАМИ, НИИАТ, МАДИ, КАДИ, ХАДИ, ЛИСИ, и других вузах и НИИ страны. Результаты исследований подтверждают зависимость изменения технического состояния автотранспортных средств и надежности работы основных агрегатов и узлов автомобилей и автобусов от режимов их эксплуатации, которые в значительной степени определяются условиями эксплуатации» [3, 4, 5, 8, 18, 20, 24, 26, 27].

Выводы по разделу «Влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии».

В разделе рассмотрено влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии.

Установлено, что «условия эксплуатации и тип маршрута существенно влияют на технико-эксплуатационные показатели работы автобусов, такие как: расход топлива, ресурс шин, потери линейного времени, напряженность труда водителей, выбросы вредных веществ в отработавших газах и так далее».

3 Обзор пневматических шин

3.1 Назначение пневматической шины, ее работа и конструкция

Автомобильная пневматическая шина состоит из двух основных частей (рисунок 2): покрышки и камеры. Кроме того, шины, монтируемые на плоские ободы, имеют еще ободную ленту (флеп).

Покрышка – это гибкая эластичная оболочка, которая защищает камеру от повреждений, удерживает надутую камеру в заданных габаритах (препятствует чрезмерному раздуванию камеры при накачивании сжатым воздухом), воспринимает тяговое и тормозное усилия и обеспечивает сцепление шины с дорогой.

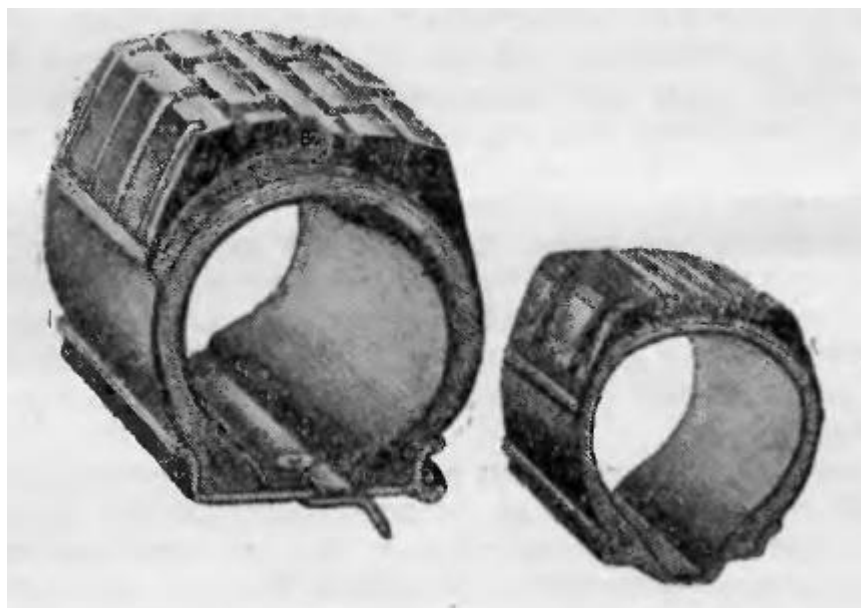


Рисунок 2 – Пневматические шины для грузовых и легковых автомобилей

Камера (иногда называемая ездовой камерой) представляет собой кольцеобразную резиновую трубку, находящуюся внутри покрышки и накачиваемую сжатым воздухом.

Вследствие эластических свойств покрышки и камеры и упругости сжатого воздуха, заключенного в камере, шина работает, как

амортизирующая подушка, поглощает или сводит до минимума толчки о незначительные препятствия негладкой дороги и вибрации, возникающие при движении автомобиля.

Пневматическая шина, как бы обтекая дорожное препятствие, позволяет автомобилю преодолевать неровности дороги с минимальной потерей энергии на вертикальное перемещение. Значительная часть мощности, развиваемой мотором автомобиля (15–30%), поглощается шинами. Величина потерь мощности на перекатывание шины имеет большое значение, так как в основном все потерн в шине представляют собой преобразование механической энергии в тепловую, а это тепло способствует ускоренному разрушению материалов шины. Кроме того» от величины потерь зависит расход горючего на передвижение автомобиля. Чем эластичнее материалы, из которых сделана шина, чем меньше потери на механический гистерезис резин и корда, тем меньше потери мощности на качение и тем меньше расход горючего.

Современная пневматическая автомобильная шина отвечает следующим требованиям:

1. Поглощает толчки и удары при движении автомобиля: предохраняет детали автомобиля от чрезмерной тряски и преждевременного разрушения; создает удобство и мягкость (комфортабельность) езды для пассажиров; защищает перевозимые грузы от разрушения или порчи при толчках и предохраняет дорожную поверхность от разрушения.

2. Передает тяговое усилие автомобиля на дорогу, увеличивает силу сцепления колес с дорожной поверхностью: препятствует проскальзыванию и буксованию автомобиля, боковым заносам автомобиля; обеспечивает необходимую безопасность езды при прямолинейном движении и на поворотах.

При работе шины отдельные ее части испытывают различные деформации.

Боковые стенки покрышки работают на многократный изгиб; при этом наружные слои испытывают напряжения растяжения, а внутренние – напряжения сжатия. Эти напряжения неизбежно сопровождаются напряжениями сдвига. В зоне беговой поверхности на напряжения растяжения и сжатия также накладываются напряжения сдвига. Напряжения сдвига, или скалывающие напряжения, возникающие в зоне контакта шины с дорогой, особенно возрастают при трогании автомобиля с места и при его торможении.

Весь каркас покрышки находится постоянно под действием внутреннего давления и поэтому испытывает напряжение растяжения, которое кратковременно снимается в отдельных зонах деформации и переходит в напряжение сжатия.

Жесткость покрышки главным образом определяется величиной внутреннего давления, т. е. давления воздуха в шине.

Величина радиальной деформации автомобильной шины определяется соотношением величин внутреннего давления воздуха в шине и нагрузки на нее и в среднем колеблется в пределах 10–16% в зависимости от типа шины.

Деформации, возникающие в шине за каждый оборот колеса при его качении, носят периодический характер. За время своей работы шина, прошедшая гарантийный километраж, в среднем претерпевает до 10 000 000 циклов деформаций и более.

При разработке конструкции и рецептуры шинных резин необходимо учитывать, что детали шины работают в условиях высокочастотных деформаций разного типа – растяжения, сжатия и сдвига, причем наезд шины на дорожные препятствия вызывает изменения в амплитудах деформации и напряжениях.

Средние деформации и напряжения резин покрышки при нормальном режиме качения относительно невелики. Однако при работе шины отдельные ее участки иногда претерпевают напряжения, близкие к разрывным (например, при наезде на высокие или острые препятствия, при

концентрации напряжений в местах порезов, в краях возникшей трещины и т. п.).

Характер и величина деформаций, возникающих в шинах, во многом зависят не только от конструкции самой шины, но и от типа автомобиля, дороги и скорости движения. Каждая покрышка должна проектироваться с учетом конкретных условий ее работы. Невозможно создать универсальную шину, годную на все случаи эксплуатации. Поэтому отдельные детали шины выбираются и рассчитываются конструкторами в соответствии с назначением шины и характером ее работы.

Во всех случаях конструктор должен стремиться к тому, чтобы шина выполняла свое назначение (сцепление с дорогой, амортизация толчков, обеспечение устойчивости автомобиля и безопасности езды) при минимальных потерях мощности на качение. Вместе с тем конструктор должен создать шину с максимальным сроком службы, с максимальной выносливостью и работоспособностью и по возможности с минимальными затратами на изготовление и эксплуатацию, без ущерба для качества шины.

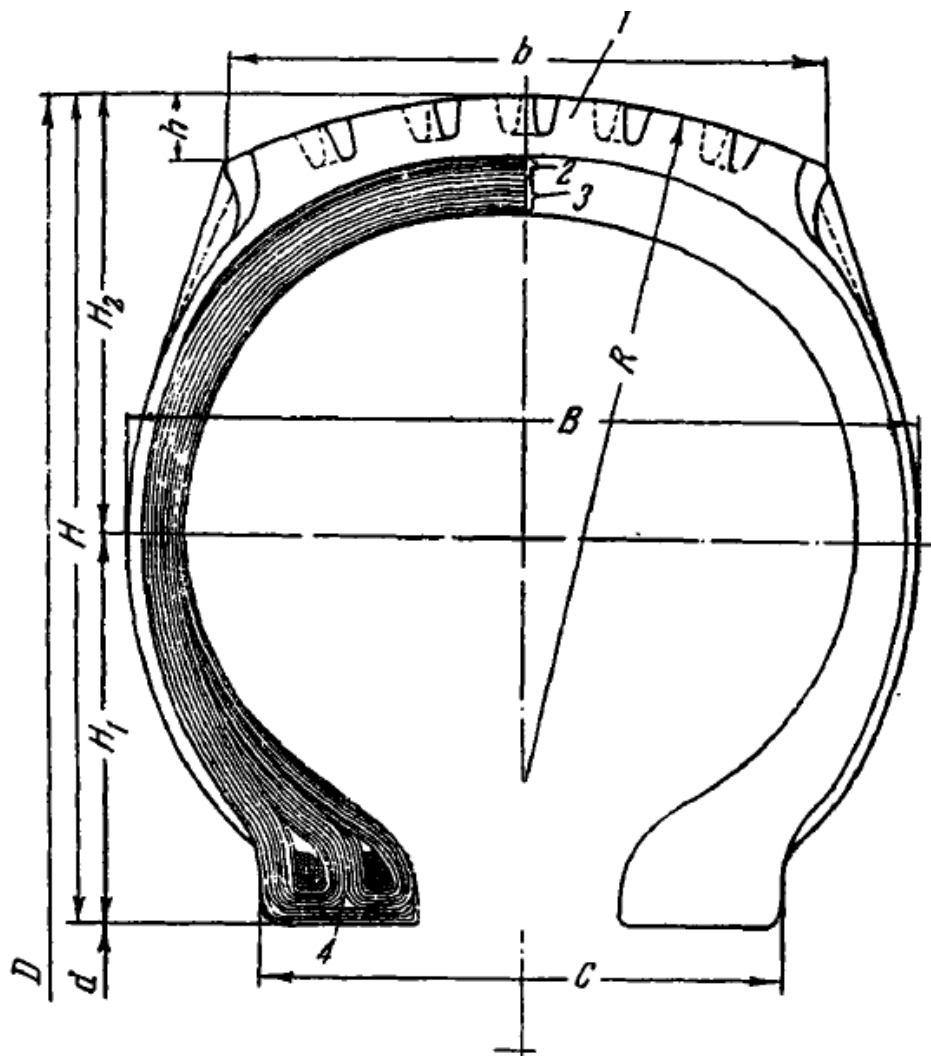
Шины относятся к неподрессоренным массам автомобиля, и от их веса во многом зависит экономика автомобиля. Исходя из этого, конструкторы шин должны стремиться к созданию шин, обеспечивающих надежность и прочность при минимальной толщине каркаса и минимальном общем весе шины.

Покрышка пневматической шины представляет собой сложную резинотканевую конструкцию, состоящая из каркаса, подушечного слоя или так называемого брекера, протектора, боковин и бортов.

Схема деталей покрышки показана на рисунке 3.

Наряду с отдельными описываемыми ниже деталями покрышки необходимо различать зоны покрышки: а) коронную зону, или корону покрышки, охватывающую протектор и прилегающие к нему участки подушечного слоя и каркаса, б) боковые стенки, включающие боковины и прилегающие части каркаса, в) бортовую часть.

Каркас представляет собой гибкую амортизирующую конструкцию, воспринимающую и поглощающую толчки и удары при качении шины по дороге. Каркас должен быть эластичным и прочным.

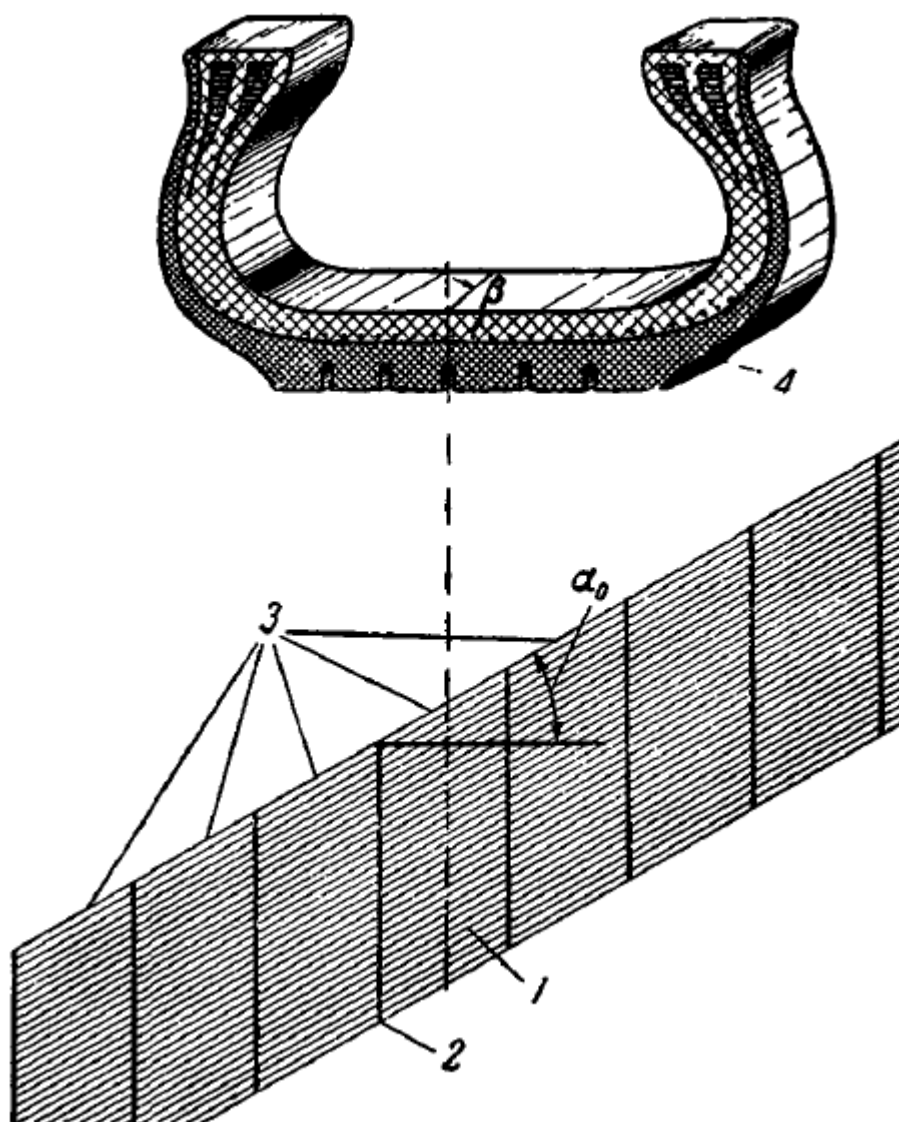


H – высота профиля покрышки; B – ширина профиля покрышки; H_1 – расстояние от основания борта покрышки до горизонтальной осевой профиля; H_2 – расстояние от горизонтальной осевой профиля покрышки до короны шины; b – ширина беговой дорожки протектора по хорде; R – радиус протектора; C – ширина раствора бортов; D – наружный диаметр шины; d – внутренний (посадочный) диаметр шины; h – стрела дуги протектора; 1 – протектор боковины; 2 – подушечный слой (брекер); 3 – каркас; 4 – борт

Рисунок 3 – Основные конструктивные элементы покрышки

Необходимая разрывная прочность каркаса в основном создается кордом. Каркас состоит из некоторого количества (определяемого расчетом)

слоев прорезиненного корда. Нити слоев корда перекрещиваются между собой и образуют угол с радиальной линией профиля в пределах $48\text{--}52^\circ$ (рисунок 19). Колебания в величинах углов в отдельных слоях каждого данного сечения покрышки не должны превышать $\pm 1,5\text{--}2,5^\circ$.



1 – полотно корда; 2 – линия обреза полос корда; 3 – закроенные полосы корда; 4 – радиальный срез покрышки; α_0 – угол закроя корда; β – угол наклона нитей в покрышке

Рисунок 4 – Схема угла расположения нити корда в покрышке

Угол наклона нитей имеет большое значение для эксплуатационного качества шин. От угла наклона нитей корда зависят жесткость шины, ее

амортизирующие свойства, сопротивление боковому заносу и прочность шины (сопротивление разрыву, выносливость при многократных деформациях). Чем больше угол наклона нитей корда, тем выше боковая устойчивость шины, но тем меньше ее амортизационная способность. Ввиду противоречивости этих факторов выбор угла наклона нитей корда обычно является средним решением. Указанные выше пределы углов наклона нитей по короне отвечают современным требованиям боковой устойчивости автомобиля, амортизационной способности шины и ее прочности.

Расстояния между диаметрами нитей в основных слоях готовой покрышки рекомендуются в пределах 125–135% от диаметра нити.

Для многослойных покрышек, имеющих свыше восьми слоев, верхние слои каркаса изготавливаются из разреженного корда. Более редкий корд обеспечивает повышенную прочность связи между верхними слоями, где возникают значительно большие напряжения и более высокие температуры.

Назначение обкладочной резины состоит в том, чтобы крепко соединять слои корда друг с другом, предотвращать трение между нитями и слоями и амортизировать удары, передаваемые кордной нитью; кроме того, обкладочная смесь воспринимает касательные или сдвиговые усилия, возникающие при трогании с места, торможении и качении шины.

Ширина стыка слоев корда в каркасе не должна превышать 3–5 ниток. Нельзя допускать больше трех стыков в одном слое. Для лучшей уравновешенности (сбалансированности) шины необходимо в отдельных слоях равномерно распределять стыки по окружности шины. В многослойных покрышках, где имеется значительная разница в амплитудах деформаций внутренних и внешних слоев, рекомендуется применять на последних слоях прорезиненного корда либо более толстую резиновую обкладку, либо дополнительные резиновые прослойки. В отдельных случаях практикуется увеличение толщины от внутренних слоев к внешним. С точки зрения расхода резины последнее более экономично. Толщина обрешинки и количество дополнительных резиновых прослоек (сквиджи) определяются

условиями работы шины и качеством резиновой смеси. На кромки слоев необходимо накладывать изолирующие резиновые ленточки, чтобы исключить перетирание каркаса и улучшить качество приклейки при завороте слоев.

Подушечный слой (брекер) лежит в покрышке между протектором и каркасом и является очень важной деталью в покрышке. Он воспринимает на себя удар и распределяет его на большую поверхность, ослабляет тяговые и тормозные силы, действующие на каркас шины.

Подушечный слой служит также для увеличения связи между разнородными по жесткости цельнорезиновым протектором и резиновым тканевым каркасом.

Подушечный слой является одной из наиболее ответственных деталей покрышки, так как в нем больше всего сосредоточены напряжения, возникающие в шине, и в нем развиваются наиболее высокие температуры.

Подушечный слой обычно значительно более узок, чем каркасные слои. Подушечный слой состоит либо из резины, либо дополнительно содержит один или несколько слоев редкого прорезиненного корда. Подушечный корд или корд-брекер закраивается под углом с таким расчетом, чтобы в вулканизованной покрышке у него был тот же угол, что и в каркасе. Тканевая составляющая (корд-брекер) подушечного слоя увеличивает прочность каркаса по беговой части покрышки.

Как правило, подушечный корд обкладывается утолщенным слоем резины. Под и над тканевыми слоями накладываются резиновые прослойки, служащие для создания большего амортизирующего слоя резины. По жесткости подушечные резины покрышки должны располагаться между каркасными и протекторными и создавать плавный переход от каркаса к протектору.

В связи с этим подушечный слой иногда делают из нескольких резин, различающихся между собой по жесткости. Края подушечного слоя обычно должны лежать на 25–30 мм за вертикалью, опущенной из угла протектора. В

некоторых шинах применяют подушечный слой до пятки борта. Иногда подушечный слой накладывают между слоями каркаса.

Протектор представляет собой толстый резиновый слой, расположенный по короне покрышки, с расчлененной беговой поверхностью.

Основное назначение протектора – защита каркаса от повреждений и износа, передача тягового и тормозного усилий, увеличение сцепления шины с дорогой и поглощение толчков и колебаний.

Протектор должен хорошо работать на поглощение толчков и колебаний, на сопротивление порезу, надрыву, проколу и растрескиванию. Таким образом, от протекторных резин требуются высокие эластичные и прочностные характеристики. Беговая часть, кроме того, должна особенно хорошо сопротивляться износу (истиранию). Высокая износостойкость – одно из важнейших требований к протекторным резинам.

Протектор состоит из двух частей – беговой части, имеющей рисунок с выступами и канавками, и основания протектора, или подканавочного слоя. Протекторная резина в беговой части должна обеспечивать хорошее сцепление с поверхностью дороги и высокое сопротивление износу, порезам и проколам. Подканавочный слой должен являться амортизатором толчков и ударов и хорошо противостоять проколам, надрывам и растрескиванию. Толщина подканавочного слоя в среднем составляет 40– 60%, в отдельных конструкциях достигает 25% от глубины рисунка (глубины канавок) и зависит от качества применяемых резин. Слишком тонкое основание при деформациях рисунка легко растрескивается. Очень толстый подканавочный слой способствует высокому теплонакоплению вследствие внутреннего трения при многократных деформациях и худшего отвода тепла и создает рост температур резинового массива, что вызывает отслоение протектора.

В общем толстый протектор обладает большим запасом материала на износ, чем тонкий, и с этой стороны выгоднее, но опасен с точки зрения перегрева шины и отслоения и, кроме того, утяжеляет шину. Тонкий

протектор облегчает отвод тепла, накапливающегося в шине при работе, менее склонен к отслоениям, но скорее выходит из строя по износу.

При проектировании рисунка протектора следует принимать во внимание сопротивление резины износу и требования максимальной ходимости шины. Кроме того, рисунок протектора должен обеспечивать хорошие динамические свойства автомобиля – сцепление с дорогой в направлении качения и в боковом направлении.

Рисунок протектора оказывает большое влияние на коэффициент качения шины или трения второго рода (как известно, коэффициент качения представляет собой отношение величины момента сопротивления вращению к величине нормальной нагрузки на дорогу). Коэффициент качения в большой степени зависит от соотношения ширины канавок и выступов, их формы и направления. Для езды по хорошим дорогам канавки не должны быть слишком широки, так как это уменьшает площадь контакта шины с дорогой, работающую на износ (истирание), и тем самым снижает срок службы протектора. Рисунки с очень узкими канавками для езды по грязной и заснеженной дороге непригодны, так как не обеспечивают надлежащего сцепления и проходимости автомобиля. С учетом сказанного рисунок протектора выбирается в зависимости от назначения шины. Кроме того, конструктор должен стремиться к тому, чтобы расчленения протектора в области рисунка создавали как можно меньше шума при езде.

Создание бесшумного рисунка особенно важно для езды по хорошим дорогам. Варианты такого рисунка покрышки для хороших дорог показаны на рисунке 4. Характер рисунка протектора (рисунок 5, а) – ребристый, т. е. продольно расчлененный. С рисунком такого типа изготавливаются легковые покрышки (автострадные) и покрышки для автобусов. На автобусах их рекомендуется главным образом ставить на передние колеса, чтобы облегчить управление машиной.

Покрышки со специальным протектором, дающим лучшее сцепление с дорогой, показаны на рисунке 20, д.

На протекторы с продольно расчлененным рисунком можно наносить тонкие поперечные прорезы. На мокрых дорогах покрышки с таким протектором лучше работают, чем с протектором, изображенным на рисунке 5, а, но не годятся для грязи, песчаных и каменистых дорог, так как в этих условиях прорезы забираются и служат очагом ускоренного разрушения протектора. К тому же наличие поперечных разрезов, обеспечивая лучшее сцепление шины с дорогой, вместе с тем ведет к ускоренному износу протектора. Рисунок такого типа применяется главным образом на легковых покрышках, предназначенных для езды по гладким хорошим дорогам.

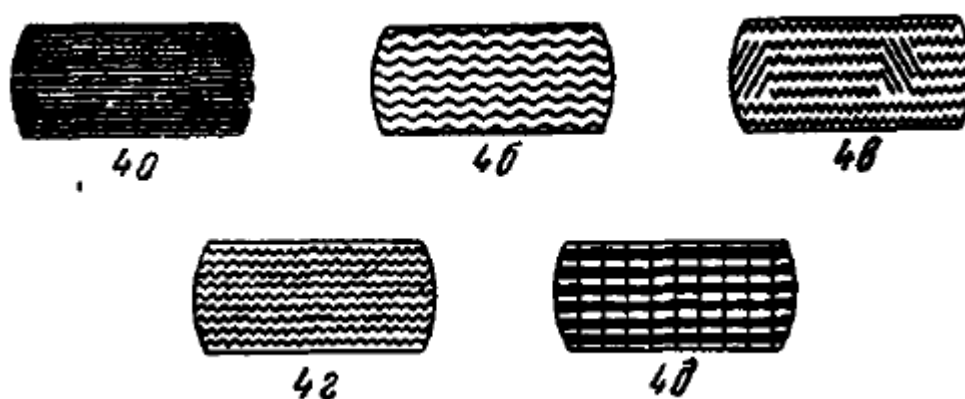


Рисунок 5 – «Бесшумные» протекторные рисунки покрышек для хороших дорог

К тому же типу протекторов относятся образцы, показанные на рисунках 5, б, в и г.

Покрышки для дорог смешанного типа с так называемым дорожным рисунком показаны на рисунке 5. Протектор таких покрышек состоит из шашек различной формы. Чаще применяются комбинации продольно расчлененных элементов и шашек. Покрышки с таким рисунком имеют довольно хорошее сцепление с грунтом, что позволяет ездить как по хорошим, так и по плохим (грязным и мокрым) дорогам. Однако протектор указанного типа скорее изнашивается и дает менее комфортабельную езду. Такие рисунки применяются на легковых, грузовых и автобусных шинах.

Примерно к этой же группе рисунков следует отнести так называемые комбинированные рисунки, имеющие продольно расчлененный рисунок по беговой дорожке и поперечные элементы по краям (рисунок 6, а и д).

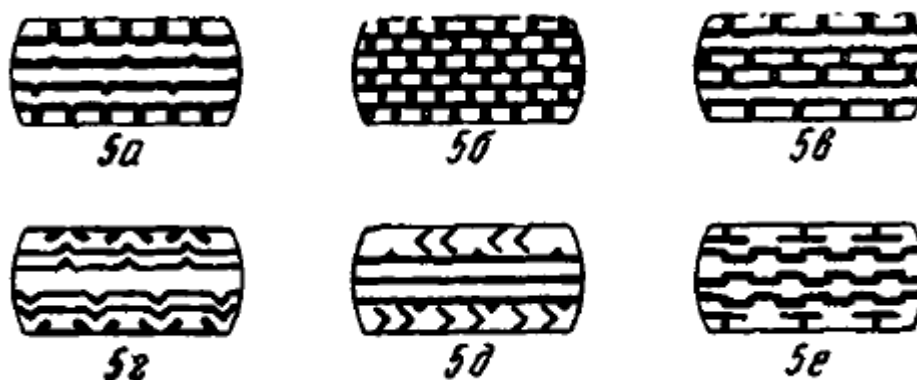


Рисунок 6 – Протекторные рисунки покрышек для дорог смешанного типа.

Покрышки для езды с частыми остановками показаны на рисунке 6, е. Эти покрышки преимущественно предназначены для городской езды и имеют утолщенный протектор. Рисунок протектора состоит из поперечных и продольных элементов с глубокими выемками по краям протектора. В общем по характеру рисунка они мало отличаются от дорожных (универсальных). С протектором такого типа изготавливаются как грузовые, так и легковые покрышки. В силу того, что они имеют очень толстый протектор они рассчитаны на езду при относительно низких скоростях во избежание чрезмерного повышения температуры резинового массива, возрастающей с повышением скоростей езды. Поэтому при езде на высоких скоростях толстый протектор более склонен к отслоениям, чем тонкий.

Покрышки повышенной проходимости для езды по песку, грязи и снегу, так называемые вездеходы, показаны на рисунке 7.

Приведенные здесь образцы далеко не исчерпывают всех вариантов по форме и габаритам элементов рисунка и их расположению, они лишь иллюстрируют принцип построения протекторного рисунка подобного типа.

Его характерная черта – наличие в рисунке крупных элементов для хорошей самоочищаемости шины. Применение таких рисунков улучшает эксплуатационные качества автомобиля с точки зрения его проходимости по плохим дорогам и по бездорожью, но ведет к более быстрому износу по крышек на дорогах с твердым покрытием. Площадь ребер таких рисунков составляет, как правило, всего 40-50% от общей площади протектора. Такого типа рисунки применяются как на легковых, так и на грузовых шинах.



Рисунок 7 – Протекторные рисунки покрышек повышенной проходимости

Для езды по пахоте и песку на легковых, а также на грузовых покрышках применяются рисунки, имеющие как продольное, так и поперечное расчленение, – так называемые шашечные рисунки, показанные на рисунках 7, и, к.

«Боковиной называется слой резины, накладываемый на боковые стенки каркаса для предохранения его от повреждений» [12].

В отличие от протектора боковина не испытывает больших напряжений, как правило, не соприкасается с дорогой, не работает на внешнее трение и износ (истирание) и обычно имеет сравнительно малую толщину. Принято изготавливать боковины вместе с протектором, как одно целое. Очень важна правильная форма боковины; при неправильном профиле возможно образование трещин и наплывов резины в процессе вулканизации. На боковину наносятся обозначение размера и другие необходимые надписи и маркировки, характеризующие модель, тип покрышки и другое.

«Бортом покрышки называется жесткая не растягивающаяся часть шины, с помощью которой шина крепится на ободе»» [12].

Назначением борта является обеспечение надежности посадки покрышки на ободе противостоять действию различных сил, стремящихся сорвать шину с обода колеса. Борт содержит проволочные кольца, суммарная прочность которых определяется специальным расчетом.

В зависимости от размера и количества слоев покрышки содержат от одного до двух и более колец в борте. Обычно покрышки, содержащие до восьми слоев каркаса включительно, имеют одно кольцо в борте. Проволочное кольцо, обернутое тканью и наполненное резиновым уплотнением, называется крылом. Крыло легковых и грузовых (средних размеров) покрышек большей частью укрепляется в борте покрышки при помощи одной широкой полосы ткани, которая называется крыльевой лентой (флиппер). Крылья грузовых покрышек до накладки крыльевой ленты предварительно усиливаются особой оберткой – тканевой ленточкой. В покрышках с двумя и более крыльями в борте рекомендуется применять дополнительный шнур, помещаемый между проволочным кольцом и оберточной ленточкой по наружной окружности кольца, во избежание провалов, которые могут образоваться в борте покрышки.

На кромки крыльевой тканевой полосы нужно класть изолирующие резиновые ленточки. Переход от жесткого борта к эластичной боковой стенке должен быть постепенным, без резких перепадов толщины. Это достигается различной высотой заворотов слоев корда на крыло при его креплении в покрышке. Ступеньки между кромками слоев применяются в пределах 7-10 мм. Диаметр крыла определяется количеством материала (заворачиваемых слоев корда) под крылом, величиной прессовки этого материала и диаметром посадочной части, то есть основания борта покрышки. Верхушка крыла не должна выступать за линию закраины обода, особенно, если для дополнительного шнура применяется твердая или

полутвердая резина, так как это приведет к расслоению борта в эксплуатации.

С наружной части борт усиливается одной, двумя, а иногда и большим количеством усилительных ленточек из бортовых прорезиненных тканей типа чефер.

В отличие от кордных тканей, в которых вся прочность определяется только нитями основы, бортовые ткани (для обертки крыла, для его крепления в борте и для защиты наружных поверхностей борта) являются равнопрочными по утку и основе.

Автомобильная камера представляет собой формовую бесконечную кольцевую трубку, снабженную вентилем.

Назначение автомобильной камеры – служить гибкой, эластичной воздухонепроницаемой оболочкой, в которую накачан сжатый воздух.

Камерные резины должны обеспечивать герметичность, т. е. не допускать утечки воздуха, должны быть эластичными, чтобы не изнашиваться в эксплуатации и не образовывать складок.

Камеры должны быть прочными на разрыв и раздир, чтобы хорошо сопротивляться проколам и разрастанию порезов при нормальных и повышенных температурах.

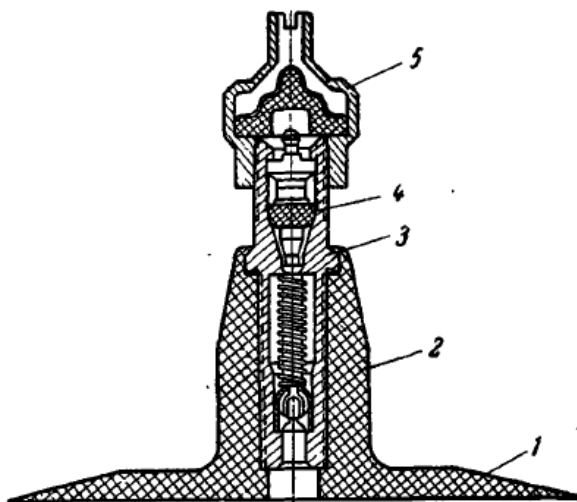
От камерных резин требуется высокая выносливость или усталостная прочность, так как они работают на многократные деформации.

Камерные резины, нагревающиеся вследствие внутреннего теплообразования и теплонакопления в покрышке, должны быть стойкими против окислительного и теплового старения.

Камера изготавливается из мягкой эластичной резины с небольшой толщиной стенок, причем толщина стенок неодинаковая: обычно в практике камеры делают с более толстой частью по беговой дорожке; в практике заводов США, наоборот, более утолщенной делают приободную (бандажную) часть камеры.

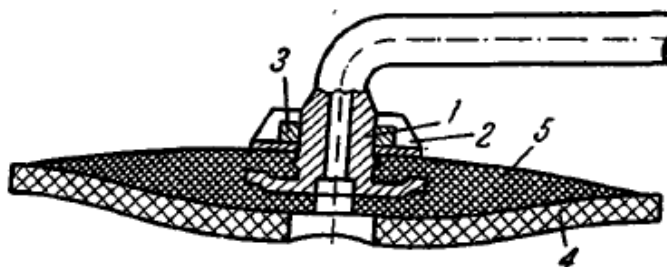
Для впуска и выпуска сжатого воздуха служат вентиль, укрепленный в приборной части камеры. Применяются вентили следующих типов:

- вентили для легковых шин, резинометаллические (рисунок 8);
- вентили для грузовых шин, металлические, с резиновой пяткой, приваренной в форме. Эти вентили, в зависимости от способа крепления их к камере, разделяются на привулканизованные сверху камеры (рисунок 9), привулканизованные сверху камеры с защитным фланцем (рисунок 10) и вентили с отвинчивающимся корпусом (рисунок 11).



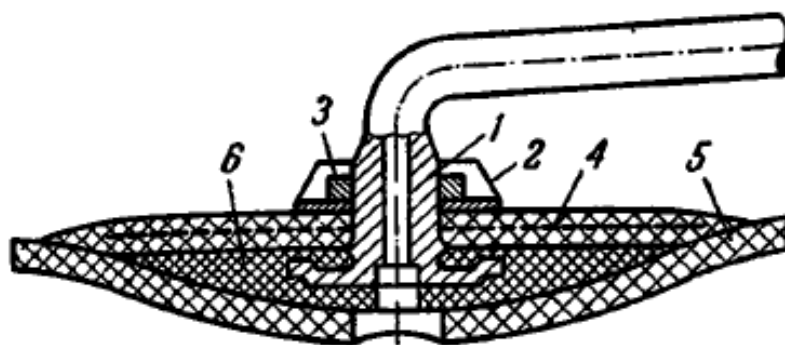
1 – резиновая пятка вентня; 2 – корпус вентня; 3 – втулка; 4 – золотник; 5 – колпачок

Рисунок 8 – Резинометаллический вентиль для шин легковых автомобилей



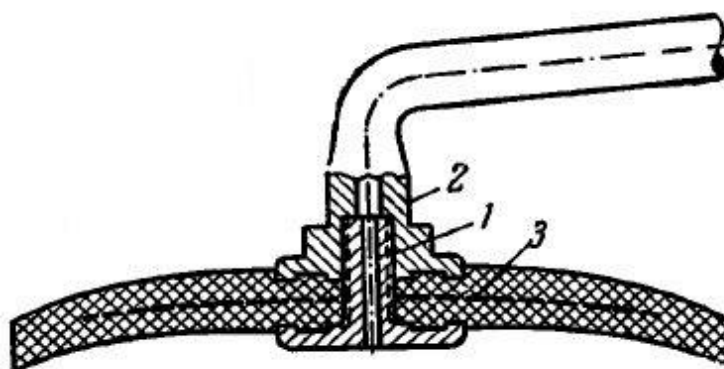
1 – корпус вентня с резиновой пяткой; 2 – мостик; 3 – прижимная гайка;
4 – камера; 5 – резиновая пятка

Рисунок 9 – Вентиль металлический с резиновой пяткой,
привулканизованной сверху камеры



1 – корпус вентиля с резиновой пяткой; 2 – мостик; 3 – прижимная гайка; 4 – дополнительный защитный фланец; 5 – камера; 6 – резиновая пятка

Рисунок 10 – Вентиль металлический с резиновой пяткой, привулканизованной сверху камеры, с дополнительным защитным фланцем



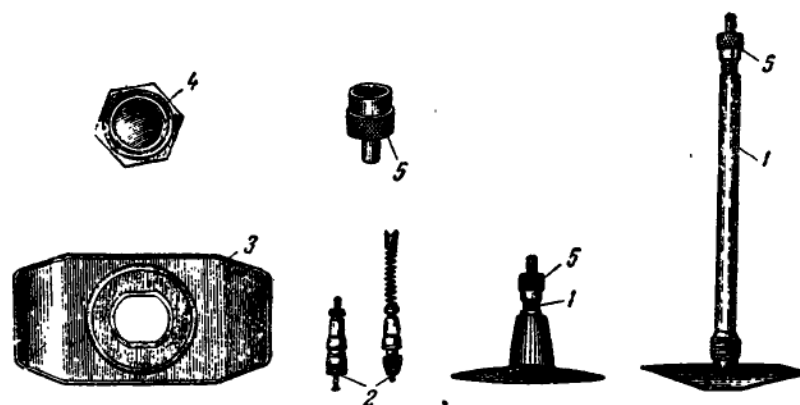
1 – пятка вентиля; 2 – отвинчивающийся корпус вентиля; 3 – камера с тканевым фланцем

Рисунок 11 – Вентиль с отвинчивающимся корпусом

Наиболее распространенными являются вентили, показанные на рисунке 9.

На некоторых заводах еще сохранился устарелый способ крепления вентиля через тканевые и резиновые фланцы, привулканизованные к телу камеры, простым сжатием этих материалов между пяткой вентиля и мостиком с помощью прижимной гайки. Этот способ не обеспечивает достаточной герметичности и надежности.

Вентили имеют следующие части (рисунок 10): корпус вентиля, золотник, мостик, прижимная гайка, колпачок.



1 – корпус вентиля с резиновой пяткой; 2 – золотники; 3 – мостик; 4 – прижимная гайка;
5 – колпачок

Рисунок 10 – Детали вентиля

Наряду с описанными камерами, применяемыми в эксплуатации шины, или так называемыми ездовыми камерами, шинное производство изготавливает варочные камеры, служащие только для вулканизационного процесса в производстве покрышек.

Ободной лентой (флеп) называется резиновая профилированная кольцеобразная лента, накладываемая на плоский обод, чтобы предохранить камеру от защемления и перетирания между ободом и бортами покрышки. Поэтому ободные ленты должны быть мягкими, иметь тонкие кромки, гладкую поверхность, хорошее сопротивление тепловому старению. Ободные ленты для каждого размера покрышки имеют свой размер и свою конфигурацию. Ленты для глубокого обода представляют собой состыкованную в кольцо полосу резины шириной, равной ширине основания глубокого обода, и толщиной 1,5-3 мм. В основном ободные ленты для глубокого обода применяются на спицевых колесах.

3.2 Факторы, влияющие на ресурс шины

«Ресурс шины – это ее пробег до предельно-допустимого износа протектора или до возникновения какого-либо повреждения: оголения нитей корда, отрыва протектора, вздутия, пробоя, отрыва борта и так далее» [13].

На рисунке 11 представлены факторы, влияющие на ресурс шины городских автобусов.

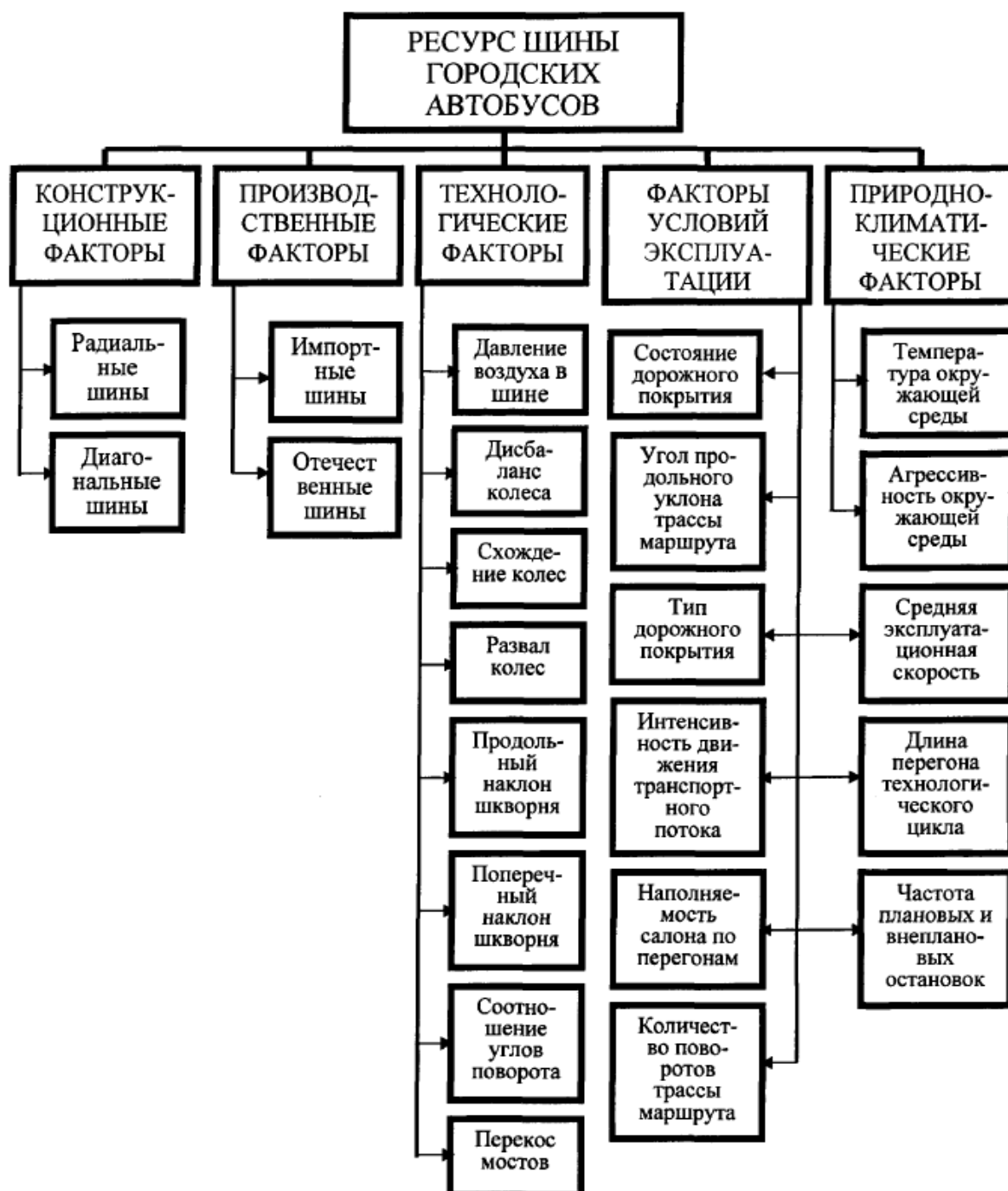


Рисунок 11 – Классификация факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов в эксплуатации

«Предельная остаточная высота рисунка протектора установлена: 1 мм для шин грузовых, 1,6 мм – для шин легковых, 2 мм – для шин автобусов.

Согласно ГОСТ 5513-97 для шин грузовых автомобилей и автобусов постоянного давления воздуха установлен гарантийный срок на предъявления рекламаций – 5 лет на любом пробеге до допустимого износа рисунка протектора.

По импортным шинам ответственность изготовителя действует на всем пробеге до достижения предельного износа рисунка протектора. На грузовых автомобилях и автобусах 60-70 % шин снимаются преждевременно из-за разрушения каркаса. В большинстве случаев эти повреждения являются следствием неаккуратного вождения автомобиля, недокачки шин, плохого состояния дорог.

Внешним показателем правильной эксплуатации шины является равномерный износ протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают дополнительные проскальзывания элементов протектора, его неравномерный износ.

Ухудшение дорожного покрытия сокращает ресурс шин – на 25 % на гравийно-щебеночных дорогах, на 50 % на каменистых разбитых дорогах.

Скорость движения также влияет на темп износа. Так при 140 км/ч он примерно в 2 раза выше, чем при 60 км/ч. А по мере увеличения тяговой или тормозной силы темп износа возрастает в степенной зависимости с показателем примерно 2,6.

Нагрузка на шину и ее ресурс также взаимосвязаны. Перегрузка шины на 10 % снижает ресурс на 20 % в основном из-за перегрева шины. При необходимости частично компенсировать это можно снижением скорости движения» [13,14,17].

Наиболее важным техническим параметром, влияющим на ресурс шины, является давление воздуха (рисунок 12).

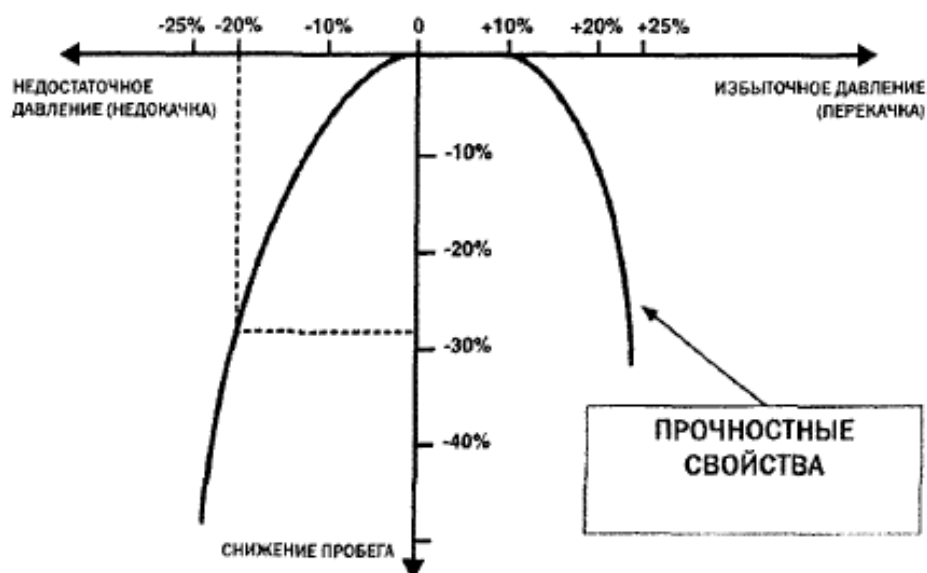


Рисунок 12 – Влияние отклонения давления воздуха в шине на ее ресурс

По данным МАДИ (ГТУ) «основную нагрузку в шине (60-80 %) несет воздух. Снижение давления вызывает большую нагруженность боковин и деформацию. Увеличивается расход (до 15 %) топлива, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда), значительно повышается температура- У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на обод. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду износа подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин в интервале» [18].

Угол схождения наибольшим образом влияет на ресурс шин, поскольку больше всего влияет на темп износа протектора (рисунок 13).

При избыточном положительном схождении на обеих передних шинах возникает односторонний пилообразный износ по наружным дорожкам протектора. При недостаточном схождении или расхождении колес односторонний пилообразный износ возникает по внутренним дорожкам. При этом на 0,5-1,5 % возрастает расход топлива.

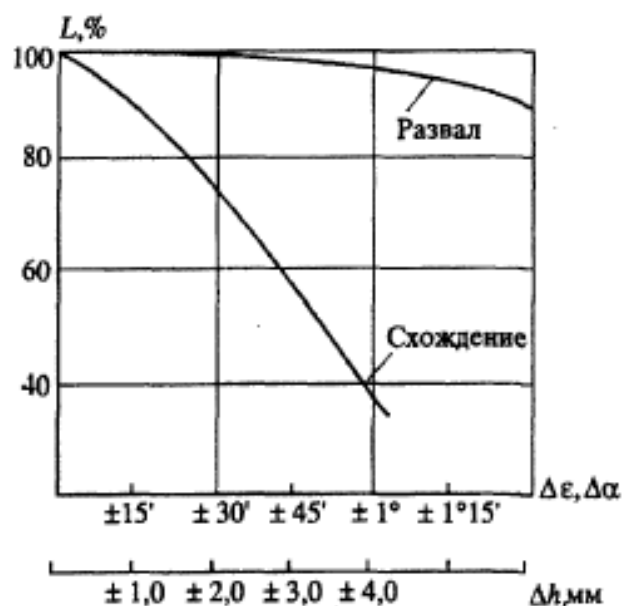


Рисунок 13 – Влияние углов схождения и развала на ресурс шины

Угол развала начинает сказываться на темпе износа шин при значительных отклонениях от нормы. На шине возникает гладкий односторонний износ.

Угол продольного наклона шкворня колеса влияет на износ протектора в случае, если он не равен величине этого угла на другом колесе. Возникает односторонний износ одной шины. При этом на прямолинейном участке дороги автомобиль «тянет» в сторону.

Соотношение углов поворотов влияет на износ передних шин в тех случаях, когда автомобиль много движется по закруглениям, например в условиях большого города или на горных дорогах. Характерным признаком отклонений по этому параметру является износ одной самой крайней дорожки, что особенно заметно у шин с дорожным рисунком протектора.

Выводы по разделу «Обзор пневматических шин».

В разделе проведен обзор конструкций пневматических шин, а также определены факторы, влияющие на ресурс шин городских автобусов в эксплуатации, и проведена их классификация.

4 Методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов

Анализ результатов исследований НИИШП, НИИАТ, МАДИ (ГТУ) показывает, что «существующие нормативные пробеги шин определяются исходя из достигнутых средних пробегов шин в условиях эксплуатации автотранспортного предприятия и с учетом долговечности шин» [2, 27].

«В Советском Союзе при нормировании ресурса шин применялся следующий подход: территория страны была разбита на три зоны (зона со средними условиями эксплуатации, зона с более легкими условиями и зона с более тяжелыми условиями). Нормативный ресурс шин для зоны со средними условиями устанавливался на уровне средних значений по результатам эксплуатации в автотранспортном предприятии. Норма ресурса шин для зоны с более легкими условиями эксплуатации повышалась на 10%, а для зоны с более тяжелыми условиями снижались на 15%.

Данная система предусматривала также снижение (повышение) нормативного ресурса шин при их эксплуатации в тяжелых условиях (горная местность и загородных условиях) так, например, для шин автобусов, работающих на междугородних и международных перевозках, нормативный ресурс снижался на 15%, по сравнению со средними нормами, а срок службы шин эксплуатирующихся на горных дорогах повышался на 15-20%» [26].

Указанная система утратила силу с 01.01.1991 года согласно письму министерства финансов СССР от 10.12.1990 года № 136.

В Российской Федерации нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств устанавливаются на основе среднестатистического пробега шин, снятых с эксплуатации. Нормы эксплуатационного пробега шин устанавливаются для каждого типоразмера и модели шины, а также каждой модификации эксплуатируемых автомобилей и соответствуют определенным условиям работы автомобильного транспорта.

«Для автомобильных шин, эксплуатирующихся на прицепах и полуприцепах, нормы эксплуатационного пробега устанавливаются как для автомобилей-тягачей. Учет дорожно-транспортных и других эксплуатационных факторов производится с помощью ряда поправочных коэффициентов к величине среднестатистического пробега шин» [26]».

Поправочные коэффициенты в зависимости от категории условий эксплуатации и характера работы автотранспортных средств представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации автотранспортного средства

Категория условий эксплуатации	K_1
I	1,0
II	1,0
III	0,95
IV	0,90
V	0,90

Таблица 4 – Коэффициент, учитывающий условия работы автотранспортного средства

Условия работы автотранспортных средств	K_2
Постоянная работа в каменных карьерах	0,85
Постоянная работа на разработках угля и руды при добыче открытым способом, а также вывозе металлолома и стеклобоя	0,85
Постоянная работа на загрузке из бункеров или экскаватором, а также на лесоразработках, на стойках, на строительстве и ремонте дорог	0,85
Работа на вывозке нефтепродуктов и химикатов в условиях, разрушающих автомобильные шины	0,85
Постоянная работа с прицепами, полуприцепами	0,90
Постоянная работа автобусов в условиях международных и междугородних перевозок	0,90
Работа скорой и неотложной медицинской помощи	0,90
Работа в условиях частых технологических остановок, связанных с погрузкой и выгрузкой, посадкой и высадкой пассажиров	0,95
Почасовая работа при обслуживании предприятий	1,10
Примечание: Для других условий работы автотранспортных средств $K_2 = 1$	

Норма эксплуатационного пробега шины определяется по формуле (1):

$$H_i = H \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1)$$

где K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации автотранспортного средства (таблица 3);

K_2 – поправочный коэффициент, учитывающий условия работы автотранспортного средства (таблица 4).

При этом норма эксплуатационного пробега шины не должна быть ниже 25% от среднестатистического пробега шины.

«Разработка новых способов определения и нормирования ресурса шин автобусов в эксплуатации требует формирования целевой функции как одного из методов решения возникающих проблем. Как известно, при управлении комплекс работ, выполняемых при принятии решений в новых, ранее неизвестных условиях, называется исследованием операций» [14].

При этом к операциям относятся как отдельные мероприятия, проводимые для повышения эффективности системы, например, разработка рациональных маршрутных норм ресурса шин автобусов, так и сложные программы, касающиеся достижения цели, стоящей перед системой в целом.

«В случае определения и нормирования маршрутного ресурса шин автобусов параметр эффективности или целевая функция может зависеть от трех групп факторов (2):

$$p_H = U \cdot (\overbrace{A_1, A_2, A_3 \dots A_n}^I; \overbrace{B_1, B_2, B_3 \dots B_m}^{II}; \overbrace{C_1, C_2, C_3 \dots C_k}^{III}), \quad (2)$$

где p_H – нормативный ресурс шин автобусов в эксплуатации, км.

A_1 – удельное количество технологических остановок ($N_{ост}$) на маршруте, ед/км;

A_2 – удельное количество светофоров на маршруте, ед/км;

A_3 – удельное количество поворотов на маршруте, ед/км;

A_4 – плотность движения автотранспорта на маршруте, авт/100 м;

A_5 – среднее расстояние между остановками, км;

A_6 – коэффициент использования пассажироместимости;

A_7 – эксплуатационная скорость, км/ч;

A_8 – скорость сообщения, км/ч;

A_9 – состояние дорожного покрытия;

A_{10} – угол продольного уклона трассы маршрута;

A_{11} – тип дорожного покрытия;

A_{12} – интенсивность движения.

B_1 – применение обоснованных нормативов системы (рекомендуемое давление воздуха в шинах и нормативное схождение колес);

B_2 – обеспечение выполнения рекомендаций и нормативов системы (периодический контроль за давлением воздуха в шинах, схождением колес, периодическая балансировка колес, контроль за техническим состоянием подвески, рулевого управления и мостов и так далее);

B_3 – совершенствование технологии, организации и управления процессами ТО и Р, в первую очередь, при эксплуатации шин;

B_4 – обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной технологической и другой документацией, в первую очередь, по эксплуатации шин;

B_5 – компьютеризация и индивидуализация учета и отчетности при технической эксплуатации автобусов, включая шинное хозяйство;

B_6 – обеспечение предприятия персоналом;

B_7 – повышение квалификации персонала;

B_8 – совершенствование систем стимулирования персонала;

B_9 – обеспечение стабильности трудовых коллективов;

- B_{10} – создание резерва исправных автобусов;
- B_{11} – выбор рациональных типов и моделей подвижного состава;
- B_{12} – выбор современных эксплуатационных материалов, включая материалы для ТО и ремонта шин;
- B_{13} – обеспечение качества восстановления и КР изделий, особенно элементов подвески, рулевого управления и другого;
- B_{14} – управление возрастной структурой парка автобусов;
- B_{15} – рациональные сроки службы автобусов.
- C_1 – температура окружающей среды, °C (характеризует природно-климатический район, в котором работает автобус);
- C_2 – агрессивность окружающей среды» [13, 19].

«Первая группа факторов характеризует условия работы автобуса, которые заданы и не могут быть изменены в ходе определения нормативного ресурса шин.

Вторая группа, которая иногда называется элементами решения, может меняться при управлении, влияя на целевую функцию.

Третья группа – заранее неизвестные условия, влияние которых на эффективность системы неизвестно или изучено недостаточно» [19].

В ходе проведения исследований по определению ресурса шин городских автобусов обеспечиваются следующие условия – факторы второй группы либо имеют нормативные значения (например, давление воздуха в шинах, сходжение колес, балансировка колес, техническое состояние подвески, рулевого управления, мостов), либо не изменяются, то есть находятся на одном уровне (например, технология, организация и управление процессами ТО и Р, система учета и отчетности, обеспеченность и квалификация персонала, система стимулирования персонала).

Поскольку в процессе исследований трудно прогнозировать поведение данных параметров, то для количественной оценки их влияния на ресурс шин

городских автобусов целесообразно использовать экспертные методы и, в частности, априорное ранжирование факторов.

Применительно к шинам городских автобусов факторы третьей группы практически не изучены. Можно лишь предположить, что в зимнее время, когда проезжая часть обрабатывается специальными реагентами, эти факторы могут обладать или эффектом суммации, или каким-то другим усиленным воздействием на интенсивность износа шин городских автобусов.

«Первая и третья группы факторов иногда условно объединяются общим понятием «природа» или «среда», которая характеризует все внешние для системы условия, влияющие на исход операции, мероприятия, программы» [14].

Как известно, «практически любое мероприятие (элемент решения) носит затухающий характер, то есть подчиняется закону затухающей эффективности» [31].

Учитывая, что автобусное предприятие МП «ТПАТП №3» в своей деятельности руководствуются планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта, имеют нормативное обеспечение производственно-технической базой, местами хранения, персоналом и так далее, можно предположить, что на современном этапе их развития нормативный ресурс шин автобусов для летнего периода эксплуатации будет в основном формироваться под воздействием «природы», то есть факторов первой и третьей групп.

А учитывая то, что фактический ресурс шин автобусов должен вестись по конкретным маршрутам, характеристики каждого маршрута известны, также известны и ежедневно фиксируются фактические пробеги автобусов на маршрутах, среднесуточные температуры воздуха и так далее, то есть о работе автобусного предприятия имеются достоверные сведения по факторам первой и третьей групп, можно предположить, что наиболее рационально маршрутный ресурс шин автобусов следует рассчитывать по принципу «черного» ящика [1, 12, 13, 14].

4.1 Основные факторы условий эксплуатации, определяющие маршрутный ресурс шин городских автобусов

В литературных источниках установлена основная группа факторов условий эксплуатации, определяющих маршрутный ресурс шин городских автобусов, такие как:

- V_{Cj} – скорость сообщения на j -ом маршруте, км/ч;
- γ_j – коэффициент использования пассажироместимости на j -ом маршруте;
- l_{nj} – средняя длина перегона на j -ом маршруте, км;
- n_{nj} – удельное количество поворотов на j -ом маршруте, шт/км;
- ρ_j – средняя плотность транспортного потока на j -ом маршруте, авт./100 м;
- L_j – длина j -го маршрута, км;
- $V_{эj}$ – средняя эксплуатационная скорость на j -ом маршруте, км/ч.

Исходные данные по факторам условий эксплуатации по ниже представленной регрессионной модели, принимаются, исходя из имеющейся информации паспорта маршрута, в частности, протяженности (длины) обратного рейса, времени обратного рейса, количества технологических остановок и светофоров на маршруте, пересечений с главной дорогой, количества поворотов на маршруте и так далее.

Скорость сообщения на j -ом маршруте определяется по формуле:

$$V_{Cj} = \frac{L_j}{t_{pj} - t_{npj}}, \quad (3)$$

где L_j – длина обратного рейса, км;

t_{pj} – время обратного рейса, ч;

t_{npj} – время простоя на конечных пунктах на j -ом маршруте.

Время рейса на j -ом маршруте определяется по формуле:

$$t_{pk} = t_{\partial\theta j} + t_{nanj} + t_{clj} + t_{npj}, \quad (4)$$

где $t_{\partial\theta j}$ – время движения на j -ом маршруте;

t_{nanj} – время наполнения салона;

t_{clj} – время, затраченное на случайные остановки.

Средняя длина перегона на j -ом маршруте определяется по формуле:

$$l_{nj} = \frac{L_j}{N_j}, \quad (5)$$

где N_j – количество остановок на j -ом обратном маршруте, шт.

Число остановок на j -ом обратном маршруте определяется по формуле:

$$N_j = N_{toj} + 0,5 \cdot (N_{свj} + N_{перj}), \quad (6)$$

где N_{toj} – число технологических остановок, шт.;

$N_{свj}$ – число светофоров, шт.;

$N_{перj}$ – число пересечений с главной дорогой, шт.

Удельное число поворотов на j -ом обратном маршруте определяется по формуле:

$$n_{nj} = \frac{N_{nj}}{L_j}, \quad (7)$$

где N_{nj} – число поворотов на j -м обратном маршруте движения, шт.

Для первой граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов значение коэффициента использования пассажировместимости принимается равным 0,5. Для второй граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов значение коэффициента использования пассажировместимости принимается равным 1,0.

Для определения среднего значения плотности транспортного потока требуется обследование каждого маршрута, закрепленной за парком транспортной сети в «пиковый» и «межпиковые» периоды.

Средняя плотность транспортного потока на маршруте в пиковый или межпиковый периоды определяется исходя из выражения:

$$\rho_{срj}^{n,mn} = \frac{\left(\sum_{i=1}^1 \frac{\rho_{ij}}{n_j} \right)}{l_{обр.j}}, \quad (8)$$

где ρ_{ij} – плотность транспортного потока на i -м-перегоне j -го

оборотного маршрута, авт./100 м;

n_j – количество перегонов на j -ом обратном маршруте, ед;

$l_{обр.j}$ –длина обратного рейса j -го маршрута, км.

Средняя плотность транспортного потока на j -ом маршруте определяется по формуле:

$$\rho_{срj} = \frac{(\rho_j^n + \rho_j^{mn})}{2}, \quad (9)$$

где ρ_j^n – средняя плотность транспортного потока в «пиковый»

период j -го обратного маршрута, авт./100 м;

ρ_j^{mn} – средняя плотность транспортного потока в «межпиковый» период j-го обратного маршрута, авт./100 м.

Для первой граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов принимается среднее значение плотности транспортного потока. Для второй граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов принимается максимальное «пиковое» значение плотности транспортного потока.

Для нормирования маршрутного ресурса шин 11/70R-22,5 городских автобусов МАЗ-101, 103, 104, ЛиАЗ-5256 целесообразно использовать специальную регрессионную модель следующего вида:

$$P_j = 68917 + 534,8 \cdot V_{Cj} + 1683,8 \cdot l_{nj} - 15636,7 \cdot \gamma_j + 354,9 \cdot n_{nj} - 1764 \cdot \rho_j. \quad (9)$$

Выводы по разделу «Методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов».

В разделе приведены методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов. Для нормирования маршрутного ресурса шин 11/70R-22,5 городских автобусов марки МАЗ-101, 103, 104, ЛиАЗ-5256 составлена регрессионная математическая модель.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была разработана методика определения ресурса шин для автобусов работающих в городских условиях.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрено развитие отрасли транспорта на примере пассажирского транспорта Тольятти, определены основные векторы его развития в рамках подпрограммы «Развитие городского пассажирского транспорта в городском округе Тольятти на период 2014-2020 гг.» программы «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства городского округа Тольятти на 2014-2020 гг.», составлена схема эксплуатационных расходов пассажирского автотранспортного предприятия;

- рассмотрено влияние условий эксплуатации городских автобусов на основные показатели их работы на линии;

- проведен обзор конструкций пневматических шин, а также определены факторы, влияющие на ресурс шин городских автобусов в эксплуатации, и проведена их классификация;

- приведены методы и подходы к нормированию ресурса шин автобусов. Для нормирования маршрутного ресурса шин 11/70R-22,5 городских автобусов марки МАЗ-101, 103, 104, ЛиАЗ-5256 составлена регрессионная математическая модель.

Проведенная работа будет способствовать экономии денежных средств автотранспортного предприятия путем формирования рационального и научно-обоснованного использования автомобильных шин, поддержанию в высоком работоспособном техническом состоянии транспортного парка муниципальных предприятий.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. -М.: Финансы и статистика, 1983.-471с.
2. Алаэддин А.М. Разработка системы оперативного управления ресурсом шин в автотранспортных предприятиях на примере автобуса ЛиАЗ-677. Дисс. канд.техн. наук. - М.: МАДИ, 1984. -202 с.
3. Андрианов Ю.В. Исследование влияния дорожных и транспортных условий на эффективность технической эксплуатации автомобилей. Дисс. канд. техн. наук /НИИАТ. - М., 1979. -178с.
4. Амарни Н. Исследование топливной экономичности автобусов Икарус-280, оснащенных блочными нейтрализаторами отработавших газов, в эксплуатации. / Автореф. - дисс. канд.техн.наук. - М.: МГАДИ (ТУ), 2000. -18 с.
5. Аригин И.Н., Кириллов А.Г., Максимов В.А., Назаров А.А. Анализ простоев автобусов в ТО и ТР. Материалы 64-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ-ГТУ. Секция Проблем ТЭ и автосервиса ПС АТ. М.: МАДИ (ГТУ), 2006. - с. 43-45.
6. Аригин И.Н. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей управлением готовностью парка на основе диагностической информации: Дисс. д-ра техн. наук. - Владимир, 1985. - 567 с.
7. Балан В.А. Экономико-математические модели производительности труда. - М.: Наука, 1979. - 128 с.
8. Безбородько М.Д. Пожарная техника: Учебник ВИПТШ МВД (раздел: Техническая эксплуатация автомобилей).- М.:1989. -334с.
9. Бируля А.К., Говорущенко Н.Я., Ермакович Я.В. Эксплуатационные качества автомобильных дорог. - М., Автотрансиздат, 1961. - 135 с.
10. Бодров В.А., Лахно Л.П., Перцев А.В., Кукушкин Н.С. Исследование эксплуатационных характеристик автомобилей по

обобщенному показателю дорожных условий. - В межвузовском сборнике научных трудов. Двигатели внутреннего сгорания.-Ярославль: Ярослав, политехи, ин-т, 1975. -С.113-118.

11. Бодров В.А. Техническое обеспечение подвижного состава автомобильного транспорта. - Ярославль: ЯПИ, 1981. - 89 с.

12. Болдин А.П., Максимов В.А. Основы научных исследований и УНИРС: Учебное пособие. - 2-е изд., перераб и доп. - М.:МАДИ (ГТУ), 2002. -276 с.

13. Болдин А.П., Максимов В.А. Основы научных исследований и УНИРС: Учебное пособие. Часть 2. Специальные методы и методологические подходы. -М.:МАДИ(ГТУ),2004. -181 с.

14. Венцель Е.С. Исследование операций Задачи, принципы, методология. -М.: Наука, 1988.

15. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: Справочник. 2 изд., перераб. и доп. - М.: Статистика, 1979.-447с.

16. Власов В.М. Оценка и проектирование организационно-технологического обеспечения производства ТО и ремонта автомобилей. Авто-реф. д-ра техн. наук.-М., 1996.-38 с.

17. Вознесенский А.В. Влияние сезонных условий на расходование ресурсов при эксплуатации автомобилей. Автореф. канд. техн. наук.-Тюмень, 2006.-20 с.

18. Воронов В.П. Управление качеством технических обслуживании и ремонтов автомобилей на автотранспортных предприятиях. - М.: МАДИ, 1989-53 с.

19. Гарбер А., Зотов В., Ковалев А. Опыт маршрутного нормирования расхода топлива.//Автомобильный транспорт.-1985.-N12.-С.31-32.

20. Говорущенко М.Я. Место и роль диагностики в условиях новой концепции ее развития. - М., 1991. -52 с. – (Автомобильный транспорт. Сер.

Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей: Обзорная, информация.: / Информавтотранс; Вып. 8).

21. Горбунов СП. Разработка методики выбора моторного масла в эксплуатации (на примере городских автобусов). Дисс. канд. техн. наук. - М., 2006. -201 с.

22. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. Пер. с англ. -М.: Мир, 1981. •520с.

23. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: Учебник. - М.: Финансы и статистика, 1998.-352 с.

24. Дунаев А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей. - М.: Транспорт, 1987. - 207 с.

25. Жамбю М. Иерархический кластерный анализ и соответствия: Пер. с фр. - М: Финансы и статистика, 1988. - 342 с.

26. Завалко А.Г. Приборное обеспечение системы управления расходом топлива в автотранспортном предприятии. - Дис.... канд. техн. наук. -М: МАДИ, 1989. -192 с.

27. Захаров Н.С. Корректирование нормативного ресурса шин с учетом условий эксплуатации (на примере шин автомобилей-такси и маршрутных автобусов): Дисс... канд. техн. наук/МАДИ. - М.,1989. -222с.

28. Зотов В.Б. Методы повышения эффективности технической эксплуатации городских автобусов. Дисс. канд. техн. наук/МАДИ. - М., 1994. - 183 с.

29. Иберла К. Факторный анализ/Перевод с нем. - М.: Статистика, 1980. -398 с.

30. Иванов А.М. Технические пути повышения конструктивной эффективности грузовых автотранспортных средств. Дисс. д-ра техн. наук/МАДИ. - М., 1995.-533 с.

31. Измерения в промышленности. Справ, изд. В 3-х кн. Кн. 1. Теоретические основы. Пер. с нем. / Под ред. Профоса П. - М.: Металлургия, 1990. - 492 с.
32. Илларионов В.А., Морин М.М., Фаробин Я.Е., Юрчевский А.А. Теория и конструкция автомобиля. - М.: Машиностроение, 1992. - 416 с.
33. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : ТГУ, 2016. - 451 с. : ил. - Библиогр.: с. 445. - Прил. : с. 446-451.
34. Ply P.H. Olfield R.H. The effecte of public transport subsidies on demand and suply // Transp. Res.A. - 1986.20 A. №6 p.415-422.
35. Road Load Data Analysis on Board the Vehcle - Experiennce, Examples and Future Requirements. Hill S.J., Everitt D.R. «SAE Techn. Pap. Sen,» 1987, №871962,1-13.
36. Systems approach to transit bus maintenance. Etschmoier Maximilian M, Anagnastoponlas George. «Transp. Res. Rec», 1984, N994, p. 65-71.
37. Tober H. Die continekarkass Garantie: Risikolos runderneuern. - Internationale Transport-Revue. 1983.22, №4. s.76-77.