

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЧЕРНОВА Г.А., ПОПОВ А.В.,  
ВЕЛИКАНОВА М.В., БАДИКОВ К.А.,  
ЛЕСНЫХ Д.В.**

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ И  
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ  
АВТОБУСОВ НА  
МУНИЦИПАЛЬНЫХ МАРШРУТАХ**

*Монография*



**Волгоград  
2022**

УДК 629.33  
ББК 39.33  
Э-414

Р е ц е н з е н т ы:

Управление Государственного Автодорожного надзора  
по Волгоградской области, отделение г. Волжский

*Матющенко Д.Ф.*

Директор ВФ ВолГУ

*Севостьянов М.В.*

Председатель КБиДХ г. Волжского

*Шаров И.А.*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Волгоградского государственного технического университета

Эксплуатационные факторы и работоспособность автобусов на муниципальных маршрутах / Г. А. Чернова, А.В. Попов, М.В. Великанова и др. - Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Волгоград : Издательство ВолгГТУ, 2022. – 264 с.

ISBN 978-5-9948-4541-7

В монографии проведен анализ сходов автобусов «Волгабас» с неисправностями узлов и агрегатов. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта подразумевает исключение сходов с ремонтом между проведением ТО1 и ТО2. Проведен анализ режимов движения автобусов на основных маршрутах города Волжского и их возможное влияние на преждевременные сходы с неисправностями узлов и агрегатов. Определены количественные характеристики работоспособности узлов и агрегатов автобусов с использованием математических методов. Даны рекомендации по повышению работоспособности автобусов. Практическая значимость монографии заключается в том, что специалисты МУП «Волжская А/К №1732» использовали её результаты при проведении ТО и ремонта, оформлении рекламаций заводу-изготовителю и корректировке документации по регламентным работам при проведении технического обслуживания.

Монография будет полезна специалистам при осуществлении ими деятельности, связанной с эксплуатацией транспортных средств, аспирантам и студентам, обучающимся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГОС ВО.

Илл. 98, табл. 95, библиограф.: 52 назв.

ISBN 978-5-9948-4541-7

© Волгоградский государственный  
технический университет, 2022

© Волжский политехнический ин-  
ститут, 2022

© Чернова Г.А., Попов А.В.,  
Великанова М.В., Бадиков К.А.,  
Лесных Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>5</b>
<b>1 СВЯЗЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ С РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА</b>	<b>6</b>
1.1 Понятие работоспособности подвижного состава как характеристики надёжности	6
1.2 Классификация отказов	12
1.3 Основные эксплуатационные свойства подвижного состава	18
1.4 Факторы, определяющие работоспособность автобусов	24
1.5 Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность транспортных средств	27
<b>2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ</b>	<b>31</b>
2.1 Технические характеристики автобуса «Волгабас-5270G2»	31
2.2 Технические характеристики автобуса «Волгабас-5270GH	32
2.3 Условия эксплуатации автобусов на муниципальных маршрутах	35
2.4 Анализ условий движения общественного транспорта	37
2.5 Исследование режимов движения автобусов на городских маршрутах	43
2.6 Особенности технического обслуживания автобусов	50
<b>3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОБУСОВ НА МУНИЦИПАЛЬНЫХ МАРШРУТАХ</b>	<b>56</b>
3.1 Методика обработки статистических данных по сходам с ремонтом агрегатов	56
3.2 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2»	58
3.2.1 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2» в гарантийный период эксплуатации	58
3.2.2 Оценка работоспособности двигателя автобуса «Волгабас-5270G2» в гарантийный период эксплуатации	68
3.2.3 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2» в 2021 году	72
3.3. Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270GH»	77
3.3.1 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270GH» в гарантийный период	77
3.3.2 Анализ работоспособности двигателя «Волгабас-5270GH» в гарантийный период эксплуатации	92
3.3.3 Анализ сходов с ремонтом двигателя «Волгабас-5270GH» за 2021 год	96
3.3.4 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH»	97
3.3.4.1 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в гарантийный период	97
3.3.4.2 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в 2019 году	102
3.3.4.3 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в 2020 году	106
3.3.4.4 Оценка работоспособности сцепления	111
3.3.5 Определение работоспособности КПП автобусов «Волгабас-5270GH» в гарантийный период	117
3.3.6 Определение работоспособности тормозной системы автобусов «Волгабас-5270GH»	122
3.3.6.1 Анализ сходов с ремонтом тормозной системы в гарантийный период	122
3.3.6.2 Определение работоспособности тормозной системы по сходам с ремонтом в 2019 году	124
3.3.7 Определение работоспособности подвески автобуса «Волгабас-5270GH»	129

3.3.7.1 Анализ сходов с ремонтом подвески в гарантийный период	129
3.3.7.2 Определение работоспособности подвески автобуса «Волгабас-5270GH» за период 2018-2019 годы	130
3.3.8 Определение работоспособности рулевого управления «Волгабас-5270GH»	135
3.4 Анализ сходов с ремонтом электрооборудования автобусов «Волгабас-5270GH»	143
3.5 Разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных качеств автобуса «Волгабас-5270GH»	154
<b>4 РАСЧЁТ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСА «ВОЛГАБАС-5270GH»</b>	<b>161</b>
4.1 Исходные данные для расчета рулевого управления	161
4.2 Определение кинематического и прочностного передаточных чисел рулевого управления	162
4.3 Расчет сошки рулевого управления	169
4.4 Расчет шарового пальца сошки рулевого управления	173
4.5 Определение напряжений и усталостной прочности деталей рулевого управления методом конечных элементов	177
4.5.1 Прочностной анализ сошки рулевого управления	177
4.5.2 Прочностной анализ шарового пальца рулевого управления	179
4.5.3 Определение коэффициента запаса прочности рулевого пальца и сошки рулевого управления	181
4.5.4 Анализ усталостной прочности рулевого пальца и сошки рулевого управления	183
4.6 Проверочный расчет карданной передачи рулевого управления автобуса «Волгабас-5270GH»	185
4.6.1 Исходные данные для расчета	185
4.6.2 Расчет крестовины карданного шарнира	187
4.6.3 Расчет вилки карданного шарнира	190
4.6.4 Определение напряжений и усталостной прочности деталей карданной передачи рулевого управления методом конечных элементов	193
4.6.4.1 Прочностной статический анализ крестовины карданного вала	193
4.6.4.2 Прочностной статический анализ вилок крестовины карданного вала	195
4.6.4.3 Определение коэффициента запаса прочности крестовины и вилки	199
4.6.4.4. Анализ усталостной прочности крестовины и вилок	202
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>206</b>
<b>ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	<b>213</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	<b>215</b>
<b>Приложение 1</b>	<b>119</b>
<b>Приложение 2</b>	<b>262</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективность использования и качество функционирования подвижного состава при организации перевозок пассажиров определяются уровнем их работоспособности и надежности. Общая продолжительность простоев подвижного состава при выполнении технического обслуживания и ремонта составляет значительную долю годового фонда рабочего времени и затрат. Потери, связанные с обеспечением работоспособности автобусов, за период эксплуатации могут в несколько раз превышать их начальную стоимость.

Обеспечение надежности подвижного состава является сложной проблемой, для решения которой необходимо проведение комплекса конструкторских, технологических и организационных мероприятий на весь срок эксплуатации.

Недостаточная надежность подвижного состава снижает их производительность из-за простоев в ремонте, увеличивает материальные и трудовые затраты на их обслуживание. Всё это требует значительных капитальных вложений в производственные фонды ремонтной базы и в промышленность, занятую выпуском запасных частей для транспортных средств. Современному специалисту в области организации пассажирских и грузовых перевозок для решения практических задач по обеспечению надежности подвижного состава требуется знание широкого круга вопросов.

Для обеспечения надежной работы подвижного состава необходимо постоянно совершенствовать их конструкцию и технологию производства, разрабатывать и внедрять мероприятия по поддержанию работоспособности машин в эксплуатации.

На предприятии МУП ВАК №1732 с мая 2016 года эксплуатируются 7 автобусов «Волгабас-5270G2» вместимостью 110 пассажиров, а с ноября 2017 года 50 автобусов «Волгабас-5270GH» вместимостью 65 пассажиров на моторном топливе метан.

# 1 СВЯЗЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ С РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

## 1.1 Понятие работоспособности подвижного состава как характеристика надёжности

В процессе эксплуатации техническое состояние автотранспортных средств непрерывно ухудшается, причем сроки службы отдельных узлов и агрегатов различны. Они во многом определяются совершенством конструкции, качеством изготовления, применяемыми эксплуатационными материалами, дорожными и климатическими условиями, организацией технического обслуживания и хранения автомобилей.

В любой момент времени подвижной состав может находиться в исправном или неисправном состоянии.

**Исправное состояние** – состояние автомобиля, при котором он соответствует всем техническим требованиям, установленным нормативно-технической документацией по основным (выполнение заданных функций) и вспомогательным (внешний вид, удобство эксплуатации и т. д.) параметрам [1, 4].

Если подвижной состав в данный момент времени удовлетворяет всем требованиям, установленным как в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение перевозки пассажиров (скорость, пассажироместимость, управляемость и др.), так и в отношении второстепенных параметров, характеризующих внешний вид и удобство эксплуатации, то такое состояние называют исправным.

В соответствии с этим определением **неисправное состояние** – состояние подвижного состава, при котором он в данный момент времени не удовлетворяет хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией в отношении как основных, так и второстепенных параметров.

Однако не каждая неисправность приводит к невыполнению подвижным составом заданных функций в отношении основных параметров. Например, образование вмятин или ржавчины на корпусе автомобиля, внешний вид, удобство эксплуатации и т.д. не могут препятствовать эксплуатации автобуса.

Поэтому для оценки надежности систем введены понятия «работоспособность» и «отказ».

**Работоспособность** – это состояние подвижного состава, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.

**Отказ** – событие, состоящее в полной или частичной утрате работоспособности системы. Так как не всякая неисправность приводит к отказу, то на практике различают неисправности основные и второстепенные. Основные неисправности приводят к отказу. Второстепенные неисправности не приводят к отказу, однако могут создавать неудобства в эксплуатации и портят внешний вид подвижного состава, сгоревшая лампочка на щитке приборов создаёт неудобство, но не приводит к утрате работоспособности автобуса. Поэтому второстепенные неисправности целесообразно своевременно устранять.

Между **работоспособностью** и **исправностью** существует очень важное различие: исправность предполагает, что выполняются все требования, относящиеся как к основным, так и к второстепенным параметрам, установленным нормативно-технической документацией. Работоспособность характеризует только требования, относящиеся к основным параметрам. Требования, относящиеся к второстепенным параметрам, могут не выполняться. Так, например, автомобиль остается работоспособным, когда у него повреждены лакокрасочные или антикоррозионные покрытия, сгорела лампочка освещения щитка приборов и т.д.

Работоспособность как свойство изделия характеризует и позволяет количественно оценить, насколько быстро происходит изменение показателей его качества при работе в определенных условиях эксплуатации.

Известно, что эффективность эксплуатации технических систем зависит от качества изготовления, непосредственно влияющего на их работоспособность.

Под качеством понимается совокупность свойств, определяющих степень пригодности системы (машины, агрегата, механизма, узла) к выполнению заданных функций при использовании по назначению, описанному в нормативно-технической документации. Вопросы оценки уровня качества машин возникают на стадиях их разработки, производства и эксплуатации. В зависимости от рассматриваемой стадии изменяется объем информации, используемой для оценки качества, изменяются эталоны качества и используемые базовые показатели. Методы оценки качества изделий также зависят от стадии, на которой ведется оценка.

Термины и определения основных понятий в области качества продукции приведены в ГОСТ 15467–79 [15].

Необходимость оценки уровня качества машин возникает при решении ряда задач управления качеством:

- ✓ планирования и прогнозирования уровня качества и его учета в системе ценообразования;
- ✓ выборе оптимального варианта при создании новой машины; разработке нормативно-технической документации на новую машину;
- ✓ контроле качества;
- ✓ моральном и материальном стимулировании работников за повышение качества продукции;
- ✓ изучении динамики качества продукции во времени;
- ✓ обосновании правил эксплуатации продукции и нормативов запасных частей;
- ✓ отчетности и информации по качеству продукции.

При выборе номенклатуры показателей качества используют следующие основные виды:

- показатели назначения, характеризующие полезный эффект от использования продукции по назначению и обуславливающие область ее применения;
- показатели надежности и долговечности, характеризующие свойства надежности и долговечности (изделий) в конкретных условиях их использования;
- показатели технологичности, характеризующие эффективность конструктивно-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении, обслуживании и ремонте изделия;
- эргономические показатели, характеризующие систему «человек – изделие – среда» и учитывающие комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических, психофизиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах;
- эстетические показатели, характеризующие эстетические свойства изделия (выразительность, оригинальность, гармоничность, целостность, соответствие среде и стилю и др.);
- показатели стандартизации и унификации, характеризующие степень использования в изделии стандартизованных и унифицированных сборочных единиц;
- патентно-правовые показатели, характеризующие степень патентности изделия в России и за рубежом, а также его патентную чистоту;
- экономические показатели, отражающие затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию или потребление изделия, а также экономическую эффективность эксплуатации [26].

Остановка автомобиля из-за возникших технических неисправностей или работа с недопустимыми отклонениями от заданных рабочих характе-

ристик называется отказом. Отказ автомобиля можно также определить как полную или частичную утрату им работоспособности.

Возникновение отказа во времени – случайное событие, что позволяет для оценки надежности подвижного состава использовать методы теории вероятности и математической статистики [26]. Чтобы определить влияние на характеристики подвижного состава отказов различного вида, целесообразно произвести их классификацию.

Определение «Надежность в технике» представлено в ГОСТ 27.002-89 [13] – это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя значения установленных эксплуатационных показателей в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения автомобиля и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для автомобиля, так и для его агрегатов (систем, узлов и деталей), направленным на выполнение автомобилем рабочих функций с установленными показателями в течение ресурса до капитального ремонта. Показателем надёжности является количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Надежность автомобиля не остается постоянной в течение всего срока его службы. По мере изнашивания деталей, механизмов и агрегатов надежность уменьшается, так как вероятность выхода из строя деталей увеличивается. Новые автомобили всегда более надежны по сравнению с автомобилями, имеющими большой пробег или прошедшими капитальный ремонт. Следовательно, заданная степень надежности автомобиля рассматривается в связи с определенным пробегом. Надежность зависит также и от того, в каких условиях работает автомобиль.

Для того чтобы дать оценку надежности автомобиля, необходимо правильно классифицировать термины надежности.

Классификация терминов надёжности – исправность, неисправность, работоспособность по ГОСТ 27.002-89 [13] применительно к подвижному составу представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Классификация терминов надёжности по ГОСТ 27.002-89

№ п/п	Термин надёжности	Определение	Функции
1	Исправность	Состояние автомобиля, при котором он соответствует всем техническим требованиям, установленным нормативно-технической документацией по <u>основным</u> (выполнение заданных функций) и <u>вспомогательным</u> (внешний вид, удобство эксплуатации и т. д.) параметрам.	Выполнение перевозок
2	Неисправность	Состояние автомобиля, при котором он в данный момент времени не удовлетворяет хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.	Выполнение ремонта
3	Работоспособность	Состояние автомобиля, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Может быть неисправным, например, если он не удовлетворяет эстетическим требованиям, причем ухудшение внешнего вида объекта не препятствует его применению по назначению. Обязательно выполнение требований <u>основных параметров, вспомогательные параметры</u> могут не выполняться.	Выполнение перевозок

Таблица 1.2 – Свойства надёжности автомобиля по ГОСТ 27.002-89 (Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения)

№ п/п	Свойства надёжности	Определение	Параметры оценки
1	Безотказность	Свойство автомобиля сохранять работоспособное состояние в течение определённого времени или наработки	Наработка на отказ (км), средняя наработки на отказ
2	Ремонтопригодность	Свойство автомобиля к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов	Затраты времени проведения и трудоёмкость ТО и ТР

3	Долговечность	Свойство автомобиля сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта	Средний ресурс (средний срок службы). Повышается совершенствованием конструкции, технологией изготовления, технологией организации ТО и ТР
4	Сохраняемость	Свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования	После транспортирования выполнять работу

## 1.2 Классификация отказов

Остановка автомобиля из-за возникших технических неисправностей или работа с недопустимыми отклонениями от заданных рабочих характеристик называется **отказом**. Отказ автомобиля можно также определить как полную или частичную утрату им работоспособности [18].

**Полный отказ** – это отказ, лишаящий автомобиль подвижности.

**Частичный отказ** – это снижение эксплуатационных качества автомобиля.

Неисправности, устраняемые водителем в пути с помощью индивидуального комплекта ЗИП и за время проведения ежедневного технического обслуживания, и неисправности, не влияющие на работоспособность автомобиля, в отказы не включаются. В зависимости от причины появления отказы подразделяются на заводские и эксплуатационные.

**Заводские отказы** – это отказы, появившиеся по вине завода-изготовителя автомобиля. Они подразделяются на конструктивные и производственные.

**Эксплуатационные отказы** – это отказы, обусловленные нарушением правил эксплуатации и внешними воздействиями, не свойственными нормальной эксплуатации. Эксплуатационные отказы и неисправности при оценке надежности автомобиля не учитываются.

Отказы и неисправности, учитываемые при оценке надежности автомобиля, могут значительно отличаться по степени влияния на его работоспособность и сложности их устранения. Поэтому необходимо их классифицировать и по этим признакам [18].

Характеристики полного и частичного отказа приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Виды отказов

№ п/п	Виды отказов	Заводской отказ - по вине завода-изготовителя		Эксплуатационный отказ	
		Конструктивный	Производственный	Условия эксплуатации	Техническое обслуживание
1	Полный отказ: отказ, лишаящий автомобиль подвижности	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии	Отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации	
2	Частичный отказ: снижение эксплуатационных качеств автомобиля	-	-	Перегруз, давление в шинах, утечка в системах. Дорожные и климатические условия	Не выполнение технического обслуживания

Классификация отказов необходима для разработки мер по их предупреждению и устранению. Существует несколько классификационных признаков, главные из которых сводятся к следующим [24].

**По влиянию на работоспособность изделия** различают отказы его элементов, вызывающие неисправность, или отказ изделия.

**По источнику возникновения** различают отказы: конструктивные, возникающие вследствие несовершенства конструкции; производственные, являющиеся следствием нарушения или несовершенства технологи-

ческого процесса изготовления или ремонта изделия; эксплуатационные, вызванные нарушением действующих правил (например, перегрузкой автомобиля, применением nereкомендуемых топлив или смазочных материалов, несвоевременным проведением технического обслуживания и т.п.).

**По связи с отказами других элементов** различают зависимые и независимые отказы. Зависимым называется отказ, обусловленный отказом или неисправностью других элементов изделия. Независимый отказ не обусловлен отказом или неисправностью других элементов.

**По характеру (закономерности) возникновения и возможности прогнозирования** различают постепенные и внезапные отказы.

**По частоте возникновения (наработке).**

**По трудоемкости и продолжительности устранения.**

**Постепенные отказы** возникают в результате плавного монотонного изменения параметров технического состояния объекта. Чаще всего они являются следствием изнашивания деталей.

Особенности постепенных отказов заключаются, во-первых, в том, что они в принципе могут быть предотвращены в результате своевременного выполнения ТО. Вторая их особенность состоит в монотонности изменения технического состояния, что создает предпосылки для их прогнозирования.

Для **внезапных отказов** характерным является скачкообразное изменение параметра технического состояния. Примером внезапного отказа является какое-либо повреждение или разрушение вследствие превышения допустимого уровня на грузки, которое в принципе может произойти в любой момент работы изделия.

**По влиянию на потери рабочего времени автомобиля** отказы подразделяют на устраняемые без потери рабочего времени, т.е. при ТО или в нерабочее (межсменное) время, и отказы, устраняемые с потерей рабочего времени [24].

Классификация отказов представлена в ГОСТ 27.002-89 (Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения), таблица 1.4.

Таблица 1.4 – Классификация отказов по ГОСТ 27.002-89

№ п/п	Термин	Определение
1	3.1. Дефект	По ГОСТ 15467
2	3.2. Повреждение	Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния
3	3.3. Отказ	Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта
4	3.4. Критерий отказа	Признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации
5	3.5. Причина отказа	Явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта
6	3.6. Последствия отказа	Явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта
7	3.7. Критичность отказа	Совокупность признаков, характеризующих последствия отказа. Примечание. Классификация отказов по критичности (например по уровню прямых и косвенных потерь, связанных с наступлением отказа, или по трудоемкости восстановления после отказа) устанавливается нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией по согласованию с заказчиком на основании технико-экономических соображений и соображений безопасности
8	3.8. Ресурсный отказ	Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния
9	3.9. Независимый отказ	Отказ, не обусловленный другими отказами
10	3.10. Зависимый отказ	Отказ, обусловленный другими отказами
11	3.11. Внезапный отказ	Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта
12	3.12. Постепенный отказ	Отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта
13	3.13. Сбой	Самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора
14	3.14. Переменяющийся отказ	Множественно возникающий самоустраняющийся отказ одного и того же характера
15	3.15. Явный отказ	Отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению
16	3.16. Скрытый отказ	Отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики

17	3.17. Конструктивный отказ	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования
18	3.18. Производственный отказ	Отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии
19	3.19. Эксплуатационный отказ	Отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации
20	3.20. Деградиционный отказ	Отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации

В ГОСТ 27.002-89 представлены пояснения к термину «Критичность отказа».

### **К термину «Критичность отказа» (п. 3.7):**

«Понятие критичности отказа введено для того, чтобы проводить классификацию отказов по их последствиям. Подобная классификация содержится в международных документах ИСО, МЭК и ЕОКК, а также в некоторых отраслевых отечественных документах, например в нормативно-технической документации на объекты сельскохозяйственного машиностроения. Критерием для классификации могут служить прямые и косвенные потери, вызванные отказами, затраты труда и времени на устранение последствий отказов, возможность и целесообразность ремонта силами потребителя или необходимость ремонта изготовителем или третьей стороной, продолжительность простоев из-за возникновения отказов, степень снижения производительности при отказе, приводящем к частично неработоспособному состоянию и т.п. Классификация отказов по последствиям устанавливается по согласованию между заказчиком и разработчиком (изготовителем). Для простых объектов эта классификация не используется.

При классификации отказов по последствиям могут быть введены две, три и большее число категорий отказов. В международных документах ИСО, МЭК, ЕОКК различают **критические** (critical) и **некритические** (non-critical). Последние подразделяют на **существенные** (major) и **несущественные** (minor) отказы. Границы между категориями отказов доста-

точно условны.

Отказ одного и того же объекта может трактоваться как критический; существенный или несущественный в зависимости от того, рассматривается объект как таковой или он является составной частью другого объекта. Несущественный отказ объекта, входящего в состав более ответственного объекта, может рассматриваться как существенный и даже критический в зависимости от последствий отказа сложного объекта. Для проведения классификации отказов по последствиям необходим анализ критериев, причин и последствий отказов и построение логической и функциональной связи между отказами.

Классификация отказов по последствиям необходима при нормировании надежности (в частности, для обоснованного выбора номенклатуры и численных значений нормируемых показателей надежности), а также при установлении гарантийных обязательств».

Таблица 1.5 - Систематизация отказов

№ п/п	Вид отказа	Критический		Некритический	
		Существенный	Несущественный	Существенный	Несущественный
1	Независимый	+	-	-	-
2	Зависимый	+	+	-	-
3	Ресурсный	-	+	-	-
4	Внезапный	+	+	+	+
5	Постепенный	-	+	+	+
6	Перебегающий	-	-	-	+
7	Явный	-	-	+	-
8	Скрытый	-	-	-	+
9	Конструктивный	+	+	+	+
10	Производственный	+	+	+	+
11	Эксплуатационный	+	+	+	+
12	Деградационный	-	-	-	+

Для анализа сходов с ремонтом автобусов произведена систематизация видов отказов по ГОСТ 27.002-89 (таб. 1.5) и принадлежность их критическим и некритическим отказам, и их, в свою очередь, к существенным и несущественным отказам.

Внезапные, конструктивные, производственные, эксплуатационные отказы относятся к сложным отказам, которые могут быть одновременно критическими и некритическими и, в свою очередь, существенными и несущественными.

Для проведения классификации отказов по последствиям необходим анализ критериев, причин и последствий отказов и построение логической и функциональной связи между отказами. Поэтому для определения работоспособности автобусов необходимо распределить все сходы по узлам, агрегатам, системам.

### **1.3 Основные эксплуатационные свойства подвижного состава**

Эксплуатационными свойствами подвижного состава называются свойства, характеризующие выполнение подвижным составом транспортных и специальных работ – перевозку пассажиров, грузов и специального оборудования. Эти свойства определяют приспособленность подвижного состава к условиям эксплуатации, а также эффективность и удобство его использования.

Эксплуатационные свойства автомобиля зависят не только от его конструкции, но и от многого другого: технического состояния, условий эксплуатации, вида и качества топлива, смазочных материалов, профессионализма водителя.

Эффективное и рациональное использование подвижного состава с обеспечением безопасной перевозки пассажиров определяется **основными эксплуатационными свойствами** подвижного состава, к которым относятся:

- вместимость и комфортабельность;

- тягово-скоростные свойства, маневренность, проходимость;
- топливная экономичность;
- надежность и безопасность движения.

Основной эксплуатационной характеристикой пассажирского автомобиля является его пассажировместимость, зависящая от конструктивно-планировочных решений и норм площади пола салона для размещения пассажирских сидений и мест для стоящих пассажиров. Если пассажировместимость легкового автомобиля устанавливается по числу мест для сидения, то к автобусам применяется ряд особых правил. Для автобусов конструктивно-планировочные решения определяют их общую компоновку и этажность. Наиболее целесообразной признана вагонная компоновка, обеспечивающая высокое значение коэффициента использования габарита. В России городские автобусы преимущественно одноэтажные, хотя в последнее время стали применяться двухэтажные автобусы, импортированные из Европы. Городские автобусы особо большой вместимости выполняются сочлененными.

Пассажировместимость и динамические качества определяют провозную способность подвижного состава, характеризуемую числом пассажиров, перевозимых в единицу времени, или возможным пассажирооборотом в средних условиях эксплуатации.

**Вместимость** пассажирского общественного транспорта определяет максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено за один рейс. При больших пассажиропотоках и группах пассажиров перевозки осуществляются автобусами большой вместимости, что позволяет повысить производительность подвижного состава и снизить себестоимость перевозок. При небольшом пассажиропотоке целесообразно использовать подвижной состав меньшей вместимости, чтобы оптимизировать процесс перевозки.

**Комфортабельность автобуса** – комплексное свойство предоставления пассажирам и экипажу необходимого комфорта в пути. Комфорт ха-

рактирует бытовые удобства, устроенность, уют в месте пребывания человека. Комфортабельность определяется оснащением салона автомобиля различными устройствами для поддержания микроклимата, термо- и шумоизоляции, дополнительным оборудованием. Таким образом, комфорт – характеристика исключительно техническая, ее обеспечение определяется производителем подвижного состава и производственно-технической службой перевозчика.

**Микроклимат** в салоне городского автобуса поддерживается преимущественно за счет естественной или принудительной вентиляции, хотя выпускаются модели автобусов с кондиционерами. Отопительная установка городского автобуса сравнительно мощная, чтобы скомпенсировать потери тепла в зимний период при частых открываниях дверей на остановках.

**Тягово-скоростные свойства** подвижного состава определяют динамичность движения, то есть возможность перевозить пассажиров с наибольшей средней скоростью. Они зависят от тяговых, тормозных свойств подвижного состава и его проходимости – способности автомобиля преодолевать бездорожье и сложные участки дорог. Тягово-скоростные свойства автомобиля характеризуются его максимальной скоростью, ускорением при трогании с места. Все эти свойства зависят от мощности двигателя, передаточных отношений трансмиссии и массы автомобиля. Тягово-скоростные свойства – свойства подвижного состава определяющие диапазонные изменения скоростей движения и максимальные ускорения разгона в различных дорожных условиях при работе на тяговом режиме. Тяговым называется режим движения подвижного состава, при котором от двигателя к ведущим колесам подводится мощность и момент, необходимые для движения.

**Маневренность** автомобиля связана с его габаритными размерами, минимальным радиусом поворота, массой и динамическими качествами. Использование некоторых автобусов на улицах в центральной части горо-

дов с узкими улицами может ограничиваться из-за слишком большого радиуса поворота.

**Проезжимость** и нагрузка на дорогу ограничивают использование подвижного состава на дорогах с недостаточно качественным покрытием, а также с учетом допустимой нагрузки на дорогу.

**Тормозные свойства** автобуса определяются значениями максимального замедления и длины тормозного пути при торможении в различных дорожных условиях и обеспечивающие неподвижное удержание автомобиля относительно опорной поверхности. Эти свойства подвижного состава зависят от устройства и технического состояния тормозных систем, типа и степени изношенности протекторов шин.

**Динамические свойства** подвижного состава в немалой степени зависят от легкости управления, то есть от усилий, затрачиваемых водителем, и степени его утомляемости при управлении автомобилем, а также маневренности – возможности автомобиля осуществлять повороты и развороты на минимальной площади.

**Топливная экономичность** автомобиля оценивается по расходу топлива в литрах на 100 километров пробега, отнесенному к единице транспортной работы (т/км). В средних условиях эксплуатации расход топлива подвижным составом должен укладываться в технически обоснованные нормы. Превышение контрольного расхода топлива будет свидетельствовать о неисправности или нарушении регулировок систем и механизмов автомобиля.

**Устойчивость** – свойство подвижного состава сохранять направление движения и противостоять силам, стремящим вызвать занос или опрокидывание автомобиля.

**Безопасность движения** зависит от надежности и эффективности действия рулевого управления, тормозных систем, устойчивости автомобиля и безотказной работы световой сигнализации, а также от строгого

выполнения правил дорожного движения и правильного выбора водителем режима движения автомобиля в конкретных дорожных условиях.

**Средний срок службы (ресурс)** – продолжительность работы подвижного состава до момента наступления предельного состояния с начала эксплуатации или после капитального ремонта.

**Надежность** определяет способность автомобиля работать долгое время (долговечность) без неисправностей и отказов, без ремонта или замены деталей и механизмов, при сохранении в заданных пределах эксплуатационных показателей (экономичности, производительности, рентабельности).

Надежность, прежде всего, зависит от конструкции автомобиля, качества материалов и соблюдения технологических процессов их обработки при изготовлении автомобиля. Большое влияние на долговечность и поддержание надежности автомобиля оказывают условия его эксплуатации и соблюдение правил технического содержания автомобиля. Надежность автомобиля в эксплуатации в общем случае определяется наработкой на отказ, ремонтпригодностью. Надежность автомобиля количественно измеряют вероятностью исправности и готовности к эксплуатации на линии. В начальный период эксплуатации отказы автомобиля могут иметь повышенную интенсивность. Затем наступает период, во время которого отказы во времени практически распределены равномерно. По мере выработки ресурса автомобиль начинает чаще выходить из строя по техническим причинам. Наконец наступает такой момент, начиная с которого выгоднее приобрести новый автобус [8].

Связь эксплуатационных свойств с системами и механизмами представлена на рисунке 1.1.

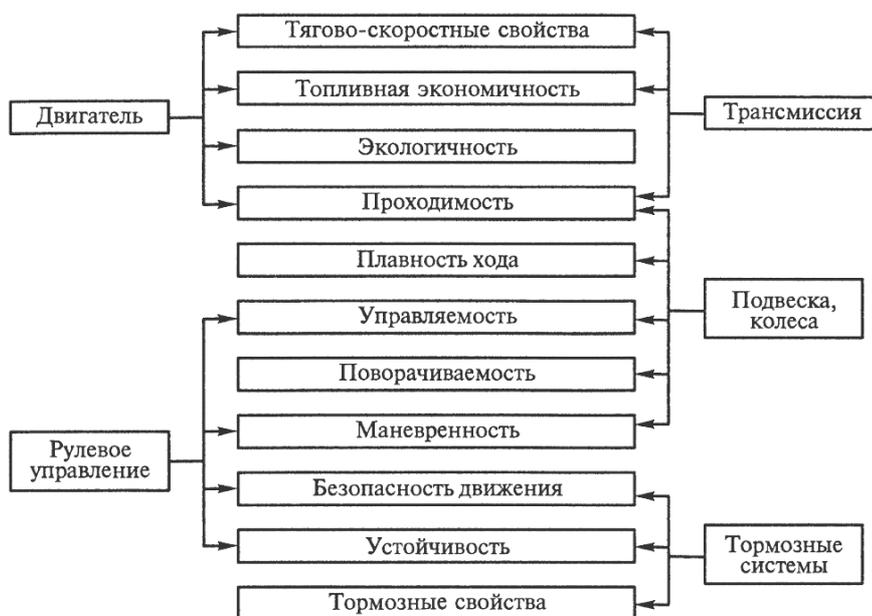


Рисунок 1.1. Связь эксплуатационных свойств с системами и механизмами

Подвижной состав обладает целым рядом эксплуатационных свойств, которые составляют две основные группы, связанные с движением подвижного состава и не связанные с движением подвижного состава (табл. 1.6).

Таблица 1.6 – Группы эксплуатационных свойств

<b>Эксплуатационные свойства</b>	
<i>Связанные с движением подвижного состава</i>	<i>Не связанные с движением подвижного состава</i>
Тягово-скоростные	Вместимость
Тормозные	Прочность
Топливная экономичность	Долговечность
Управляемость	Приспособленность к техобслуживанию и ремонту
Поворачиваемость	
Маневренность	Приспособленность к посадке-высадке пассажиров на остановочных пунктах
Устойчивость	Приспособленность к погрузочно-разгрузочным работам
Проходимость	
Плавность хода	
Экологичность	
Безопасность движения	

#### 1.4 Факторы, определяющие работоспособность автобусов

Работоспособность автобусов определяется по систематизации и анализу сходов автобусов МУП ВАК №1732 с ремонтом за определённый

период. Так как на работоспособность автобуса влияет множество факторов, необходимо произвести их оценку и влияния на них завода-изготовителя (конструктивные, технические факторы), условий эксплуатации, условий технического обслуживания.

Классификация терминов надёжности – исправность, неисправность, работоспособность по ГОСТ 27.002-89 применительно к подвижному составу представлена в таблице 1.1. Работоспособность – это состояние автомобиля, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Автомобиль может быть исправным, даже если он не удовлетворяет эстетическим требованиям, причем ухудшение внешнего вида объекта не препятствует его применению по назначению. Обязательно выполнение требований *основных параметров, вспомогательные параметры* могут не выполняться.

Поэтому основной задачей определения работоспособности автобусов является выделение основных параметров, при которых происходит утрата подвижности автобусов или ухудшение эксплуатационных качеств автобусов, при которых утраты подвижности не происходит.

Методика оценки обеспечения работоспособности автобусов включает следующее:

- 1) определение факторов, влияющих на работоспособность автобусов;
- 2) определение параметров, составляющих эксплуатационные свойства автобусов,
- 3) определение параметров, влияющих на условия эксплуатации автобусов;
- 4) определение параметров организации технического обслуживания автобусов;
- 5) определение классификационных признаков, по которым проводится оценка работоспособности автобусов;
- 6) выбор вида отказов по их последствиям;

- 7) выбор отказов, которые возможно определить и проанализировать;
- 8) распределение сходов по их влиянию на потерю работоспособности;
- 9) систематизация отказов по агрегатам, узлам, системам;
- 10) наработка предложений по улучшению эксплуатационных качеств автобусов.

В таблице 1.7 представлены факторы, определяющие работоспособность автобусов: эксплуатационные свойства подвижного состава, условия эксплуатации подвижного состава, техническое обслуживание с основными параметрами при условии соблюдения требований нормативно-технической документации.

Таблица 1.7 – Факторы, определяющие работоспособность автобусов

<b>ФАКТОРЫ</b>						
<i>внутренние</i>			<i>внешние</i>			
Эксплуатационные свойства подвижного состава			Условия эксплуатации подвижного состава		Техническое обслуживание	
1	Вместимость	2	1	Дорожные условия: категория дороги качество покрытия элементы дороги	1	Наличие графиков постановки на ТО
2	Комфортабельность				2	
3	Тягово-скоростные свойства					
4	Динамичность	2	2	Условия движения: интенсивность транспортного потока транспортная инфраструктура	3	Состав исполнителей
5	Тормозные свойства				4	
6	Маневренность					5
7	Проходимость					
8	Устойчивость	3	3	Режим движения: постоянный переменный	6	Наличие постов ТО
9	Управляемость				7	
10	Экологичность					
11	Ресурс	4	4	Правила перевозки	8	Наработка на отказ
12	Микроклимат				5	
13	Топливная экономичность	6	6	Природно-климатические условия: температура воздуха влажность сила ветра		9
14	Ремонтопригодность					
15	Безопасность движения					
16	Надёжность					
		7	7	Сезонность	10	Качество выполняемой работы

Факторы, влияющие на работоспособность автобусов подразделяются на внешние и внутренние. К внутренним факторам относятся эксплуатационные свойства автобуса, к внешним факторам относятся условия эксплуатации и техническое обслуживание.

Внутренним фактором являются эксплуатационные свойства подвижного состава. Технические характеристики автобусов «Волгабас-5270G2» и «Волгабас-5270GH», представленные в таблицах 2.1 и 2.2, определяют основные эксплуатационные свойства подвижного состава. Эксплуатационные свойства подвижного состава включают в себя показатели вместимости и комфортабельности; тягово-скоростные свойства, динамичность, устойчивость, маневренность, проходимость; тормозные свойства; топливная экономичность; экологичность; устойчивость; управляемость; ресурс; надежность и безопасность движения.

Внешними факторами являются условия эксплуатации, влияющие на работоспособность ТС и техническое обслуживание подвижного состава.

В условия эксплуатации, влияющие на работоспособность подвижного состава входят следующие показатели: вид перевозок; дорожные условия; условия движения; режимы движения; природно-климатические – температура окружающего воздуха, влажность, ветровая нагрузка, уровень солнечной радиации и др.; сезонные условия; влияние режимов работы; квалификация водителей; соблюдение правил перевозки пассажиров, а также влияние технического обслуживания. Качество технического обслуживания зависит от сроков выполнения ТО, выполнения определённых операций, состава исполнителей, применяемое оборудование.

Не все параметры представленных факторов влияют на ухудшение эксплуатационных свойств автобусов и могут привести к остановке из-за отказа агрегата, узла, определённой системы (топливной, воздушной, охлаждения и т.д.).

Каждые из представленных факторов необходимо рассматривать отдельно при качественной и количественной оценке и определить их влияние на работоспособность.

### **1.5 Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность транспортных средств**

Недостатком организации перевозочного процесса на общественном транспорте является применение на маршрутах с большим пассажиропотоком автобусов малой вместимости, что увеличивает загрузку улично-дорожной сети и сказывается на техническом состоянии транспортных средств.

В процессе эксплуатации техническое состояние автотранспортных средств непрерывно ухудшается, причем сроки службы отдельных узлов и агрегатов различны. Они во многом определяются совершенством конструкции, качеством изготовления, применяемыми эксплуатационными материалами, дорожными и климатическими условиями, организацией технического обслуживания и хранения автомобилей.

Условия эксплуатации, при которых используются автотранспортные средства, влияют на режимы работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния. В разных условиях эксплуатации реализуемые значения показателей надежности будут различаться. Учет условий эксплуатации необходим при определении потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы).

Условия влияющие на работоспособность подвижного состава:

- дорожные условия;
- условия движения;
- природно-климатические;
- сезонные условия;

- транспортные условия (условия перевозки).

**Дорожные условия** определяют режим работы автомобиля и характеризуются:

- ✓ технической категорией дороги (пять категорий);
- ✓ видом и качеством дорожного покрытия, определяющих сопротивление движению автомобиля;
- ✓ элементами дороги в плане и профиле (шириной, радиусами закруглений, уклоном подъемов и спусков).

В свою очередь, режим работы автомобиля влияет на надежность и другие свойства автомобиля и его агрегатов. Износ и разрушение дорожного покрытия, по различным данным, сокращают надежность автомобиля на 14-33 %.

**Условия движения** характеризуются влиянием внешних факторов на режим движения и, следовательно, на режим работы автомобиля и его агрегатов. Так, режим работы автобусов при интенсивном городском движении отличаются от режимов работы на загородных дорогах (при одинаковом покрытии) следующим образом: скорость в 1-м случае на 50-52 % меньше, средняя частота вращения коленчатого вала больше на 130-136 %, число переключений передач больше в 3-3,5 раза, удельная работа трения тормозных механизмов больше в 8-8,5 раза, пробег при криволинейной траектории движения больше в 3-3,6 раза.

**Влияние режимов работы.** Реализация технических возможностей автомобиля характеризуется режимами его работы в соответствии с условиями эксплуатации. Режимы движения определяются сочетанием скоростей движения и силой тяги на ведущих колесах автомобиля. Режимы движения задаются водителем в зависимости от дорожных условий, его квалификации и технического состояния автомобиля.

Режим движения автомобиля может быть **постоянным и переменным**.

При **постоянном режиме** сила тяги и скорость движения автомобиля на заданном участке пути неизменны, а при переменном они изменяются. При постоянном режиме в двигателе и агрегатах трансмиссии автомобиля устанавливаются стабильные тепловые процессы и постоянные условия трения. Это снижает интенсивность изнашивания трущихся деталей и расход топлива при прочих равных условиях.

**Переменный режим движения** имеет место при многократных разгонах и замедлениях автомобиля, при частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения, что наиболее характерно для интенсивного городского движения. При переменном режиме работы автомобиля в его агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания и расход топлива в сравнимых условиях [4].

**Квалификация персонала.** Чем выше квалификация водителя, тем ближе к оптимальному режиму протекает работа автомобиля в заданных условиях. В равных условиях эксплуатации водители, обладающие более высоким профессиональным мастерством, обеспечивают при увеличении скорости движения автобусов более благоприятные условия перевозки для пассажиров, а также режимы работы агрегатов и механизмов. Это приводит к сокращению числа отказов и увеличению ресурсов агрегатов. Такие же результаты демонстрируют водители с меньшим опытом, но целенаправленной подготовкой.

**Природно-климатические условия характеризуются:**

- ✓ температурой окружающего воздуха;
- ✓ влажностью;
- ✓ ветровой нагрузкой;
- ✓ уровнем солнечной радиации и др.

Природно-климатические условия влияют на тепловые и другие режимы работы агрегатов и соответственно на их техническое состояние и надежность.

**Влияние технического обслуживания.** Качество и своевременность выполнения технического обслуживания автомобилей существенно влияют на надежность, долговечность, топливную экономичность, безопасность движения и другие эксплуатационные качества автомобиля. Качество технического обслуживания определяется своевременностью проведения и полным перечнем выполненных работ, предусмотренных технологическим процессом данного вида обслуживания. Своевременность технического обслуживания определяется периодичностью, т.е. пробегом между двумя одноименными видами обслуживания, обеспечивающими установленный уровень безотказной работы [39].

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

### 2.1 Технические характеристики автобуса «Волгабас-5270G2»

Автобусы «Волгабас-5270G2» на моторном топливе метан производства Холдинга «Бакулин Моторс Групп» (подразделение НПК «Волгабас Волжский») в количестве 7-ми единиц в рамках экологической Программы правительства РФ получены МУП Волжской автоколонной №1732 в мае 2016 года. Автобусы эксплуатируются на городских маршрутах города Волжского.



Рисунок 2.1. Автобус «Волгабас-5270G2»

Таблица 2.1 - Технические характеристики автобуса «Волгабас-5270G2»

№ п/п	Наименование	Характеристики
1	Назначение автобуса	Городской автобус категории МЗ класс I.
2	Экологический стандарт	Евро 5
3	Колесная формула/ведущие колеса	4 x 2 / задние
4	Схема компоновки	С передним продольным расположением двигателя
5	Тип кузова	Вагонный, одноэтажный, закрытый, несущий
6	Количество дверей	2 двойные
7	Количество мест для сидения	30+1
8	Пассажировместимость, чел	110
9	Длина/ширина/высота, мм	11990/2500/3250
10	База автобуса, мм	6000
11	Передняя и задняя подвески	Зависимая, пневматическая, с четырь-

		мя гидравлическими телескопическими амортизаторами и стабилизатором поперечной устойчивости.
12	Двигатель	YUCHAI YC6G260N-50, газовый, мощность 247 л.с. при 2500 об./мин., макс. крутящий момент 980 Нм при 1400 об./мин.
13	КПП	ZF ECOLIFE 6AP1200B (автоматическая 6+1)
14	Тормозная система	Рабочая: пневматическая, двухконтурная (трехконтурная), с ABS, ASR. Вспомогательная: ретардер АКПП
15	Максимальная скорость, км/ч	85
16	Расход КПП на 100 км при скорости 60 км/ч, куб.м/100 км	35
17	Количество баллонов	9 x 123
18	Объем газовых баллонов, л	1107
19	Пробег без дозаправки, км	400

Проведен анализ сходов автобусов с линии в различные периоды эксплуатации с определением характера неисправности

## 2.2 Технические характеристики автобуса «Волгабас-5270GH»

Автобусы «Волгабас-5270GH» на моторном топливе метан производства Холдинга «Бакулин Моторс Групп» (подразделение НПК «Волгабас Волжский») в количестве 50-ти единиц в рамках экологической Программы правительства РФ получены МУП Волжской автоколонной №1732 в ноябре 2017 года. Автобусы эксплуатируются на городских маршрутах №2у и № 14.

Проведен анализ сходов автобусов с линии в различные периоды эксплуатации с определением характера неисправности. Определены пробеги до сходов с конкретными неисправностями. Определены параметры работоспособности и возможные факторы, влияющие на обеспечение работоспособности: конструктивные, технические, технологические факторы, условия эксплуатации, условия технического обслуживания.



Рисунок 2.2. Автобус «Волгабас-5270GH»

Таблица 2.2 - Технические характеристики автобус «Волгабас-5270GH»

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Тип автобуса (марка, модель, категория, класс)	Волгабас-5270GH-0000010 Автобус категории М3 класс I. Городской, оснащенный оборудованием для перевозки инвалидов-колясочников. Кузов - вагонной компоновки, закрытый, цельнометаллический. Соответствует требованиям технического регламента о безопасности колесных транспортных средств (Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 №877 (ред. от 27.05.2015) "О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" (вместе с "ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств"
2	Колесная формула / ведущие колеса	4x2, ведущие колеса - задние
3	Весовые и размерные параметры	
3.1	Габариты автобуса, мм	
	- длина	10080
	- ширина	2500
	- высота (по крышке газовых баллонов)	3250
3.3	Масса снаряженного транспортного средства, кг	10550

4	Кузов/салон	
4.1	Антикоррозионная обработка кузова	Да
4.2	Дверные проемы	Два. Без ступеней. Передний дверной проем находится напротив рабочего места водителя
4.3	Пассажировместимость	65
	- количество мест для сидения	27+1 водитель
4.4	Окраска автобуса	Белый цвет
4.5	Пассажирские сидения:	Антивандальные с мягкими вставками, нерегулируемые
4.6	Сидение водителя	С продольной регулировкой, регулировкой высоты подъема и наклона спинки
4.7	Оборудование	Устройство вызова экстренных оперативных служб
4.8	Остекление	Стекла окон салона - безопасные, тонированные, с форточками сдвижного типа.
4.9	Вентиляция	Естественная вентиляция, обеспечивающая комфортные условия пребывания, посредством форточек и люков.
4.10	Отопление салона	Наличие отопителей салона
5	Двигатель	Марка YUCHAI YC6J210N-52 Евро 5, 210 л.с. (155 кВт) при 2500 об/минуту и 710 Н•м при 1300-1600 об/минуту.
	-по виду топлива	Он максимально генерирует 210 лошадиных сил (155 кВт) при 2500 об/минуту и 710 Н•м вращающего потенциала при 1300-1600 об/минуту
	-мощность, л.с.	210
	-соответствие международному экологическому стандарту	экологический класс - 5
	-ресурс ходимости, км	700000
	- газовые баллоны	металлокомпозитные, взрывобезопасные, Тип 3
6	Коробка перемены передач	
	-конструкция	механическая
	-ресурс ходимости, км	700000
7	Подвеска	
	-по типу	Зависимая, пневматическая, с гидравлическими телескопическими амортизаторами
8	Тормозная система	
	- рабочая	Пневматический двухконтурный привод с распределением на контуры по осям.
	- запасная	Каждый контур рабочей тормозной системы
9	Обогрев наружных зеркал	В наличии
10.	Дополнительные требования	
10.1	Механическая аппарель	В наличии
10.2	Система наклона кузова	В наличии

	«книлинг»	
10.3	Электронная система информирования пассажиров	В составе: переднее, заднее, боковое табло, речевой информатор
11	Гарантийный срок эксплуатации автобуса	24 месяцев эксплуатации. Гарантия на кузов – 60 месяцев.
12	Количество приобретаемых автобусов	50
13	Год изготовления поставляемых автобусов	2017 г.
14	Техническое состояние поставляемых автобусов	Автобусы новые, не бывшие в эксплуатации. Наличие технологического пробега, связанного с проведением обкаточных, предъявительских приемосдаточных, испытаний и доставкой транспортного средства до покупателя.
15	Гарантийное обслуживание	Центр сервисного и гарантийного обслуживания находится в г. Волжском, Волгоградской обл.

### 2.3 Условия эксплуатации автобусов на муниципальных маршрутах

В таблице 2.3 представлены условия эксплуатации на городских маршрутах автобусов МУП «Волжская А/К №1732».

Таблица 2.3 – Условия эксплуатации автобусов на городских маршрутах

№ п/п	Условия эксплуатации	Характер влияния на работоспособность автобуса в целом	Влияние на работоспособность автобусов в городских условиях
1	Дорожные условия. Состояние дорожного покрытия	Износ и разрушение дорожного покрытия может снизить надежность автомобиля на 14-33 %	<i>Удовлетворительное состояние дорожного покрытия</i>
2	Условия движения при интенсивном городском движении. Величина транспортного потока	Внешние факторы, влияющие на режим движения и на режим работы автомобиля и его агрегатов	<i>Большой транспортный поток. Уменьшение скорости, увеличение оборотов двигателя, износ тормозных накладок, большой пробег при криволинейной траектории движения, большое число переключений передач</i>
3	Влияние режимов работы. Постоянный и переменный	Постоянный – стабильные сила тяги и скорость движения; переменный - многократные разгоны и замедления автобуса, частые изменения дорожного сопротивления и условий движения	<i>Переменный.</i> В агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания и расход топлива

4	Квалификация персонала	Чем выше квалификация водителя, тем ближе к оптимальному режиму протекает работа автобуса в заданных условиях	<i>Высокая квалификация.</i> Сокращение числа отказов и увеличение ресурсов агрегатов
5	Природно-климатические условия	Температура окружающего воздуха, влажность, сила ветра, уровень солнечной радиации и др	<i>Летом жаркий, зимой умеренный.</i> Влияние на тепловые и другие режимы работы агрегатов и на их техническое состояние и надежность
6	Техническое обслуживание. Качество и своевременность	Своевременность проведения ТО1 и ТО2, полный перечень выполненных работ, предусмотренных техпроцессом	<i>Гарантийное обслуживание.</i> <i>Выполнение ремонтных работ по необходимости.</i> Влияние на надежность, долговечность, топливную экономичность, безопасность движения и другие эксплуатационные качества

Условия эксплуатации муниципальных и частных автобусов на городских маршрутах могут привести к уменьшению ресурса двигателя, сцепления, КПП, ускоренных износов шарниров рулевого управления и выходу из строя тормозной системы.

**Дорожные условия** на муниципальных маршрутах удовлетворительные. Асфальтовое покрытие определяет нормальный режим работы автобусов и исключение случаев схода с ремонтом автобусов.

**Условия движения** для общественного транспорта города Волжского неудовлетворительные. Загрузка улично-дорожной сети города происходит из-за большой автомобилизации населения. В 2021 году на 1000 жителей приходилось 504 автомобиля при норме СНиП [38] – 247 и большого количества маршрутных такси – 276 ед. городских и более 100 ед. пригородных, проходящих по этим же улицам, что и автобусы МУП Волжская А/К №1732. На улице Мира, Бульваре Профсоюзов и проспекте Ленина большой транспортный поток, который равен 2200 и 3100 автомобилей в час в обоих направлениях соответственно, что вызывает напряжённость труда водителей.

Это может влиять на уменьшение скорости автобусов, на частоту маневрирования перед остановочными пунктами, на частое переключение

передач, на увеличение работы трения тормозных механизмов, на увеличение сходов автобусов с неисправностями двигателя, сцепления, КПП, тормозной и рулевой систем.

**Режим движения** автобуса задается водителем в зависимости от дорожных условий, его квалификации и технического состояния автомобиля. В городских условиях автобусы работают в переменном режиме движения при многократных разгонах и замедлениях, при частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения, что наиболее характерно для интенсивного городского движения. При переменном режиме работы автомобиля в его агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания узлов и агрегатов и расход топлива.

На работоспособность автобуса влияет также **квалификация персонала**. Чем выше квалификация водителя, тем ближе к оптимальному режиму протекает работа автобусов и приводит к сокращению числа отказов и увеличению ресурсов агрегатов. В МУП ВАК №1732 работают водители соответствующей квалификации. Из-за сложных условий движения на маршрутах водителям постоянно приходится учитывать влияние эксплуатационных факторов на техническое состояние автобусов.

**Природно-климатические условия** не влияют в большой степени на сходы с ремонтом. Однако в условиях жаркого лета возможно повышение температуры охлаждающей жидкости.

**Техническое обслуживание автобусов.** Техническое обслуживание автобусов проводится по пробегу, определённом заводом-изготовителем.

## **2.4 Анализ условий движения общественного транспорта**

**Условия движения** характеризуются влиянием внешних факторов на режим движения и, следовательно, на режим работы автомобиля и его агрегатов. Так, режим работы автобусов при интенсивном городском дви-

жении отличаются от режимов работы на загородных дорогах (при одинаковом покрытии) следующим образом: скорость в 1-м случае на 50-52 % меньше, средняя частота вращения коленчатого вала больше на 130-136 %, число переключений передач больше в 3-3,5 раза, удельная работа трения тормозных механизмов больше в 8-8,5 раза, пробег при криволинейной траектории движения больше в 3-3,6 раза.

К внешним факторам, определяющим условия движения автобусов можно отнести величину транспортного потока на улично-дорожной сети, загрузку остановочных пунктов, обеспечение техническими средствами организации дорожного движения. Рассмотрены факторы задержек автобусов на светофорах и пешеходных переходах.

Величины расчетных и фактических транспортных потоков на улицах Волжского в будний день в час пик представлены в таблице 2.4 [31]. Транспортный поток состоит из легковых и грузовых автомобилей, автобусов.

Таблица 2.4 – Транспортные потоки на основных улицах города Волжского

Улица	Участок	Величина транспортного потока, автомобилей/час		Уровень обслуживания
		расчётный	фактический	
Проспект Ленина	пл. Строителей-ул. Фонтанная	2078	2199	ЕF
	ул. Фонтанная-пл. Свердлова	2625	2648	Е
	пл. Свердлова-пл. Ленина	1969	2070	ЕF
	пл. Ленина-ул. Молодогвардейцев	1903	1949	ЕF
	ул. Молодогвардейцев- ул. Александра	2581	2618	ЕF
	ул. Александра-ул. Оломоуцкая	2603	2646	ЕF
Мира	Пл.Труда- ул. Пионерская	1612	1665	F
	ул. Пионерская-ул.Нариманова	1313	1418	F
	ул. Александра-ул. Оломоуцкая	1209	1306	F
Энгельса	максимальные значения	1778	1950	ЕF
Пушкина	ул. Александра-ул. Оломоуцкая	1516	1609	F
Дружбы	ул. Александра-ул. Оломоуцкая	538	632	F
Оломоуцкая	ул. Карбышева – Пр.Ленина	1398	1410	Е
Александра	Пр.Ленина-ул. Карбышева	1138	1215	F
	ул. Карбышева- ул. Дружбы	1260	1325	F
Карбышева	Кольцо пл. Карбышева-ул. Королёва	1859	2056	Е

Улица	Участок	Величина транспортного потока, автомобилей/час		Уровень обслуживания
		расчётный	фактический	
	ул. Королёва- Бульвар Профсоюзов	1659	1902	F
	Бульвар Профсоюзов-ул. Пионерская	1859	1806	F
	ул. Пионерская-ул. Александрова	1990	2008	F
	ул. Александрова-ул. Оломоуцкая	1896	1648	E
	ул. Оломоуцкая – 40 лет Победы	1090	966	E
	ул. 40 лет Победы-ул. 87-й Гв. Дивизии	901	780	F

Исследование величины транспортной напряжённости на улицах города Волжского, по которым проходят маршруты общественного транспорта, показало, что уровни обслуживания движения, определённые по отраслевому документу [30], в основном соответствуют уровням E и F на участках, указанных в таблице 2.4. В этих случаях фактическая величина транспортного потока (автомобилей/час) выше расчётной. Это приводит к напряжённой работе водителей, частому маневрированию и переменному режиму работы автобусов, что может привести к уменьшению скорости движения, увеличению оборотов двигателя, износу тормозных накладок, большому пробегу при криволинейной траектории движения, большое число переключений передач. В агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания и расход топлива.

В связи с большим транспортным потоком на улице Мира и проспекте Ленина, где проходит около 20 маршрутов общественного транспорта, происходят задержки до 60 секунд перед светофорами и пешеходными переходами.

В связи с большими транспортными потоками определена зависимость обеспечения технической скорости автобусов, заявленной в расписании движения автобусов, от величины транспортного потока на улице Мира в виде уравнения регрессии [43]. Техническая скорость определялась

на маршруте № 14 учетчиками, находящимися в автобусах «Волжанин-6270» и ГАЗель. Величина транспортного потока определялась учётчиками, находящимися на определённых 5-ти участках по улице Мира города Волжского начиная с 37 микрорайона за расчётный период 1 час в «час пик» (табл. 2.5). Скорость, заявленная в расписании движения автобусов «Волжанин-6270» и «ГАЗель» на маршруте № 14 составляет 24,9 км/ч и 31,2 км/ч соответственно, которая обеспечивается при транспортном потоке равном или меньшем 760 авт./ч (рис. 2.3) и равном или меньшем 938 авт./ч (рис. 2.4). Максимальная величина транспортного потока достигает величины 1407 автомобилей в час, что также приводит к задержке движения и маневрированию автобусов. Обеспечение технической скорости автобусами возможно только с разгрузкой улицы Мира за счёт уменьшения транспортных потоков, выделения отдельной полосы для общественного транспорта.

Таблица 2.5 - Сводная таблица уравнений регрессии

Марка автобуса	День наблюдений	Величина транспортного потока, автомоб/час	Число наблюдений	Уравнение регрессии
Волжанин	Среда	1407	96	$Y = 3652,68 / X + 20,1$
Волжанин	Воскресенье		128	$Y = 1969,04 / X + 22,6$
ГАЗель	Среда		144	$Y = 2812,5 / X + 28,2$
ГАЗель	Воскресенье		160	$Y = 4298,5 / X + 26,4$



Рисунок 2.3. Зависимость технической скорости автобуса «Волжанин-6270» от интенсивности транспортного потока по ул. Мира в будний день



Рисунок 2.4. Зависимость технической скорости автобуса «ГАЗель» от интенсивности транспортного потока по ул. Мира в будний день

На режимы движения автобусов влияют также особенности подхода к остановочным пунктам. Обследованы 54 остановочных пункта по основным маршрутам общественного транспорта.

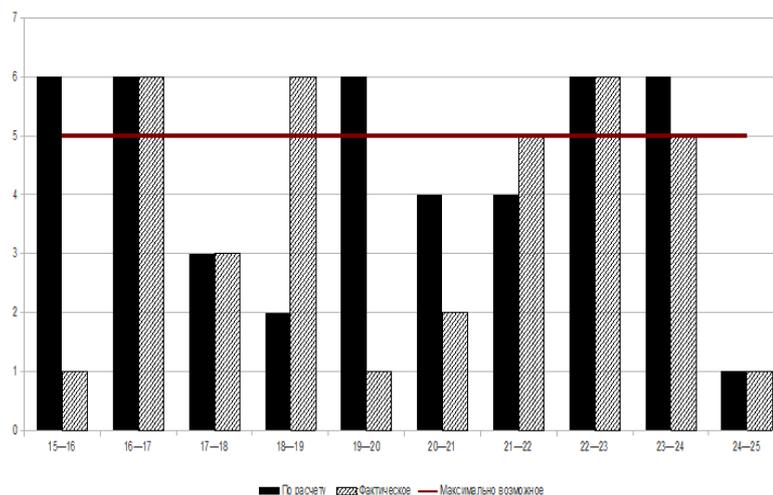


Рисунок 2.5. Загрузка остановочного пункта «Рынок Валентина» в интервале времени с 8-15 до 8-25

Из 54-х обследованных остановочных пунктов 22 при существующей организации перевозок пассажиров не обеспечивают одновременную безопасную остановку автобусов на остановочных пунктах [44]. Подход автобусов к остановочным пунктам осуществляется с ожиданием места, маневрированием, что также влияет на работоспособность автобусов. Загрузка одного из остановочных пункта показана на рисунке 2.5. Одновременно на остановке могут остановиться 5 автобусов. За 10 минут на остановку подошли 36 автобусов, в 3-х случаях автобусы не могли остановиться без ожидания и маневрирования.

**Условия движения** для общественного транспорта города Волжского неудовлетворительные. Загрузка улично-дорожной сети города происходит из-за большой автомобилизации населения. В 2021 году в городе насчитывалось 504 автомобиля на 1000 жителей при норме СНиП – 247 [38]. Также перевозку пассажиров осуществляют автобусы малой вместимости – более 300 ед. городских автобусов и более 100 ед. пригородных автобусов, проходящих по этим же улицам, что и автобусы маршрутов автоколонны. Это может влиять на уменьшение скорости автобусов, на частоту маневрирования перед остановочными пунктами, на частое переключение передач, на увеличение работы трения тормозных механизмов,

на частоту маневрирования перед остановочными пунктами и на увеличение сходов автобусов с неисправностями двигателя, сцепления, КПП, тормозной и рулевой систем.

## 2.5 Исследование режимов движения автобусов на городских маршрутах

Для установления предполагаемых причин возникновения неисправностей сцепления, рулевой и тормозной систем проведен анализ режимов движения автобусов МУП Волжская А/К №1732 на маршрутах города Волжского: №1 «32 микрорайон-ЖДВ», №2У «37 микрорайон-Карбышева-ГМ Магнит», №14 «37 микрорайон-ГМ Магнит». Для проведения исследовательского анализа были собраны сведения: графики скорости транспортных средств между конечными пунктами, средняя скорость, время в пути, длина маршрута и прочие данные в условиях высокого (час пик) и низкого (не пиковое время) трафика. В процентном отношении определялось время работы автобусов при равномерном движении, при разгоне и в режиме замедления [32].

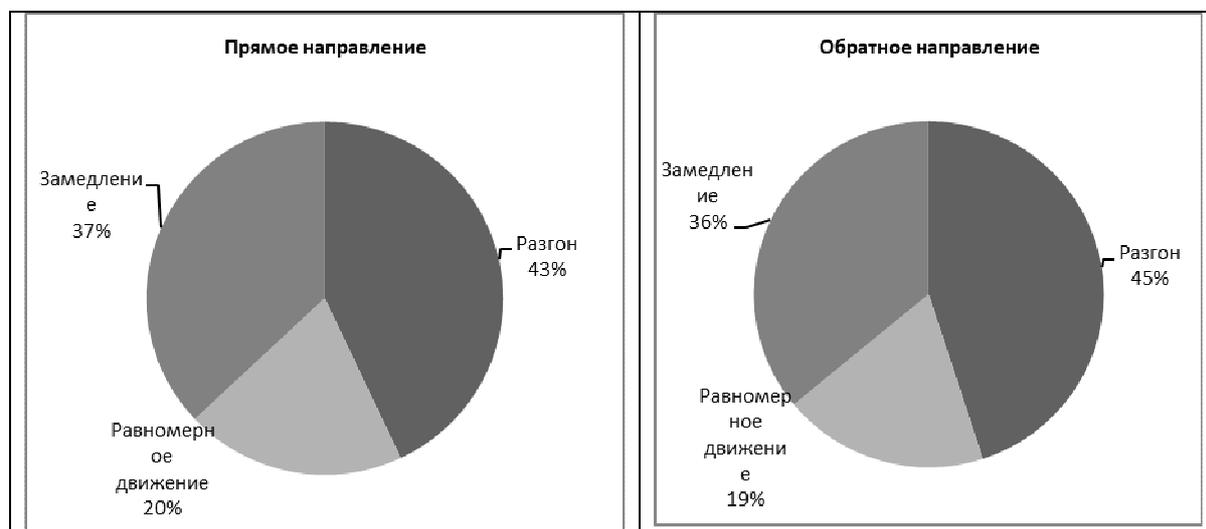
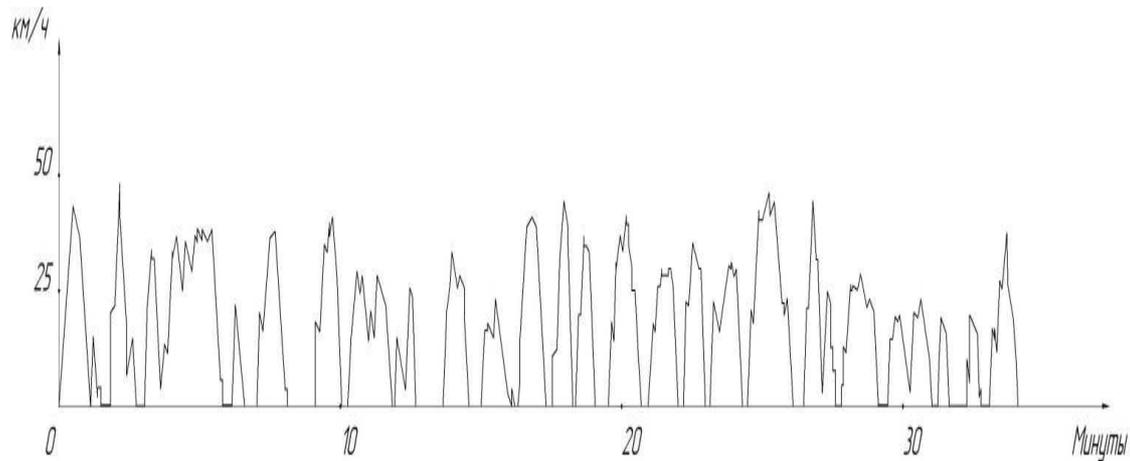
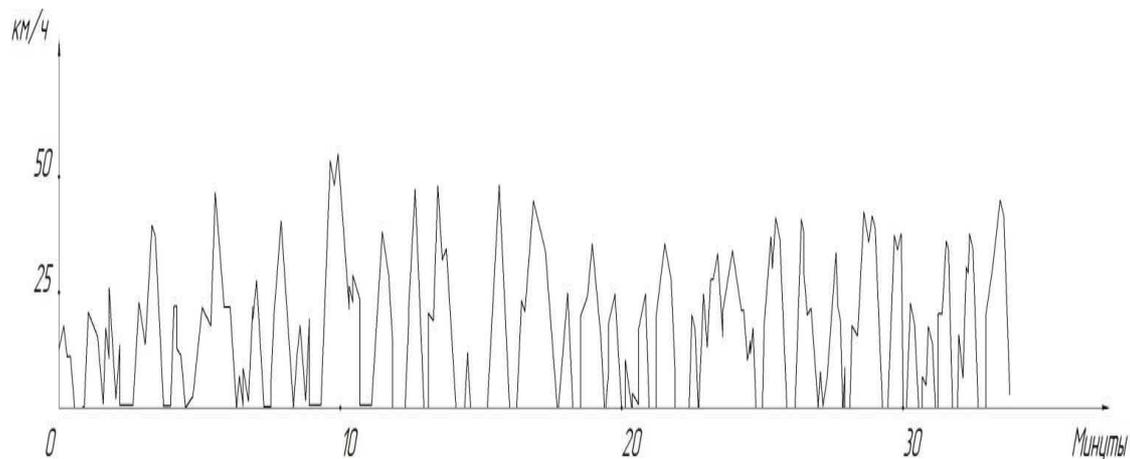


Рисунок 2.6. Режимы движения автобуса на маршруте №1 в прямом и обратном направлениях

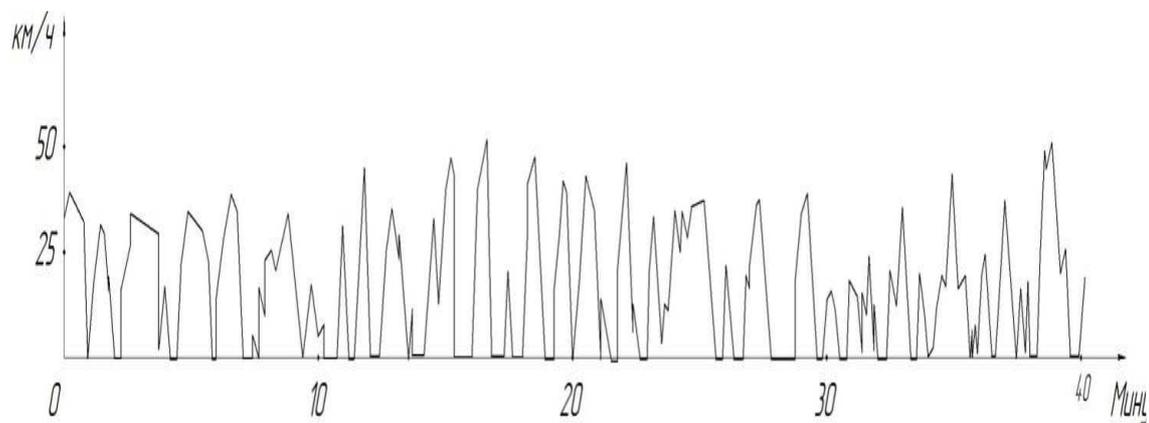


Остановки по маршруту №1: 5 мин 30 сек

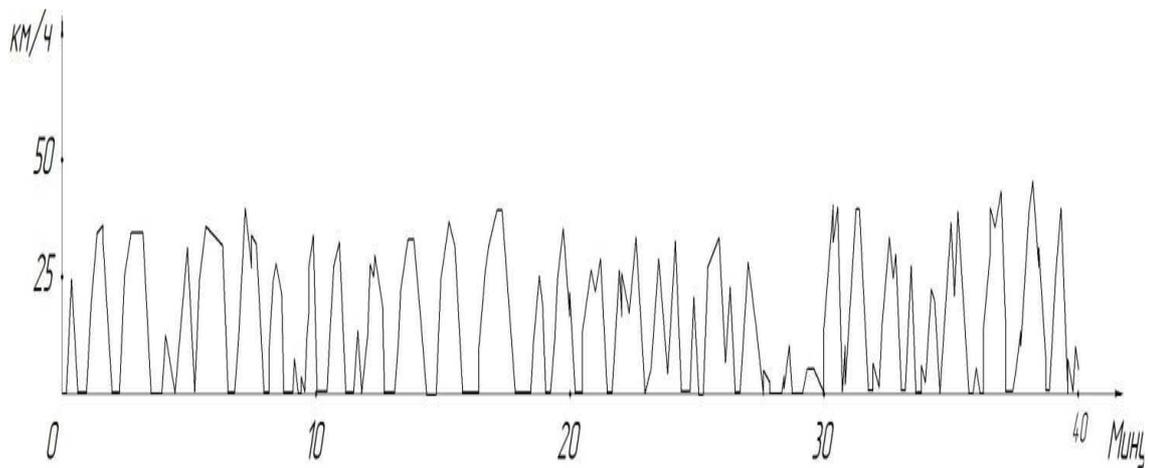


Остановки по маршруту №1: 5 мин 48 сек

Рисунок 2.7. Графики изменения скорости на маршруте в прямом и обратном направлении – низкий график



Остановки по маршруту №1: 7 мин 20 сек

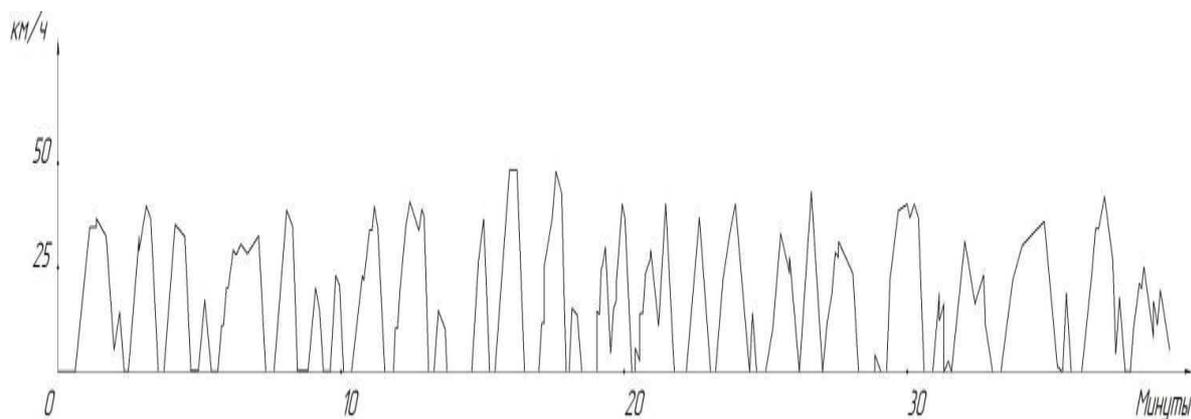


Остановки по маршруту №1: 7 мин 17 сек

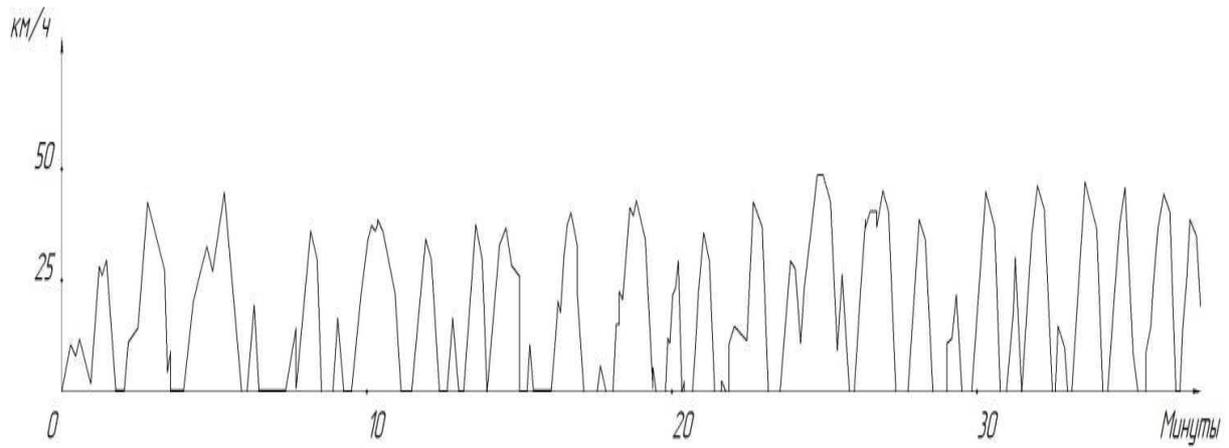
Рисунок 2.8. Графики изменения скорости на маршруте в прямом и обратном направлении – высокий трафик



Рисунок 2.9. Режимы движения автобуса на маршруте №2У в прямом и обратном направлениях

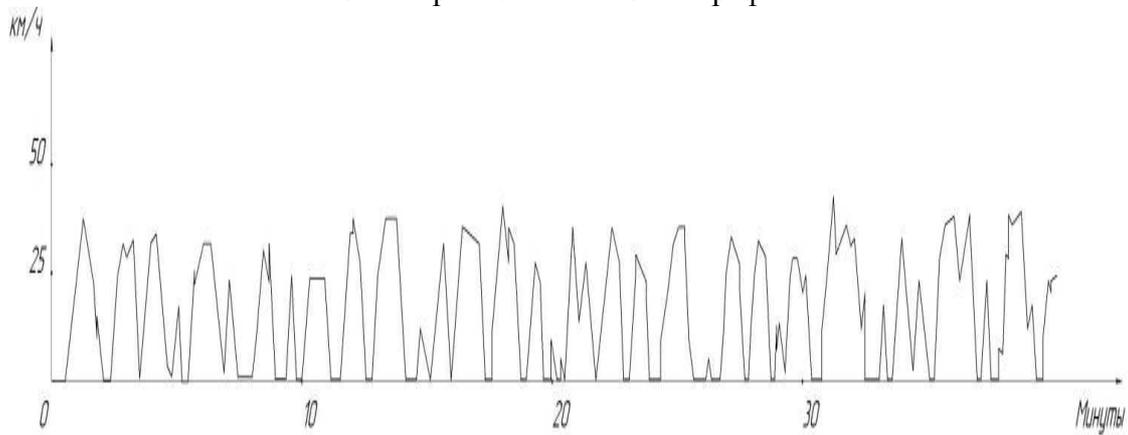


Остановки по маршруту: 6 мин

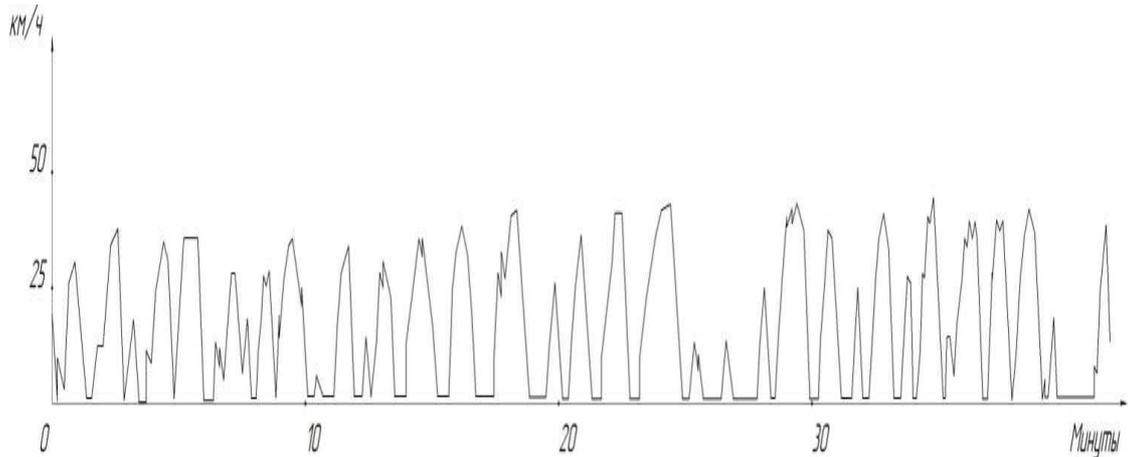


Остановки по маршруту: 4 мин 50 сек

Рисунок 2.10. Графики изменения скорости на маршруте №2У в прямом и обратном направлении – низкий трафик



Остановки по маршруту: 5 мин 45 сек

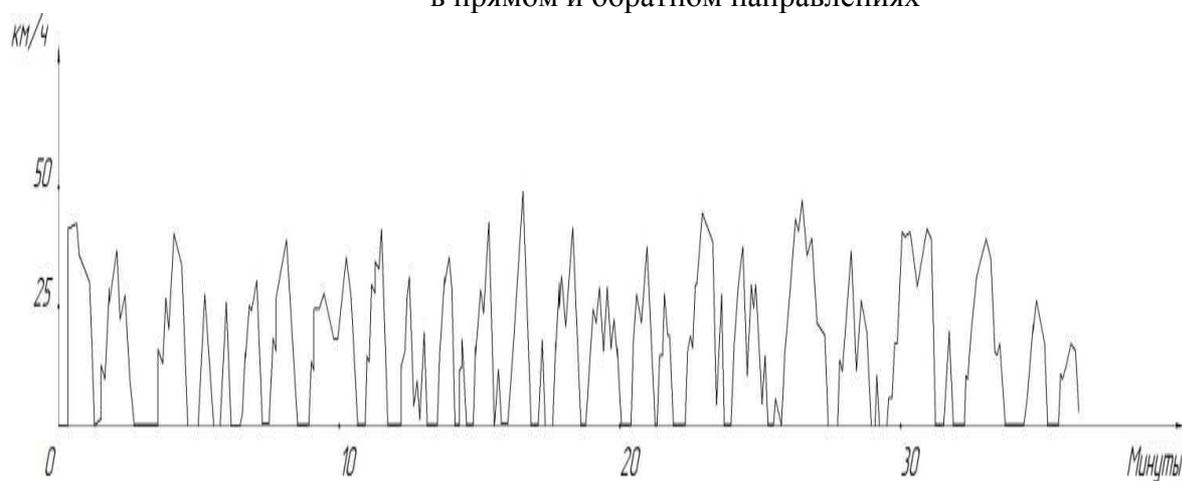


Остановки по маршруту: 6 мин 45 сек

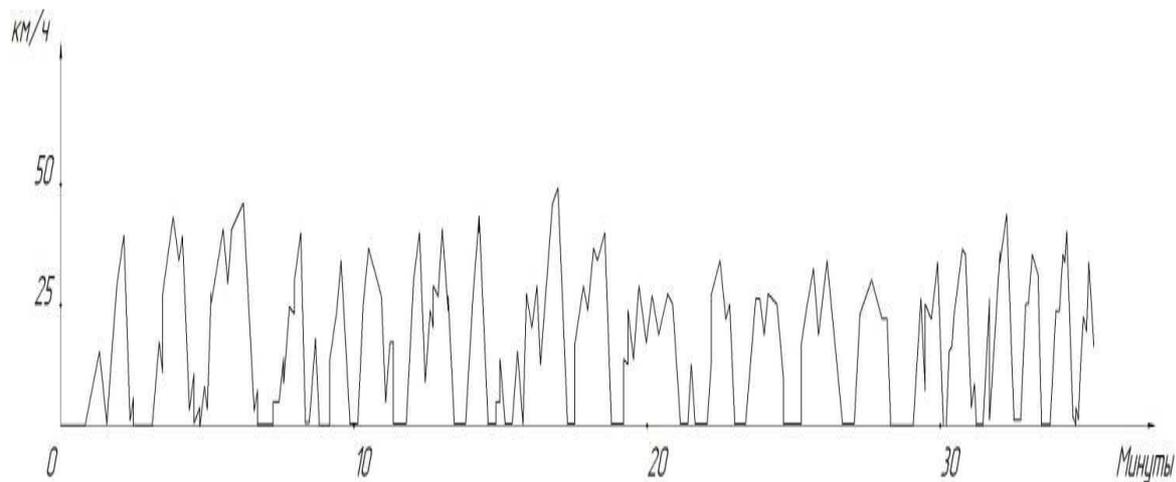
Рисунок 2.11. Графики изменения скорости на маршруте в прямом и обратном направлении – высокий трафик



Рисунок 2.12. Режимы движения автобуса на маршруте №14 в прямом и обратном направлениях

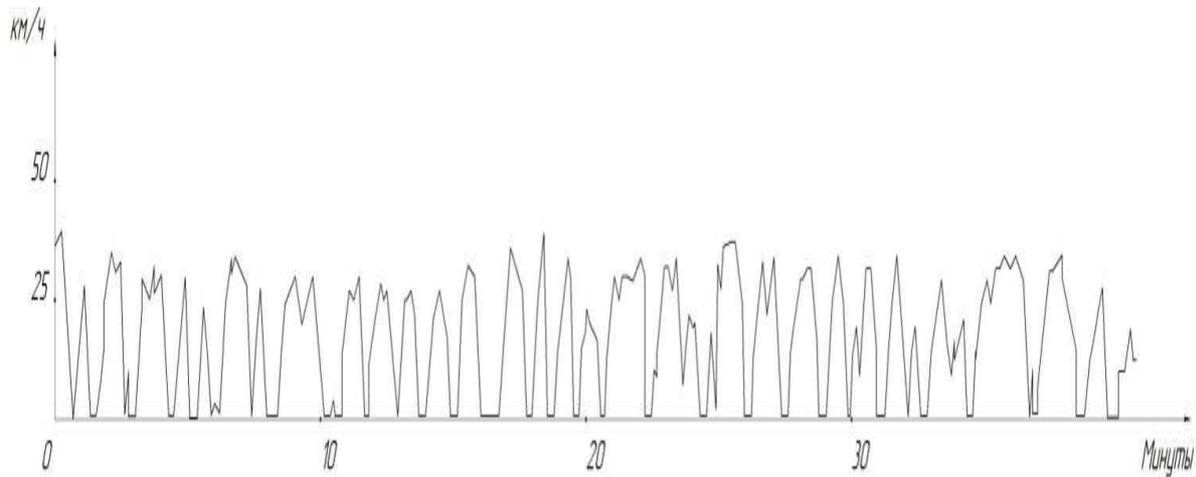


Остановки по маршруту: 7 мин 45 сек

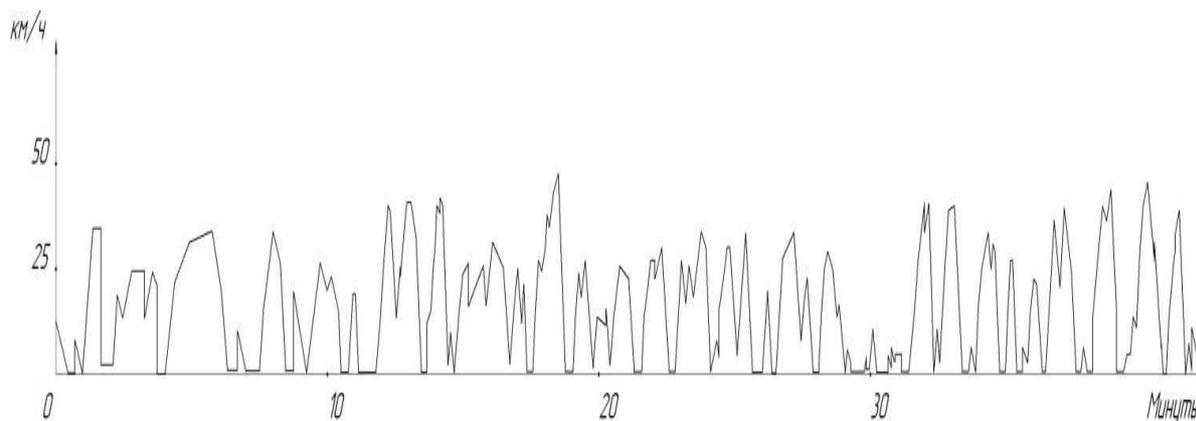


Остановки по маршруту: 6 мин 15 сек

Рисунок 2.13. Графики изменения скорости на маршруте в прямом и обратном направлении – низкий трафик



Остановки по маршруту: 6 мин 45 сек



Остановки по маршруту: 6 мин 30 сек

Рисунок 2.14. Графики изменения скорости на маршруте в прямом и обратном направлении – высокий трафик

Распределение режимов движения представлено в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Распределение режимов движения автобусов на маршрутах

№ п/п	Режим движения	№ маршрута					
		Прямое направление			Обратное направление		
		№1	№2У	№14	№1	№2У	№14
1	Замедление	37	41	38	36	43	38
2	Разгон	43	42	45	45	38	44
3	Равномерное движение	20	17	17	19	19	18
		100	100	100	100	100	100

Таблица 2.7 - Особенности управления автобусом на маршрутах

№ м-та	Направление	Количество				
		остановочных пунктов	остановок	маневрирований	светофоров /пешеходных переходов	
1	32 мкр-ЖДВ	прямое	22	26	29	18/25
		обратное	20	24	32	17/20
2У	37 мкр-ГМ Магнит	прямое	21	25	32	18/26
		обратное	21	22	35	19/21
14	37 мкр-ГМ Магнит	прямое	24	25	40	22/26
		обратное	22	26	46	20/24

Режим движения автобуса задаётся водителем в зависимости от дорожных условий, его квалификации и технического состояния автомобиля. Как видно из диаграмм (рис. 2.4, 2.7, 2.10), графиков (2.5, 2.6, 2.8, 2.9, 2.11, 2.12) и таблицы 2.6, автобусы маршрутов №1, №2у и №14 в городских условиях работают в переменном режиме движения при многократных остановках, разгонах и замедлениях, при частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения, что наиболее характерно для интенсивного городского движения. Равномерное движение автобусов составляет от 17 до 19%, в остальное время работа автобуса осуществляется в режимах замедления и разгона. Особенности управления автобусом на маршрутах представлены в таблице 2.7. Загрузка остановочных пунктов (рис. 2.4) из-за большого количества подходящих к остановке автобусов приводит к их маневрированию. При переменном режиме работы автомобиля в его агрегатах и в двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания узлов и агрегатов и расход топлива [17].

Интенсивность городского движения и критическая загрузка улично-дорожной сети при переменном режиме работы ввиду большой частоты разгонов и замедлений приводит к тому, что автомобиль испытывает синусоидальные нагрузки совершенно разной величины. Так, например, двигатель, работая в режиме постоянно изменяющихся нагрузок, очень быстро выходит из строя, как правило, по причине сильного износа шатунно-

поршневой группы. Следствием этого является увеличение расхода топлива и ухудшение его экологических показателей. Аналогично у КПП, сцепления, тормозной системы и рулевого управления уменьшается ресурс, связанный с их частым использованием. Частое трогание с места и смена передачи приводит к износу диска сцепления и синхронизаторов передач, что становится нередкой причиной схода неисправного автомобиля с линии. Кроме того, необходимо учитывать человеческий фактор. Неполное выключение сцепления, резкое его включение негативно сказываются на состоянии механизмов [17, 32].

Согласно [1], отказы (сходы с ремонтом) дают характеристику, главным образом конструктивной надежности, а также качества изготовления и сборки автомобилей и их агрегатов, а последующие характеризуют эксплуатационную надежность с учетом существующего уровня организации и производства ТО и ремонта и снабжения запасными частями. В этой связи можно заключить, что, начиная с момента пробега агрегата или узла после его ремонта, отказы проявляются подобно внезапным и их распределение в большинстве случаев подчиняется экспоненциальному закону, хотя физическая природа их является в основном совместным проявлением износной и усталостной составляющих.

Используя методику [1], предполагаем, что в начальный период эксплуатации автобусов сходы с ремонтом происходили из-за некачественного изготовления и сборки автомобилей и их агрегатов и их приработки. Завод-изготовитель в гарантийный период проводит обслуживание, ремонт и наладку на своей ремонтной базе.

## **2.6 Особенности технического обслуживания автобусов**

**Влияние технического обслуживания.** Качество и своевременность выполнения технического обслуживания автомобилей существенно влияют на надежность, долговечность, топливную экономичность, безопас-

ность движения и другие эксплуатационные качества автомобиля. Качество технического обслуживания определяется своевременностью проведения и полным перечнем выполненных работ, предусмотренных технологическим процессом данного вида обслуживания. Своевременность технического обслуживания определяется периодичностью, т.е. пробегом между двумя одноименными видами обслуживания, обеспечивающими установленный уровень безотказной работы [39].

Согласно статьи 20, п. 1 ФЗ от 10.12.1995 N 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» [41], юридические лица, индивидуальные предприниматели, осуществляющие эксплуатацию транспортных средств, обязаны осуществлять техническое обслуживание транспортных средств в сроки, предусмотренные документацией заводов-изготовителей данных транспортных средств.

Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [33] (от 20.09.1984. Дата актуализации 01.01.2021 г.) для автобусов устанавливается пробег до ТО1 3500 км, до ТО2 14000 км.

#### **Виды технического обслуживания и периодичность проведения (выдержки из Сервисной книжки автобуса «Волгабас-5270G2») [36]**

Долговечность автобуса будет зависеть от своевременного обслуживания, предусмотренного сервисной книжкой. Отклонение от пробега, определяющего периодичность технических обслуживаний, допускается в пределах – 500 км.

Техническое обслуживание автобуса подразделяется на два этапа:

1. ТО в начальный период эксплуатации, который включает в себя ежедневное обслуживание (ЕО), техническое обслуживание ТО-5000, ТО-1, ТО-2.
2. ТО в основной период эксплуатации - ЕО, ТО – 1, ТО – 2, СТО.

Все виды ТО имеют индивидуальные перечни операций, т.е. ни одна операция ТО-1 не входит ни в ТО-2, ни в СТО; в свою очередь операции ТО-2 не входят в СТО.

При проведении технического обслуживания допускается выполнение как отдельных видов ТО (ТО-1,ТО-2 или СТО), так и нескольких видов ТО одновременно.

Ежедневное ТО автобуса выполняется раз в сутки перед выездом на линию и по возвращении с линии. На стоянках после длительного движения необходимо также проверить техническое состояние автобуса в объеме ЕО.

**В начальный период эксплуатации:**

- ТО-5000 выполняется при пробеге 5000 км.
- ТО-1 выполняется два раза при пробеге 15000 км и 30000 км;
- ТО-2 выполняется один раз при пробеге 30000 км;

Выполнением этого обслуживания завершается начальный период эксплуатации.

**В основной период эксплуатации** выполняются следующие регламентные работы:

- ТО-1- через каждые 15000 км;
- ТО-2- через каждые 30000 км;
- СТО (сезонное тех. обслуживание) – выполняется два раза в год: весной и осенью;
- Техническое освидетельствование газовых баллонов.

Работы по ТО-1 и ТО-2 газовой системы питания выполняются с периодичностью технического обслуживания самого автобуса. Сезонное обслуживание газовой аппаратуры совмещается с очередным ТО-2 и выполняется 1 раз в год.

Величина дополнительной трудоёмкости ТО и ТР газобаллонных автомобилей по сравнению с базовыми моделями, чел/ч.

№ п/п	Вид технического обслуживания	Величина
1	ЕО	1,15
2	ТО1	1,2
3	ТО2	2,0
4	СТО	2,6

4. Гарантийные обязательства ООО «ВОЛГАБАС» не распространяются на: автошины; АКБ; амортизаторы; аудио (видео) оборудование; внешние повреждения оптики фар; электрические лампочки; резиновые детали, отделка салона и другие детали, подверженные нормальному эксплуатационному износу: тормозные накладки; диски сцепления; щетки стеклоочистителей; приводные ремни двигателей; повреждения или абразивный износ ветровых и боковых стекол; претензии, связанные с регулировкой света фар; коррозионные процессы деталей подвески, трансмиссии, двигателя и кузова, элементов отделки кузова, возникшие в результате естественного износа и воздействия внешних факторов окружающей среды; повреждения лакокрасочного покрытия кузова вследствие внешних воздействий, включая эрозионный износ и естественное истирание по местам контакта сопрягаемых деталей, возникшее в процессе эксплуатации; диагностические и эксплуатационные регулировки работы, проводимые по инициативе потребителя, в том числе, прочистка топливной системы, регулировка углов установки колес, регулировка двигателя, регулировка тормозов, регулировка механизма сцепления; повреждения в результате механического, химического или иного внешнего воздействия в следующих случаях: дорожно-транспортное происшествие, удары, царапины, следы попаданий камней или других твердых предметов, град, действия третьих лиц; воздействие химически активных веществ, загрязняющих окружающую среду, в том числе применяемых для предотвращения замерзания поверхности дорог, веществ растительного происхождения и продуктов жизнедеятельности животных; повреждения, в том числе деталей трансмиссии, подвески и рулевого управления, возникшие из-за ошибочных действий при управлении автобусом или неаккуратного вождения по неровному дорожному покрытию, сопряженного с ударными нагрузками на детали автобуса; применения некачественного топлива; обстоятельства непреодолимой силы (гроза, пожар, наводнение, землетрясение, военные действия, теракты и т.д.).

**Техническое обслуживание автобусов производства «Волгабас-Волжский»** проводится согласно требований завода-изготовителя. Пробеги автобусов до ТО1, ТО2 представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Пробеги автобусов до ТО1, ТО2

№ п/п	Марка автобуса, двигатель	Пробег до ТО, км		Примечание
		до ТО1	до ТО2	
1	Волжанин-6270.10. Дойц	5000	15000	
2	Волжанин-6270 шасси Скания	5000	20000	
3	Волжанин-32901, шасси Тата	9000	18000	
4	Волжанин-4298G8, шасси Ашок	10000	20000	
5	Волжанин-5270.02 ЯМЗ-236	5000	15000	
6	Волжанин-5270.04 ЯМЗ-236	5000	15000	
7	Волжанин-5270.06 Дойц	5000	15000	
8	Волжанин-5270.07 Cummins	9000	18000	
9	Волжанин-5270.12 ЯМЗ-236	5000	15000	
10	Волжанин-5270.16 Дойц	5000	15000	
11	Волжанин-5270.22 ЯМЗ-236	5000	15000	
12	<b>Волгабас-5270G2</b>	<b>15000</b>	<b>30000</b>	7500/15000*
13	<b>Волгабас-5270GH</b>	10000	20000	7500/15000*
14	<b>ЛиАЗ-5292</b>	8000	16000	
15	Икарус-280	4400	14400	
16	ПАЗ-320412-10**			

**Примечание.** \* МУП «Волжская А/К №1732» установил новый пробег до ТО с ноября 2020 года по согласованию с ООО «Волгабас-Волжский».

\*\* Для автобусов ПАЗ-320412-10 (с двигателем, работающим на газовом топливе) завод устанавливает следующие виды и периодичность работ технического обслуживания:

- **ежедневное техническое обслуживание (ЕО)** – проводится ежедневно в два этапа: перед выездом и по возвращении с линии.

На стоянках после длительного движения необходимо также проверять техническое состояние автобуса в объёме контрольных работ ЕО.

- **техническое обслуживание после первых 3000 км пробега (ТО-3000)** - после обкатки автобуса;

- **техническое обслуживание (ТО)** – через каждые 9000 км пробега;

- **техническое освидетельствование газовых баллонов.** Освидетельствование газовых баллонов производится на специализированных пунктах в соответствии с утвержденными правилами;

- **сезонное обслуживание газовой аппаратуры** - совмещается с очередным обслуживанием и выполняется 2 раза в год.

Перед выполнением работ ТО выполнить работы ЕО в полном объёме.

Для автобусов «Волгабас-5270G2» был установлен пробег до ТО1 и ТО2» 15000 км и 30000 км, для «Волгабас-5270GH» 10000 км и 20000 км.

Это больше, чем у других марок автобусов «Волжанин», автобусов ЛиАЗ и Икарус (табл. 2.8) [36,37].

Все автобусы во время гарантийного обслуживания полностью обслуживаются и проходят плановые ТО1 и ТО2 в Центре гарантийного обслуживания ООО «Волгабас-Волжский».

Техническое обслуживание и ремонт производится в ремонтной зоне МУП «Волжская автоколонна №1732».

В руководстве по эксплуатации автобуса ПАЗ-320402 - 320412-10-3902010 РЭ за 2014 год [54] имеется рекомендация: периодичность ТО сокращается в два раза, если автобус работает в тяжелых условиях эксплуатации (максимальное заполнение салона в течение длительного времени, городской маршрут с частыми остановками, холмистый рельеф местности, плохое состояние дорожного покрытия и т.п.).

### **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОБУСОВ НА МУНИЦИПАЛЬНЫХ МАРШРУТАХ**

#### **3.1 Методика обработки статистических данных по сходам с ремонтом агрегатов**

Определение количественных характеристик работоспособности узлов и агрегатов подвижного состава возможно при помощи математических методов на основании обобщения накопленных статистических данных об их работе в реальных условиях эксплуатации.

Для разработки рекомендаций по рациональной технической эксплуатации, совершенствованию конструкции автомобилей необходима информация о закономерностях изменения их технического состояния. К важнейшим закономерностям технической эксплуатации относятся: изменение технического состояния автомобиля, агрегата, детали по наработке (времени работы или пробегу); рассеивание параметров технического состояния и других случайных величин, которыми оперирует техническая эксплуатация, например, продолжительности выполнения ремонтных и профилактических работ; формирование суммарного потока отказов у автомобилей (процесс восстановления) [55].

#### **План сбора данных эксплуатации**

План сбора данных эксплуатации предусматривает определение сходов автобусов с ремонтом двигателя, сцепления, КПП с расчётом пробегов до сходов с ремонтом.

#### **Исходные данные для расчета числа объектов наблюдения N**

Используют следующие показатели:

- доверительная вероятность  $q = 0,95$ ;
- предельная относительная ошибка  $E = 0,05$ ;
- коэффициент вариации  $V = 0,20$ .

При этих показателях объём выборки должен быть не менее 45.

#### **Оценка параметров распределения пробега автомобиля до схода с ремонтом агрегатов**

Расчёт выполняется по следующим формулам [12]:

среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^k x_i \cdot n_i ; (3.1)$$

среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i} , (3.2)$$

коэффициент вариации  $V$ :  $V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$  ; (3.3)

доверительный интервал (интервальное значение пробега):

$$\left( \bar{x} - \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \right) (3.4)$$

где  $n$  – объем выборки;  $t$  – аргумент функции Лапласа,  $t = 1,96$  при  $q = 0,95$ ;  $\pm \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$  – ошибка измерения.

Проверка гипотезы о нормальном распределении выполняется по критерию Пирсона. В качестве критерия проверки гипотезы принимают слу-

чайную величину  $\chi^2$  :  $\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$  (3.5)

где  $n_i$  и  $n'_i$  – эмпирические и теоретические частоты.

Область принятия гипотезы определяется неравенством:

$$\chi^2 < \chi^2_{kp} \left( \alpha ; k \right) (3.6)$$

где  $\alpha$  – уровень значимости,  $k$  – число степеней свободы.

Уровень значимости  $\alpha$  в расчетах принимают  $\alpha = 0,05$ . Число степеней свободы  $k$  находят по равенству:  $k = s - 1 - r$  , (3.7)

где  $s$  – число групп выборки;  $r$  – число параметров предполагаемого распределения (для нормального распределения  $r = 2$ ), поэтому  $k = s - 3$ .

**Правило.** Для того чтобы при заданном уровне значимости проверить гипотезу о распределении совокупности по нормальному закону, следует вычислить теоретические частоты, а затем наблюдаемое значение критерия  $\chi^2$ . По таблице критических точек распределения  $\chi^2$ , по заданному уровню значимости  $\alpha$  и по числу степеней свободы  $k = s - 3$  найти критическую точку  $\chi^2(\alpha; k)$ . Если  $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$ , гипотеза принимается. Если  $\chi^2_{набл} > \chi^2_{кр}$ , гипотезу отвергают.

### 3.2 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2»

#### 3.2.1 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2»

##### в гарантийный период эксплуатации

7 единиц автобусов «Волгабас-5270G2» работают в МУП Волжская автоколонна №1732 с мая 2016 года. Автобусы эксплуатируются на городских маршрутах города Волжского.

Проведен анализ и систематизация заявочных ремонтов автобусов. Данные о сходах с ремонтом и с отказами с 13 мая 2016 года по 1 мая 2017 года представлены Волжской автоколонной.

Количество заявок на ремонт 7-и автобусов представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количество заявок

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Неисправность ДВС, топливной системы	80
2	Неисправность подвески, трансмиссии	41
3	Неисправность электрооборудования	65
4	Неисправность тормозной системы	19
5	Неисправность воздушной системы	15
6	Неисправность системы отопления и кондиционирования	21
7	Неисправность кузова, салона	58
Итого		299

Для определения работоспособности автобусов все заявки сгруппированы и распределены в соответствии с неисправностями определенных узлов, агрегатов, систем. Произведена систематизация неисправностей по

системам: охлаждения, тормозной, топливной, воздушной, выхлопной; по агрегатам: ДВС, КПП, подвеске, автошинам, кузов, салон; рулевое управление; электрооборудование.

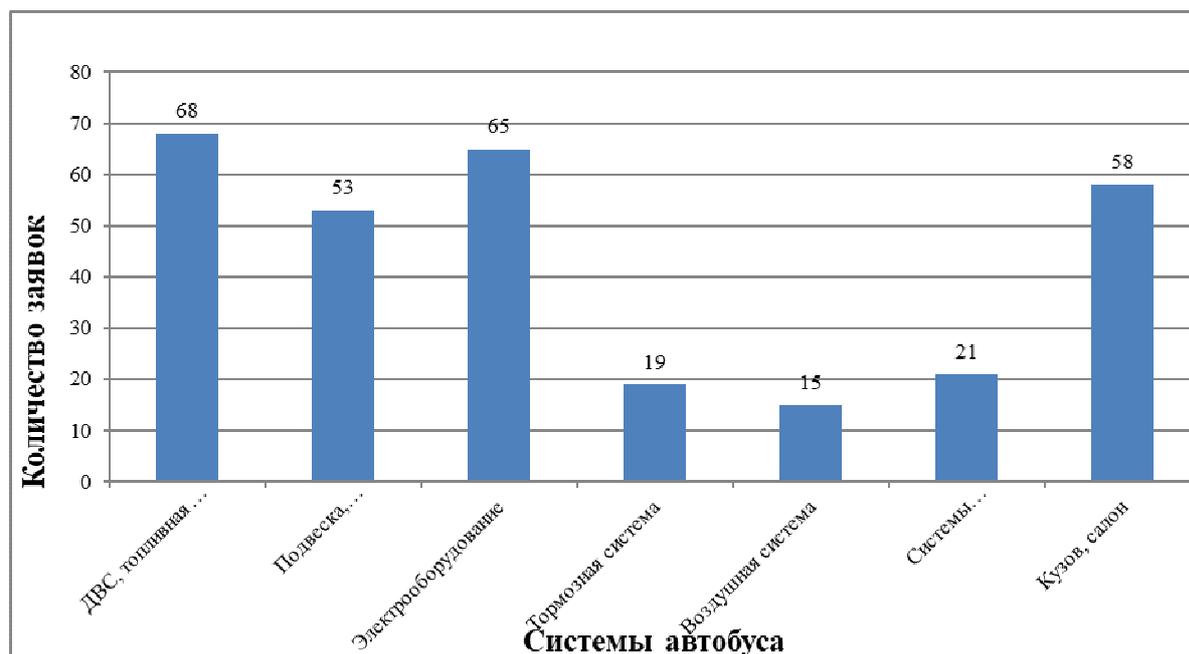


Рисунок 3.1. Заявки на ремонт автобусов «Волгабас-5270G2» в гарантийный период

Наибольшее количество заявок с ремонтом: ДВС, топливной системой – 68, с электрооборудованием – 65, с подвеской, с кузовом и салоном – 58, трансмиссией – 53.

Заявки на ремонт подвески, рулевого управления, карданной передачи представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Заявки на ремонт подвески, рулевого управления, карданной передачи

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Люфт крестовины кардана	1
2	Люфт поперечной рулевой тяги слева	1
3	Люфт поперечной рулевой тяги справа	1
4	Люфт продольной рулевой тяги первой передний конец	1
5	Реактивная штанга передняя правая переднего моста	1
6	Стабилизатор	3
7	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	6
8	Стабилизатор поперечной устойчивости справа	1
9	Стук в подвеске слева переднего моста	1
10	Стук в подвеске справа переднего моста	4
11	Торсион	11
Итого		41

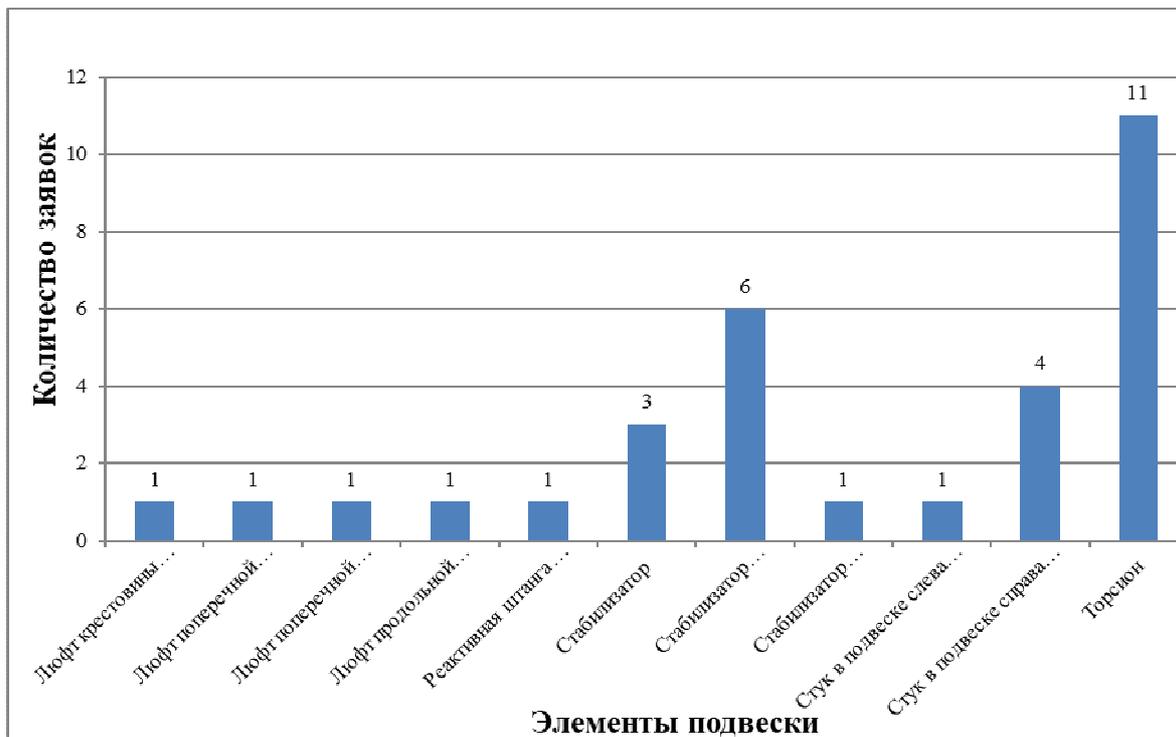


Рисунок 3.2. Заявки на ремонт подвески

Заявки на ремонт подвески с обрывом стабилизаторов, со стуком подвески и с торсионом.

Заявки на ремонт воздушной системы представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Заявки на ремонт воздушной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Воздушная трубка компрессора	2
2	Воздушная трубка РДВ	1
3	Утечка воздуха из системы	5
4	Утечка воздуха крана двери	1
5	Утечка воздуха с дверного механизма второй двери	1
6	Утечка воздуха с дверного механизма третьей двери	1
7	Утечка воздуха с крана стояночного тормоза	1
8	Утечка воздуха с системы	1
9	Утечка воздуха у компрессора	1
10	Утечка воздуха у ресиверов	1
Итого		15

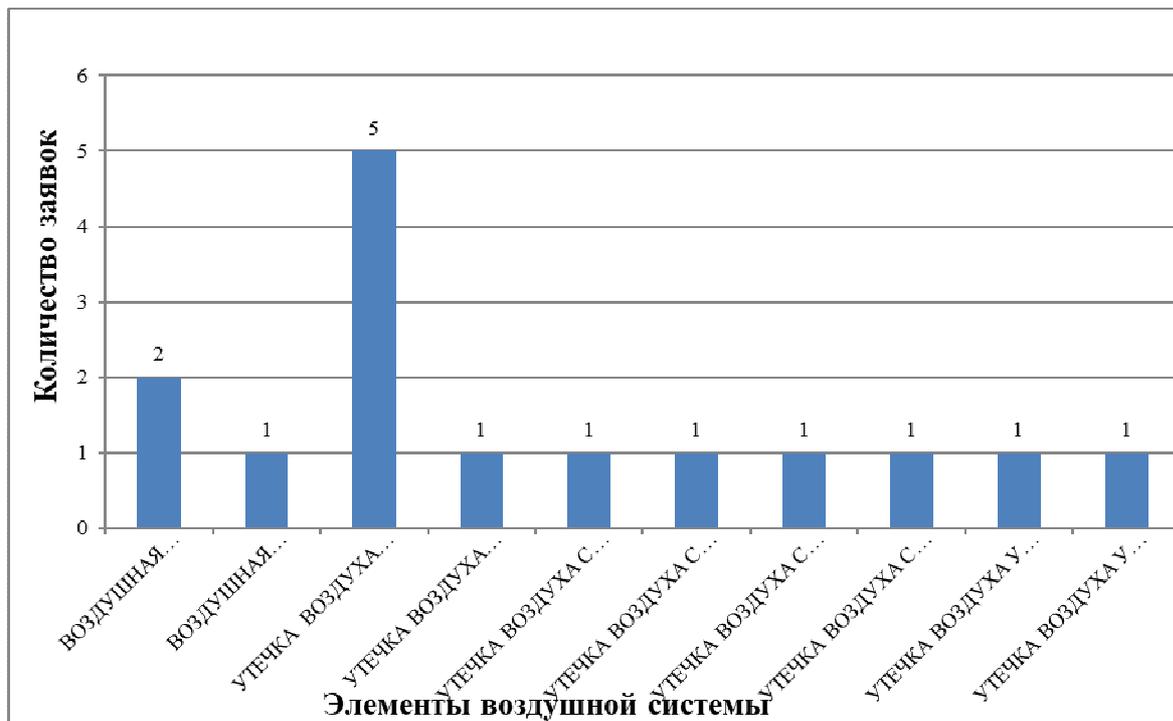


Рисунок 3.3. Заявки на ремонт воздушной системы

В 5-и случаях сходы с утечкой воздуха из воздушной системы. Заявки на ремонт тормозной системы представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Заявки на ремонт тормозной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	АБС	13
2	Не растормаживается ручной тормоз	1
3	Нет стояночного тормоза	4
4	Кран стояночной тормозной системы	1
Итого		19

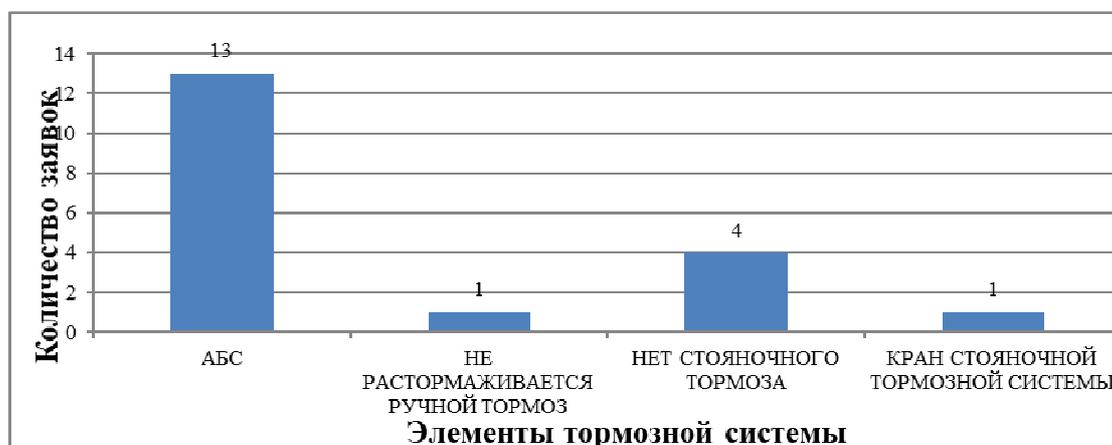


Рисунок 3.4. Заявки на ремонт тормозной системы

С ремонтом АБС было 13 заявок, с ремонтом стояночного тормоза 4 схода.

Заявки на ремонт системы отопления и кондиционирования представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Заявки на ремонт системы отопления и кондиционирования

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Кондиционер	5
2	Не работает кондиционер	1
3	Не работает кондиционер	1
4	Не работает отопитель салона	8
5	Течь печки	1
6	Фильтр кондиционера	1
7	Течь патрубков отопителя салона	4
Итого		21

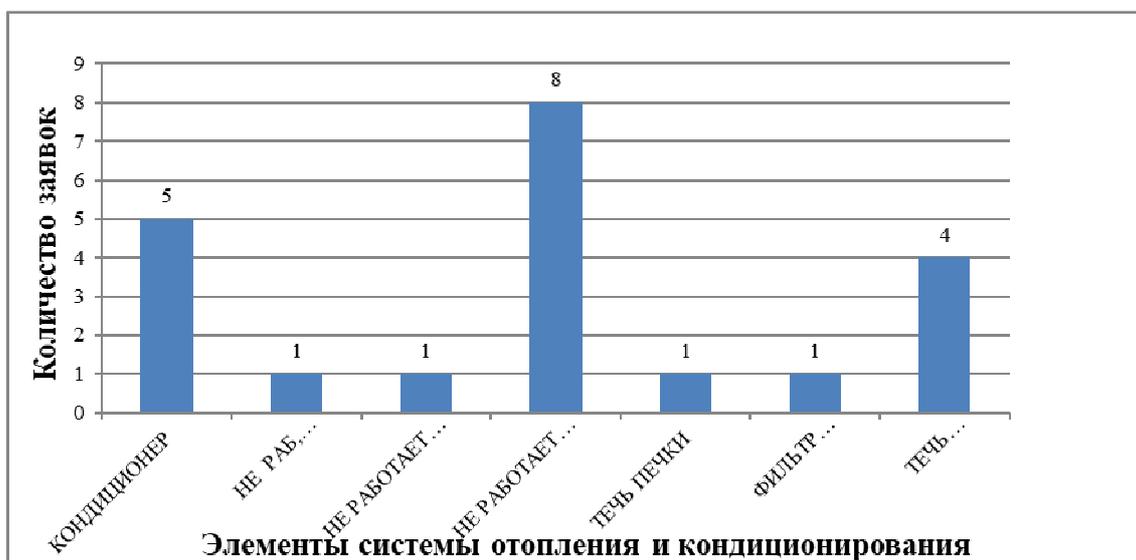


Рисунок 3.5. Заявки с неисправностью системы отопления и кондиционирования

С неисправностью кондиционеров 12 заявок, что естественно повлияло на качество перевозки пассажиров.

Заявки на ремонт электрооборудования представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Заявки на ремонт электрооборудования

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	АКБ	1
2	Вентилятор системы охлаждения	5
3	Замкнуло электропроводку	6
4	Клемма АКБ	1

5	Кнопка открывания дверей	2
6	Контрольки дверей	7
7	Не горит задний ход	1
8	Не горит противотуманка	2
9	Не горит указатель маршрута	3
10	Не горят габариты, автопоезд	6
11	Не горят противотуманные фары	1
12	Не горят стопы	2
13	Не горят фары	9
14	Не показывает давление воздуха	1
15	Не показывает давление масла	1
16	Не работают двери, повороты	1
17	Не работает камера левая первая	1
18	Не работает блок клавишных включателей	3
19	Не работает громкоговоритель	2
20	Не работает спидометр	1
21	Не работает стеклоочиститель	2
22	Нет зарядки	1
23	Нет поворотов	2
24	Переключатель поворотов	1
25	Сбой компьютера (блока управления)	2
26	Свет в салоне\кабине	1
Итого		65

Всего заявок с ремонтом электрооборудования 65. Все эти работы должны проводиться при ТО2 и заявок с ремонтом не должно быть.

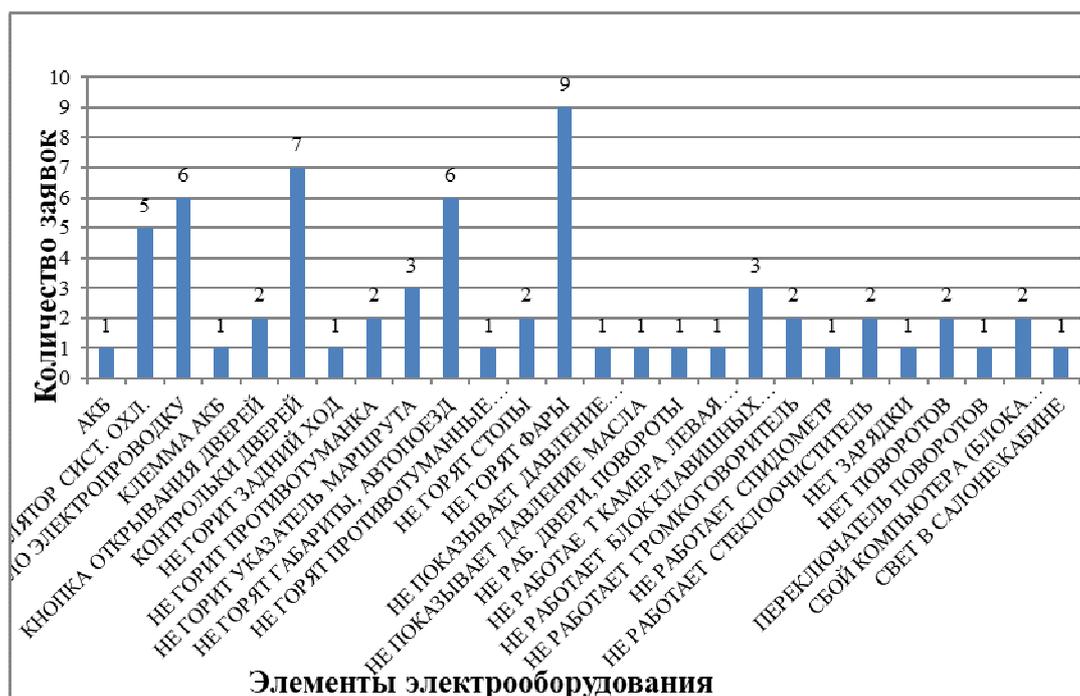


Рисунок 3.6. Заявки на ремонт электрооборудования

Заявки на ремонт кузова и салона представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Заявки на ремонт кузова и салона

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Бампер передний	1
2	Водительская дверь	1
3	Двери	1
4	Закрепить обшивку в салоне	1
5	Кронштейн наружного зеркала заднего вида	1
6	Крыша	1
7	Кузовные работы	1
8	Лопнуло зеркало заднего вида	1
9	Не работает вторая дверь	4
10	Не работает первая дверь	8
11	Не работает третья дверь	6
12	Обшивка передней части	1
13	Обшивка правой боковины	1
14	Перегородка в салоне	5
15	Перегородка водителя	2
16	Перегородка кабины водителя	1
17	Покраска гос. и дублирующих номеров	1
18	Поручни салона	1
19	Потолок салона	1
20	Ремонт арки колеса	1
21	Ремонт дверей	10
22	Стекло боковое	2
23	Стекло лобовое	1
24	Монтаж шторок в салоне	1
25	Шторка двери	2
26	Течь воды по стойке водительской двери	2
Итого		58

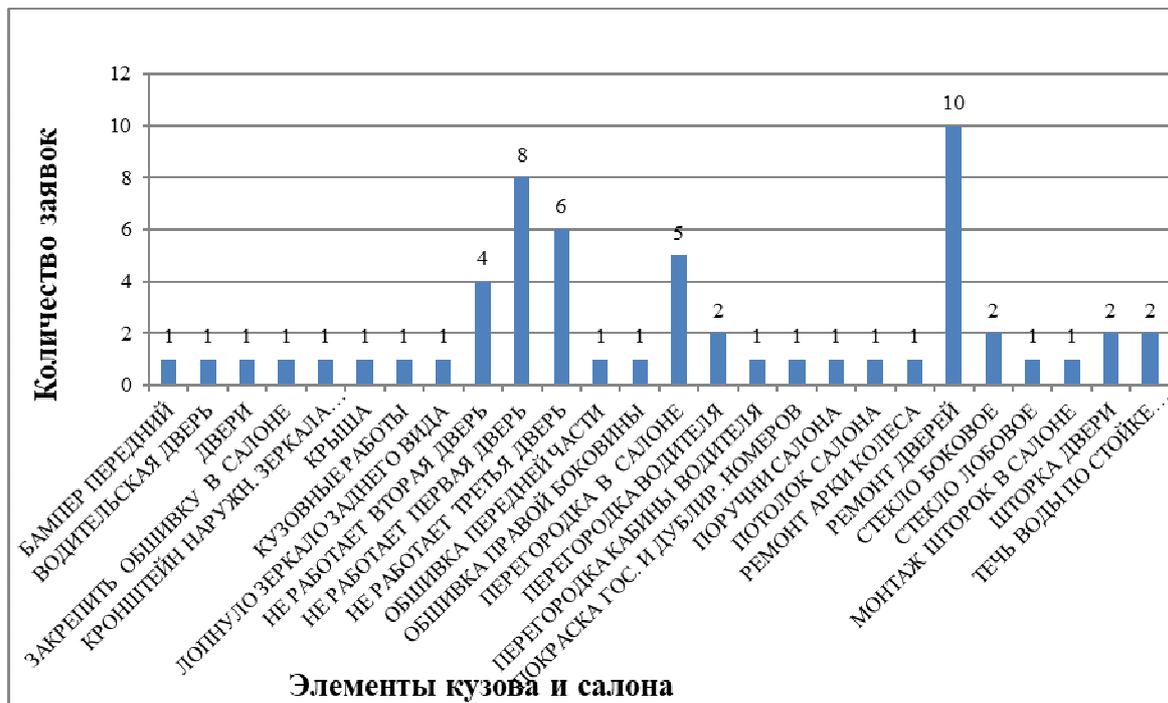


Рисунок 3.7. Заявки на ремонт кузова и салона

Всего заявок с ремонтом кузова и салона 58. Все профилактические работы по ремонту салона и кузова должны проводиться при ТО2 и заявок с ремонтом не должно быть.

Заявки на ремонт двигателя и топливной системы представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Заявки на ремонт двигателя и топливной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок с ремонтом
1	ДВС вибрация	3
2	ДВС греется	4
3	Натяжной ролик вентилятора	2
4	Не работает турбокомпрессор	2
5	Не развивает обороты	6
6	Неисправен ( выдавило газом ) манометр давления газа	2
7	Ослабление крепления ДВС	1
8	Отрегулировать ГМП	1
9	Приводные ремни	4
10	Ремни вентилятора	1
11	Ремни генератора	10
12	Ремонт топливного бака	1
13	Сломан газовый кран на газовом баллоне	1
14	Течь антифриза	6
15	Течь масла ДВС	6

16	Течь патрубка системы охлаждения	10
17	Течь топливного бака	1
18	Требуется долив антифриза в систему	2
19	Турбина	3
20	Интеркулер	1
21	Ремонт пускового подогревателя	5
22	Не работает котел подогревателя	1
23	Утечка воздуха из системы	6
Итого		80

Наибольшее количество заявок с ремнями генератора – 10, течь патрубка системы охлаждения – 10. Все неисправности можно предупредить при проведении плановых работ на ТО1 и ТО2.

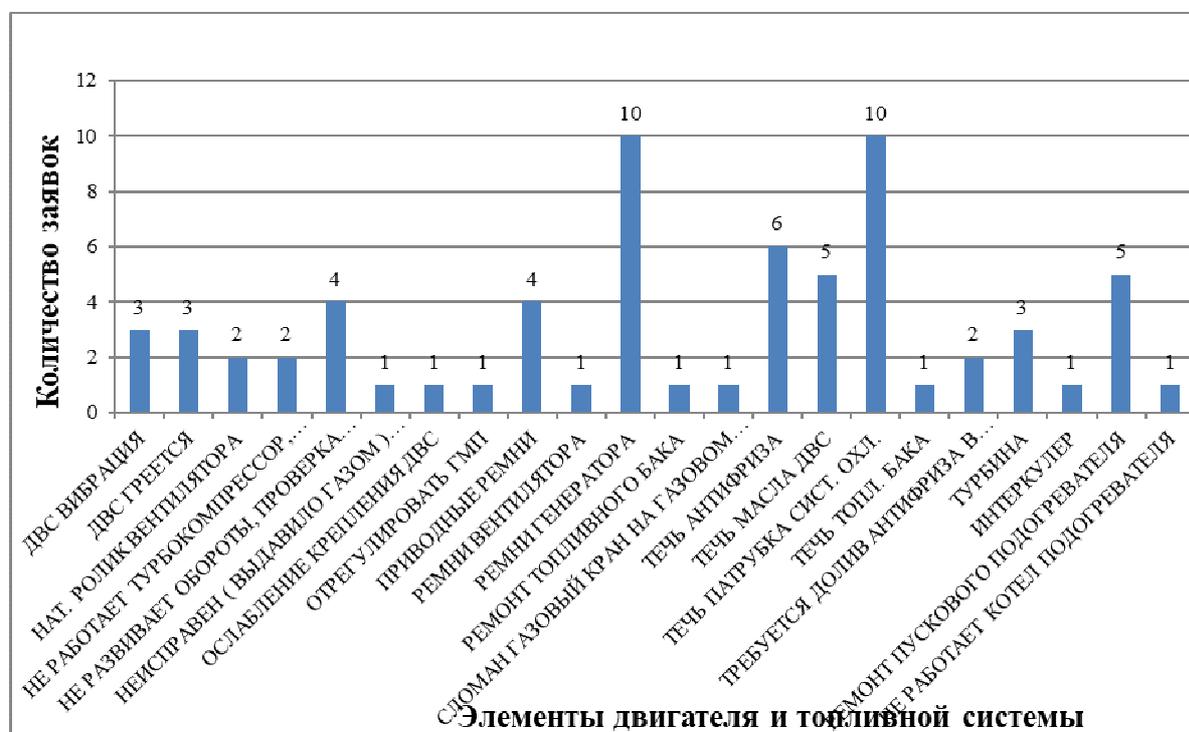


Рисунок 3.8. Заявки на ремонт двигателя и топливной системы

Заявки на ремонт по каждому автобусу представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Заявки на ремонт по каждому автобусу

№ п/п	Неисправность	170	171	172	173	174	175	176	Всего
	Пробег, км	37200	43418	39233	46529	52306	44734	47500	
1	ДВС, топливная система	8	20	7	13	7	8	17	80
2	Подвеска, трансмиссия	5	3	5	4	13	7	4	41
3	Электрооборудование	8	15	9	4	12	5	12	65

4	Тормозная система	1	2	7	1	1	6	1	19
5	Воздушная система	4	3	3	2		3		15
6	Система отопления и кондиционирования	3	4	4	1	3	3	3	21
7	Кузов, салон	16	6	0	8	10	10	8	58
Всего		45	53	33	31	48	46	43	299

За время эксплуатации в гарантийный период с мая 2016 года по май 2017 год пробег автобусов составил от 37200 км до 52306 км. Заявок с текущим ремонтом по каждому автобусу составило от 31-го до 53-х. Наибольшее количество заявок с ремонтом двигателя и топливной системы – 80, неисправностью электрооборудования – 65, неисправностью кузова и салона – 58, неисправностью подвески и трансмиссии – 41. Всего заявок 299.

В гарантийный период должны выполняться только работы, связанные с выполнением еженедельного обслуживания, ТО1, ТО2. Виды текущего ремонта и все другие операции, отмеченные в заявке на ремонт, считаем дополнительными работами, не связанными с ТО1 и ТО2. Эти неисправности не критические, не вызвали схода с линии и приурочены к выполнению технического обслуживания.

Так как заводом-изготовителем определено выполнение ТО1 через 15000 км, а выполнение ТО2 через 30000 км, всех этих заявочных ремонтов могло бы не быть, если бы проведение ТО1 и ТО2 проводилось через 5000 км и 15000 км, как на других автобусах производства «Волгабас». Многие ремонтные работы при сходах входят в регламентные работы ТО1 и ТО2. Для уменьшения сходов с ремонтом необходимо уменьшить пробег до ТО1 до 5000 км, до ТО2 10000 км.

### 3.2.2 Определение работоспособности двигателя автобуса «Волгабас-5270G2» в гарантийный период эксплуатации

Проведена оценка работоспособности двигателя и топливной системы по сходам с ремонтом и с отказами с 13 мая 2016 года по 1 мая 2017 года.

Заявки на ремонт двигателя и топливной системы представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Заявки на ремонт двигателя и топливной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок с ремонтом
1	ДВС вибрация	3
2	ДВС греется	4
3	Натяжной ролик вентилятора	2
4	Не работает турбокомпрессор	3
5	Не развивает обороты	6
6	Неисправен (выдавило газом ) манометр давления газа	2
7	Ослабление крепления ДВС	1
8	Отрегулировать ГМП	1
9	Приводные ремни	4
10	Ремни вентилятора	1
11	Ремни генератора	10
12	Ремонт топливного бака	1
13	Сломан газовый кран на газовом баллоне	1
14	Течь антифриза	6
15	Течь масла ДВС	6
16	Течь патрубка системы охлаждения	10
17	Течь топливного бака	1
18	Требуется долив антифриза в систему	2
19	Турбина	3
20	Интеркулер	1
21	Ремонт пускового подогревателя	5
22	Не работает котел подогревателя	1
23	Утечка воздуха из системы	6
Итого		80

Наибольшее количество заявок с ремнями генератора – 10, течь патрубка системы охлаждения – 10. Все неисправности можно предупредить проведением ТО1 и ТО2.

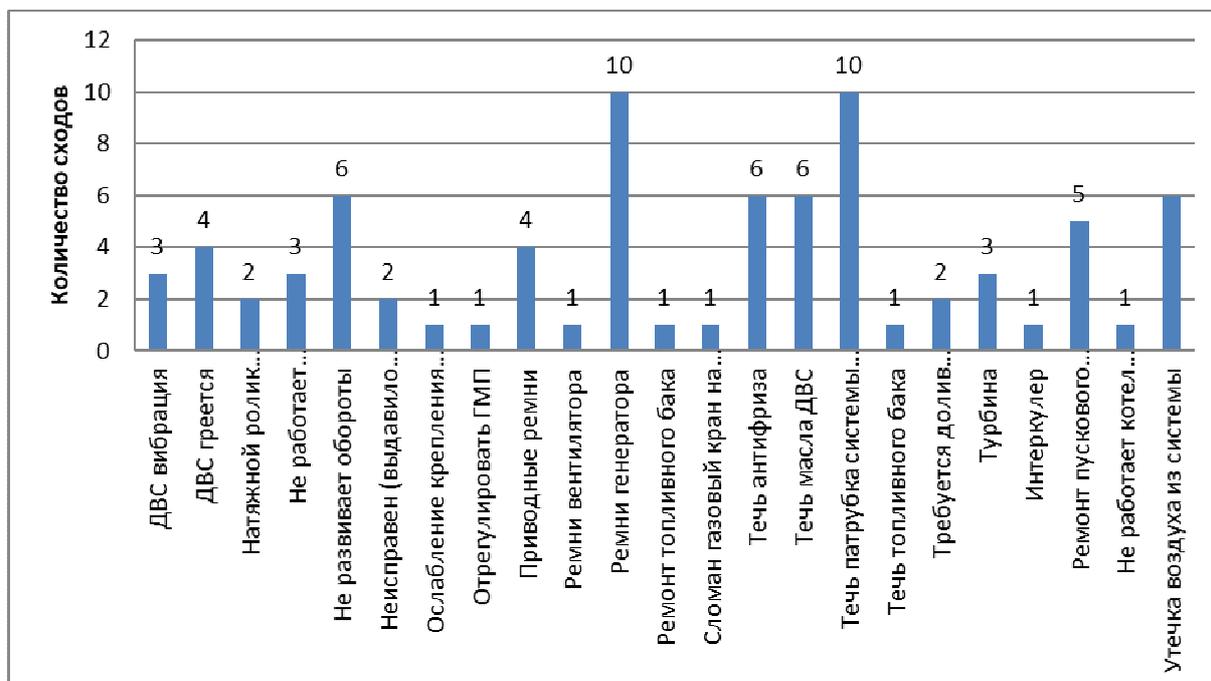


Рисунок 3.9. Заявки на ремонт двигателя и топливной системы

Таблица 3.11 – Заявки на ремонт по каждому автобусу

Наименование	170	171	172	173	174	175	176	Все-го
Неисправность ДВС, топливной системы	14	19	5	12	7	9	14	80

Сходы с ремонтом двигателя автобусов «Волгабас-5270G2» с 13.05.2016 г. до 1.05.2017 г. представлено в Приложении 1, таблица 1.

Количество сходов с ремонтом двигателя составило 80. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом двигателя 119 км, максимальное значение пробега 40469 км. Рассчитываем число групп выборки и интервал (табл. 3.12).

Таблица 3.12 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	21	0	0	0
2	4000-8000	6000	7	1	7	49
3	8000-12000	10000	4	2	8	16
4	12000-16000	14000	11	3	33	99
5	16000-20000	18000	12	4	48	192
6	20000-24000	22000	13	5	65	325
7	24000-28000	26000	6	6	36	216
8	28000-32000	30000	1	7	7	49
9	32000-36000	34000	4	8	32	256

10	36000-40000	38000	1	9	9	81
	-	-	80	-	$\sum n_i D_i = 245$	$\sum n_i D_i^2 = 1283$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = \bar{x}_0 + J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2000 + 4000 \cdot 245 / 80 = 12250$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \sqrt{1283/80 - (245/80)^2} = 4000 \sqrt{1604 - 9,38} = 4000 \cdot 2,58 = 10320$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 10320 / 12250 = 0,9.$$

Распределения пробегов до сходов с ремонтом от определённых значений подчиняются закону Вейбула [12]: значение коэффициента вариации больше 0,3 и равен 0,9.

Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замечено $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 12250$	$ U_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 10320$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i \cdot J \cdot \varphi(u_i)}{\sigma} = 31 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2000	21	-10250	0,993	0,2444	8	21
2	6000	7	-6250	0,606	0,3312	11	1,45
3	10000	4	-2250	0,218	0,3894	13	6,2
4	14000	11	1750	0,17	0,3932	13	0,3
5	18000	12	5750	0,56	0,3410	12	0
6	22000	13	9750	0,94	0,2565	10	0,9
7	26000	6	13750	1,33	0,1647	7	0,14
8	30000	1	17750	1,72	0,0909	4	2,25
9	34000	4	21750	2,12	0,0422	1	8
10	38000	1	25750	2,5	0,0175	1	0
-	-	$\sum n_i = 80$	-	-	-	80	$\sum x^2 = 42,49$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$  [12].

Наблюдаемая величина критерия  $x_{набл.}^2 = 42,49$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 10 - 3 = 7$ :  $x_{кр}^2 = 14,1$ . Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $42,49 > 14,1$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов до схода с ремонтом двигателей автобусов не подтверждается. Распределения наблюдаемых и теоретических пробегов до сходов с ремонтом двигателя подчиняются закону Вейбулла, что говорит о качественном изготовлении двигателя. При установлении пробега до выполнения ТО1 5000 км и ТО2 10000 км количество сходов уменьшится.

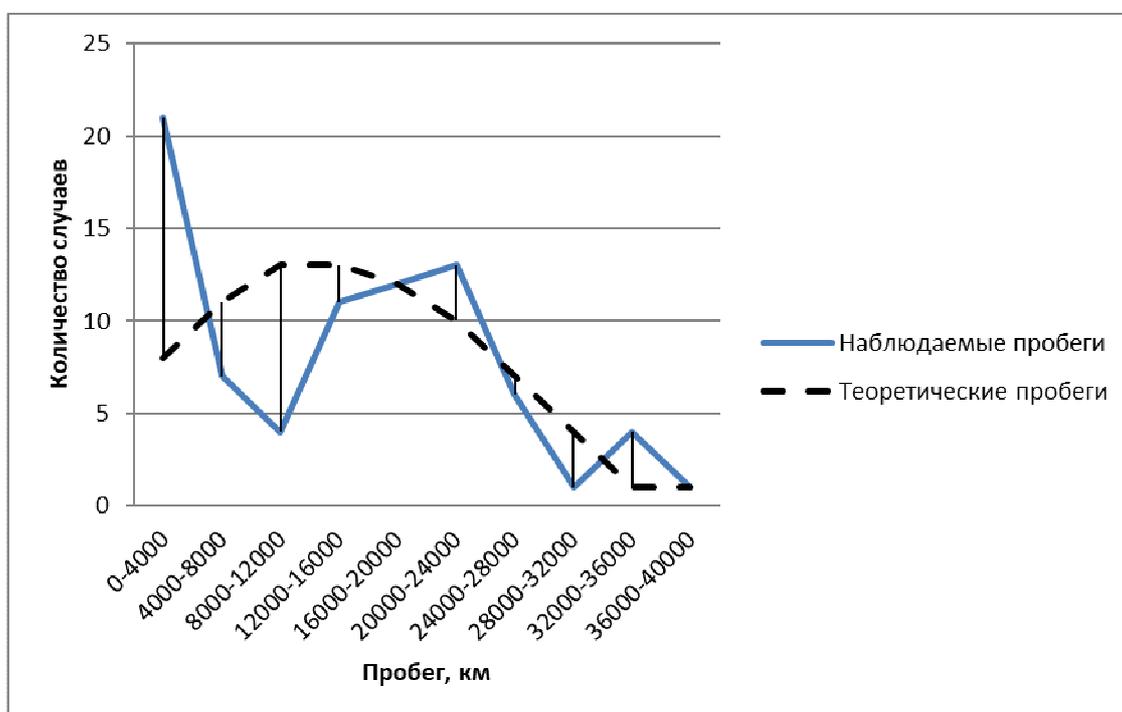


Рисунок 3.10. Наблюдаемые и теоретические пробеги до схода с ремонтом двигателя

Распределения наблюдаемых и теоретических пробегов до сходов с ремонтом двигателя подчиняются закону Вейбулла, что говорит о качественном изготовлении двигателя. Сходы происходят в основном до пробега 4000 км – 21 сход. При установлении пробега до выполнения ТО1 с 15000 км до 5000 км и ТО2 с 30000 км до 10000 км количество сходов существенно уменьшится, так как регулярные плановые работы будут проводиться при ТО, а не при сходе с маршрута.

### 3.2.3 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270G2» в 2021 году

Проведен анализ сходов с ремонтом узлов и агрегатов «Волгабас-5270G2» за период с 01.01.2021.г. по 31.12.2021 г. Всего зафиксировано 492 схода.

Таблица 3.14 – Сходы с ремонтом подвески, рулевого управления, трансмиссии

№ п/п	Название неисправности	Количество за-явок на ремонт
1	Люфт крестовины кардана	10
2	Люфт передней крестовины	5
3	Люфт задней крестовины	2
4	Вибрация кардана	5
5	Люфт поперечной рулевой тяги слева	1
6	Люфт поперечной рулевой тяги справа	1
7	Течь масла с рулевого механизма	5
8	Люфт карданного вала руля	1
9	Биение руля	1
10	Угловой редуктор (шум, стук)	1
12	Натяжной ролик гидроусилителя	1
13	Течь масла с насоса ГУР	1
14	Требуется долить масла в ГУР	2
15	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	1
17	Стук в подвеске слева перед. моста	1
18	Торсион	8
19	Амортизаторы	1
20	Справа первый амортизатор	3
21	Слева первый амортизатор	1
22	Справа второй амортизатор	1
23	Стук в переднем правом колесе	1
24	Стук в подвеске заднего моста слева	2
25	П/подушка правая первая	4
26	П/подушка правая вторая	2
27	П/подушка правая третья	2
28	П/подушка левая вторая	2
29	П/подушка левая третья	2
30	П/подушка левая первая	3
31	Неисправность системы ECAS	2
32	КУП задний правый	1
33	КУП задний левый	1
34	Нет передач	1
35	АКПП	1
36	Крепление КПП/ГМП	1
Итого		77

Таблица 3.15 – Сходы с ремонтом воздушной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Воздушная трубка компрессора	3
2	Утечка воздуха с дверного механизма второй двери	1
3	Утечка воздуха с системы	26
4	Ремни компрессора	1
5	Компрессор не докачивает	1
6	Отогрев воздушной системы	2
7	Утечка воздуха над задним мостом	1
8	Долить масло в гидропривод вентилятора	2
9	Утечка воздуха у рессиверов	2
Итого		39

Таблица 3.16 – Сходы с ремонтом тормозной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	АБС	10
2	Нет стояночного тормоза	3
3	Не работает ретардер	1
4	Т/шланг т/кам. правой второй	1
5	Суппорт (Левый/правый)	2
6	Т/шланг т/кам. левой первой	3
7	Т/шланг т/кам. правой первой	3
8	Клинит переднее левое колесо (греется)	1
9	Клинит заднее правое колесо (греется)	4
10	Клинит колесо	1
Итого		29

Таблица 3.17 – Сходы с ремонтом системы отопления и кондиционирования

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Не работает кондиционер	3
2	Не работает отопитель салона	5
3	Течь радиатора	8
4	Течь патрубков отопителя салона	1
5	Нет циркуляции воздуха	1
Итого		18

Таблица 3.18 – Сходы с ремонтом электрооборудования

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	АКБ	1
2	Вентилятор системы охлаждения	9
3	Замкнуло электропроводку	4
4	КУП передний	12
5	Не горят габариты, автопоезд	4

6	Не горят боковые фонари	2
7	Не горят противотуманные фары	2
8	Не горят стопы	2
9	Не горят фары	11
10	Не показывает давление масла	1
11	Не работает стеклоочиститель	3
12	Нет зарядки	3
13	Нет поворотов	1
14	Утечка воздуха с энергоаккумулят. (Лев./Прав.)	3
15	Не работает замок зажигания	1
16	Не работает тахограф	1
17	Освещение гос. номера	1
18	Не работает обдув лобового стекла	10
19	Не работает противопожарный блок	1
20	Не работают кнопки остановки по требованию	1
21	Клавиша панели	1
22	Натяжной ролик генератора	1
Итого		75

Таблица 3.19 – Сходы с ремонтом кузова и салона

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок на ремонт
1	Бампер передний	2
2	Водительская дверь	1
3	Не работает вторая дверь	5
4	Не работает первая дверь	3
5	Не работает третья дверь	4
6	Перегородка в салоне	1
7	Поручни салона	2
8	Потолок салона	1
9	Ремонт арки колеса	2
10	Ремонт дверей	6
11	Стекло боковое	4
12	Стекло лобовое	2
13	Сварочные работы	6
14	Капот отсека двигателя	1
15	Кронштейн наружного зеркала заднего вида	2
16	Молдинг арки колеса	1
17	Стекло створки двери	1
Итого		44

Таблица 3.20 – Сходы с ремонтом двигателя и топливной системы

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок с ремонтом
1	ДВС вибрация	3
2	ДВС греется	11
3	ДВС не запускается	7
4	ДВС работает с перебоями	22
5	Глохнет ДВС	2
6	Течь воды ДВС	4
7	Свечи зажигания	4
8	Не работает турбокомпрессор	1
9	Не развивает обороты	46
10	Ослабление крепления ДВС	1
11	Приводные ремни	2
12	Ремни вентилятора	3
13	Заправочное устройство газо-топливной системы	1
14	Течь антифриза	7
15	Течь масла ДВС	16
16	Требуется долив антифриза в систему	5
17	Интеркулер	1
18	Ремонт пускового подогревателя	5
19	Дымление ДВС	1
20	ДВС не заводится со стартером	2
21	Повышенный расход топлива	1
22	Течь патрубка системы охлаждения	10
23	Требуется долить масло в ДВС	8
24	Масляный фильтр	1
25	Аварийный выход газа	3
26	Защита картера ДВС	1
27	Насос привода вентилятора системы охлаждения	7
28	Проверка уровня жидкости в расширительном бачке	3
29	Глушитель сечет\обрыв	4
30	Водяной насос	3
31	Ремни водяного насоса	1
32	Газы в салоне	1
33	Запах газа метана	3
34	Утечка газа	1
Итого		191

Таблица 3.21 – Прочие сходы с ремонтом

№ п/п	Название неисправности	Количество заявок с ремонтом
1	Переднее правое колесо (резина)	2
2	Переднее левое колесо (резина)	1
3	Заднее левое внутреннее (резина)	6
4	Заднее левое наружное (резина)	3
5	Заднее правое наружное (резина)	4
6	Заднее правое внутреннее (резина)	1
7	Шпильки левого заднего колеса	1
8	Лопнула ферма переднего моста	1
Итого		19

Таблица 3.22 – Сходы с ремонтом автобусов «Волгабас-G2» за исследуемые периоды

№ п/п	Сходы с ремонтом	Количество сходов	
		С 13 мая 2016 года по 1 мая 2017 года – гарантия	2021 год
1	ДВС, топливная система	80	191
2	Подвеска, трансмиссия	41	77
3	Электрооборудование	65	18
4	Тормозная система	19	29
5	Воздушная система	15	39
6	Система отопления и кондиционирования	21	75
7	Кузов, салон	58	44
8	Прочие сходы		19
Итого		299	492

В 2021 году по сравнению с гарантийным периодом увеличилось количество сходов с ремонтом двигателя и топливной системы. Наибольшее количество сходов из-за работы двигателя с перебоями, не развивает обороты, из-за перегрева, течи масла. Предполагается, что эти сходы связаны с качеством газового топлива.

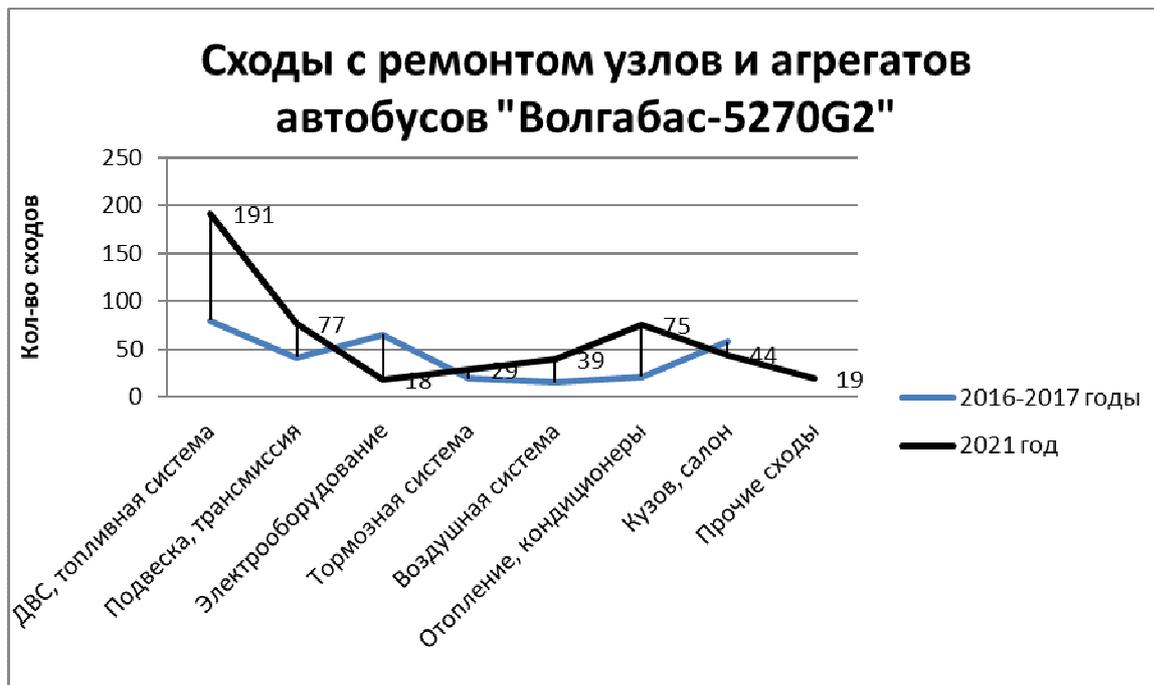


Рисунок 3.11. Сходы с ремонтом узлов и агрегатов автобусов «Волгабас-5270G2»

Для автобусов «Волгабас-5270G2» заводом-изготовителем установлен пробег до ТО1 и ТО2 15000 км и 30000 км. Для уменьшения сходов с ремонтом необходимо установить пробег до ТО1 5000 км, до ТО2 10000 км.

### 3.3 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270GH»

#### 3.3.1 Анализ сходов с ремонтом автобусов «Волгабас-5270GH»

##### в гарантийный период

С ноября 2017 года в МУП ВАК №1732 эксплуатируются 50 низкопольных автобусов «Волгабас-5270GH». Автобусы «Волгабас-5270GH» на моторном топливе метан производства Холдинга «Бакулин Моторс Групп» (подразделение НПК «Волгабас Волжский») в количестве 50 единиц получены МУП Волжской автоколонной №1732 в рамках экологической Программы правительства РФ. Автобусы эксплуатируются на городских маршрутах №2у и № 14 города Волжского. Гарантийный период составляет 12 месяцев с 11 ноября 2017 года по декабрь 2018 года.

Принято, что сход с ремонтом автобусов может быть полным отказом – лишаящим автобус подвижности или частичным – снижающим экс-

платационные качества автобуса [18]. Средний пробег автобусов составил на 18 мая 2018 года 22662,6 км. На каждом автобусе ремонт проводился по необходимости при поломке на линии.

Произведено определение классификационных признаков возникновения отказов и распределение отказов по виду [21,45] учитываемых в оценке обеспечения работоспособности автобусов. Всего зафиксировано 930 отказов, затраты времени на ремонт составили 6951,8 часа.

Таблица 3.23 – Выбор классификационных признаков возникновения отказов

№ п/п	Классификационный признак	Вид отказа	Примечание
1	По частоте возникновения (наработке на отказ, км)	Отказ элементов, вызывающие неисправность автобуса или отказ	В МУП ВАК №1732 отсутствуют данные по наработке узлов и агрегатов в км между сходами
2	По влиянию на работоспособность	Отказ элементов, вызывающие неисправность автобуса или отказ	Выборка отказов из 930-ти сходов
3	По источнику возникновения	Конструктивный; производственный; эксплуатационный, в т.ч. техническое обслуживание	Выборка отказов из 930-ти сходов с ремонтом
4	По трудоёмкости и продолжительности устранения, часы	Время устранения неисправности	6951,8 часа
5	По связи с отказами других агрегатов или систем	Зависимые и независимые отказы	Отсутствуют данные. Возможно только предположить связь
6	По характеру (закономерности) возникновения	Постепенные отказы и внезапные отказы	Отсутствуют данные. Возможно только предположить связь

Распределение сходов автобусов с отказами по данным эксплуатации представлено в таблице 3.24, рисунке 3.12. Наибольшее количество сходов связанных с работоспособностью автобуса б20: с рулевым управлением – 20, тормозами – 21, электрооборудованием – 274, двигателем – 51, клинят колёса, замена автошин – 64. Отказов, не связанных с работоспособностью автобусов, – 310: кузовные работы, связанные со сваркой, работы в салоне: обрыв поручней – 15, стук подвески – 57, не работают двери – 115.

Таблица 3.24 – Распределение сходов автобусов с отказами

№ п/п	Отказы, связанные с работоспособностью автобуса	Кол.	№ п/п	Отказы, не связанные с работоспособностью автобуса	Кол.
1	Люфт рулевых тяг, тугое рулевое, биение руля,	13	1	Кузовные работы, сварочные работы	15
	Рулевой механизм: крепление, течь масла	7	2	Дверка отсека запасной, а/шины	
2	Тормоза: обрыв тормозных накладок, трещётка, АВС, клинят, тормозной кран	21	3	Поручни салона, ремонт дверей, ролик	
			4	Сиденье в салоне, сиденье водителя	
3	Колёса: клинят, шпильки, стук	64	5	Потолок люк в салоне, ремонт багажного отделения, крыша	
4	Сцепление: нет выжима, регулировка, ПГУ	20			
5	Электрооборудование: стеклоочиститель, спидометр, тахометр, стопы, габариты, замыкание проводки, обдув лобового стекла, нет звукового сигнала, фары, выключатель массы	274	6	Обшивка и покраска правой боковины, бампер передний	26
			7	Лобовое стекло, стекло заднее, кронштейны зеркал	20
			8	ТО1, диагностика Д-1	3
	АКБ	9	9	Обрыв глушителя, сечёт глушитель	2
	Генератор, стартер, коллектор	5	10	Двери не работают	115
6	Трансмиссия:		11	Сбой компьютера, нет информации	9
	КПП: шум, самовыключение передач, трос	31	12	Запах газа в салоне, утечка метана	11
	Течь бортовой, шум в редукторе	2			
7	Двигатель: давление, течь масла и топлива, греется, перебои, не запускается, не сбрасывает обороты, шум	52			
8	Компрессор: утечка воздуха, не докачивает	14	15	КУП	28
9	Система охлаждения: течь патрубков, выбивает воду, долив антифриза	108			
Всего		620	Всего		310

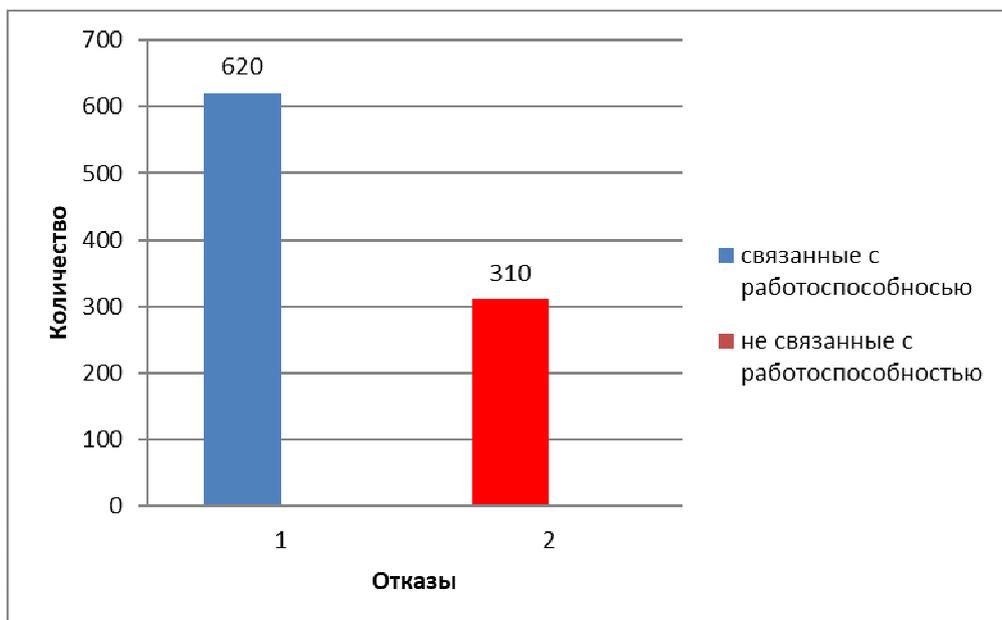


Рисунок 3.12. Распределение сходов автобусов с отказами

Произведена систематизация сходов по системам: охлаждения, тормозной, топливной, воздушной, выхлопной; по агрегатам: ДВС, КПП, подвеске, автошинам, кузов, салон; рулевое управление; электрооборудование. Всего 930 сходов.

По ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» произведена систематизация видов отказов и принадлежность их к критическим и некритическим, их, в свою очередь, к существенным и несущественным.

Критические существенные отказы могут привести к потере работоспособности, а критические не существенные отказы могут привести к ухудшению эксплуатационных свойств, но автобус сможет работать.

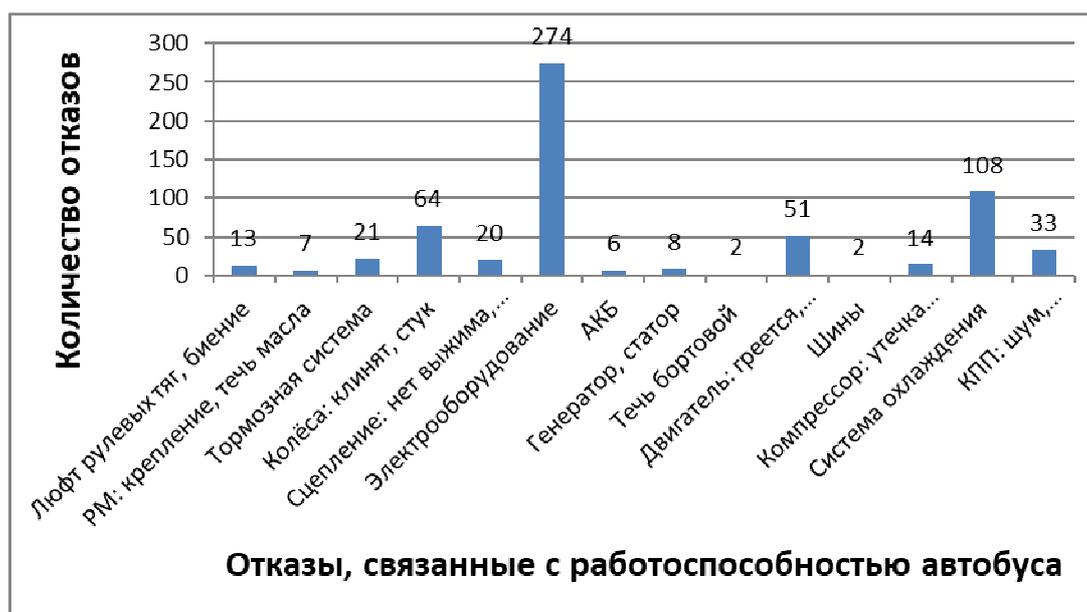
Все сходы сведены в соответствующие таблицы и определено количество отказов критических и некритических по узлам, агрегатам и системам. Результаты представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Критические и некритические отказы

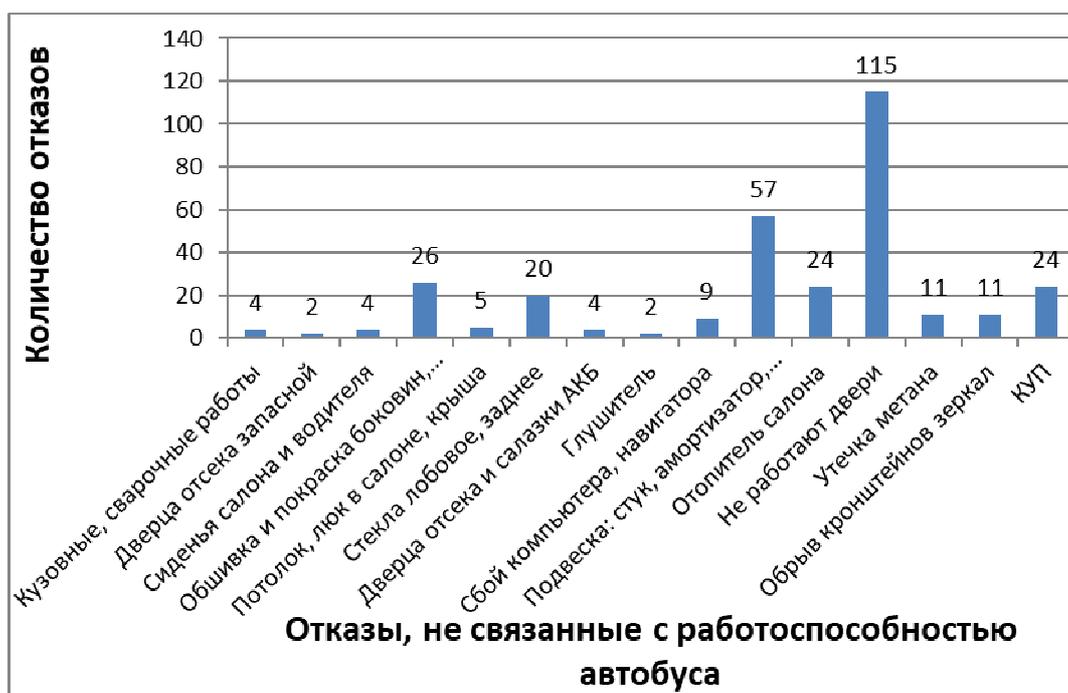
№ п/п	Система автобуса	Кол-во	Критические		Некритические	
			Сущест.	Несущ.	Сущест.	Несущ.
1	Воздушная система	17	-	-	17	-
2	Выхлопная система	4	-	-	-	4
3	ДВС	47	Завис21	Завис23	Завис1	2
4	Кузов	101	-	-	-	101

5	Подвеска	62	-	-	62	-
6	Рулевое управление	18	18	-	-	-
7	Салон	9	-	-	-	9
8	Система охлаждения	116	-	-	-	Завис116
9	ТО-1	2	-	-	-	2
10	Топливная система	11	3	2	Завис 6	-
11	Тормозная система	65	62	-	3	-
12	Трансмиссия	73	1	-	72	-
13	Шины	3	-	3	-	-
14	Электрооборудование	402	27	25	259	91
Итого		930	132	53	420	325
			185		745	

Из общего количества отказов критических 185: из них 132 определены как существенные, в том числе зависимых 21 (ДВС); из 53-х несущественных отказов 23 зависимых по ДВС. Некритических отказов 745: из них 420 определены как существенные, в том числе зависимых 18 (по ДВС, топливной и воздушной системам); из 325-и несущественных отказов 116 зависимых по системе охлаждения. Сварочные работы кузова и работы, проводимые в салоне автобуса, определены как некритичные конструктивные несущественные отказы, не влияющие на работоспособность автобуса.



а)



б)

Рисунок 3.13. Сходы с ремонтом автобусов: а) отказы, связанные с работоспособностью автобусов; б) отказы, не связанные с работоспособностью автобусов

Эксплуатация автобуса «Волгабас-5270GH» в МУП ВАК № 1732 в течение полутора лет показали большое количество сходов с ремонтом передней и задней подвесок. Количество сходов с ремонтом по каждому автобусу представлено в таблице 3.26.

Всего отказов по подвескам – 62, рулевого управления – 20, тормозной системы – 21, по системе охлаждения – 108, по электрооборудованию – 274, с ремонтом дверей – 115, клинят передние и задние колеса – 64, самовыключение КПП, шум – 33, КУП – 24, ремонт кузова и салона – 15.

Распределение сходов с реонтом подвески, рулевого управления, тормозной системы, электрооборудования, ДВС, кузова и салона, трансмиссии, системы охлаждения представлены на рисунках 3.14-3.21.

Таблица 3.26 – Количество сходов с ремонтом по каждому автобусу

№ п/п	Системы автобуса	Гаражный номер автобуса																		Итого	
		800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817		
1	Воздушная система							1						1	1	1		1	1		
2	Выхлопная система																			2	
3	ДВС		1	2	2	2	1	1	1	4	2			2	2	1	1				
4	Кузов, салон,								3	5				1				3			
5	Подвеска	3	1	1	5		1	1		4	3	9	5		2	1					
6	Рулевое управление				1		1				1	2			1					2	
7	Сбой компьютера, регистратора, информация			1							1							1			
8	Система охлаждения	2	1	2	5	4	3	3	1	5	1	4	4	4	1	1		8	4		
9	ТО-1, Д-1																				
10	Топливная система																				
11	Тормозная система					1		1	1		2		1	1			1				
12	Трансмиссия, КПП		2	3		2			2	1		4		1	3		1	1			
13	Колёса, шины	1		1	1	2			7	4		1	2	5	1			1			
14	Электрооборудование	5	5	5	6	8	7	5	7	19	9	4	6	25	10	5	8	10	3		
15	Двери не работают	1	6	5	5	5	8	6	3	8	2	3	6	2	6					4	
16	АКБ, генератор						4											1	1		
17	Бампера, боковины	1							2	2		1		1							
18	Утечка газа	1			1	2								1		1					
19	Сцепление	2	2			1						2					1	1			
20	Стекла, зеркала							1	3									4	1		
21	Подогреватель	1	3	1			1		1	2	1			2	1					1	
22	КУП		7						1	1							2		1		
<b>Общий итог</b>		<b>17</b>	<b>28</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>32</b>	<b>55</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>21</b>		

Таблица 3.26 (продолжение) – Количество сходов с ремонтом по каждому автобусу

№ п/п	Системы автобуса	Гаражный номер автобуса																		Итого
		818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	
1	Воздушная система		2	2		1	1		1											
2	Выхлопная система																			
3	ДВС	2	1	5	3	1		1	3	1	3	2							1	
4	Кузов, салон,	1			2															
5	Подвеска	3	1		3				3		1									
6	Рулевое управление		2		2			2	2				1			1				
7	Сбой компьютера, регистратора, информация				1	1	1		1	1										
8	Система охлаждения	3	3	3	3	4	4	2	1	2	3	6		2	1		1		2	
9	ТО-1, Д-1	1				1														
10	Топливная система							1												
11	Тормозная система				1				2		1	1			2			1		
12	Трансмиссия, КПП				1	1		1	1			1	1							
13	Колёса, шины		4	1	9	2		1	9	1	2	3				1				
14	Электрооборудование	2	9	7	12	9	7	5	14	6	4	6	2	3	3	2	2	1	3	
15	Двери не работают		4		7	4	3	3	1	2	5	4	1	1	1			1		
16	АКБ, генератор	1			1				2			1	2							
17	Бампера, боковины	2	2			1		1			1			4	1	1			1	
18	Утечка газа					1						1			1	1				
19	Сцепление	1		1	4				1								1			
20	Стекла, зеркала		1		3	1		1	1						1					
21	Подогреватель			1	1		4				2						1			
22	КУП	1	1			3	2	1	2		1									
<b>Общий итог</b>		<b>17</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>53</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	

Таблица 3.26 (продолжение) – Количество сходов с ремонтом по каждому автобусу

№ п/п	Системы автобуса	Гаражный номер автобуса																	Итого	
		836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849					
1	Воздушная система		1																	14
2	Выхлопная система																			2
3	ДВС			1	1		1			1			1		1					51
4	Кузов, салон,																			15
5	Подвеска		4	1		1		2		1			1							62
6	Рулевое управление										2									20
7	Сбой компьютера, регистратора, информация											1								9
8	Система охлаждения		3	2	2	3			1				1	1	2					108
9	ТО-1, Д-1					1														3
10	Топливная система																			1
11	Тормозная система	1		2						1			1							21
12	Трансмиссия, КПП			2		1	1			2		1								33
13	Клинят колёса	1							1				1	1						64
14	Электрооборудование	2	4	2	3	4	2	2	1	1	2	2	1	2	2					274
15	Двери не работают	1			3	1							1	1	1					115
16	АКБ, генератор									1										14
17	Бампера, боковины					1				1					2					26
18	Утечка газа							1												11
19	Сцепление													1	2					20
20	Стекла, зеркала			1	1					1										20
21	Подогреватель				3		1				1									28
22	КУП		1																	24
<b>Общий итог</b>		<b>5</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>10</b>					<b>930</b>

Таблица 3.27 – Количество сходов с ремонтом автобусов

Гар. номер	Пробег	Кол-во сходов	Гар. номер	Пробег	Кол-во сходов	Гар. номер	Пробег	Кол-во сходов
800	28 224,1	20	817	32 488,3	20	834	16 504,8	3
801	27 371	27	818	35 034	18	835	19 391,3	11
802	29 594,2	20	819	23 181,1	30	836	18 239,9	5
803	29 711,7	28	820	19 225,8	21	837	18 306,8	24
804	19 381	27	821	24 924	48	838	15 702,7	10
805	21 228,9	26	822	30 447,8	30	839	17 601,4	14
806	29 773,1	18	823	28 622,1	23	840	18 713,1	14
807	20 835,4	30	824	27 011,2	17	841	16 859,2	3
808	27 678,5	50	825	23 056,5	41	842	19 308,2	6
809	28 325,4	22	826	33 024,2	13	843	19 123,4	3
810	24 182,1	28	827	27 843,1	20	844	14 088,8	9
811	30 369,7	25	828	31 914,4	24	845	17 392,3	8
812	27 318,9	43	829	20 334,2	9	846	15 213,3	5
813	26 583,5	28	830	18 639,3	12	847	15 692,5	6
814	32 192,5	6	831	17 962,8	8	848	14 542	8
815	9 088,7	9	832	18 897,4	10	849	13 498,7	12
816	20 810	30	833	17 678,3	8		Всего	930

В среднем каждый автобус сходил с ремонтом 19 раз (табл. 3.27).

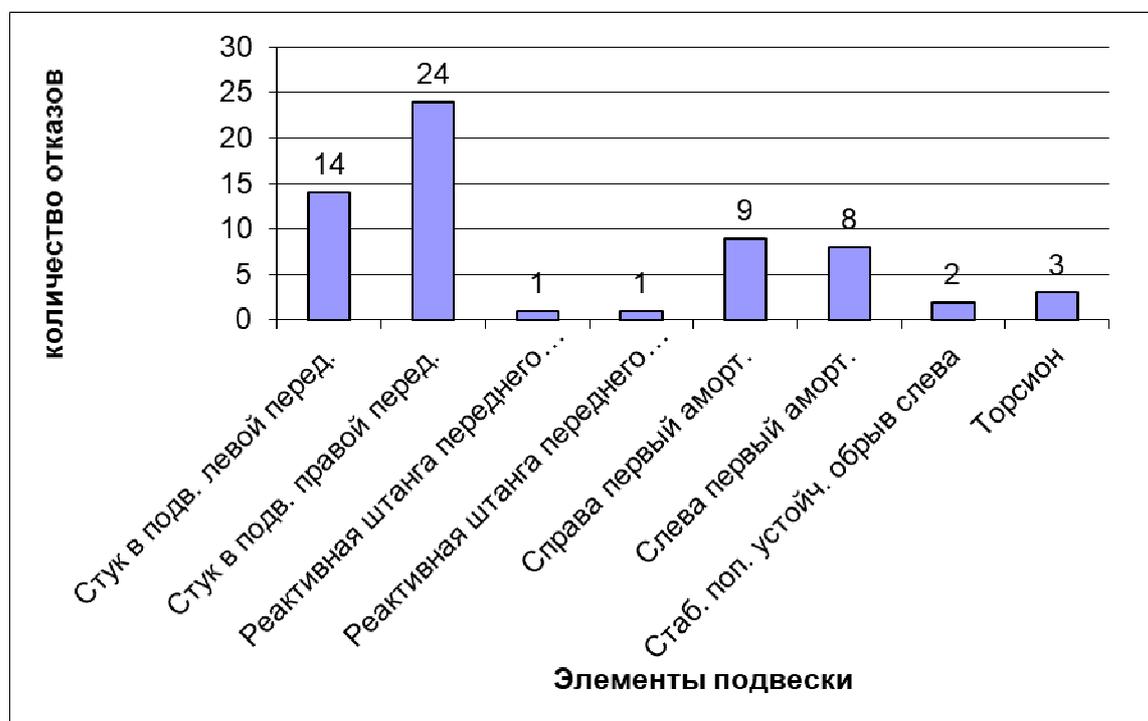


Рисунок 3.14. График сходов с ремонтом подвески автобуса

Наибольшее количество сходов с ремонтом передних подвесок – 38. Основные неисправности передних подвесок: стук в передних подвесках (рис. 3.14).

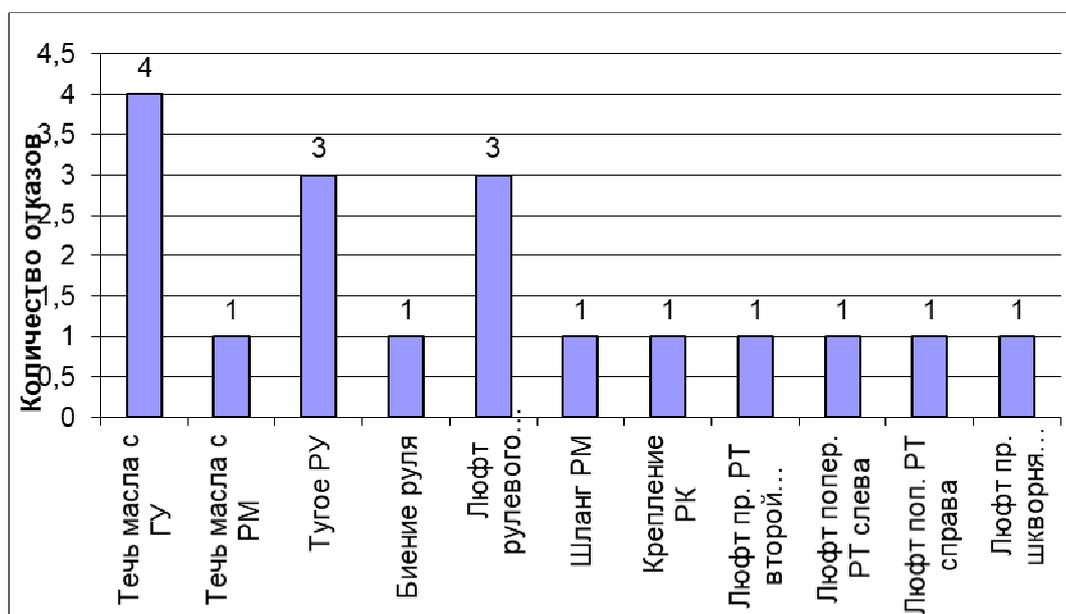


Рисунок 3.15. График сходов автобусов с рулевым управлением

Основные неисправности в рулевом управлении люфты шарниров рулевых тяг, течь масла с ГУ и рулевого механизма (рис. 3.15). В ТО1 и ТО2 входит проверка состояния рулевых тяг и их шарниров, затяжка соединений. Необходимо применять качественные рулевые тяги отечественного производства.

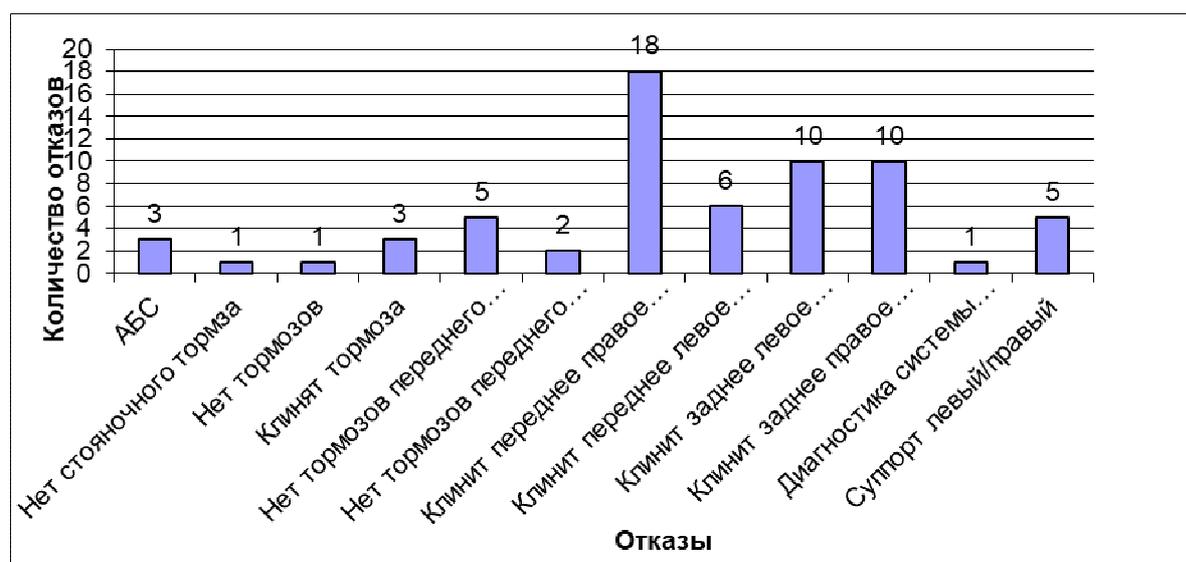


Рисунок 3.16. График сходов автобусов с тормозной системой

В ТО1 и ТО2 входят работы по проверке состояния тормозных колодок и их замена при необходимости.



Рисунок 3.17. График сходов автобусов с электрооборудованием

Сходы автобусов с электрооборудованием (рис. 3.17): замыкание электропроводки – 22 отказа, не работает первая дверь – 19 отказов, не работает вторая дверь – 44, не работают габариты – 48 отказов, не работают повороты, стопы, задний ход – 57 отказов, не работают датчики уровня пола – 22. Гарантийные обязательства ООО «ВОЛГАБАС» не распространяются на АКБ; аудио (видео) оборудование; внешние повреждения оптики фар; электрические лампочки. В ТО входит проверка состояния внешних световых приборов.

Количество сходов с ремонтом ДВС – 47. Обслуживание двигателя проводится еженедельно, а также на ТО1, ТО2. Производится проверка давления масла, устраняется утечка топлива и воздуха (рис. 3.18).

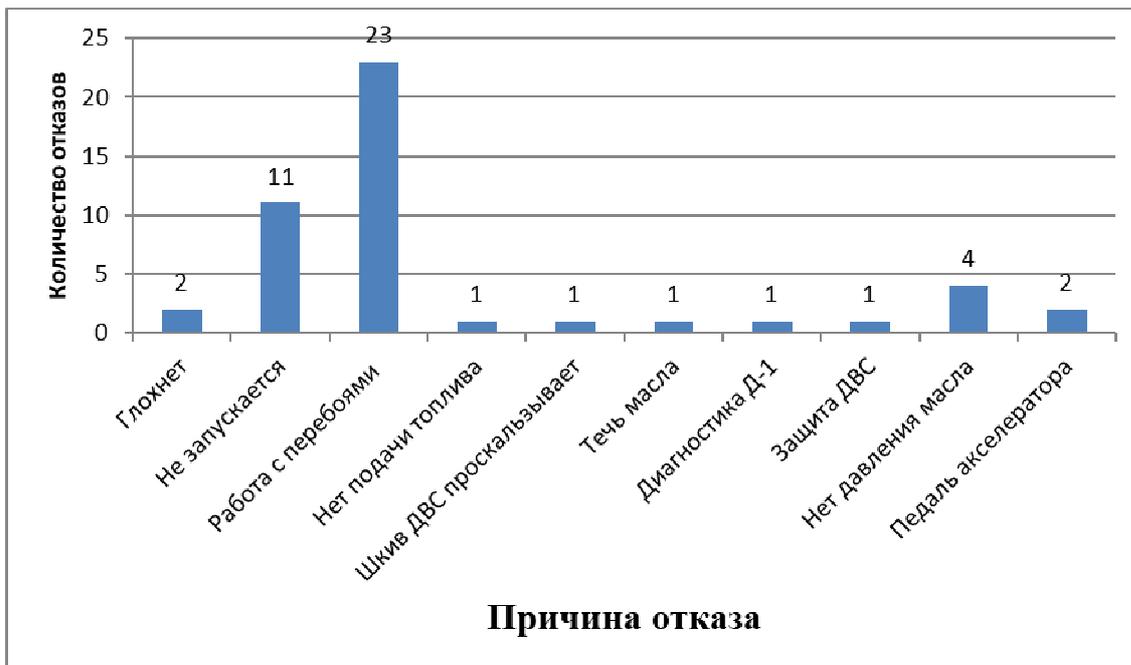


Рисунок 3.18. График сходов автобусов с ремонтом ДВС

К отказам, не связанным с работоспособностью автобусов, относятся кузовные и сварочные работы по ремонту кузова, салона, дверей; различные крепежные работы, крепление фар и фонарей. Наибольшее количество сходов связано с ремонтом дверей, в частности с ремонтом второй двери (рис. 3.19).

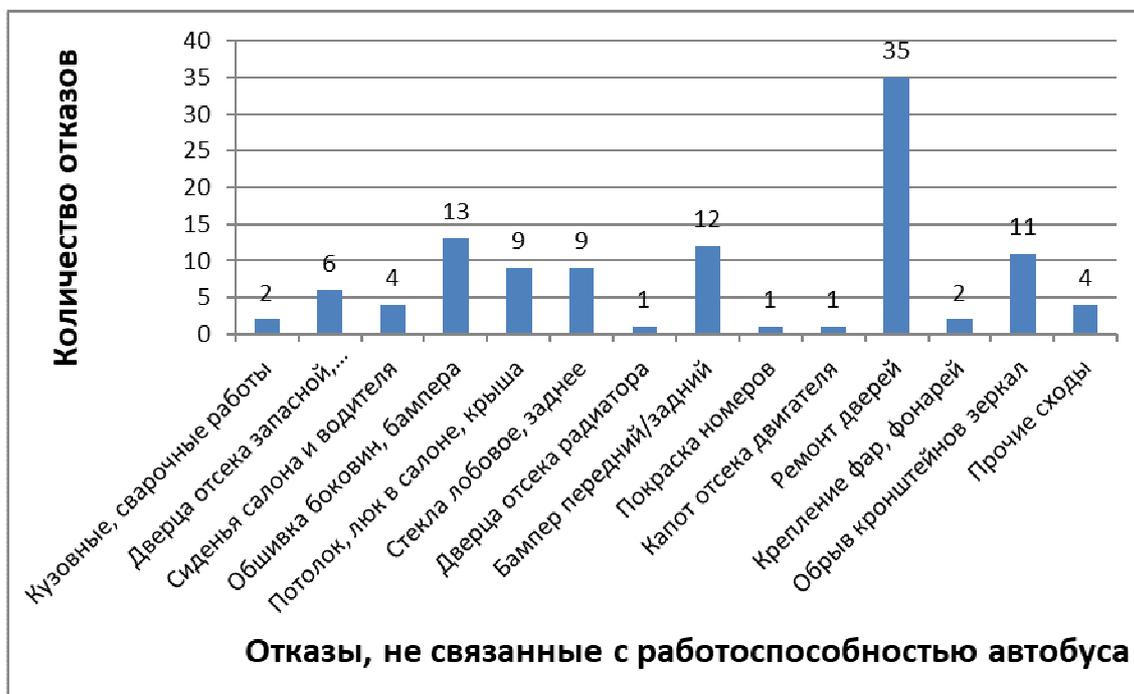


Рисунок 3.19. График сходов автобусов с ремонтом кузова и салона

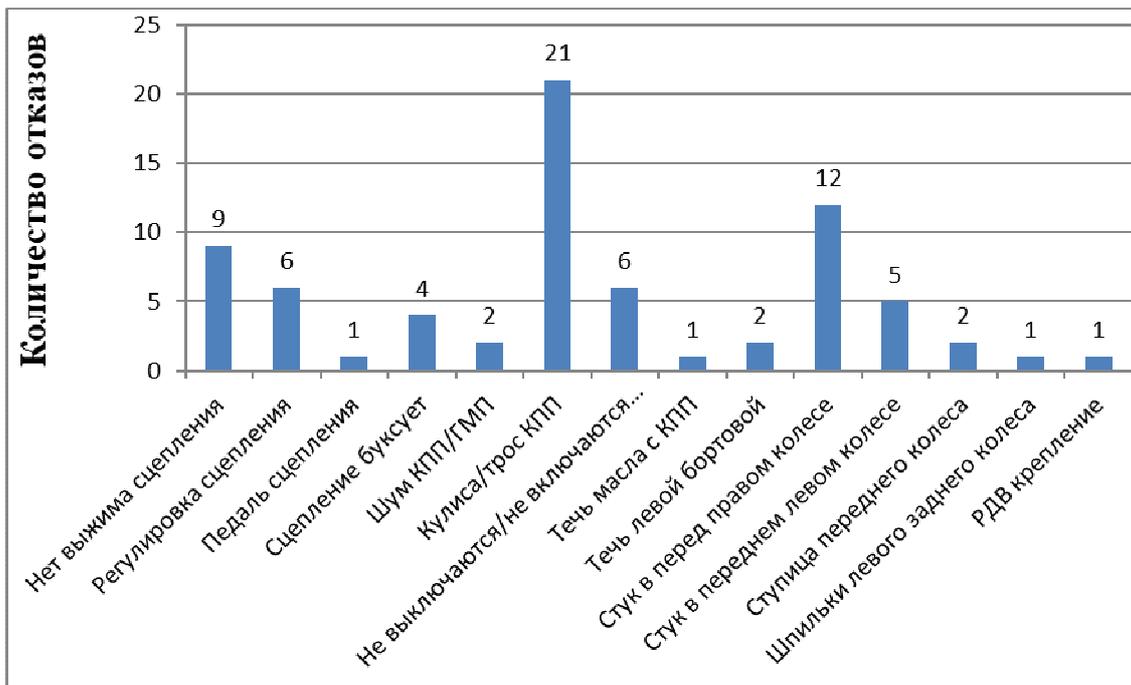


Рисунок 3.20. График сходов автобусов с ремонтом трансмиссии

Сходы автобусов с ремонтом трансмиссии представлены на рисунке 3.20. Наибольшее количество сходов с неисправностями сцепления: нет выжима сцепления – 9 сходов; с регулировкой сцепления – 6 сходов. С обрывом кулисы/троса КПП – 21 сход, также имелись случаи, когда не включались и не выключались передачи – 6 сходов. Сходы со стуками в передних колёсах составили 17 раз.

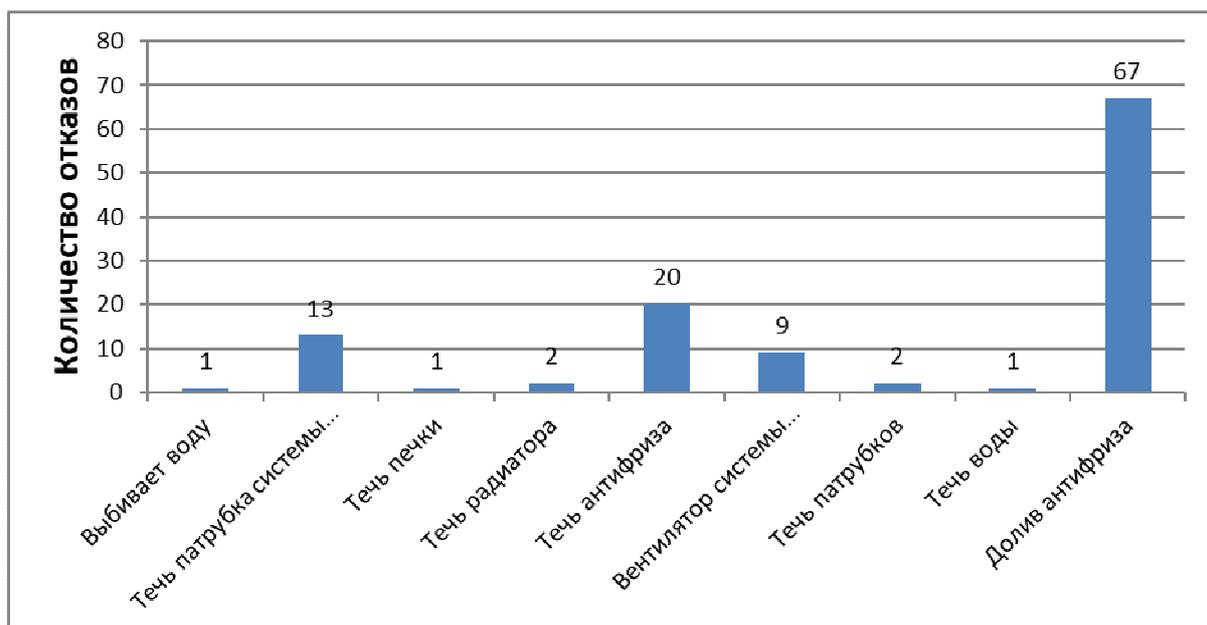


Рисунок 3.21. График сходов автобусов с ремонтом системы охлаждения

График сходов автобусов с ремонтом системы охлаждения представлен на рисунке 3.21. Наибольшее количество сходов с ремонтом системы охлаждения связан с доливом антифриза. Течь происходила из-за недостаточной затяжки патрубков. В автоколонне приходилось устранять эту неисправность и проводить дополнительную работу по затяжке патрубков [45, 46].

Таблица 3.28 – Предложения по улучшению эксплуатационных качеств автобуса «Волгабас-5270GH»

№ п/п	Наибольшее количество сходов с отказами	Причина неисправности	Предложения по улучшению эксплуатационных качеств
1	Течь антифриза	Недостаточная затяжка хомутов патрубков	Проводить контролируемую затяжку
2	Работа двигателя с перебоями	Слетают патрубки с турбокомпрессора, забиваются газовые фильтры	Проводить контролируемую затяжку, Оформлять рекламации на качество газа
3	Клинят передние тормоза	Не отрегулированы подшипники ступиц, недостаточно смазки (при разборке обнаружены ржавые подшипники)	Не качественная сборка
4	Не работают двери, автобус отъезжает от остановки при открытых дверях	Не качественные кнопки дверей китайского производства	Замена на кнопки отечественного производства
5	Обрыв кулисы/троса КПП	Не отрегулирован трос	Производить регулировку согласно заданным параметрам
6	Электрооборудование: отсутствие сигнализации и наружного освещения	Нарушение контактов осветительных приборов	Не качественная сборка
7	Рекомендация: создать в ООО «Волгабас-Волжский» сектор надёжности, как это практикуется на всех ведущих автозаводах. Это позволит собирать и систематизировать сходы, улучшать качество и обеспечить конкурентоспособность		

### 3.3.2 Анализ работоспособности двигателя «Волгабас-5270GH» в гарантийный период эксплуатации

Автобусы «Волгабас-5270GH» на моторном топливе метан производства ООО «Волгабас» в количестве 50-ти единиц в рамках экологической Программы правительства РФ получены МУП Волжской автоколонной №1732 в ноябре 2017 года. Автобусы эксплуатируются на городских маршрутах №2у и № 14. Гарантийный период с 11 ноября 2017 года по декабрь 2018 года.

Средний пробег автобусов равен 52358,8 км. Максимальный пробег у автобуса с гар. № 809 - 62080 км, минимальный у автобуса с гар. № 804 - 35301 км. Сходы с ремонтом двигателя автобусов «Волгабас-5270GH» представлены в Приложении 1, таблица 2.

Таблица 3.29 – Пробеги автобусов «Волгабас-5270GH-0000010»

Гар. номер	Пробег	Гар. номер	Пробег
800	54 455,78	817	54078,6
801	53 892,9	818	61351
802	56 995,9	819	46288,6
803	40 789,6	820	47768,6
804	35 301,7	821	46987,1
805	44 379,5	822	56402,7
806	49 445,2	823	55389,9
807	49 182,4	824	55942,1
808	46 216,8	825	43059,5
809	62 080,3	826	60604,1
810	57 361,8	827	58746,9
811	59954,1	828	61682,6
812	51201,4	842	54722,9
813	60136,9		
814	57379,1		
815	44507,9		
816	44474,1		

Марка двигателя «YUCHAI YC6J210N-52» Евро 5, 210 л. с. (155 кВт) при 2500 об/минуту и 710 Нм при 1300-1600 об/минуту. Количество сходов с ремонтом двигателя составило 201. Минимальное значение про-

бега до схода с ремонтом двигателя 70 км, максимальное значение пробега 42458 км. Рассчитываем число групп выборки и выборочные пробеги по группам (таблица 3.30).

Таблица 3.30 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	112	0	0	0
2	4000-8000	6000	32	1	32	32
3	8000-12000	10000	26	2	52	104
4	12000-16000	14000	9	3	27	81
5	16000-20000	18000	7	4	28	112
6	20000-24000	22000	3	5	15	45
7	24000-28000	26000	2	6	12	72
8	28000-32000	30000	5	7	35	245
9	32000-36000	34000	1	8	8	64
10	36000-40000	38000	1	9	9	81
11	40000-44000	42000	3	10	30	300
	-	-	$\sum n_i = 201$	-	$\sum n_i D_i = 248$	$\sum n_i D_i^2 = 1136$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = \bar{x}_0 + J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2000 + 4000 \cdot 248 / 201 = 6935$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \cdot \sqrt{1136 / 201 - (248 / 201)^2} = 4000 \cdot \sqrt{5.65 - 1.52} = 4000 \cdot 2.03 = 8120$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 8120 / 6935 = 1,17.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом подчиняются экспоненциальному закону, значение коэффициента вариации больше 0,3 и равен 1,17 [12].

Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонта по критерию Пирсона представлена в таблице 3.31.

Таблица 3.31 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеченов $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 6935$	$ U_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 8120$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i}{\sigma} \cdot J \cdot \varphi(u_i) = 198 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2000	112	-4935	0,61	0,3312	39	28,4
2	6000	32	-935	-0,12	0,3961	78	1,6
3	10000	26	3065	0,377	0,3712	62	3,2
4	14000	9	7065	0,87	0,2732	18	12,8
5	18000	7	11065	1,363	0,1582	3	5,06
6	22000	3	15065	1,855	0,0707	1	2,29
7	26000	2	19065	2,348	0,0252	0	0,33
8	30000	5	23065	2,841	0,0071	0	16
9	34000	1	27035	3,329	0,0022	0	0
10	38000	1	31035	3,822	0,0003	0	0
11	42000	3	34035	4,192	0	0	0
-	-	$\sum n_i = 201$	-	-	-	-	$\sum x^2 = 69,68$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$ . [12]

Наблюдаемая величина критерия  $\chi^2_{набл.} = 69,68$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 11 - 3 = 8$ :  $\chi^2_{кр} = 15,5$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $69,68 > 15,5$ . Распределение наблюдаемых пробегов подчиняется экспоненциальному закону, а теоретические – закону Вейбулла. В основном сходы

с ремонтом происходят при пробегах до 4000 км, то есть до выполнения ТО1.

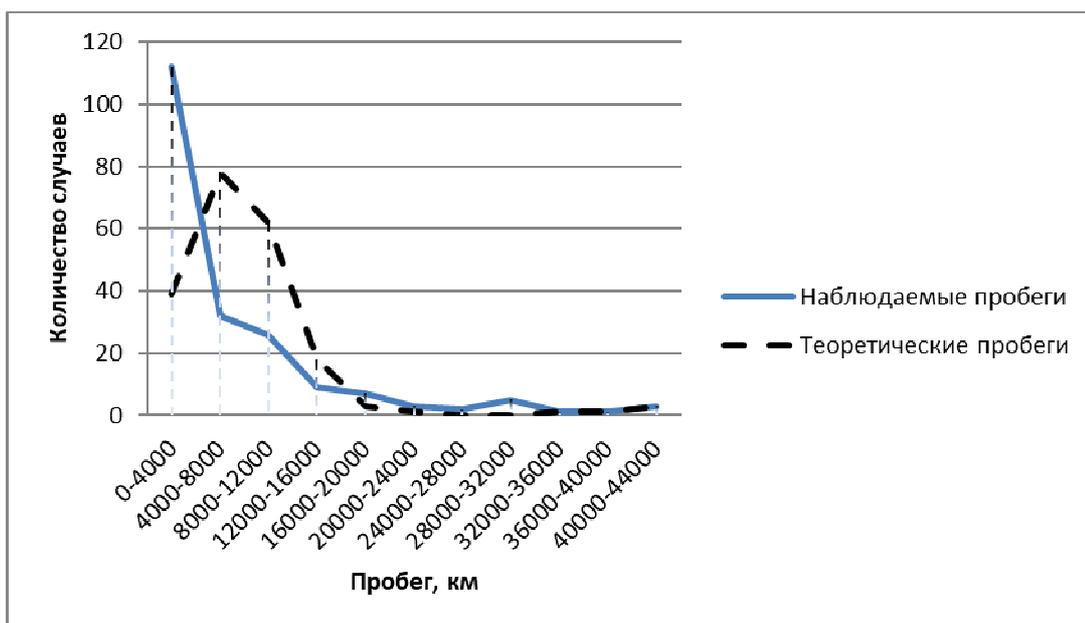


Рисунок 3.22. Наблюдаемые и теоретические пробеги до схода с ремонтом двигателя

Таблица 3.32 – Характер неисправности систем двигателя

№ п/п	Характер неисправности систем двигателя	Количество сходов	Причина неисправности
1	Долив антифриза	57	
2	Не развивает обороты, проверка дымности	29	
3	Течь патрубка сист. охлаждения	32	Недостаточная затяжка хомутов патрубков
4	Течь антифриза	18	
	ДВС не запускается, греется	18	
5	Вентилятор системы охлаждения	15	
6	Работа ДВС с перебоями, проверка дымности	15	Слетают патрубки с турбокомпрессора, забиваются газовые фильтры
7	Нет давления, течь масла	9	
8	Прочие сходы	8	
Всего сходов		201	

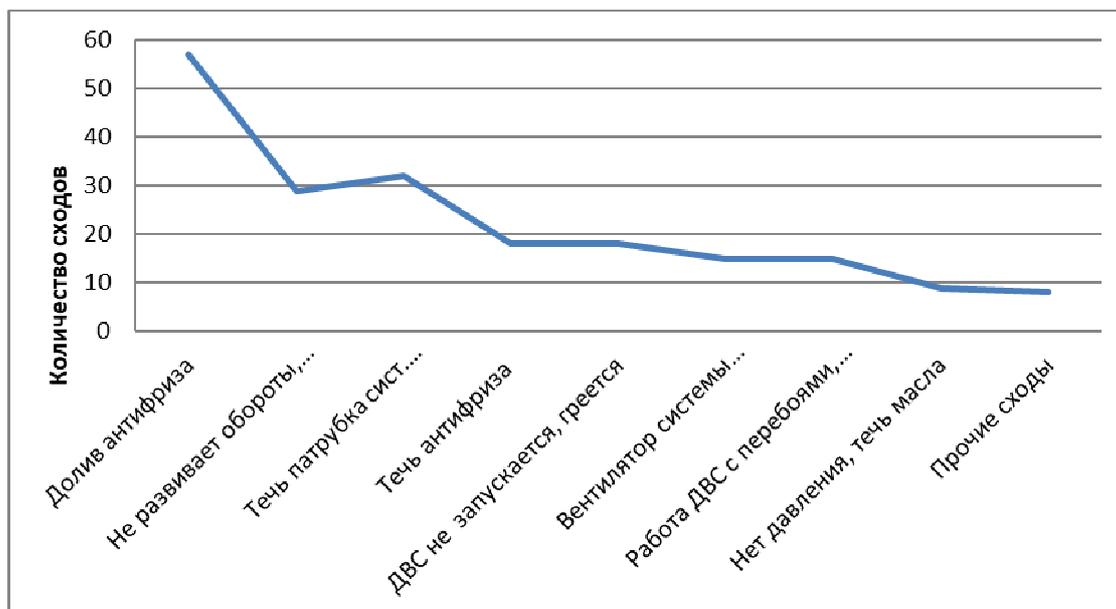


Рисунок 3.23. Характер неисправности двигателя

**Выводы по работоспособности двигателя.** Наибольшее количество сходов происходило из-за течи антифриза, что приводило к постоянному его доливу; двигатель не развивает обороты; ДВС не запускается и т.д. Основное количество сходов происходило до пробега 4000 км – 112. При пробеге 12000 км количество сходов 170 при общем количестве сходов за год 201 при среднем пробеге автобуса в исследуемый период 52358,8 км. В основном при сходе с ремонтом проводились регламентные работы, входящие в перечень ТО1 и ТО2. ТО1 проводится при пробеге 10000 км, ТО2 при пробеге 20000 км. Для уменьшения количества сходов необходимо уменьшить пробег до ТО1 до 5000 км, до ТО1 до 10000 км. Такие пробеги были установлены заводом-изготовителем для автобусов Волгабас прежних моделей (раздел 2, табл. 2.10).

### 3.3.3 Анализ сходов с ремонтом двигателя «Волгабас-5270GH» за 2021 год

В 2021 году по согласованию с заводом-изготовителем автобусов МПП «Волжская А/К №1732» установила пробег до ТО1 7500 км, до ТО2 15000 км.

Таблица 3.33 – Характер неисправности систем двигателя

№ п/п	Характер неисправности систем двигателя	Количество сходов в гарантийный период	Количество сходов в 2021 году
1	Долив антифриза	57	47
	Течь антифриза	18	16
2	Течь патрубка системы охлаждения	32	62
3	Вентилятор системы охлаждения	15	51
4	Не развивает обороты, проверка дымности	29	81
5	ДВС не запускается, греется	18	87
6	Работа ДВС с перебоями, проверка дымности	15	160
8	Двигатель не заводится	-	62
7	Нет давления, течь масла	9	55
9	Повышенный расход топлива	-	6
10	Аварийный выход газа	-	16
11	Прочие сходы	8	11
Всего сходов		201	654

Несмотря на уменьшение пробега до ТО1 и ТО2 количество сходов с ремонтом двигателя по сравнению с гарантийным периодом увеличилось. Основные сходы с системой охлаждения, с утечкой антифриза. Двигатель работает с перебоями, не запускается. В автоколонне при каждом сходе ОТК производит проверку дымности. Предполагается, что в основном сходы связаны с качеством газа-метана.

### **3.3.4 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH»**

#### **3.3.4.1 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в гарантийный период**

Пробеги автобусов с начала эксплуатации с 11 ноября 2017 года по 10 декабря 2018 года представлены в таблице 3.34.

Средний пробег автобусов равен 52358,8 км. Максимальный пробег у автобуса с гар. № 809 - 62080 км, минимальный у автобуса с гар. № 804 - 35301 км.

Таблица 3.34 – Пробеги с начала эксплуатации автобусов «Волгабас-5270GH-0000010» на 10 декабря 2018 года

Гар. номер	Пробег	Гар. номер	Пробег
800	54 455,78	817	54078,6
801	53 892,9	818	61351
802	56 995,9	819	46288,6
803	40 789,6	820	47768,6
804	35 301,7	821	46987,1
805	44 379,5	822	56402,7
806	49 445,2	823	55389,9
807	49 182,4	824	55942,1
808	46 216,8	825	43059,5
809	62 080,3	826	60604,1
810	57 361,8	827	58746,9
811	59954,1	828	61682,6
812	51201,4	842	54722,9
813	60136,9		
814	57379,1		
815	44507,9		
816	44474,1		

Таблица 3.35 – Сходы с ремонтом сцепления

№ п/п	Гар. №	Дата	Неисправность	Кол-во дней до схода с ремонтом	Пробег до схода, км
1	800	16.01.2018	Нет выжима сцепления	76	7889
2	800	24.04.2018	Нет выжима сцепления	127	17551
3	800	26.05.2018	Сцепление заклинило	29	4007,8
4	800	23.10.2018	Корзина сцепления	142	19624,4
5	801	22.11.2017	Нет выжима сцепления	20	1688
6	801	22.01.2018	Регулировка сцепления	30	3632,4
7	801	19.09.2018	Регулировка сцепления	238	32558,4
8	802	12.07.2018	Педадь сцепления	253	32181,3
9	802	16.08.2018	Регулировка сцепления	45	6511,5
10	802	20.08.2018	Сцепление не выключается	3	434,1
11	802	23.08.2018	Нет выжима сцепления	2	289,4
12	802	20.09.2018	Регулировка сцепления	27	3906,9
13	802	23.10.2018	Нет выжима сцепления	32	4630,4
14	804	30.11.2017	Регулировка сцепления	29	877,3
15	804	03.05.2018	Регулировка сцепления	153	11869
16	804	30.05.2018	Сцепление буксует	4	358,4
17	804	22.06.2018	Нет выжима сцепления	22	1971,2
18	804	26.06.2018	Нет выжима сцепления	4	358
19	804	20.09.2018	Регулировка сцепления	86	7705,6
20	804	22.09.2018	Нет выжима сцепления	2	179
21	805	21.09.2018	Регулировка сцепления	323	34439,2

22	810	06.12.2017	Регулировка сцепления	35	920,5
23	810	19.01.2018	Сцепление ведёт	43	3278
24	810	25.07.2018	Нет выжима сцепления	186	27081,6
25	811	05.12.2018	Регулировка сцепления	35	5327
26	815	24.12.2017	Сцепление буксует	42	3111
27	815	23.05.2018	Нет выжима сцепления	149	16837
28	815	22.09.2018	Регулировка сцепления	121	13673
29	816	23.12.2017	Нет выжима сцепления	52	4968
30	816	13.02.2018	Сцепление буксует	51	5618,9
31	816	09.09.2018	Сцепление ведёт	205	23144,5
32	816	13.09.2018	Сцепление буксует	4	451,6
33	817	17.09.2018	Нет выжима сцепления	320	44777,7
34	817	20.09.2018	Нет выжима сцепления	3	412
35	818	13.02.2018	Сцепление буксует	104	13338
36	818	10.07.2018	Регулировка сцепления	146	22732,2
37	818	28.09.2018	Регулировка сцепления	79	12300,3
38	819	25.08.2018	Сцепление буксует	297	30939
39	819	02.09.2018	Сцепление буксует	23	2703
40	819	15.10.2018	Регулировка сцепления	42	4935
41	819	30.11.2018	Сцепление не выключается	45	5288
42	820	26.03.2018	Регулировка сцепления	145	15728
43	820	20.09.2018	Регулировка сцепления	177	21452
44	820	07.12.2018	Регулировка сцепления	77	9332
45	821		Регулировка сцепления	16	1600
46	821	30.11.2017	Регулировка сцепления	12	1200
47	821		Педадь сцепления	6	600
48	821	22.12.2017	Нет выжима сцепления	14	1400
49	821	21.09.2018	Регулировка сцепления	272	32276
50	825	23.04.2018	Нет выжима сцепления	172	16358
51	825	27.05.2018	Нет выжима сцепления	33	3607
52	825	30.07.2018	Сцепление буксует	63	6886
53	842	18.06.2018	Регулировка сцепления	213	29586

Количество сходов с ремонтом сцепления составило 53. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом сцепления 179 км, максимальное значение пробега 44778 км. Рассчитываем число групп выборки и интервал пробегов.

Таблица 3.36 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, $x_i$ км	Средний пробег по группам выборки, км	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	21	0	0	0
2	4000-8000	6000	11	1	11	121
3	8000-12000	10000	2	2	4	8
4	12000-16000	14000	4	3	12	36
5	16000-20000	18000	4	4	16	64

6	20000-24000	22000	3	5	15	75
7	24000-28000	26000	1	6	6	36
8	28000-32000	30000	2	7	14	98
9	32000-36000	34000	4	8	32	256
10	36000-40000	38000	0	9	0	0
11	40000-44000	42000	0	10	0	0
12	44000-48000	46000	1	11	11	121
	-	-	$\sum n_i = 53$	-	$\sum n_i D_i = 121$	$\sum n_i D_i^2 = 815$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = \bar{x}_{0+} = J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2000 + 4000 \cdot 121 / 53 = 11132$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \sqrt{815/53 - (121/53)^2} = 4000 \sqrt{15.43 - 5.2} = 4000 \cdot 3.2 = 12800$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 12800 / 11132 = 1,14.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом сцепления подчиняются экспоненциальному закону [12, 21].

Таблица 3.37 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замечено $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 11132$	$ U_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 12800$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i}{\sigma} \cdot J \cdot \varphi(u_i) = 16,6 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	0-4000	2000	21	-9132	-0,71	0.3101	6	1,56
2	4000-8000	6000	11	-5132	-0,4	0.3683	11	1,12
3	8000-12000	10000	2	-1132	-0,09	0.3973	8	1,0
4	12000-16000	14000	4	3132	0,245	0.3876	13	0,67
5	16000-20000	18000	4	6868	0,537	0.3448	9	0,67
6	20000-24000	22000	3	10868	0,849	0.2780	4	0,66
7	24000-28000	26000	1	14868	1,162	0.2036	1	1,33
8	28000-32000	30000	2	18868	1,474	0.1354	1	0
9	32000-36000	34000	4	22868	1,787	0.0804	0	9
10	36000-40000	38000	0	26868	2,099	0.0529	0	1
11	40000-44000	42000	0	30868	2,412	0.0219	0	1
12	44000-48000	46000	1	34868	2,724	0.0099	0	0
			$\sum n_i = 53$	-	-	-	$\sum n'_i = 53$	$\sum x^2 = 18,01$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$ . Наблюдаемая величина критерия  $\chi_{набл.}^2 = 18,01$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [12] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 12 - 3 = 9$ :  $\chi_{кр}^2 = 16,9$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $18,01 > 16,9$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов автомобилей не подтверждается.



Рисунок 3.24. Распределение наблюдаемых пробегов до схода с ремонт сцепления в гарантийный период

Таблица 3.38 – Характер неисправностей сцепления

№ п/п	Характер неисправностей сцепления	Количество сходов	Причина неисправности
1	Регулировка сцепления	21	Отсутствие регулировочных работ
2	Нет выжима сцепления	16	
3	Сцепление буксует	10	
4	Сцепление ведёт	2	
5	Педаль сцепления	2	
6	Сцепление не выключается	2	
Всего сходов		53	

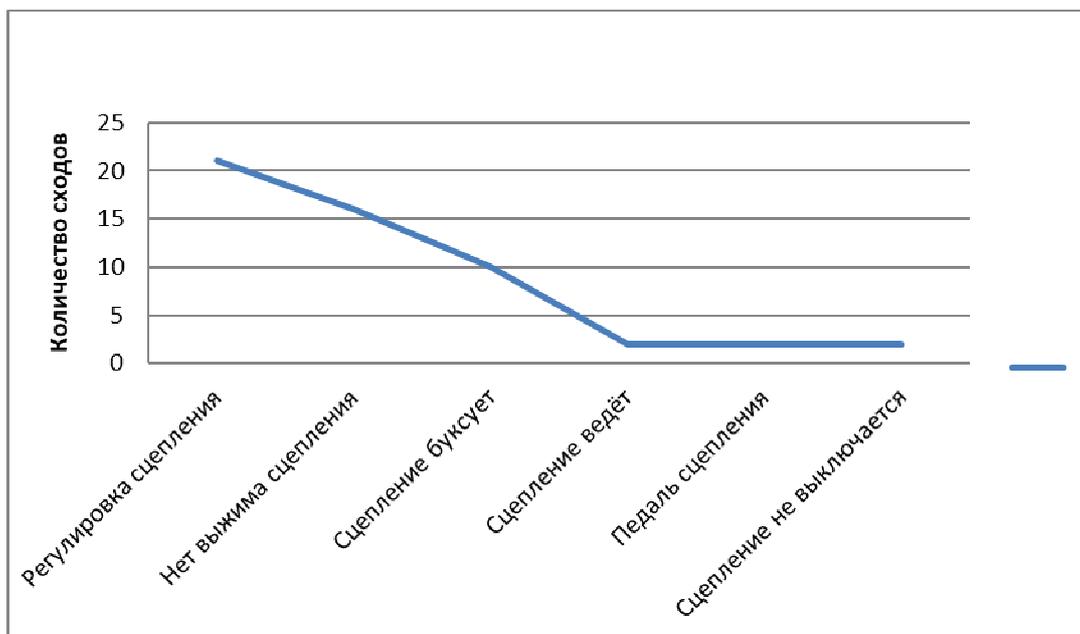


Рисунок 3.25. Характер неисправности сцепления

**Выводы по сходам с сцеплением.** Наибольшее количество сходов происходило из-за не отрегулированного сцепления; нет выжима сцепления; сцепление буксует и т.д. Наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления 32 из 53-х в 2017-2018 годах произошло при пробеге до 8000 км до наступления ТО1 (10000 км).

### 3.3.4.2 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в 2019 году

В 2019 году 50 автобусов «Волгабас-5270GH» сходили с линии с неисправностью сцепления 223 раза. Таблица с неисправностями сцепления представлена в Приложении 1, таблица 3. Минимальный пробег до схода 161 км. Максимальный пробег до схода 61824 км.

Определена закономерность распределения пробегов до сходов с ремонтом сцепления.

Таблица 3.39 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	96	0	0	0
2	4000-8000	6000	42	1	42	42
3	8000-12000	10000	15	2	30	60
4	12000-16000	14000	14	3	42	126
5	16000-20000	18000	12	4	48	192
6	20000-24000	22000	10	5	50	250
7	24000-28000	26000	14	6	84	504
8	28000-32000	30000	8	7	63	441
9	32000-36000	34000	3	8	32	256
10	36000-40000	38000	2	9	18	162
11	40000-44000	42000	2	10	20	200
12	44000-48000	46000	1	11	11	121
13	48000-52000	50000	1	12	0	0
14	52000-56000	54000	1	13	13	169
15	56000-60000	58000	1	14	0	0
16	60000-64000	62000	1	15	15	225
	-	-	$\sum n_i = 223$	-	$\sum n_i D_i = 468$	$\sum n_i D_i^2 = 2748$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$ :  $\bar{x} = \bar{x}_0 + J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2000 + 4000 \cdot 468 / 223 = 2000 + 8395 = 10395$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \sqrt{2748/223 - (468/223)^2} = 4000 \sqrt{12,3 - 4,4} = 4000 \sqrt{7,9} = 11240$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 11240 / 10395 = 1,08.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом сцепления подчиняются следующим законам [12,21]:

Нормальному (Гаусса) при  $V =$  до 0,3;

Вейбулла при  $V =$  св. 0,3 до 0,9;

Экспоненциальному при  $V =$  св. 0,9 до 1,1.

Значение коэффициента вариации больше 0,3 и равно 1,08. Следовательно, закон распределения пробегов до схода с ремонтом сцепления не подчиняется нормальному закону, подчиняются экспоненциальному закону.

Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.40.

Таблица 3.40 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеченов $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 10395$	$ u_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 11240$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i \cdot J \cdot \varphi(u_i)}{\sigma} = 96,5 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2000	96	-8395	0,746	0,3011	29	67
2	6000	42	-4395	0,391	0,3697	36	1
3	10000	15	-395	0,038	0,3986	38	13,92
4	14000	14	3605	0,321	0,379	37	14,3
5	18000	12	7605	0,677	0,3166	30	2,1
6	22000	10	11605	1,032	0,2347	22	6,5
7	26000	14	15605	1,388	0,1518	15	0,067
8	30000	9	19605	1,744	0,0878	8	0,125
9	34000	4	23605	2,1	0,044	4	0
10	38000	2	27605	2,46	0,0194	2	0
11	42000	2	31605	2,81	0,0077	1	1
12	46000	1	35605	3,168	0,0026	1	0
13	50000	0	39605	3,523	0,0008	0	0
14	54000	1	43605	3,879	0,0002	0	0
15	58000	0	47605	4,235	0,0001	0	0
16	62000	1	51605	4,591	0,0001	0	0
-	-	$\sum n_i = 223$	-	-	-	223	$\sum x^2 = 106,012$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$  [12].

Наблюдаемая величина критерия  $\chi^2_{набл.} = 106,012$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 16 - 3 = 13$ :  $\chi^2_{кр} = 22,4$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $106,012 > 22,4$ . Распределение наблюдаемых пробегов подчиняется экспоненциальному закону распределения, теоретических пробегов – закону Вейбулла. Объединённый график распределения наблюдаемых и теоретических пробегов автобусов до сходов с ремонтом сцепления в 2019 году представлен на рисунке 3.26.

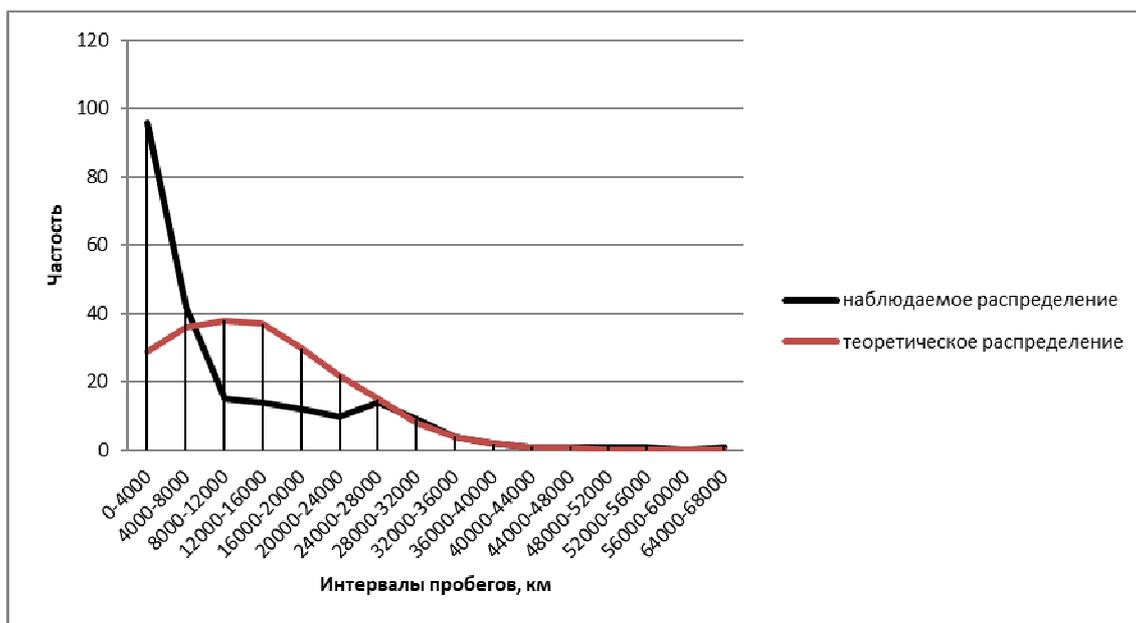


Рисунок 3.26. График распределения пробегов автобусов до сходов с неисправностью сцепления в 2019 году

Таблица 3.41 – Характер неисправностей сцепления

№ п/п	Характер неисправностей сцепления	Количество сходов	Причина неисправности
1	Регулировка сцепления	39	Нет выжима сцепления
2	Нет выжима сцепления	130	
3	Сцепление буксует	37	
4	Сцепление ведёт	11	
5	Педаль сцепления	2	
6	Сцепление не выключается	4	
Всего сходов		223	

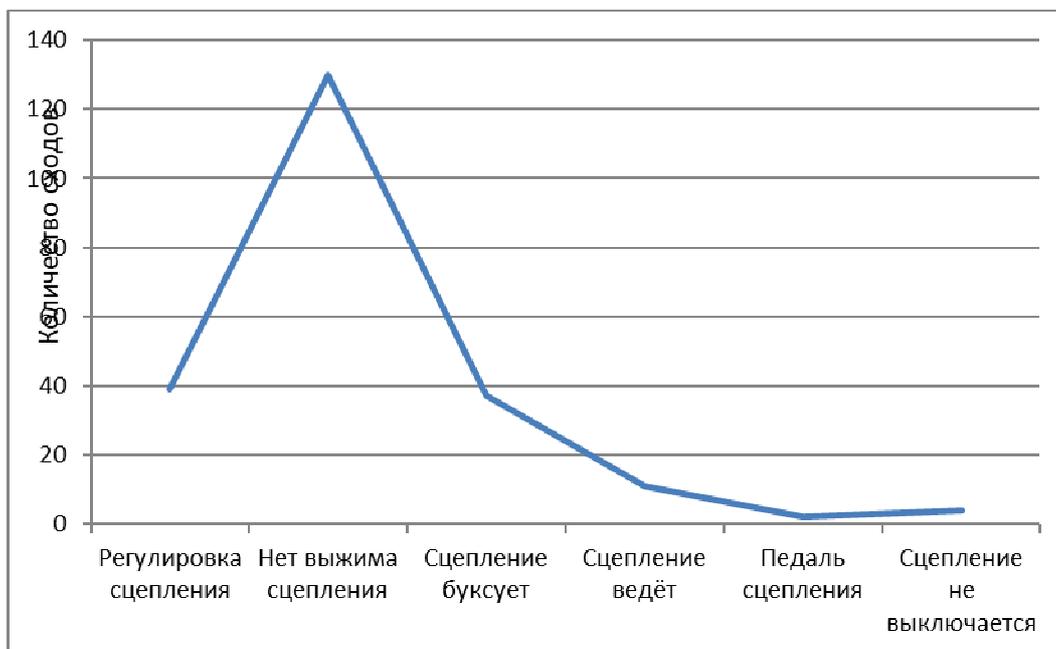


Рисунок 3.27. Характер неисправности сцепления в 2019 г.

**Выводы по сходам с сцеплением в 2019 году.** Наибольшее количество сходов происходило из-за отсутствия выжима сцепления; не отрегулированного сцепления; сцепление буксует и т.д. Наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления произошло при пробеге до 8000 км – 138 сходов из 223-х до проведения ТО1 [47,51].

### 3.3.4.3 Определение работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» в 2020 году

Сходы с ремонтом сцепления в 2020 году представлены в Приложении 1, таблица 4. Количество сходов с ремонтом сцепления составило 375. Средний пробег до схода с ремонтом сцепления составил 5490 км. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом сцепления 158 км, максимальное значение пробега 43292 км. Рассчитываем число групп выборки и интервалы.

Таблица 3.42 – Число замеров по каждой группе выборки

№ групп	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	231	0	0	0
2	4000-8000	6000	57	1	57	57
3	8000-12000	10000	29	2	58	116
4	12000-16000	14000	23	3	69	207
5	16000-20000	18000	11	4	44	176
6	20000-24000	22000	7	5	35	175
7	24000-28000	26000	6	6	36	216
8	28000-32000	30000	6	7	42	294
9	32000-36000	34000	3	8	21	192
10	36000-40000	38000	1	9	9	81
11	40000-44000	42000	1	10	10	100
			$\sum n_i = 375$		$\sum n_i D_i = 381$	$\sum n_i D_i^2 = 1614$

Среднеарифметическое значение  $\bar{x}$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = x_0 + \frac{J \cdot \sum n_i D_i}{\sum n_i} = 2000 + \frac{4000 \cdot 381}{375} = 6064$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \cdot \sqrt{\frac{1614}{375} - \left( \frac{381}{375} \right)^2} = 4000 \cdot \sqrt{4,304 - 1,03} = 4000 \cdot 1,8 = 7200.$$

$$\nu = \frac{\sigma}{x} = \frac{7200}{6064} = 1,1.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом от определённых значений подчиняются экспоненциальному закону: значение коэффициента вариации больше 0,9 и равен 1,1. Следовательно, распределение пробегов до схода с ремонтом сцепления подчиняется экспоненциальному закону. Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.43.

Таблица 3.43 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 6064$	$ u_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 7200$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретическое частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i \cdot J \cdot \varphi(u_i)}{\sigma} = 109,43 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\chi^2 = \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2000	231	4064	0,56	0,3410	73	34
2	6000	57	64	0,008	0,726	151	58,5
3	10000	29	3936	0,54	0,3448	74	27
4	14000	23	7936	1,1	0,2179	46	11,5
5	18000	11	11936	1,65	0,1023	21	4,76
6	22000	7	15936	2,21	0,0347	8	0,125
7	26000	6	19936	2,76	0,0088	2	8
8	30000	6	23936	3,32	0,0016	0	0
9	34000	3	27936	3,88	0,0002	0	0
10	38000	1	31936	4,43	0,0002	0	0
11	42000	1	35936	4,99	0,0002	0	0
-	-	$\sum n_i = 375$	-	-	-	375	143,88

Значение функции  $\varphi(u_i)$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u_i|$ .

Наблюдаемая величина критерия 143,88. Критическую точку распределения находим по Приложению 5 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 11 - 3 = 8$ .  $\chi^2_{кр.} = 15,5$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $143,88 > 15,5$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов до схода с ремонтом сцепления автобусов не подтверждается.

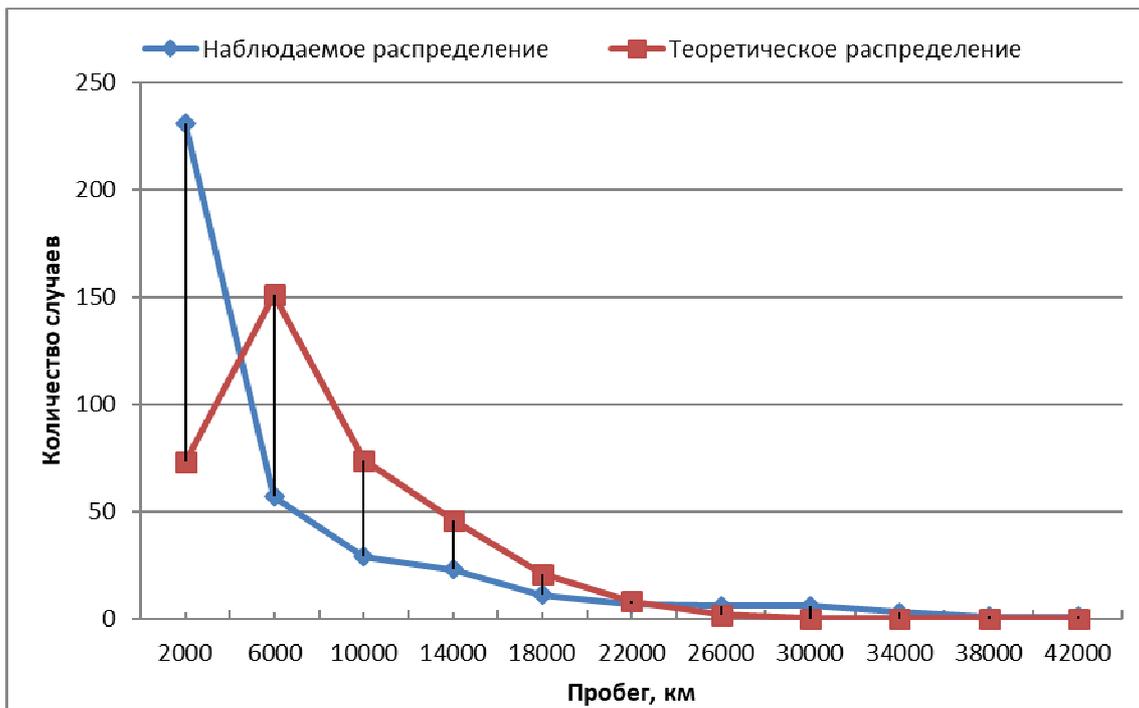


Рисунок 3.28. Распределение наблюдаемых и теоретических пробегов до схода с ремонтом сцепления

Таблица 3.44 – Характер неисправности сцепления

№ п/п	Характер неисправности сцепления	Количество сходов	Причина неисправности
1	Нет выжима сцепления	231	Запаздывание включения сцепления при трогании с места и переключении передач. Застывание рабочей жидкости (повышение вязкости). Неисправен ПГУ.
2	Регулировка сцепления	55	Пробуксовка сцепления, рывки при трогании и шум.
3	Сцепление ведёт	20	Износ или разрушение дисков сцепления. На поверхность дисков попадает смазка. Замена дисков. Возможная причина переменный режим движения на самом загруженном маршруте № 14.
4	Сцепление буксует	61	Привод механизма выключения не обеспечивает необходимого хода вилки выключения сцепления.
5	Педаль сцепления	3	Поломка возвратной пружины. Наличие смазки, грязь и ржавчина в соединении. Возможная причина – состояние и чистота дороги.
6	Стук в сцеплении	1	Ослаблены или поломаны демпферные пружины. Обрыв лепестка корзины. Ослабление заклёпок нажимного диска.
7	Сцепление не выключается	3	Не срабатывает выжимной подшипник.

8	Корзина сцепления	1	Ослабления болтов крепления корзины.
Всего сходов		375	

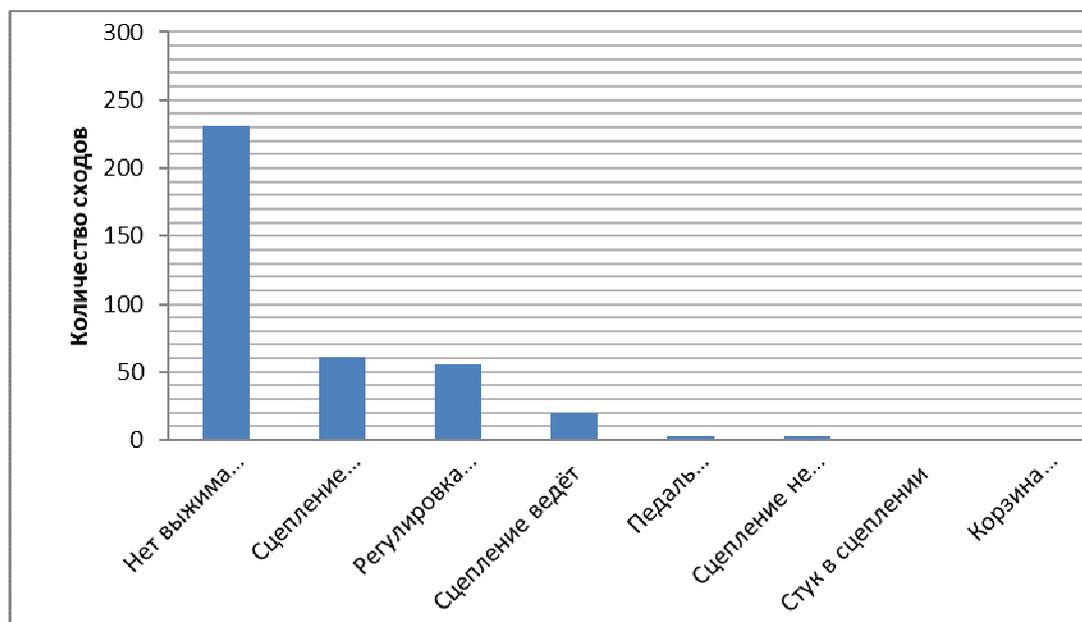


Рисунок 3.29. Характер неисправности сцепления

### Выводы по работоспособности сцепления

Наибольшее количество сходов происходило из-за:

- отсутствие выжима сцепления, причиной которых могут служить некачественные детали подвески, ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка деталей;
- буксование сцепления по причине радиального зазора шкворня во втулках и увеличенных зазорах в шарнирах рулевых тяг;
- регулировки сцепления из-за некачественных деталей, порванных сальников;
- сцепление ведёт, сцепление не выключается, стук в сцеплении и т.д.

Всего 375 сходов. Распределение пробегов до схода с ремонтом подчиняется экспоненциальному закону. В 2020 году наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления произошло при пробеге до 4000 км – 231 сход до проведения ТО1, при пробеге до 8000 км – 57 сходов.

### 3.3.4.4 Оценка работоспособности сцепления

Автобусы «Волгабас-5270GH» эксплуатируются на маршрутах № 1, №2у и №14 города Волжского. Эксплуатационные свойства подвижного состава определяются техническими характеристиками автобуса «Волгабас-5270GH». Применение моторного топлива КППГ (метан) способствует улучшению экологии города Волжского.

Проведена оценка работоспособности сцепления на основе анализа сходов с ремонтом сцепления за 3 периода:

1-й период – сходы в гарантийный период с 11 ноября 2017 года до 31.12.2018 года;

2-период – сходы после окончания гарантийного периода с 1.01.2019 года до 31.01.2019 года;

3-й период – сходы за 2020 год;

4 период – сходы за 2021 год.

Проведен анализ сходов с ремонтом сцепления автобусов и определена закономерность распределения пробегов до сходов. Определение количественных характеристик работоспособности сцепления проводится на основании приведенной методики (п. 3.1) на основании обобщения накопленных статистических данных пробегов автобусов до схода с ремонтом сцепления в реальных условиях эксплуатации [47].

За период с ноября 2017 года по декабрь 2018 года (гарантийный период) зафиксировано 53 схода с неисправностями сцепления. Ремонты проводились производителем в рамках гарантийного обслуживания. В 2019 году после окончания гарантии зафиксировано 223 схода с неисправностями сцепления. В 2020 году 375 сходов с неисправностями сцепления. В 2021 году 488 сходов с неисправностями сцепления. Техническое обслуживание и ремонт производится в ремонтной зоне МУП «Волжская автоколонна №1732». Пробеги до выполнения технического обслуживания

составляли: до ТО1 – 15000 км, до ТО2 – 30000 км. В 2021 году пробеги составляли до ТО1 – 7500 км, до ТО2 – 15000 км.

Для оценки работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» проведен анализ сходов с ремонтом в МУП ВАК №1732 за указанные периоды (табл. 3.45).

В гарантийный период наибольшее количество сходов с регулировкой сцепления – 21, нет выжима сцепления – 16. В 2019 году количество сходов увеличилось до 223-х. Наибольшее количество сходов 130 – нет выжима сцепления, 39 сходов с регулировкой сцепления. В 2020 году количество сходов 375. Наибольшее количество сходов 231 – нет выжима сцепления, 55 сходов с регулировкой сцепления, буксование сцепления – 61 сход. В 2021 году количество сходов 488. Наибольшее количество сходов 286 – нет выжима сцепления, 108 сходов с регулировкой сцепления, буксование сцепления – 71 сход.

Таблица 3.45 – Характер неисправности сцепления

№ п/п	Характер неисправности сцепления	Кол-во сходов			
		Гарантийный период времени (ноябрь 2017 г.-2018 г.)	2019 год	2020 год	2021 год
1	Регулировка сцепления	21	39	55	108
2	Нет выжима сцепления	16	130	231	286
3	Сцепление буксует	10	37	61	71
4	Сцепление ведет	2	11	20	16
5	Педадь сцепления	2	2	3	1
6	Сцепление не выключается	2	4	3	1
7	Стук в сцеплении	-	-	1	2
8	Корзина сцепления	-	-	1	3
Всего сходов		53	223	375	488

Средний пробег автобусов до схода с ремонтом сцепления составил в гарантийный период с 11 ноября 2017 года по 31 декабря 2018 года 10394 км, в 2019 году 11930,8 км, в 2020 году 5490 км. В ежедневное обслужива-

ние входит проверка свободного хода педали сцепления и регулировка при необходимости. В техническое обслуживание входят операции по проверке состояния и герметичности гидропривода сцепления и проверки свободного хода педали сцепления.

Проведен расчёт параметров распределения пробега автобусов до схода с ремонтом сцепления по формулам 1-3 (п. 3.1), результаты расчётов представлены в таблице 3.45. Согласно первоначальным предположениям распределение пробегов автобусов должно подчиняться нормальному закону распределения. Расчёты показали, что распределение пробегов по сходам с ремонтом сцепления не соответствует нормальному закону распределения. В первый период эксплуатации распределение пробегов до схода с ремонтом сцепления соответствовал экспоненциальному закону распределения – коэффициент вариации  $v=1,14$  (выделено 12 групп выборки с интервалом 4000 км пробега), в 2019 году распределение пробегов до схода с ремонтом соответствовал закону Вейбулла – коэффициент вариации  $v=0,89$  (выделено 16 групп выборки с интервалом 4000 км пробега), в 2020 году распределение пробегов до схода с ремонтом сцепления соответствовал экспоненциальному закону распределения коэффициент вариации  $v=1,1$  (выделено 11 групп выборки с интервалом 4000 км пробега).

Проведена проверка гипотезы о распределении совокупности по нормальному закону, основываясь на критерии Пирсона (таблица 3.46). Проверка показала, что распределение пробегов со сходами не соответствуют нормальному закону распределения.

Таблица 3.46 – Проверка распределения пробегов со сходом с ремонтом сцепления по критерию Пирсона

Сходы с ремонтом	Параметры распределения пробегов					Соответствие нормальному закону
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\chi^2_{набл.}/\chi^2_{кр}$	
Автобусы «Волгабас-5270GH», гарантийный период, ноябрь 2017 г.-2018г.						
мин. пробег до схода 179 км, макс. пробег 44778 км.						
сцепления	53	11132	12800	1,14	18,01>16,9	Вейбула
Автобусы «Волгабас-5270GH», 2019 год						
мин. пробег до схода 161 км, макс. пробег 61824 км.						
сцепления	223	10395	9228	0,89	106,012>22,4.	Экспоненциальный
Автобусы «Волгабас-5270GH», 2020 год						
мин. пробег до схода 179 км, макс. пробег 44778 км.						
сцепления	375	6064	7200	1,1	143,88>15,5	Экспоненциальный

Графики распределения наблюдаемых и теоретических пробегов автобусов до сходов с ремонтом сцепления представлены на рисунках 3.30-3.32. Распределение наблюдаемых пробегов подчиняется экспоненциальному закону, а теоретических – закону Вейбулла (рис. 3.30, 3.31, 3.32). Экспоненциальное распределение пробегов автобусов до сходов с неисправностями сцепления свидетельствует о возможных нарушениях в эксплуатации, технологии ремонта и сборки, планового технического обслуживании сцепления.



Рисунок 3.30. График распределения пробегов автобусов до сходов с неисправностью сцепления в гарантийный период

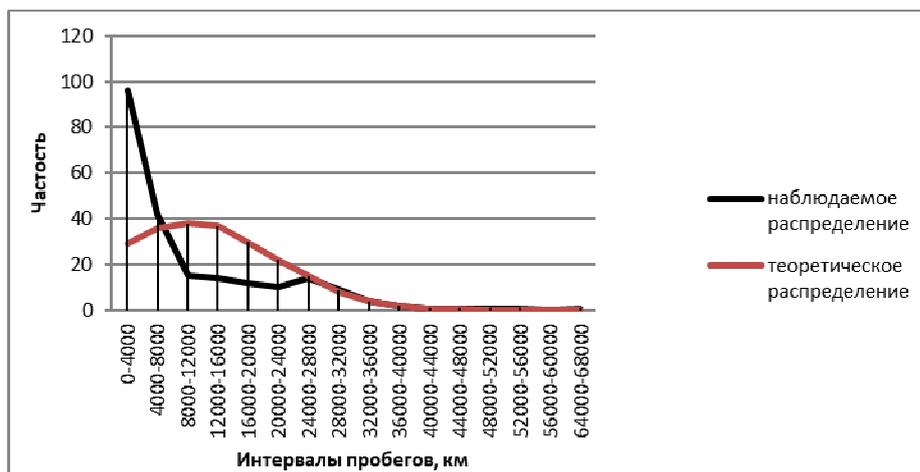


Рисунок 3.31. График распределения пробегов автобусов до сходов с неисправностью сцепления после гарантийного периода в 2019 году

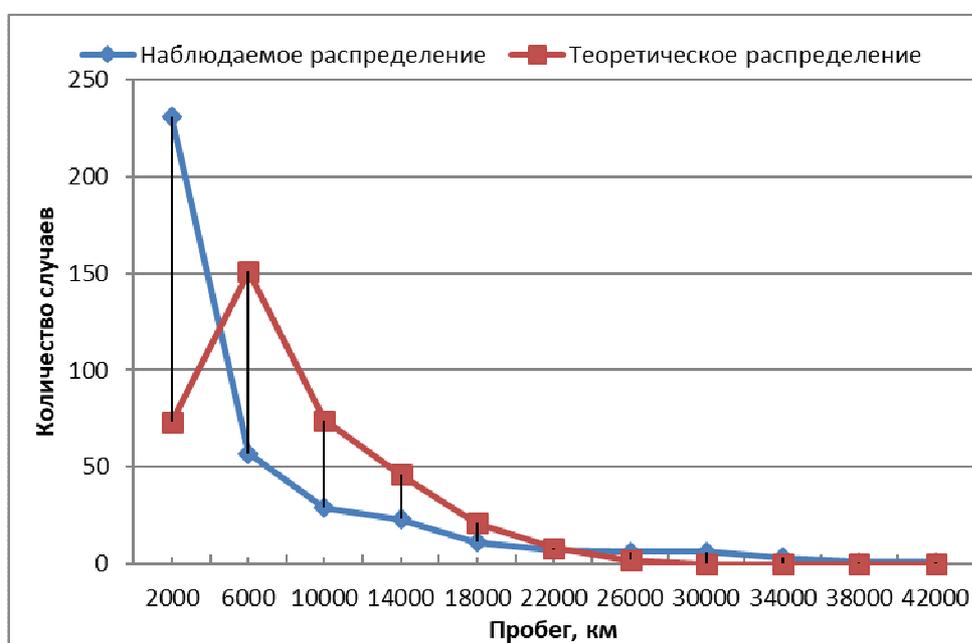


Рисунок 3.32. График распределения пробегов автобусов до сходов с неисправностью сцепления после гарантийного периода в 2020 году

Таблица 3.47 – Количество сходов с ремонтом сцепления в исследуемые периоды

№ п/п	Год эксплуатации	Интервал пробега, км	Кол-во сходов	Сумма сходов
	С 1.11.2017 г. по 31.12.2018 г. ТО1-10000 км ТО2-20000 км	0-4000	21	53
		4000-8000	11	
		8000-12000	2	
		12000-16000	4	
2	2019 ТО1-10000 км ТО2-20000 км	0-4000	96	223
		4000-8000	42	
		8000-12000	15	
		12000-16000	14	

3	2020 ТО1-10000 км ТО2-20000 км	0-4000	231	375
		4000-8000	57	
		8000-12000	29	
		12000-16000	23	
4	2021 ТО1-7500 км ТО2-10000 км	Закономерность не определялась		448

Наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления в гарантийный период 2017-2018 гг. произошло при пробеге до 8000 км до наступления ТО1 – 32 случая из 53-х, в 2019 году при пробеге до 8000 км до наступления ТО1 – 138 случаев из 223-х. В 2020 году наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления произошло при пробеге до 4000 км – 231 сход до проведения ТО1, при пробеге до 8000 км – 57 сходов из 375-и случаях. В 2021 году закономерность распределения пробегов до схода с ремонтом сцепления не определялась, количество сходов – 448. С 2021 года пробег до ТО1 с 10000 км установлен 7500 км, до ТО2 с 20000 км – 15000 км. Несмотря на это количество, сходов с ремонтом сцепления не уменьшилось, а увеличилось. Предполагается, что это связано с эксплуатационными факторами: частым переключением сцепления из-за большого транспортного потока, маневрированием перед остановками, частым переключением сцепления из-за применения механической КПП.

Наибольшее количество сходов происходило из-за:

- отсутствие выжима сцепления, причиной которых могут служить некачественные детали подвески, ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка деталей;
- буксование сцепления по причине радиального зазора шкворня во втулках и увеличенных зазорах в шарнирах рулевых тяг;
- регулировки сцепления из-за некачественных деталей, порванных сальников;
- сцепление ведёт, сцепление не выключается, стук в сцеплении и т.д.

### 3.3.5 Определение работоспособности КПП автобусов «Волгабас-5270GH в гарантийный период

Работоспособность трансмиссии автобусов «Волгабас-5270GH» определяется по систематизации и анализу сходов с ремонтом в МУП ВАК №1732 за период с ноября 2017 года включительно по декабрь 2018 года. Всего зафиксировано 55 сходов с неисправностями КПП [46].

Таблица 3.48 – Сходы с ремонтом КПП

№ п/п	Гар. №	Дата	Неисправность	Кол-во дней до схода с ремонтом	Пробег до схода, км
1	800	17.01.2018	Кулиса / трос КПП	77	8543
2	801	17.01.2018	Кулиса / трос КПП	77	7337,2
3	801	21.02.2018	Кулиса / трос КПП	34	4651,2
4	802	14.11.2017	Кулиса / трос КПП	13	1363,7
5	802	05.01.2018	Кулиса / трос КПП	15	2362,1
6	804	16.11.2017	Кулиса / трос КПП	15	454
7	804	14.02.2018	Кулиса / трос КПП	88	5273,4
8	804	26.05.2018	Нет первой передачи	99	8870,4
9	804		Рычаг КПП	117	10483,2
10	810	01.12.2017	Кулиса / трос КПП	30	789
11	810		Кулиса / трос КПП	5	131,5
12	810	25.12.2017	Кулиса / трос КПП	19	499,7
13	810		Вибрация КПП/ГМП	211	30006
14	812	14.11.2017	Не до включается 3-я передача – тросовая система переключения	13	1075,5
15	812	07.05.2018	Течь масла из КПП	174	20398,3
16	812		Течь масла из КПП	4	520
17	812	01.06.2018	Течь масла из КПП	20	2600
18	812	13.06.2018	Течь масла из КПП	12	1560
19	812	16.06.2018	Течь масла из КПП	3	390
20	812	25.06.2018	Течь масла из КПП	9	1170
21	812	29.06.2018	Течь масла из КПП	3	390
22	812	08.07.2018	Течь масла из КПП	9	1170
23	813	08.02.2018	Нет первой передачи	99	9732,8
24	813		Нет задней передачи		
25	813		Кулиса / трос КПП		
26	815	25.12.2017	Кулиса / трос КПП	43	3185
27	815		Кулиса / трос КПП	152	16604
28	815	06.07.2018	Кулиса / трос КПП	43	4859
29	816		Течь масла из КПП	104	10682
30	816	13.08.2018	Кулиса / трос КПП	180	20322
31	817	25.09.2018	Кулиса / трос КПП	328	44875,8
32	817	29.11.2018	Нет передач	64	8787,2

33	818		Кулиса / трос КПП	251	36226
34	818	28.10.2018	Кулиса / трос КПП	109	16971
35	819	21.06.2018	Кулиса / трос КПП	232	23302
36	819	31.07.2018	Кулиса / трос КПП	39	4583
37	819	09.10.2018	Кулиса / трос КПП	69	8108
38	819	11.10.2018	Кулиса / трос КПП	2	235
39	820	17.11.2018	Кулиса / трос КПП	380	44210
40	820		Нет второй передачи		
41	821	07.12.2017	Шум КПП/ГМП	36	3599
42	821	02.11.2018	Течь масла из КПП	329	38787
43	822		Шум КПП/ГМП	22	2365
44	824	15.01.2018	Кулиса / трос КПП	75	7888
45	825	21.02.2018	Кулиса / трос КПП	112	9800
46	825	10.05.2018	Не выключаются пере- дачи	77	8416
47	825	29.06.2018	Кулиса / трос КПП	49	5356
48	825	30.11.2018	Не выключаются пере- дачи	153	16723
49	827	30.06.2018	Рычаг КПП	242	33020
50	827	01.07.2018	Нет второй передачи	1	143
51	827	02.07.2018	Кулиса / трос КПП	1	143
52	828	21.11.2017	Кулиса / трос КПП	20	2340
53	829	11.01.2018	Кулиса / трос КПП	71	8361
54	829	25.05.2018	Кулиса / трос КПП	133	17902
55	829	03.06.2018	Кулиса / трос КПП	8	1077

Количество сходов с ремонтом КПП составило 55. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом двигателя 131 км, максимальное значение пробега 44875 км. Рассчитываем число групп выборки и интервалы.

Таблица 3.49 – Число замеров по каждой группе выборки

№ груп- пы	Выборочные пробеги по группам, $x_i$ км	Средний пробег по группам вы- борки, км	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-4000	2000	22	0	0	0
2	4000-8000	6000	7	1	7	7
3	8000-12000	10000	11	2	22	44
4	12000-16000	14000	1	3	3	9
5	16000-20000	18000	4	4	16	64
6	20000-24000	22000	3	5	15	75
7	24000-28000	26000	0	6	0	0
8	28000-32000	30000	1	7	7	49
9	32000-36000	34000	1	8	8	64
10	36000-40000	38000	2	9	18	162

11	40000-44000	42000	0	10	0	0
12	44000-48000	46000	3	11	33	363
	-	-	$\sum n_i = 55$	-	$\sum n_i D_i = 129$	$\sum n_i D_i^2 = 837$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = \bar{x}_{0+} + J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2000 + 4000 \cdot 129 / 55 = 11382$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 4000 \cdot \sqrt{837/55 - (129/55)^2} = 4000 \cdot 3.1 = 12400.$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 12400 / 11382 = 1,09.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом КПП подчиняются экспоненциальному закону [4, 12].

Таблица 3.50 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 11382$	$ u_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 12400$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты $n_i' = \frac{\sum n_i \cdot J \cdot \varphi(u_i)}{= 174 \varphi(u_i)}$	Значения критерия $\frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$
1	0-4000	2000	22	-9382	-0,76	0,2989	2	8,3
2	4000-8000	6000	7	-5382	-0,43	0,3637	6	0
3	8000-12000	10000	11	-1382	-0,11	0,3965	11	2,28
4	12000-16000	14000	1	2618	0,211	0,3902	14	5,14
5	16000-20000	18000	4	6618	0,534	0,3467	12	0,67
6	20000-24000	22000	3	10618	0,856	0,2756	6	0,8
7	24000-28000	26000	0	14618	1,179	0,1989	2	4
8	28000-32000	30000	1	18618	1,501	0,1295	1	1,33
9	32000-36000	34000	1	22618	1,824	0,0761	1	0,5
10	36000-40000	38000	2	26618	2,147	0,0396	0	1
11	40000-44000	42000	0	30618	2,469	0,0189	0	1
12	44000-48000	46000	3	34618	2,792	0,0081	0	0
	-	-	$\sum n_i = 55$	-	-	-	$\sum n_i' = 55$	$\sum \chi^2 = 25,02$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$ .

Наблюдаемая величина критерия  $\chi_{набл.}^2 = 25,02$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 12 - 3 = 9$ :  $\chi_{кр}^2 = 16,9$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $25,02 > 16,9$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов автомобилей не подтверждается.



Рисунок 3.33. Распределение наблюдаемых пробегов до схода с ремонта КПП

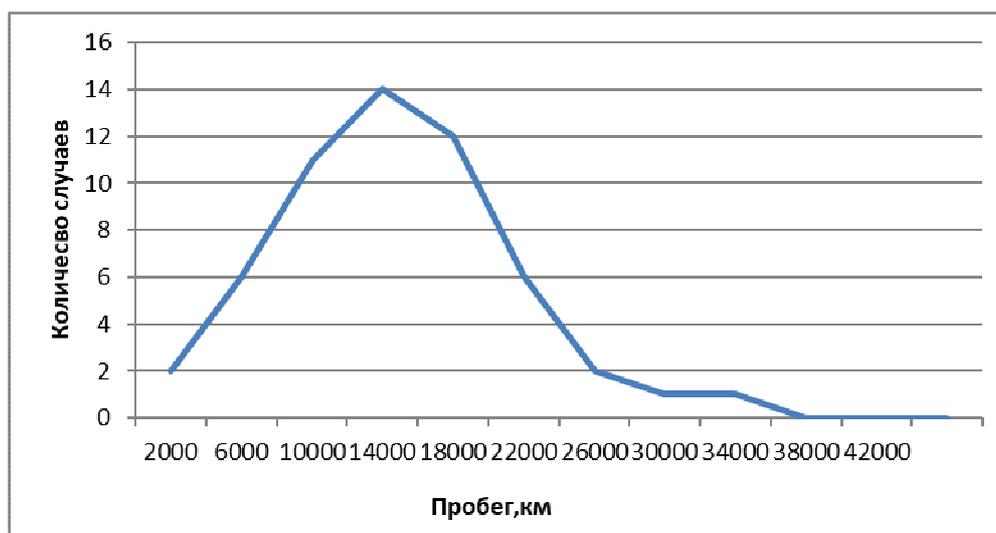


Рисунок 3.34. Теоретическое распределение пробегов до схода с ремонта КПП

Таблица 3.51 – Сходы с ремонтом КПП

№ п/п	Характер неисправности КПП	Количество сходов
1	Кулиса/трос КПП	31
2	Течь масла из КПП	10
3	Нет передач	5
4	Шум КПП	3
5	Рычаг КПП	2
6	Нет первой передачи	2
7	Нет второй передачи	2
Всего		55

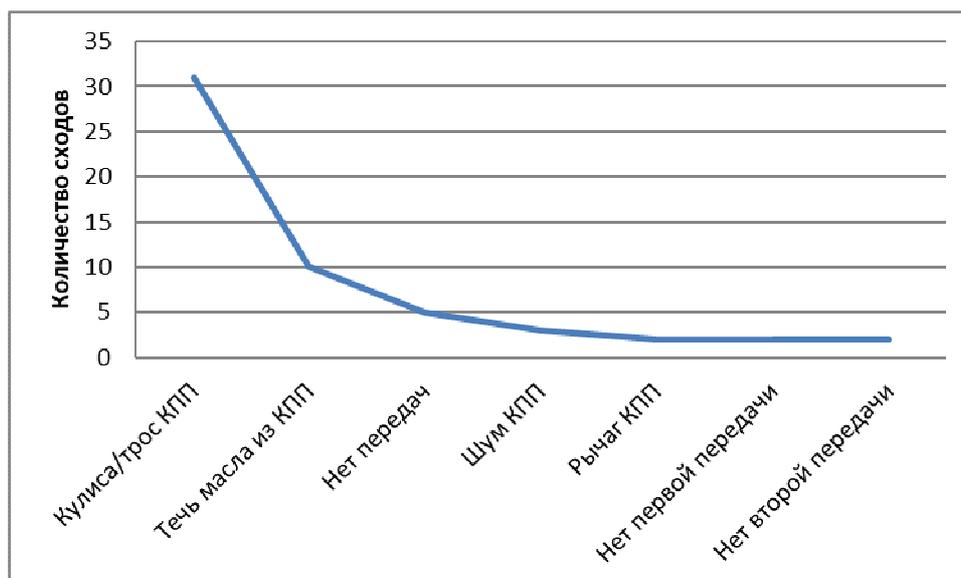


Рисунок 3.35. Сходы с ремонтом КПП

**Выводы по сходам с КПП.** Наибольшее количество сходов происходило из-за обрыва троса кулисы; течи масла; нет передач и т.д. Наибольшее количество сходов с ремонтом КПП 22 из 55-и в гарантийный период произошло при пробеге до 4000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 11 сходов при пробеге автобусов от 8000 до 12000 км.

Перечень работ: на ТО1 проверить уровень масла, провести визуальный контроль на герметичность коробки передач, проверить механизм переключения коробки передач, тросовый привод. На ТО2 проверить уровень масла, проверить затяжку резьбовых соединений крепления АКПП, крепления к картеру маховика.

### 3.3.6 Определение работоспособности тормозной системы автобусов «Волгабас-5270GH»

#### 3.3.6.1 Анализ сходов с ремонтом тормозной системы в гарантийный период

Количество сходов с ремонтом тормозной системы гарантийный период с 11.11.2017 год по декабрь 2018 года включительно – 65. Сходы с ремонтом тормозной системы представлены в таблице 3.52.

Таблица 3.52 – Сходы с ремонтом тормозной системы представлены в таблице

№ п/п	Характер неисправности	Количество сходов
1	Клинит переднее правое колесо	18
2	Клинит переднее левое колесо	6
3	Клинит заднее правое колесо	10
4	Клинит заднее левое колесо	10
5	Нет тормозов переднего левого колеса	5
6	Суппорт левый/правый	5
7	АВС	3
8	Клинят тормоза	3
9	Нет тормозов переднего правого колеса	2
10	Нет тормозов	1
11	Нет стояночного тормоза	1
12	Диагностика тормозной системы	1
Всего		65

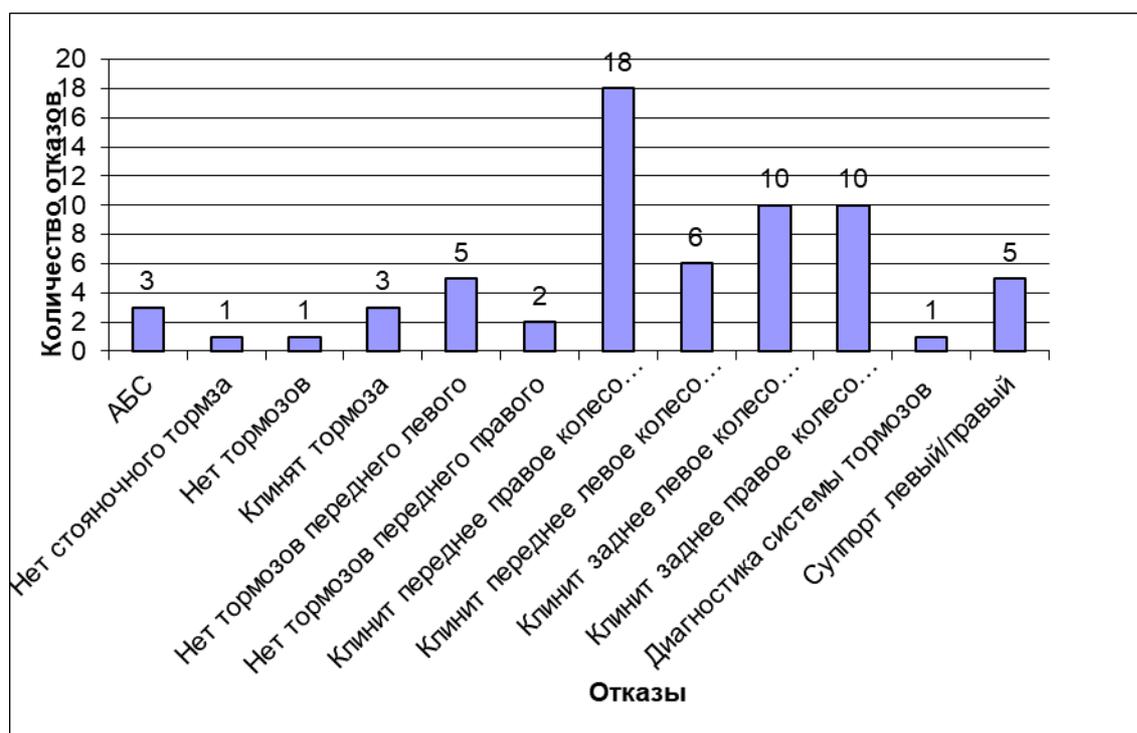


Рисунок 3.36. Сходы автобусов с тормозной системой

В гарантийный период эксплуатации из 65 сходов наибольшее количество сходов с заклиниванием переднего правого колеса – 18 сходов, заклиниваем задних колёс – по 10 сходов на правое и левое колесо.

Перечень работ по тормозной системе на ТО:

ЕО – проверить уровень воздуха в тормозной системе, проверить эффективность работы тормозной системы пробным торможением.

ТО1 – проверить внешним осмотром и по показателям штатных приборов исправность и герметичность узлов и трубопроводов тормозной системы. Герметичность проверить в четырёх положениях – при свободной тормозной педали; при нажатой тормозной педали; при постановке на стояночный тормоз; при нажатии на кнопку аварийного растормаживания в момент работы стояночного тормоза. Проверить состояние и крепление тормозных механизмов и камер. Проверить износ тормозных колодок.

ТО2 – проверить действие рабочего, стояночного и вспомогательного тормозов.

### 3.3.6.2 Определение работоспособности тормозной системы по сходам с ремонтом в 2019 году

Сходы с ремонтом тормозной системы в 2019 году представлены в Приложении 1, табл. 5. Количество сходов с ремонтом тормозной системы составило 339. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом 142 км, максимальное значение пробега 90016 км. Рассчитываем число групп выборки и интервалы.

Таблица 3.53 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0 – 10 000	5000	190	0	0	0
2	10 000 – 20 000	15000	58	1	58	58
3	20 000 – 30 000	25000	52	2	104	208
4	30 000 – 40 000	35000	17	3	51	153
5	40 000 – 50 000	45000	9	4	36	144
6	50 000 – 60 000	55000	5	5	25	125
7	60 000 – 70 000	65000	7	6	42	252
8	70 000 – 80 000	75000	0	7	0	0
9	80 000 – 90 000	85000	0	8	0	0
10	90 000 – 100 000	95000	2	9	18	162
	-	-	339	-	$\sum n_i D_i = 334$	$\sum n_i D_i^2 = 1102$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$ :  $\bar{x} = \bar{x}_0 + J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 5000 + 10000 \cdot 334 / 339 = 14853$

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left(\frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i}\right)^2} = 10000 \cdot \sqrt{\frac{1102}{339} - \left(\frac{334}{339}\right)^2} =$$

$$= 10000 \cdot \sqrt{3,25 - 2,28} = 10000 \cdot 0,97 = 9700. \nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} = 9700 / 14853 = 0,653.$$

Распределения отклонений наблюдаемых пробегов до сходов с ремонтом от определённых значений подчиняются экспоненциальному закону [4,12].

Значение коэффициента вариации больше 0,3 и равен 0,653. Следовательно, закон распределения теоретических пробегов до схода с ремонтом тормозной системы не подчиняется нормальному закону. Распределение пробегов подчиняется распределению Вейбулла.

Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.54.

Таблица 3.54 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 14\ 853$	$ U_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 9700$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i \cdot J \cdot \varphi(u_i)}{\sigma} = 198 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	5000	190	-9 853	-1,01	0,3989	79	156
2	15000	58	147	0,15	0,3945	78	5,1
3	25000	52	10 147	1,05	0,2299	46	0,78
4	35000	17	15 147	1,56	0,1182	23	1,57
5	45000	9	20 147	2,08	0,0459	9	0
6	55000	5	25 147	2,59	0,0139	3	1,33
7	65000	7	30 147	3,11	0,0032	1	36
8	75000	0	35 147	3,62	0,0006	0	0
9	85000	0	40 147	4,139	0,0001	0	0
10	95000	2	45 147	4,654	0,0001	0	0
-	-	$\sum n_i = 339$	-	-	-	339	$\sum x^2 = 200,78$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$  [12].

Наблюдаемая величина критерия  $\chi^2_{набл.} = 69,68$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 11 - 3 = 8$ :  $\chi^2_{кр} = 15,5$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $69,68 > 15,5$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов до схода с ремонтом тормозной системы автобусов не подтверждается.

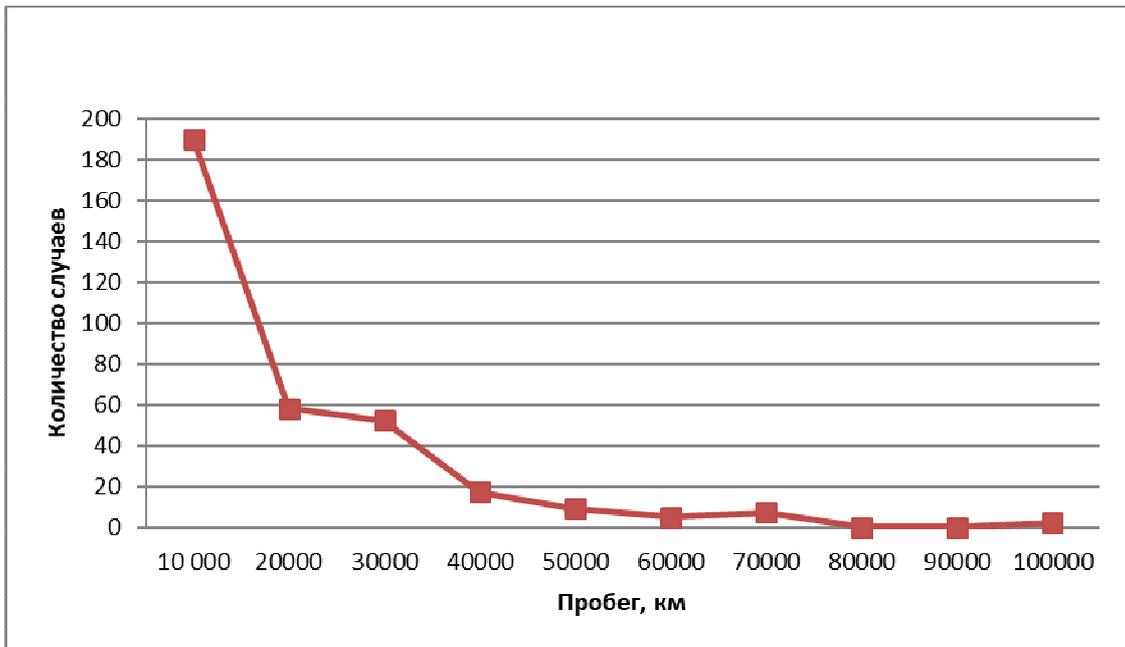


Рисунок 3.37. Распределение наблюдаемых пробегов до схода с ремонтом тормозной системы

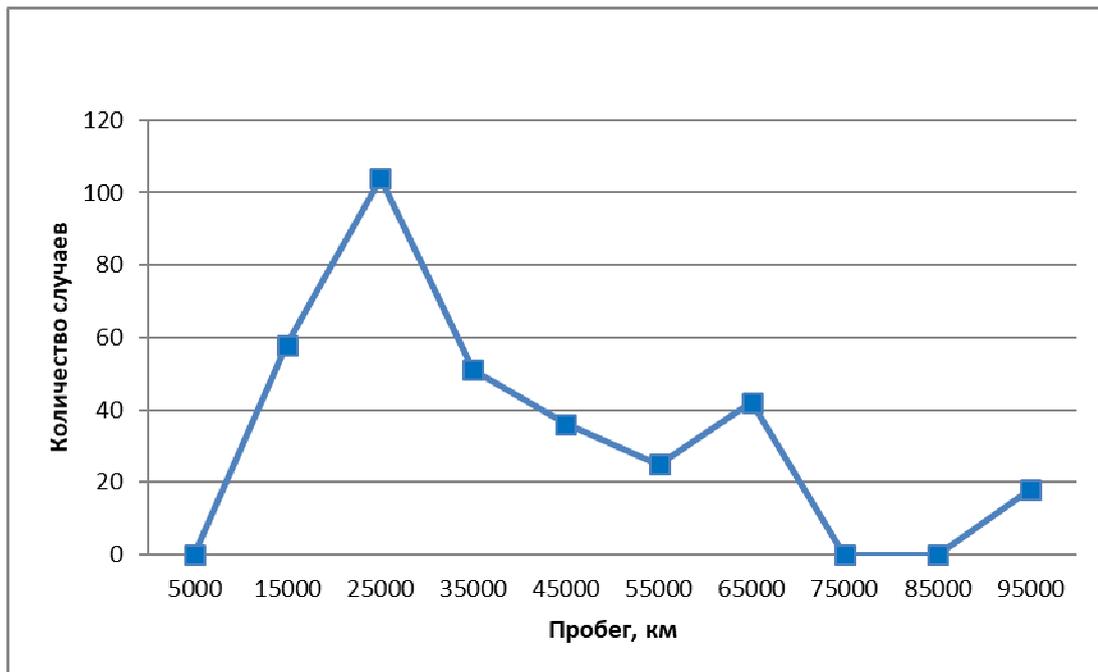


Рисунок 3.38. Теоретическое распределение пробегов до схода с ремонтом тормозной системы

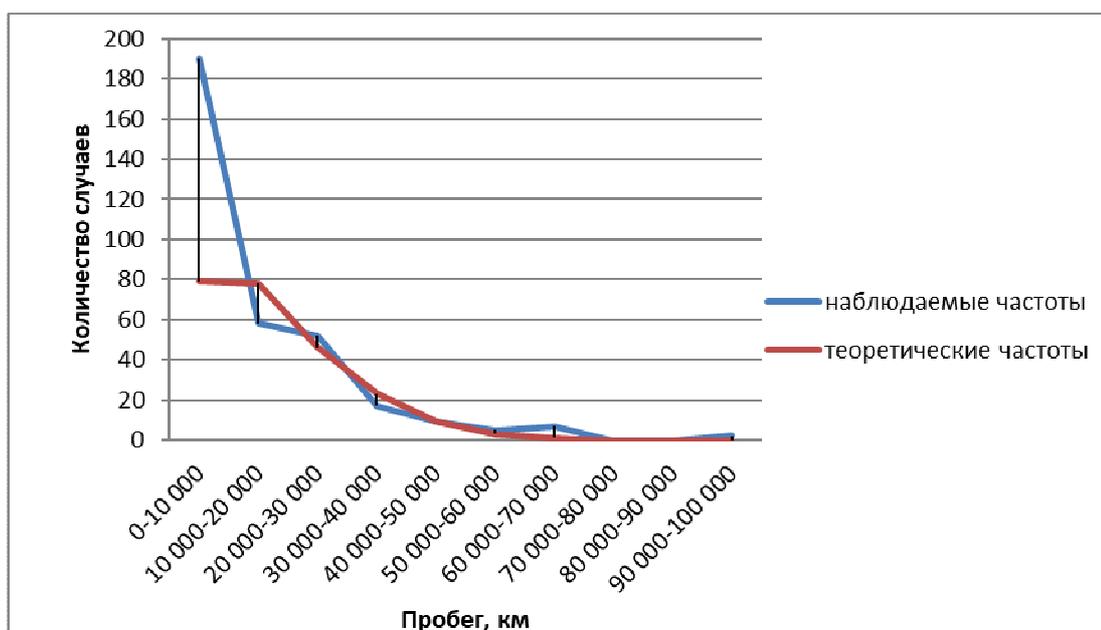


Рисунок 3.39. Наблюдаемые и теоретические пробеги автобусов с неисправностью тормозной системы

Таблица 3.55 – Количество сходов с ремонтом тормозной системы

№ п/п	Характер неисправностей тормозной системы	Количество сходов
1	АБС	15
2	Заклинил стояночный тормоз	1
3	Клинит заднее левое колесо (греется)	71
4	Клинит заднее правое колесо (греется)	82
5	Клинит колесо	1
6	Клинит левый барабан	6
7	Клинит правый барабан	11
8	Клинит переднее левое	6
9	Клинит переднее правое	6
10	Клинит переднее левое колесо (греется)	15
11	Клинит переднее вое колесо (греется)	38
12	Клинят тормоза	6
13	Нет тормозов	5
14	Нет стояночного тормоза	5
15	Нет тормозов переднего левого	6
16	Нет тормозов переднего правого	7
17	Нет тормозов заднего левого	3
18	Нет тормозов заднего правого	5
19	Отрегулировать тормоза	13
20	Педаль тормоза	1
21	Проверить схождение колёс	4
22	Регулировка тормозов	3
23	Рывки при торможении	1
24	Ступица переднего колеса	8
25	Суппорт (левый/правый)	20
Всего сходов		339

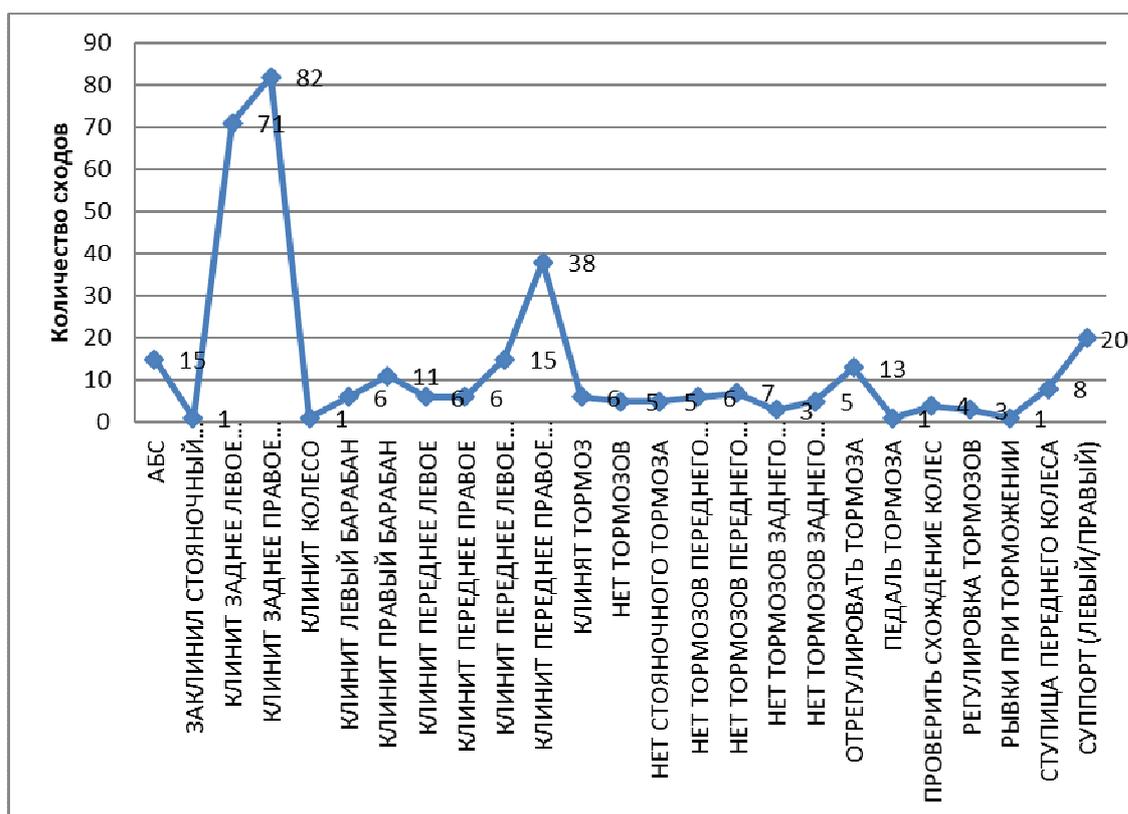


Рисунок 3.40. Сходы с неисправностями тормозной системы

Таблица 3.56 – Количество сходов с ремонтом тормозной системы в исследуемый период

№ п/п	Характер неисправности тормозной системы	Кол-во сходов		
		Гарантийный период времени (ноябрь 2017 г.- 2018 г.)	2019 год	2021 год
1	Клинит переднее правое колесо	18	44	10
2	Клинит переднее левое колесо	6	21	4
3	Клинит заднее правое колесо (греется)	10	82	10
4	Клинит заднее левое колесо (греется)	10	71	6
5	Нет тормозов переднего левого колеса	5	6	-
6	Суппорт левый/правый	5	20	5
7	АВС	3	15	-
8	Клинят тормоза	3	32	10
9	Нет тормозов переднего правого колеса	2	7	2
10	Нет тормозов	1	14	3
11	Нет стояночного тормоза	1	5	4
12	Диагностика тормозной системы	1	22	2
13	Регулировка тормозов	-	--	11
14	Тормозные шланги	-	-	16
Всего сходов		65	339	83

**Выводы по работоспособности тормозной системы.** В гарантийный период эксплуатации из 339 сходов наибольшее количество сходов произошло из-за заклинивания задних колёс – 71, заклинивания передних колёс – 53, выход из строя АБС – 15. Наибольшее количество сходов с ремонтом тормозной системы 190 из 339 в гарантийный период произошло при пробеге до 10000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 58 сходов при пробеге автобусов до 10000-20000 км до наступления ТО2 (20000 км). Необходимо уменьшить пробег до ТО1 до 5000 км [49].

### **3.3.7 Определение работоспособности подвески автобуса**

#### **«Волгабас-5270GH»**

##### **3.3.7.1 Анализ сходов с ремонтом подвески в гарантийный период**

Количество сходов с ремонтом передней и задней подвесок за время эксплуатации автобуса «Волгабас-5270GH» в МУП ВАК № 1732 в течение с 11.11.2017 по декабрь 2018 года 62 (табл. 3.57). Распределение отказов по подвескам представлено на рисунке 3.41.

Таблица 3.57 – Количество сходов с ремонтом подвески с 11.11.2017 г. по 31.12.2018 г.

№ п/п	Характер неисправности подвески	Количество сходов
1	Стук в подвеске слева переднего моста	14
2	Стук в подвеске справа переднего моста	24
3	Реактивная штанга переднего моста правая	1
4	Реактивная штанга переднего моста левая	1
5	Справа первый амортизатор	9
6	Слева первый амортизатор	8
7	Стабилизатор поперечной устойчивости - обрыв слева	2
8	Торсион	3
Всего		62

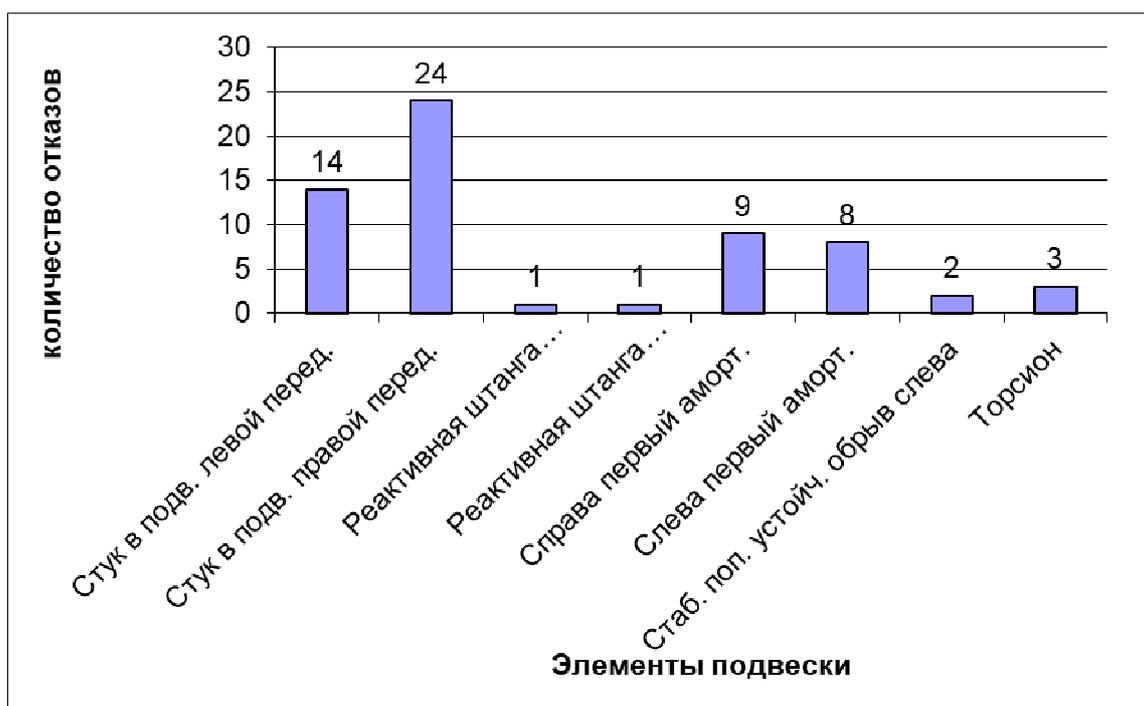


Рисунок 3.41. Суммарное распределение сходов с ремонтом подвески автобуса

Наибольшее количество отказов по передним подвескам – 38. Основные неисправности передних подвесок: стук в передних подвесках – 24 (рис. 3.41).

### 3.3.7.2 Определение работоспособности подвески автобуса «Волгабас-5270GH» за период 2018-2019 годы

Проведен анализ сходов с неисправностью подвески автобусов «Волгабас-5270GH» за период 2018-2019 годы. Сходы с ремонтом подвесок представлены в Приложении 1, таблица 6. Количество сходов с ремонтом подвески составило 261. Минимальное значение пробега до схода с ремонтом подвески 175 км, максимальное значение пробега 145589 км.

Таблица 3.58 – Количество сходов с ремонтом и характер неисправности подвески

№ п/п	Характер неисправности подвески	Количество сходов	Причина неисправности
1	Стук в подвеске переднего моста	113	Некачественные шаровые опоры. Ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка подшипников ступиц колес, стук амортизаторов

2	Стук в колесе	53	Радиальный зазор шкворня во втулках. Увеличенные зазоры в шарнирах рулевых тяг
3	Замена амортизаторов	42	Порванный сальник. Выход из строя сайлент-блоков. Некачественные амортизаторы
4	Ступица переднего колеса	12	Увеличенные зазоры, недостаточное количество смазочного материала, чрезмерная затяжка подшипников ступиц передних колес
5	Люфт шкворня	11	Износ опорного подшипника. Износ опорных втулок и подшипников
6	Схождение колес	11	Износ шарниров рулевого управления и подвески
7	Торсион	9	Повреждение шлицев. Поломка стержня
8	Обрыв стабилизатора поперечной устойчивости	4	Некачественные стабилизаторы поперечной устойчивости. Удовлетворительные условия эксплуатации
9	Стук в подвеске заднего моста	2	Ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка подшипников ступиц колес, стук амортизаторов
10	Ступица заднего колеса	2	Увеличенные зазоры, недостаточное количество смазочного материала, чрезмерная затяжка подшипников ступиц передних колес
11	Заглушка правого шкворня	1	Некачественная заглушка шкворня
12	Центральный болт рессоры переднего моста	1	Некачественный болт рессоры, неконтролируемая затяжка
Всего сходов		261	-

Рассчитываем число групп выборки и интервалы.

Таблица 3.59 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-15000	7500	97	0	0	0
2	15000-30000	22500	46	1	46	46
3	30000-45000	37500	26	2	52	104
4	45000-60000	52500	17	3	51	153
5	60000-75000	67500	18	4	72	288
6	75000-90000	82500	21	5	105	525
7	90000-105000	97500	16	6	96	576
8	105000-120000	112500	5	7	35	45
9	120000-135000	127500	10	8	80	640
10	135000-150000	142500	5	9	45	405
	-	-	$\sum n_i = 261$	-	$\sum n_i D_i = 582$	$\sum n_i D_i^2 = 2782$

Среднеарифметическое значение  $\bar{x}$  и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  :  $\bar{x} = x_0 + \frac{J \cdot \sum n_i D_i}{\sum n_i} = 7500 + \frac{15000 \cdot 582}{261} = 40948$ .

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left(\frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i}\right)^2} = 15000 \cdot \sqrt{\frac{2782}{261} - \left(\frac{582}{261}\right)^2} = 15000 \cdot \sqrt{10,66 - 4,97} = 15000 \cdot 2,385 = 35775.$$

$$\nu = \frac{\sigma}{x} = \frac{35775}{40948} = 0,87.$$

Распределения пробегов до сходов с ремонтом подчиняются закону Вейбулла при  $\nu$  = свыше 0,3 до 0,9. Значение коэффициента вариации равно 0,87. Следовательно, закон распределения пробегов до сходов с ремонтом подвески подчиняется закону Вейбулла.

Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.60.

Таблица 3.60 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№г группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 40948$	$ u_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 35775$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i}{\sigma} \cdot J \cdot \varphi(u_i) = 109,43 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\chi^2$ $\chi^2 = \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	7500	97	-33448	-0,93	0,2589	33	166,4
2	22500	46	-18448	-0,52	0,3485	43	90,85
3	37500	26	-3448	-0,10	0,397	48	7,01
4	52500	17	11552	0,32	0,379	47	14,88
5	67500	18	26552	0,74	0,3034	38	6,96
6	82500	21	41552	1,16	0,2036	27	0,07
7	97500	16	56552	1,58	0,1145	16	0,96
8	112500	5	71552	2,00	0,054	6	0,14
9	127500	10	86552	2,42	0,0213	2	25,23
10	142500	5	101552	2,84	0,0071	1	22,95
-	-	$\sum n_i = 261$	-	-	-	261	$\sum \chi^2 = 335,45$

Значение функции  $\varphi(u_i)$  определяется из таблицы Приложения 1[21] по рассчитанной величине  $|u_i|$ .

Наблюдаемая величина критерия  $x_{набл.}^2 = 335,45$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 10 - 3 = 7$ :  $x_{кр.}^2 = 14,1$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $335,45 > 14,1$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов до схода с ремонтом подвески автобусов не подтверждается.

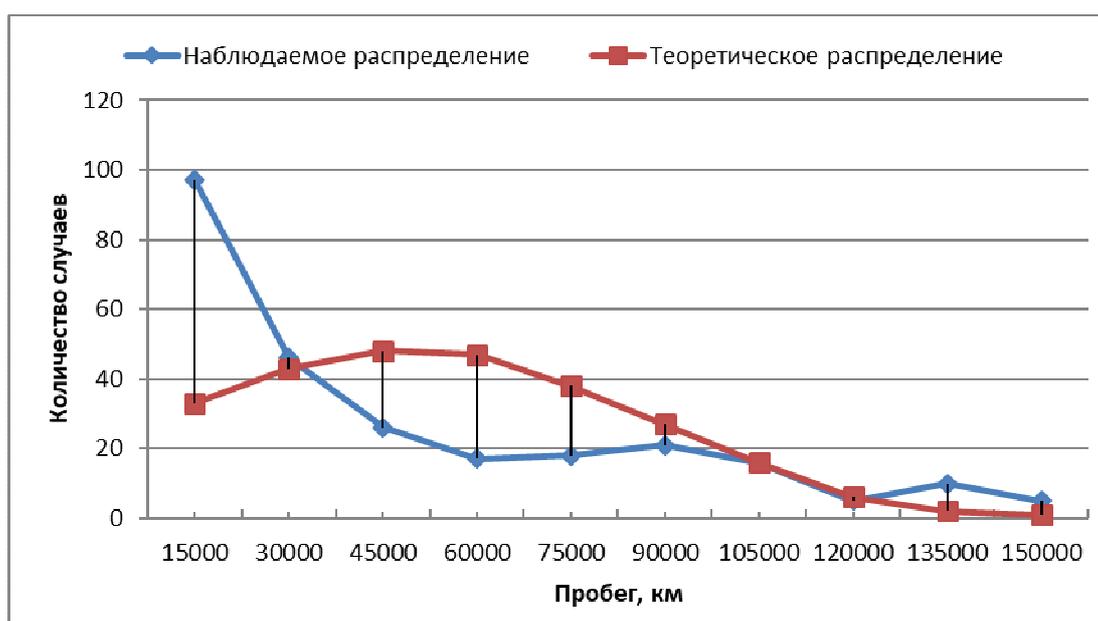


Рисунок 3.42. Распределение наблюдаемых и теоретических пробегов до схода с ремонтом подвески

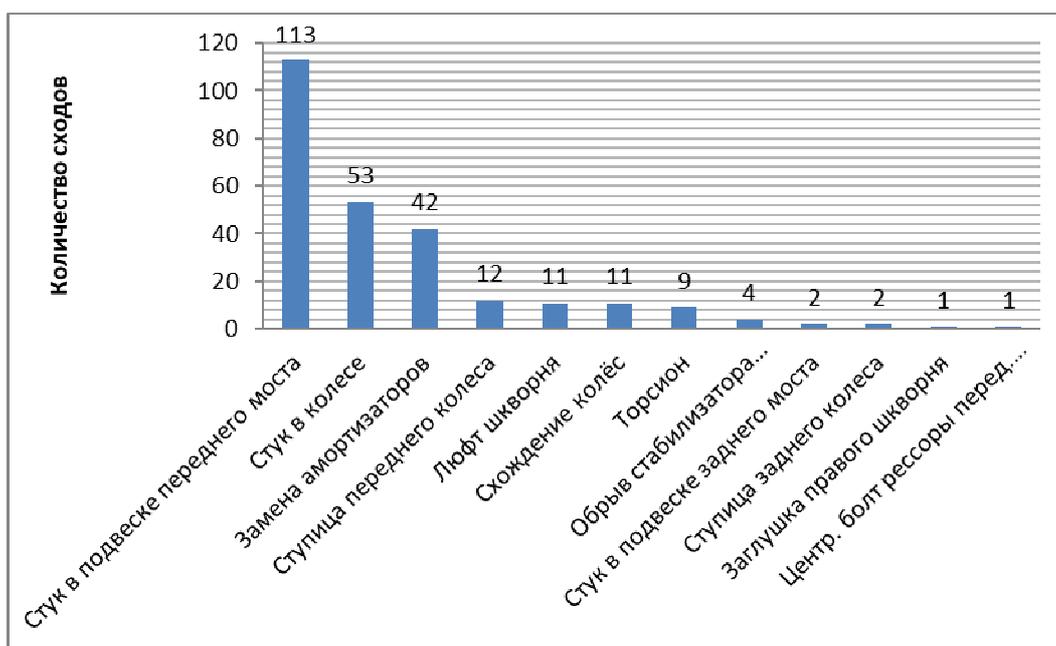


Рисунок 3.43. Сходы с ремонтом подвески автобусов

Таблица 3.61 – Количество сходов с ремонтом подвески в исследуемый период

№ п/п	Характер неисправности подвески	Кол-во сходов	
		Гарантийный период времени (ноябрь 2017 г.- 2018 г.)	2018-2019 годы
1	Стук в подвеске переднего моста	38	113
2	Стук в колесе	-	53
3	Реактивная штанга переднего моста правая	1	-
4	Реактивная штанга переднего моста левая	1	-
5	Справа первый амортизатор	9	-
6	Слева первый амортизатор	8	-
7	Стабилизатор поперечной устойчивости - обрыв слева	2	4
8	Торсион	3	9
9	Замена амортизаторов	-	42
10	Стук в подвеске заднего моста	-	2
11	Центр. болт рессоры перед. моста	-	1
12	Прочие сходы	-	37
Всего сходов		62	261

**Выводы по работоспособности подвески.** Наибольшее количество сходов с ремонтом подвески 97 из 261 в гарантийный период произошло при

пробега до 15000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 46 сходов при пробеге автобусов до 15000-30000 км до наступления ТО2 (20000 км).

Наибольшее количество сходов происходило из-за:

- стука в подвеске, причиной которых могут служить некачественные детали подвески, ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка деталей;

- стука в колесах по причине радиального зазора шкворня во втулках и увеличенных зазорах в шарнирах рулевых тяг;

- замены амортизаторов из-за некачественных деталей, порванных сальников;

- люфта шкворня, схождения колес и т.д.

Перечень работ по ТО подвески:

ТО1. Проверить состояние и герметичность пневмобаллонов подвески автобуса. Проверить состояние крепления головок к трубам реактивных штанг задней и передней подвески. Проверить состояние амортизаторов и элементов их крепления.

ТО 2. Проверить крепление элементов передней и задней подвесок [48].

### **3.3.8 Определение работоспособности рулевого управления «Волгабас-5270GH»**

С 11 ноября 2017 года (с начала эксплуатации) и за 2018 год во время гарантийного периода зафиксировано 102 схода с отказами рулевой системы (табл. 3.62) [50].

Таблица 3.62 – Характер неисправности рулевого управления в гарантийный период эксплуатации

№ п/п	Характер неисправности подвески	Количество сходов
1	Течь масла с рулевого механизма	5
2	Тугое рулевое управление	1
3	Биение руля	2
4	Схождение колёс	2
5	Люфт пальца рулевой тяги	1

6	Крепление рулевого механизма	2
7	Люфт продольной рулевой тяги первый передний конец	21
8	Люфт продольной рулевой тяги первый задний конец	21
9	Люфт продольной рулевой тяги второй передний конец	1
10	Люфт продольной рулевой тяги второй задний конец	1
11	Люфт поперечной рулевой тяги слева	15
12	Люфт поперечной рулевой тяги справа	8
13	Люфт правого шкворня	1
14	Люфт левого шкворня	3
15	Поворотный рычаг слева п/м	13
16	Поворотный рычаг справа п/м	4
17	Стук в рулевом колесе	1
Всего сходов		102

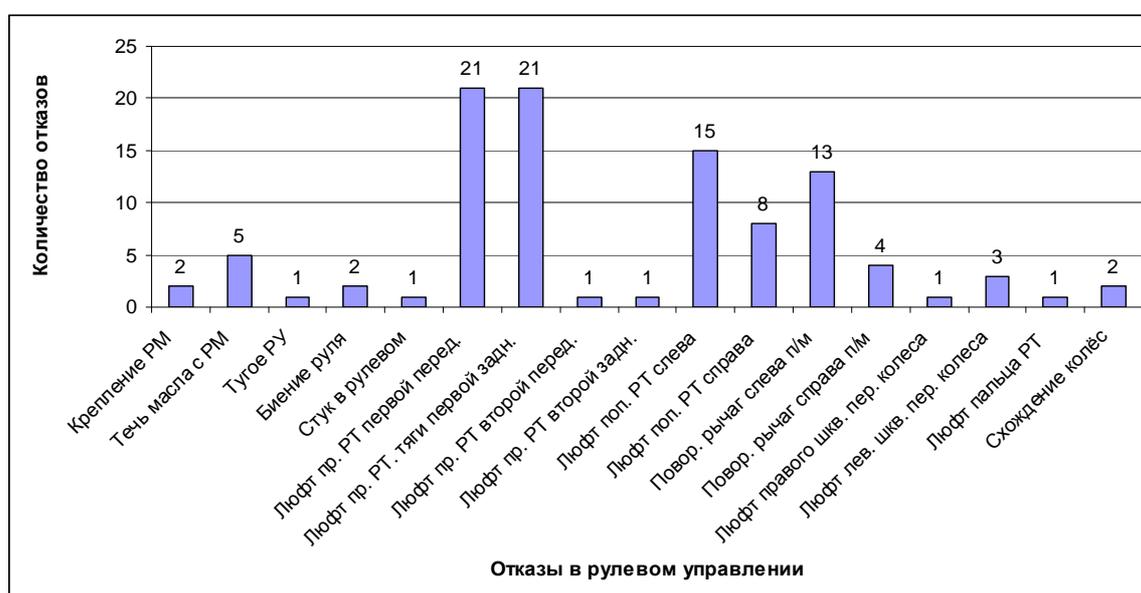


Рисунок 3.44. Сходы с ремонтом рулевого управления

Сходы с ремонтом рулевого управления в начальный период эксплуатации в основном связаны с ослаблением крепления ответственных соединений, для которых должна быть обеспечена контролируемая затяжка при сборочном процессе. Поэтому, согласно ГОСТ 27.002-89 (Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения), эти отказы являются критическими и существенными, при которых запрещена эксплуатация автобусов, так как связана с безопасностью дорожного движения и безопасной перевозкой пассажиров. Причиной отказов могут быть как конструктивные, производственные, так и эксплуатационные факторы

(раздел 1.2: табл. 1.4, п.п. 17, 18, 19). Проведен расчёт деталей рулевого управления (раздел 4), который показал их высокие прочностные характеристики. Поэтому на сход с ремонтом рулевого управления могут влиять производственные факторы: во время сборки узлов и агрегатов – недостаточная смазка сферических подшипников рулевых тяг и неконтролируемая затяжка ответственных соединений, а также эксплуатационные факторы, которые рассмотрены в разделе 2.5 – большая интенсивность движения транспорта. Основные неисправности в рулевом управлении: люфты шарниров рулевых тяг, тугое рулевое управление, стук в рулевом управлении. В ТО1 и ТО2 входит проверка состояния рулевых тяг и их шарниров, затяжка соединений.

За время эксплуатации в 2019 году зафиксировано 106 сходов с отказами рулевого управления (табл. 3.63) [51].

Таблица 3.63 – Характер неисправности рулевого управления в 2019 году

№ п/п	Характер неисправности рулевого управления	Кол-во сходов
1	Тугое рулевое управление	56
2	Люфт продольной рулевой тяги первой пер.	9
3	Люфт продольной рулевой тяги первой задний конец	4
4	Люфт поперечной рулевой тяги слева	7
5	Люфт поперечной рулевой тяги справа	8
6	Люфт левого шкворня переднего колеса	4
7	Люфт правого шкворня переднего колеса	2
8	Люфт рулевого кардана и крестовины	6
9	Клинит рулевое. Тугое рулевое колесо влево	2
10	ГУ	1
11	Люфт сошки рулевого механизма	1
12	Крепление рулевого механизма	1
13	Шланг рулевого механизма	1
14	Люфт шкворня	1
15	Биение рулевого колеса	1
16	Люфт пальца рулевой тяги	1
17	Люфт рулевого колеса	1
Всего сходов		106

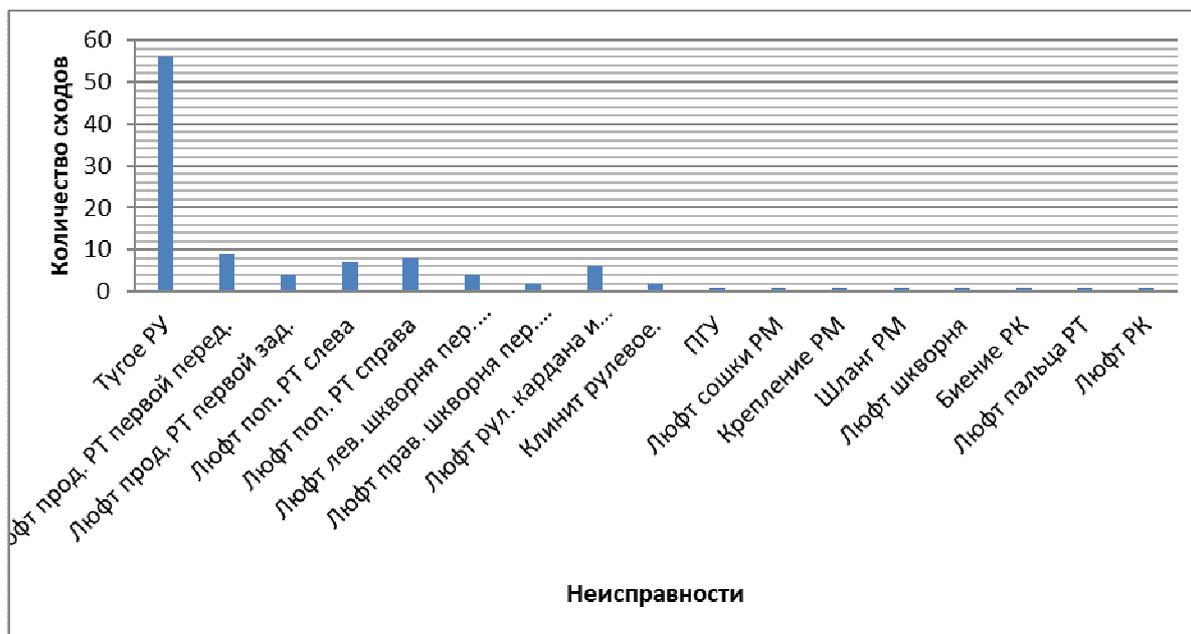


Рисунок 3.45. Сходы автобусов «Волгабас-5270GH» с неисправностями рулевого управления в 2019 году

Произведен расчёт пробегов до сходов с ремонтом рулевого управления в 2019 году. Расчёт пробегов по сходам с ремонтом рулевого управления за 2019 год автобусов «Волгабас-5270GH» представлен в Приложении 1, таблица 7. По каждому автобусу учитывались пробеги по каждому автобусу и по каждому конкретному сходу. Определены количество дней до схода с ремонтом и среднедневной пробег, затем определены пробеги между повторными сходами. Количество сходов 106.

Минимальный пробег до схода 156 км. Максимальный пробег до схода 65000 км.

Обработка полученных статистических данных по сходам с ремонтом рулевого управления и пробегам автобусов между сходами, представленных в таблице 7 Приложения 1, дана в таблице 3.64.

Таблица 3.64 – Число замеров по каждой группе выборки

№ группы	Выборочные пробеги по группам, км	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров, $n_i$	$D_i$	$n_i D_i$	$n_i D_i^2$
1	0-5000	2500	29	0	0	0
2	5000-10000	7500	9	1	9	9
3	10000-15000	12500	19	2	38	76
4	15000-20000	17500	6	3	18	54
5	20000-25000	22500	7	4	28	112
6	25000-30000	27500	7	5	35	175
7	30000-35000	32500	6	6	36	216
8	35000-40000	37500	5	7	35	245
9	40000-45000	42500	5	8	40	320
10	45000-50000	47500	5	9	45	405
11	50000-55000	52500	3	10	30	300
12	55000-60000	57500	3	11	33	363
13	60000-65000	62500	2	12	24	288
	-	-	$\sum n_i = 106$	-	$\sum n_i D_i = 371$	$\sum n_i D_i^2 = 2563$

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$  и среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  :

$$\bar{x} = \bar{x}_{0+} = J \cdot \sum n_i D_i / \sum n_i = 2500 + 5000 \cdot 371 / 106 = 2500 + 17500 = 20000$$

$$\sigma = J \cdot \sqrt{\frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \left( \frac{\sum n_i \cdot D_i}{\sum n_i} \right)^2} = 5000 \sqrt{2563 / 106 - (371 / 106)^2} = 5000 \sqrt{2418 - 1225} = 5000 \sqrt{1193} = 17250$$

$$v = \sigma / \bar{x} = 17250 / 20000 = 0,86.$$

Распределения отклонений пробегов до сходов с ремонтом рулевого управления подчиняются закону Вейбулла [12]: при  $v = \text{св. } 0,3 \text{ до } 0,9$ . Значение коэффициента вариации больше 0,3 и равен 0,86. Проверка гипотезы о нормальном распределении пробегов автомобилей до схода с ремонтом по критерию Пирсона представлена в таблице 3.65.

Таблица 3.65 – Проверка гипотезы по критерию Пирсона

№ группы	Средний пробег по группам выборки, км $x_i$	Число замеров $n_i$	$x_i - \bar{x}$ $\bar{x} = 20000$	$ U_i  = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ $\sigma = 17250$	Функция $\varphi(u_i)$	Теоретические частоты, $n'_i = \frac{\sum n_i}{\sigma} \cdot J \cdot \varphi(u_i) = 3072 \cdot \varphi(u_i)$	Значения критерия $\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2500	29	-17500	1,014	0,2396	10	36,1
2	7500	9	-12500	0,72	0,3079	12	0,75
3	12500	19	-7500	0,434	0,3637	12	4,08
4	17500	6	-2500	0,145	0,3945	13	3,77
5	22500	7	2500	0,145	0,3945	13	2,77
6	27500	7	7500	0,434	0,3637	12	2,08
7	32500	6	12500	0,72	0,3079	10	1,6
8	37500	5	17500	1,014	0,2396	8	1,125
9	42500	5	22500	1,304	0,1714	6	0,167
10	47500	5	27500	1,594	0,1127	4	0,25
11	52500	3	32500	1,88	0,0681	3	0
12	57500	3	37500	2,173	0,0379	2	0,5
13	62500	2	42500	2,464	0,0194	1	1
-	-	$\sum n_i = 106$	-	-	-	106	$\sum x^2 = 54,192$

Значение функции  $\varphi(u)_i$  находим в Приложении 1 [21] по рассчитанной величине  $|u|_i$ . Наблюдаемая величина критерия  $x_{набл.}^2 = 54,192$ . Критическую точку распределения находим по Приложению 5 стр. 466 [21] для значений  $\alpha = 0,05$  и степени свободы  $K = 13 - 3 = 10$ :  $x_{крит.}^2 = 18,3$ .

Сравниваем значения критерия – наблюдаемое и критическое:  $54,192 > 18,3$ . Следовательно, гипотеза о нормальном распределении пробегов до схода с ремонтом рулевого управления автобусов не подтверждается.

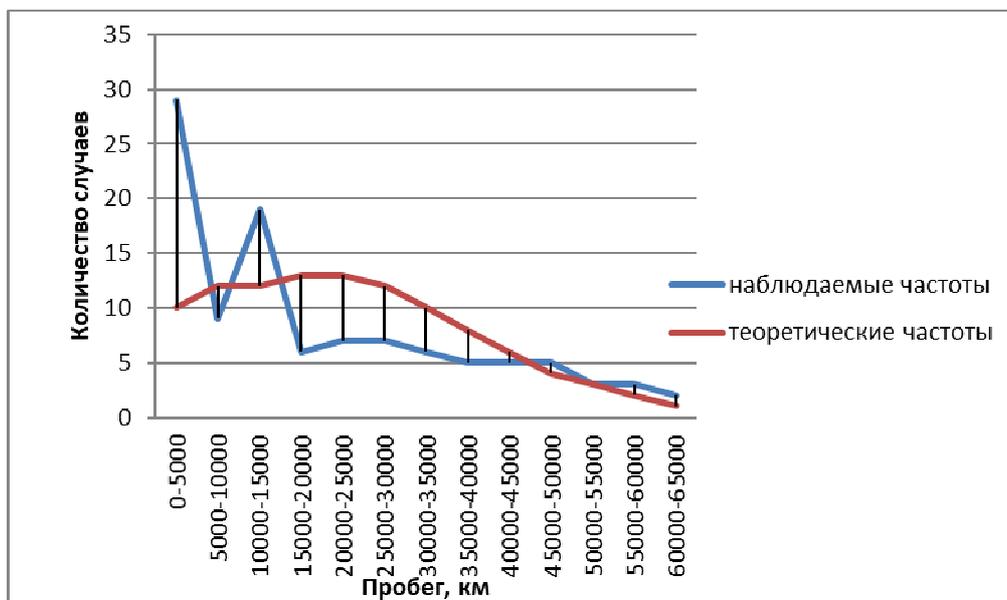


Рисунок 3.46. Наблюдаемые и теоретические пробеги автобусов с неисправностью рулевого управления

Таблица 3.66 – Характер неисправности рулевого управления за исследуемые периоды

№ п/п	Характер неисправности	Количество сходов		
		С 11.11.2017г. +2018 годы	2019 год	2021 год
1	Течь масла с рулевого механизма, крепление рулевого механизма	5	3	-
2	Тугое рулевое управление, ПГУ	1	59	6
3	Биение руля	2	2	-
4	Схождение колёс	2	-	-
5	Люфт пальца рулевой тяги	1	1	-
6	Крепление рулевого механизма	2	1	-
7	Люфт продольной рулевой тяги первый передний конец	21	9	2
8	Люфт продольной рулевой тяги первый задний конец	21	4	1
9	Люфт продольной рулевой тяги второй передний конец	1	-	-
10	Люфт продольной рулевой тяги второй задний конец	1	-	-
11	Люфт поперечной рулевой тяги слева	15	7	-
12	Люфт поперечной рулевой тяги справа	8	8	1
13	Люфт правого шкворня	1	5	-
14	Люфт левого шкворня	3	2	-
15	Поворотный рычаг слева п/м	13	-	-
16	Поворотный рычаг справа п/м	4	-	-
17	Стук в рулевом колесе	1	-	-
18	Люфт рулевого кардана и крестовины	-	6	11
19	Шлицы кардана	-	-	1
Всего сходов		102	106	22

**Выводы по неисправности рулевого управления.** Основные неисправности: тугое рулевое управление, люфты продольных и поперечных рулевых тяг, люфт рулевого кардана. В ТО1 и ТО2 входит проверка состояния рулевых тяг и их шарниров, затяжка соединений. Необходимо применять качественные рулевые тяги отечественного производства, а также проводить своевременную диагностику [40, 52].

По рекомендации завода-изготовителя ТО1 проводится через 10000 км пробега, а ТО2 через 20000 км. Из 106 сходов 29 сходов произошли в основном на пробеге до 5000 км, в промежутке от 5000 до 10000 км произошло 9 сходов, а в промежутке от 10000 до 15000 км произошло 19 сходов. В 2021 году количество сходов уменьшилось до 22-х. Возможно повлияло установление пробега до ТО1 – 7500 км, до ТО2 – 10000 км. С целью исключения сходов с ремонтом рулевого управления предлагается ТО1 проводить через 5000 км, ТО2 через 10000 км. А также дополнительно внести регламентные работы технического обслуживания по примеру ТО автобусов ЛиАЗ и ПАЗ.

Перечень работ проводимых на ТО:

ЕО – Проверить уровень масла в бачке гидроусилителя. При неработающем двигателе уровень масла должен быть на уровне верхней метки щупа. После остановки двигателя уровень масла может подняться на 1-2 см. Если уровень масла поднимается больше, чем на 2 см необходимо прокачать систему. Проверить крепление рулевого механизма и маслонасоса, герметичность системы, очистить воздушный клапан на бачке ГУР.

ТО1 – Смазать втулки шкворней поворотных кулачков.

ТО2 – Проверить и при необходимости подтянуть крепление карданных валов к угловому редуктору, к рулевой колонке и к рулевому механизму. Проверить люфт в шарнирах карданных валов рулевой колонки.

### 3.4 Анализ сходов с ремонтом электрооборудования автобусов «Волгабас-5270GH»

Сходы с ремонтом электрооборудования 2018, 2020 и в 2021 годах представлены в таблице 3.67 [52].

Таблица 3.67 – Сходы с ремонтом электрооборудования по годам

Годы	2018	2020	2021
Количество	690	626	691

Таблица 3.68 – Общее количество сходов автобусов с электрооборудованием в 2021 году

Гар. №	Кол-во сходов	Гар. №	Кол-во сходов	Гар. №	Кол-во сходов
800	14	817	19	834	6
801	11	818	9	835	22
802	8	819	5	836	9
803	30	820	12	837	14
804	16	821	11	838	23
805	17	822	14	839	28
806	21	823	10	840	14
807	15	824	18	841	17
808	26	825	5	842	10
809	17	826	20	843	12
810	16	827	24	844	11
811	7	828	9	845	17
812	13	829	6	846	3
813	23	830	11	847	13
814	8	831	7	848	14
815	6	832	13	849	17
816	15	833	5	Всего	691

В 2021 году количество сходов автобусов на ремонт с электрооборудованием составляло от 3-х до 30 раз.

Таблица 3.69 – Сходы автобусов с ремонтом систем и приборов электрооборудования

№ п/п	Характер схода	Годы		
		30.11.2017-10.12.2018	2020	2021
<b>Внешняя световая и звуковая сигнализация</b>				
1	Стопы	23	39	35
2	Фары	84	60	52
3	Габариты автопоезда	102	53	54
4	Задний ход	11	14	8
5	Освещение госномера	4	17	13
6	Противотуманные фары	29	10	16

7	Повороты	66	54	63
8	Нет подсветки приборов	12	1	1
9	Боковые фонари	1	1	7
10	Стоп-сигнал на ручном тормозе	0	0	6
11	Графареты	1	0	4
12	Свет в салоне/кабине	4	5	3
13	Аварийная сигнализация	3	1	2
14	Звуковой сигнал	24	16	9
Всего		<b>364</b>	<b>271</b>	<b>273</b>
<b>Приборы и оборудование</b>				
15	Стеклоочиститель	18	9	11
16	Отопитель салона	12	23	16
17	Обдув лобового стекла	5	11	26
18	Выключатель массы	0	2	9
19	Спидометр	4	0	8
20	Замкнуло электропроводку	37	12	23
21	Стартер	0	40	23
22	Свечи зажигания	1	18	14
23	Навигационная система и информационная система	18	17	3
24	Центральный переключатель света фар	0	3	3
25	Обогрев зеркал	1	0	1
26	Кнопка остановки по требованию	1	4	1
27	Тахометр	0	1	2
28	Приборы	7	15	2
29	Громкоговоритель	2	0	2
30	Тахограф	4	5	4
31	Прибор температуры охлаждающей жидкости	1	4	2
32	Не показывает давление воздуха	1	1	2
33	Не показывает давление масла	1	2	2
34	Прибор учёта газа	1	1	2
Всего		<b>114</b>	<b>169</b>	<b>156</b>
<b>АКБ</b>				
35	АКБ	8	13	30
36	Нет зарядки	8	8	19
37	Дверка отсека АКБ	4	3	3
38	Клеммы АКБ	3	3	6
Всего		<b>23</b>	<b>27</b>	<b>56</b>
<b>Генератор</b>				
39	Генератор	0	11	23
40	Ремни генератора	0	7	10
Всего		<b>0</b>	<b>18</b>	<b>37</b>
<b>Датчик КУП</b>				
41	Передний	13	6	12

42	Задний левый	10	1	6
43	Задний правый	7	3	2
Всего		30	10	20
<b>Двери не работают</b>				
44	Первая дверь	28	18	13
45	Вторая дверь	69	58	69
46	Третья дверь	0	1	1
47	Антиблокировка дверей	2	13	8
48	Ремонт дверей	42	18	24
49	Освещение двери	0	3	0
Всего		<b>141</b>	<b>111</b>	<b>115</b>
<b>Прочие</b>				
50	Пусковой подогреватель	10	12	28
51	Не работает противопожарный блок	4	2	3
52	Не работает термостат	2	3	2
53	Отогрев воздушной системы	2	3	2
Всего		<b>18</b>	<b>20</b>	<b>35</b>
Сумма сходов		<b>690</b>	<b>626</b>	<b>691</b>

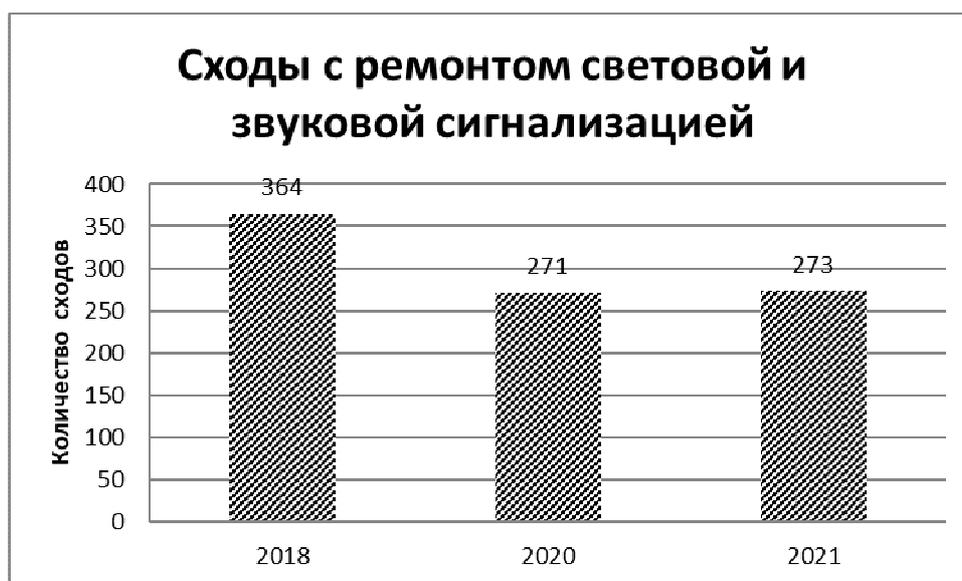


Рисунок 3.47. Сходы с ремонтом световой и звуковой сигнализацией

Наибольшее количество сходов с ремонтом световой и звуковой сигнализацией (рис. 3.47). В 2018 году 364 схода, а в 2020 и в 2021 годах одинаковое количество сходов до 273-х. Наибольшее количество сходов из-за не работы стопов, фар, габаритных огней, поворотов.

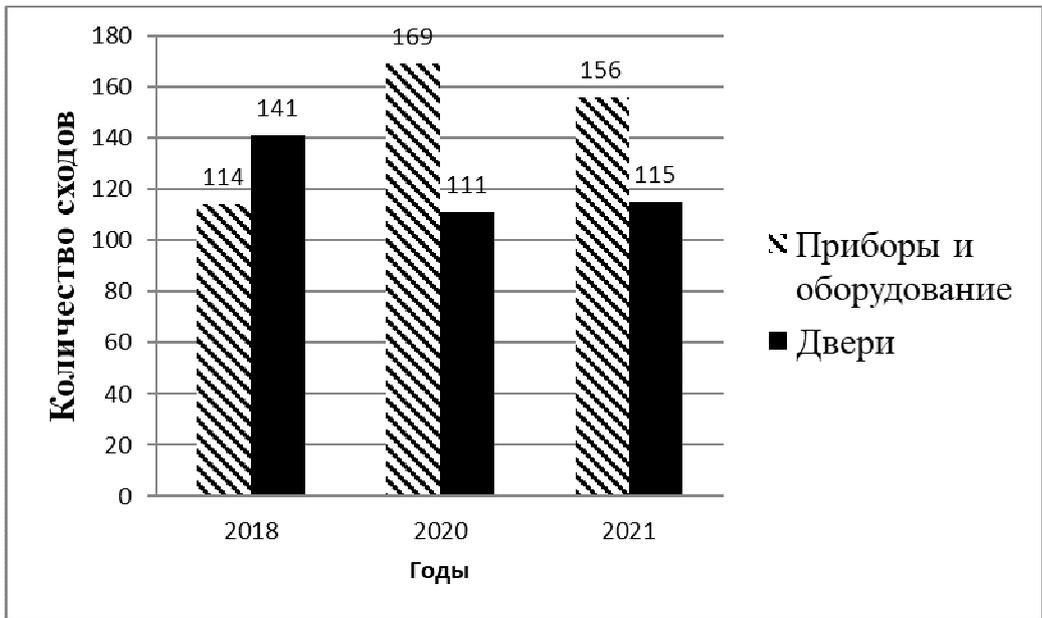


Рисунок 3.48. Сходы с ремонтом дверей, приборов и оборудования

Большое количество сходов с неработающими приборами и оборудованием – не работает отопитель салона, стартер, замыкание электропроводки.

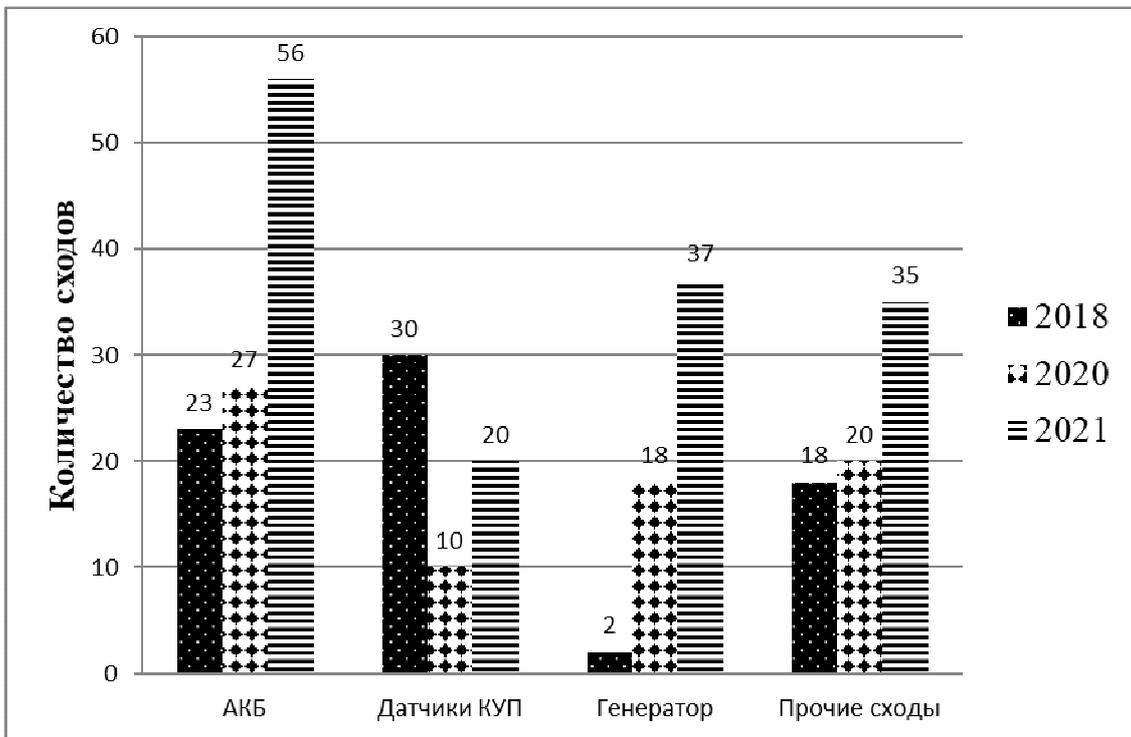


Рисунок 3.49. Сходы с АКБ, датчиками КУП, генератором и прочие сходы

Имеются случаи, когда автобус начинает движение при открытых дверях. Согласно ГОСТ 27815-88 «Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции»: пункт 5.5.4.1.3. Автобус должен быть снабжен системой остановочного тормоза (невозможность начать движение при открытых пассажирских дверях).

Остановочный тормоз приводится в действие нажатием кнопки 2 (рис. 3.50) и выключается повторным нажатием этой же кнопки. При включенном остановочном тормозе загорается символ включения остановочного тормоза 8. Применять остановочный тормоз рекомендуется при коротких остановках, так как он расходует значительно меньше воздуха, чем рабочие тормоза. Кроме того, использование на остановках остановочного тормоза (а не стояночного) продлевает срок службы пружинных энергоаккумуляторов.

Если кнопка ручного управления остановочным тормозом находится в положении выключения тормоза, то остановочный тормоз действует в автоматическом режиме по следующему принципу:

- тормоз включается, если включена система наклона кузова или по каким-либо причинам начинает открываться любая из дверей при условии, что скорость движения автобуса не превышает 5 км/ч;
- остановочный тормоз выключается при выключенной системе наклона кузова после закрывания всех дверей пассажирского салона;
- в аварийном случае (при поломке дверей и т.п.) остановочный тормоз может быть отключен тумблером 8 (рис. 3.50), который расположен на дополнительной панели приборов за опломбированной блокирующей крышкой. Остановочный тормоз функционирует только при включенном зажигании.

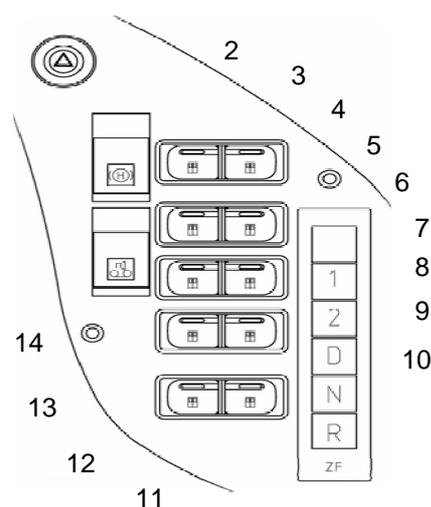


Рисунок 3.50. Правая панель переключателей: 1 – кнопка включения аварийной световой сигнализации; 2 – кнопка включения остановочного тормоза; 3 – кнопка открывания двери кабины водителя; 4 – кнопка закрывания двери кабины водителя; 5, 8, 13 – кнопки открывания дверей; 6, 9, 10 – кнопки открывания дверей; 7 – пульт управления ГМП; 11 – кнопка закрывания всех дверей салона; 14 – кнопка автоматического объявления остановки

В целях безопасности перевозки пассажиров настоятельно рекомендуем не эксплуатировать автобусы с выключенной или неисправной системой автоматического включения.

Основные неисправности в работе дверей: не происходит открытие первой или второй двери, автобус трогается с открытыми дверьми. В ТО2 входит проверка состояния пневматической системы открывания и закрывания дверей, проверка электронной системы остановочного тормоза.

Таблица 3.70 – Характер неисправности дверей автобуса

№ п/п	Характер неисправности	Годы/Кол-во сходов			Причина неисправности
		2018	2020	2021	
1	Не работает первая дверь	28	18	14	Отсутствует регулярное обслуживание механизма открывания дверей. Ненадёжный контроллер дверных механизмов. Производитель Италия.
2	Не работает вторая дверь	69	58	68	
3	При открытых дверях автобус едет	2	13	8	Ненадёжный датчик управления дверьми. Производитель Италия, замена на датчики МАН.
4	Ремонт дверей	42	22	25	Ненадёжное крепление дверей.
Всего сходов		141	111	115	

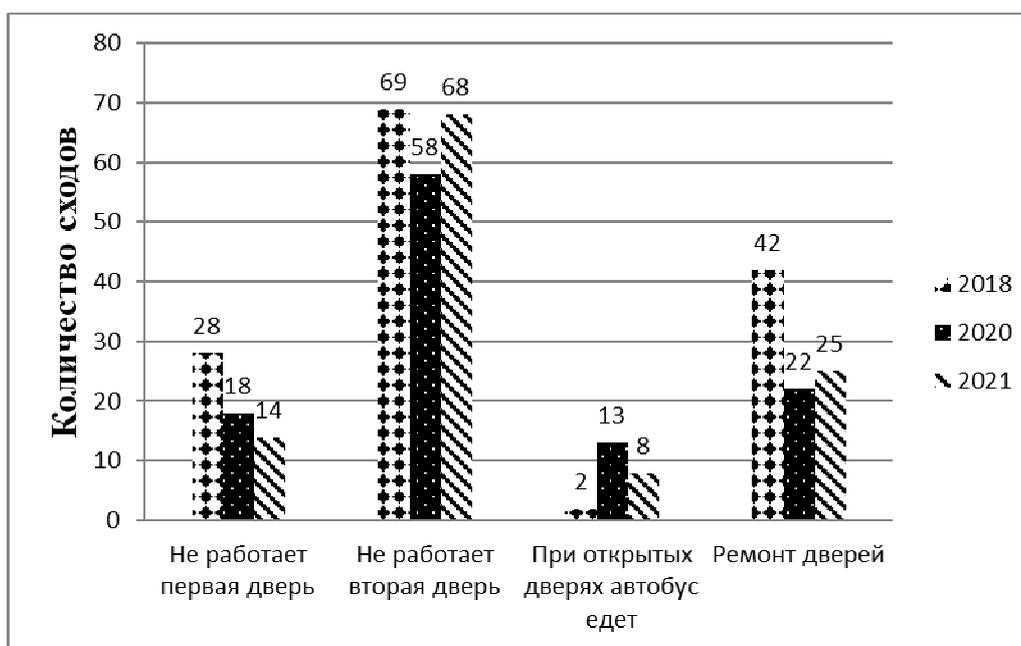


Рисунок 3.51. График сходов автобусов «Волгабас-5270GN» из-за неисправностей дверей

Сходы с неисправностью клапанов управлением пола (КУП) автобусов представлены в таблице 3.71. Пневматическая схема подвески с механическим управлением представлена на рисунке 3.52.

Таблица 3.71 – Сходы с неисправностью клапанов управлением пола автобусов

№ п/п	Характер неисправности	Год / Кол-во сходов			Причина неисправности
		2018	2020	2021	
1	КУП задний левый	13	6	11	Выход из строя электромагнитного клапана Wabco (Германия). Замена на пр-во МАН.
2	КУП задний правый	10	1	6	
3	КУП передний	7	3	2	
Всего сходов		30	10	19	

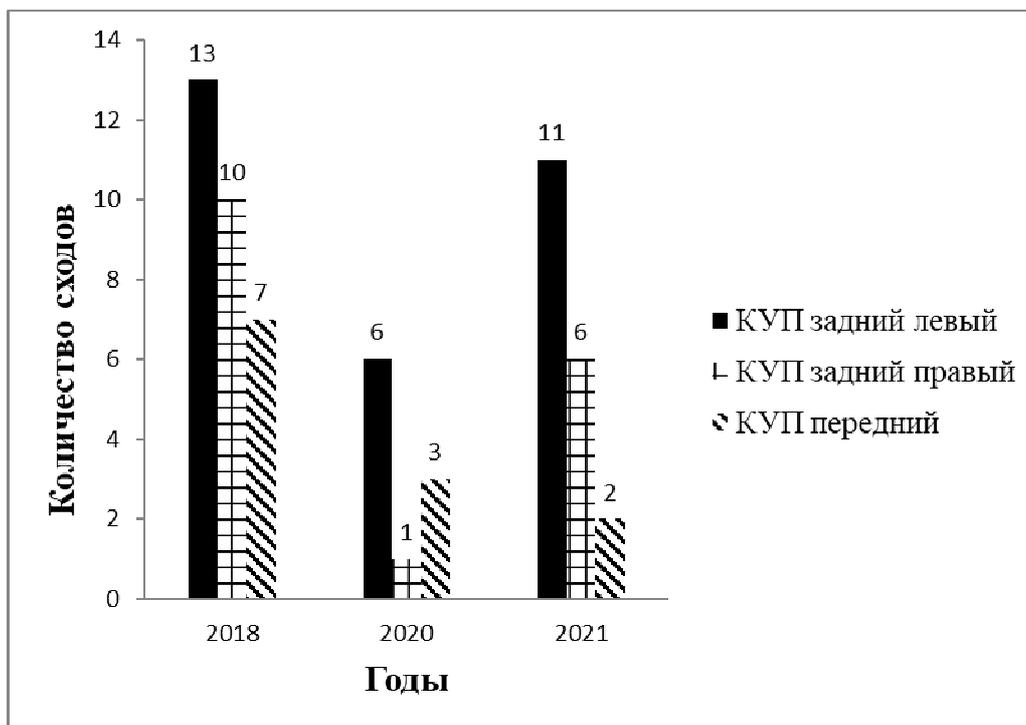


Рисунок 3.52. График сходов автобусов «Волгабас-5270GN» из-за неисправностей электромагнитного клапана управления полом

Основные неисправности в работе КУП: происходит отказ работы переднего и заднего клапана управления полом. В ТО2 входит проверка состояния пневматической подвески (патрубок, клапанов, дросселей и датчиков). Необходимо устанавливать клапана управления полом отечественного производителя, для обеспечения бесперебойной работы системы.

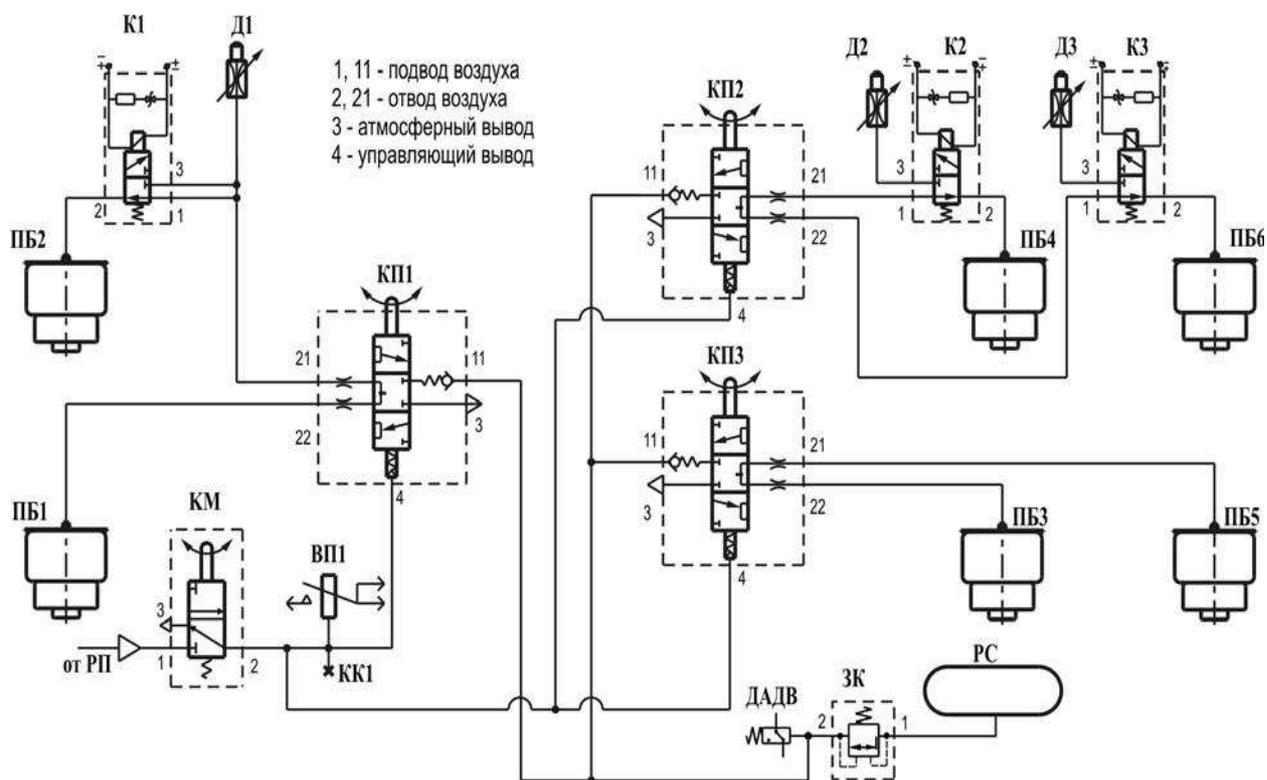


Рисунок 3.53 – Пневматическая схема подвески с механическим управлением:  
 ВП1 – пневматический выключатель; Д1, Д2, Д3 – дроссели выпуска воздуха;  
 ДАДВ – датчик аварийного давления воздуха; ЗК – защитный клапан (перепускной клапан с ограниченным обратным потоком); К1, К2, К3 – электромагнитные клапаны;  
 КК1 – контрольный клапан; КМ – механический пневмоклапан (управления системой подъема кузова); КП1...КП3 – краны уровня пола; ПБ1...ПБ6 – пневмобалоны подвески;  
 РС – ресивер подвески; РП – пневматический распределитель

Таблица 3.72– Сходы с ремонтом дверей и КУП

№ п/п	Характер схода автобуса	Кол-во сходов			Причины неисправностей	Мероприятия по повышению БДД
		Годы				
		2018	2020	2021		
1	Неисправность дверей	141	111	115	Не работают двери	Обслуживание привода
					Автобус движется при открытых дверях.	Замена реле в системе.
2	Неисправность КУП	30	10	19	Не работает передний КУП. Срабатывание индикации.	Замена электромагнитного клапана. Замена крана уровня пола.
					Не работает задний КУП. Срабатывание индикации.	Замена крана уровня пола

Таблица 3.73 – Перечень приборов и оборудования, устанавливаемых на автобус (список выборочный)

№ п/п	Наименование	Кол-во сходов	Производство
1	Датчик включения стоп-сигнала	35	Volgabus
2	Фонарь стоп-сигнала нижний (красный) Volgabus		Volgabus
3	Датчик давления газа	2	Volgabus
4	Датчик одометра	8	Volgabus
5	Фара ближнего света H7	52	Volgabus
6	Фара дальнего света H7		Volgabus
7	Блок-фара левая		Volgabus
8	Блок-фара правая		Volgabus
9	Выключатель массы	9	Volgabus
10	Замок зажигания Volgabus	2	Volgabus
11	Указатель поворота задний (авто-желтый) Volgabus	63	Volgabus
12	Фонарь боковой габаритный Volgabus	1	Volgabus
13	Блок управления зеркалами заднего вида	3	Астрофизика-АСМ Москва
14	Электропривод зеркал заднего вида		Астрофизика-АСМ Москва
15	Датчик давления воздуха	2	Wabco
16	Датчик температуры охлаждающей жидкости	2	Yuchai
17	Генератор газового двигателя Yuchai	37	Yuchai
18	Стартер Yuchai	23	Yuchai
19	Датчик уровня пола Wabco	20	Wabco Германия
20	Кран уровня пола (пневматика)		Wabco
21	Кран уровня пола (пневматика)		COJALI Испания
22	Электромагнитный клапан управления уровнем пола		Wabco Германия
23	Контроллер дверных механизмов Volgabus	83	СAMOZZI Италия
24	Выключатель концевой привода двери	24	Эми Пенза
25	Блок управления дверями MAN	8	MAN

**Выводы:**

1. В 2018 году сходов с ремонтом электрооборудования было 690, в 2020 году 626, в 2021 году 691. Количество сходов не уменьшилось.

2. Наибольшее количество сходов с неисправностями внешней и звуковой сигнализацией, приборами и оборудованием, генератором, АКБ, датчиками управления полом, неисправностями дверей.
3. Основные неисправности дверей: не работает первая дверь, не работает вторая дверь и автобус едет при открытых дверях. Причинами неисправностей является несвоевременное обслуживание дверей и системы управления дверьми, а также выходит из строя датчик управления дверьми.
4. Основные неисправности клапана управления полом: не работает КУП передний левый, правый и задний. Основные причины – выход из строя электромагнитного клапана, утечки воздуха из системы.
5. В заводской инструкции по эксплуатации газового автобуса ПАЗ-32053 имеется перечень работ по электрооборудованию при ежедневном обслуживании, а также рекомендовано сокращение периодичности ТО в два раза на городском маршруте с частыми остановками. В сервисной книжке автобуса «Волгабас-5270GH» отсутствует Перечень регламентных работ при ежедневном обслуживании.
6. В ТО1 автобусов ПАЗ включены операции по обслуживанию генератора, стартера, силовых предохранителей и крепление проводов к ним. В регламентных работах по ТО автобуса «Волгабас-5270GH» эти работы не включены.
7. Для уменьшения сходов с ремонтом электрооборудования необходимо уменьшить пробеги до ТО1 и ТО2: 5000 км до ТО1 и 10000 км до ТО2 вместо 10000 км и 20000 км соответственно.
8. Для повышения безопасности дорожного движения:
  - проверку и обслуживание дверей производить на ежедневном обслуживании;
  - проверку работоспособности клапана управлением пола проводить при ежедневном обслуживании, а также проверять систему на утечку воздуха.

9. Приборы и оборудование, установленные на автобусах производства разных фирм: Volgabus, Wabco, Yuchai, Wabco Германия, SOJALI Испания, CAMOZZI Италия, Эми Пенза, MAN, Астрофизика-АСМ Москва.

10. Необходимо приборы и оборудование, устанавливаемые на автобусах производства разных фирм, заменять на аналогичные отечественных производителей.

### **3.5 Разработка мероприятий по улучшению эксплуатационных качеств автобуса «Волгабас-5270GH»**

Анализ сходов с ремонтом узлов и агрегатов автобусов «Волгабас-5270GH» показал, что наибольшее количество сходов с ремонтом двигателя, КПП, сцепления, тормозной системы, подвески происходили в основном при пробеге до 10000 км, то есть до проведения ТО1 (через 10000 км). Первый пробег до схода с ремонтом определённого узла, агрегата определялся с начала эксплуатации автобуса. Затем определялся повторный сход после конкретного ремонта данного узла, агрегата или системы и рассчитывался пробег после предыдущего ремонта. Если бы ТО1 проводилось при пробеге меньшим 10000 км, то сходов могло бы не быть. Наименьшее количество сходов было с ремонтом рулевого управления. Проведен расчёт деталей рулевого управления (раздел 4), который показал их высокие прочностные характеристики.

На сходы с ремонтом повлияли технологические и эксплуатационные факторы. К технологическим факторам относится соблюдение технологии сборки узлов и агрегатов (не контролируемая затяжка ответственных соединений, не качественная сборка, не достаточная смазка трущихся поверхностей, не качественные приборы и узлы импортного производства, не качественное газовое топливо).

На преждевременные сходы с ремонтом также влияют условия эксплуатации на маршрутах. Интенсивность городского движения и критическая загрузка улично-дорожной сети при переменном режиме работы может привести к преждевременным сходам автобусов с ремонтом агрегатов и систем: с неисправностями двигателя, сцепления, КПП, рулевого управления и тормозной системы. Условия движения автобусов на маршрутах рассмотрены в разделе 2. В руководстве по эксплуатации автобуса ПАЗ-320412-10 с двигателем, работающим на газовом топливе [35], рекомендуется периодичность ТО сокращать в два раза, если автобус работает в тяжелых условиях эксплуатации (максимальное заполнение салона в течение длительного времени, городской маршрут с частыми остановками, холмистый рельеф местности, плохое состояние дорожного покрытия и т.п.).

Таблица 3.74 – Предложения по улучшению эксплуатационных качеств автобуса «Волгабас-5270GH»

№ п/п	Наибольшее количество сходов с отказами	Причина неисправности	Предложения по улучшению эксплуатационных качеств
1	Течь антифриза	Недостаточная затяжка хомутов патрубков	Проводить контролируемую затяжку
2	Работа двигателя с перебоями	Слетают патрубки с турбокомпрессора, забиваются газовые фильтры	Проводить контролируемую затяжку. Оформлять рекламации на качество газа.
3	Клинят передние тормоза	Не отрегулированы подшипники ступиц, недостаточно смазки (при разборке обнаружены ржавые подшипники)	Не качественная сборка
4	Неисправность дверей	Автобус отъезжает от остановки при открытых дверях, двери не закрываются.	Замена на оборудование отечественного производства
		Не работают двери.	Обслуживание привода
5	Неисправность КУП	Не работает датчик клапана уровня пола. Не работает передний	Замена электромагнитного клапана. Замена крана уровня

		КУП. Срабатывание индикации	пола. Замена на отечественные датчики
		Не работает задний КУП. Срабатывание индикации	Замена крана уровня пола. Замена на отечественные краны
6	Обрыв кулисы/троса КПП	Не отрегулирован трос	Производить регулировку согласно заданным параметрам
7	Электрооборудование: не работает внешняя световая и звуковая сигнализация и наружное освещение	Нарушение контактов осветительных приборов, ослабление крепления	Не качественная сборка.
8	Не работают приборы и оборудование.	Некачественные приборы	Замена на приборы и оборудование отечественного производства
9	Рекомендация: создать в ООО «Волгабас-Волжский» сектор надёжности, как это практикуется на всех ведущих автозаводах. Это позволит собирать и систематизировать сходы, улучшать качество и обеспечить конкурентоспособность. В сервисной книжке по обслуживанию автобусов «Volgabus-5270GH» не включен перечень работ при ежедневном обслуживании электрооборудования. Перечень имеется в заводской инструкции газовых автобусов ПАЗ и ЛиАЗ. Для уменьшения количества сходов с ремонтом между выполнением ТО1 и ТО2 предлагается пробег до выполнения ТО1 (10000 км) и ТО2 (20000 км) уменьшить до 5000 км и 10000 км соответственно. В регламентные работы включить перечень приборов, оборудования и инструментов для качественного обслуживания автобусов.		

В результате анализа сходов с неисправностями сцепления автобусов определено, что наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления происходят в промежутке от 0 до 2000 км. Все эти неисправности должны устраняться во время технического обслуживания. Все операции заложены в технологические карты проведения ТО1 и ТО2 в автобусах ИКАРУС, ПАЗ, ЛиАЗ, а в сервисной книжке автобуса «Волгабас-5270GH» они отсутствуют. Предлагаются мероприятия по улучшению эксплуатационных качеств автобусов и введение дополнительных операций выполнение ТО1, ТО2. По рекомендации завода-изготовителя ТО1 проводится через 10000 км пробега, а ТО2 через 20000 км, а сходы происходят в основном до 2000 км. Предлагается ТО1 проводить через 5000 км, ТО2 через 10000 км.

Мероприятия по улучшению эксплуатационных качеств сцепления представлены в таблице 3.75.

Таблица 3.75 – Мероприятия по улучшению эксплуатационных качеств сцепления автобуса «Волгабас-5270GH»

№ п/п	Сходы с отказами / количество	Возможная причина неисправности	Предложения по улучшению эксплуатационных качеств
1	Нет выжима сцепления (231)	Запаздывание включения сцепления при трогании с места и переключении передач. Застывание рабочей жидкости (повышение вязкости). Неисправен ПГУ. Заполнить гидропривод сцепления соответствующей рабочей жидкостью. Заменить или отремонтировать пневмогидроусилитель. Утечка с главного цилиндра. Износ манжеты	Применять рабочую жидкость, рекомендуемую заводом. Некачественный материал манжеты. Замена манжеты того же диаметра отечественного производства
2	Педал сцепления не удерживается в верхнем положении (2)	Поломка возвратной пружины	Заменить пружину. Проводить проверку возвратной пружины и крепления при ТО1
3	Педал не возвращается в исходное положение (заедает на оси) (1)	Наличие смазки, грязь и ржавчина в соединении. Возможная причина – состояние и чистота дороги	Разобрать узел, вымыть в керосине и смазать. При ТО1 проводить проверку состояния и чистоты на педали сцепления
4	Регулировка сцепления (55)	Пробуксовка сцепления, рывки при трогании и шум	Проводить регулировку сцепления при ТО1. Уменьшить пробег до ТО1 с 10000 км до 5000 км
5	Не полное выключение сцепления. Сцепление ведёт (20)	Износ или разрушение дисков сцепления. На поверхность дисков попадает смазка. Замена дисков. Возможная причина - переменный режим движения на самом загруженном маршруте № 14	Некачественный материал. Замена дисков на диски того же диаметра отечественного производства
6	Не полное выключение сцепления. Сцепление буксует (61)	Привод механизма выключения не обеспечивает необходимого хода вилки выключения сцепления по причине: - утечка рабочей жидкости из гидропривода; - попадание воздуха в гидропривод;	Прокачка гидропривода. Регулировка величины перемещения вилки. Доведение давления воздуха в пневмосистеме до нормы (8,3±0,2 кг/см <sup>2</sup> ). Заменить или отремонтировать пневмогидроуси-

		- недостаточная величина перемещения штифта вилки выключения сцепления (штока пневмогидроусилителя); - недостаточное давление воздуха в пневмосистеме; - неисправен пневмогидроусилитель	литедь. Устранение течи ПГУ. Уменьшить пробег ло ТО1 с 10000 км до 5000 км
7	Стук в сцеплении (1)	Ослаблены или поломаны демпферные пружины. Обрыв лепестка корзины. Ослабление заклёпок нажимного диска	Проверка крепёжных соединений при ТО1. Проверка толщины диска и заклёпок при ТО2
8	Сцепление не выключается (3)	Не срабатывает выжимной подшипник	Рекомендация проводить ТО1 через 5000 км
9	Корзина сцепления (1)	Ослабления болтов крепления корзины	Проверка крепёжных соединений при ТО1
Всего сходов		375	
10	В сервисную книжку автобусов «Волгабас-5270GH» включить параметры контролируемых затяжек и регулировочных работ ответственных соединений и узлов. Включить перечень приборов, оборудования и инструментов для качественного обслуживания автобусов. По рекомендации завода-изготовителя ТО1 проводится через 10000 км, ТО2 через 20000 км. Проводить ТО через 2500 км, ТО1 через 5000 км, ТО2 через 10000 км.		

Предлагаемые дополнительные операции по проведению ТО1, ТО2 сцепления представлены в таблице 3.76. Эти регламентные проводятся на автобусах ЛиАЗ и ПАЗ на газовом моторном топливе.

Таблица 3.76 – Перечень регламентных работ автобусов «Волгабас» для сцепления

№ п/п	Наименования и содержание работ	Место выполнения работ	Разряд работ	Трудоемкость, чел/час	Технические требования и условия
Перечень операций проведения ТО1 (через 10000 км) автобуса «Волгабас-5270GH»					
1	Проверить плавность включения/выключения (усилие выжима)	В кабине водителя	3	0,07	Отсутствует величина усилия выжима
2	Проверить и очистить ПГУ (потёки масла, фиксация штока)	Под кабиной водителя	2	0,72	Визуально
3	Проверить свободный ход педали сцепления	В кабине водителя	3	0,07	Отсутствует величина свобод. хода педали сцепления
4	Проверить уровень жидкости привода сцепления	Под кабиной водителя	2	0,11	Раб. жидк. марки РОС ДОТ-4 LAIKE 901-4, 1,2 кг
Перечень операций проведения ТО2 (через 20000 км) автобуса «Волгабас-5270GH» отсутствуют					

1	Проверить уровень жидкости привода сцепления	Под кабиной водителя	2	0,12	Раб. жидк. марки РОС ДОТ-4 LAIKE 901-4, 1,2 кг
Перечень операций проведения каждые 3ТО2 (через 60000 км) автобуса «Волгабас-5270GH»					
1	Заменить жидкость привода сцепления (при замене - прокачать)	Под кабиной водителя	2	0,22	Раб. жидк. марки РОС ДОТ-4 LAIKE 901-4, 1,2 кг
Перечень операций, предлагаемых для включения в ТО1 через 5000 км					
1	Проверить состояние и крепление картера сцепления к картеру маховика. При необходимости закрепить	Снизу в средней части	2	0,1	Болты крепления должны быть затянуты. На поверхности картера не должно быть трещин
2	Проверить крепление и герметичность рабочего цилиндра сцепления, возвратной пружины. Проверить герметичность трубопроводов и шлангов, идущих к рабочему цилиндру сцепления	Снизу в средней части	2	0,1	Болты крепления должны быть затянуты. Подтекание тормозной жидкости не допускается. Пружина должна возвращать шток в исходное положение
3	Проверить герметичность и крепление механизма педали сцепления, бачка гидропривода сцепления и трубопровода сжатого воздуха, подходящему к механизму педали сцепления. При необходимости закрепить	Снизу и сверху передней часть		0,15	Утечка тормозной жидкости и сжатого воздуха не допустима. Механизм педали сцепления и трубопроводы должны быть надежно закреплены. Доливать жидкость
4	Проверить и при необходимости отрегулировать зазор между муфтой выключения сцепления и отводными рычагами	Снизу в средней части	3	0,2	Зазор должен быть 3 мм
5	Проверить перемещение штока поршня главного цилиндра, при необходимости отрегулировать	В кабине водителя	3	0,15	Перемещение штока поршня главного цилиндра при выключенном сцеплении должно составлять 22 мм. Это соответствует смещению штока рабочего цилиндра на 19-20 мм
6	Смазать выжимной подшипник муфты выключе-	Под автобусом зад-	2	0,04	Консистентная смазка солидол

	ния сцепления и ось выжимного подшипника	няя часть			
Перечень операций, предлагаемых для включения в ТО2 через 10000 км					
1	Проверить толщину фрикционных накладок ведомого диска сцепления	Снизу в средней части	3	0,2	Снять пробку контрольного отверстия на картере сцепления и определить состояние накладок. Толщина ведомого диска должна быть не менее 7,0 мм

## 4 РАСЧЁТ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСА

### «ВОЛГАБАС- 5270GH»

#### 4.1 Исходные данные для расчета рулевого управления

Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета рулевого управления

№	Параметр	Обозначение	Размерно- сть	Параметры
1	2	3	4	5
1	Нагрузка на управляемую ось	$G_{ось}$	$H$	70000
2	Нагрузка на управляемое колесо	$G_K$	$H$	35000
3	Полная масса автобуса	$G_a$	$H$	180000
4	Усилие на рулевом колесе (ГОСТ 52302-2004)	$P_{PK}$	$H$	200-450
5	Расстояние между шкворнями	$B_{ШК}$	$м$	1,56
6	Радиус рулевого колеса	$R_{PK}$	$м$	0,225
7	База автобуса	$L$	$м$	6,00
8	Угол поворота колеса: - наружный - внутренний	$\Theta_H$ $\Theta_B$	$^\circ$	40±2 40±2
9	Наклон шкворня: - поперечный - продольный	$\lambda$ $\gamma$	$^\circ$	9°30' 1°30'
10	Угол увода передних/задних колёс	$\delta_1; \delta_2$	$^\circ$	8°; 7°
11	Колея передних/задних колёс	$B_1$	$м$	2,05 / 1,84
12	Марка шины	-	-	295/80 R22.5
13	Передаточное число рулевого механизма (интегральный гидроусилитель)	$U_{PM}$	-	21
14	Передаточное число рулевого привода	$U_{PN}$	-	1,05
15	КПД рулевого механизма	$\eta_{PM}$	-	0,92
16	КПД гидроусилителя	$\eta_{ГУ}$	-	0,85
17	КПД рулевого привода	$\eta_{PN}$	-	0,9
18	Диаметр вала сошки	$d_c$	$м$	0,042
19	Размеры сечения сошки в месте опасного сечения А-А	$a, b$	$м$	0,070 x 0,035
20	Длина рулевой сошки	$м$	$м$	0,350
21	Расстояние от оси вала сошки до оси шарового пальца	$l_1$	$м$	0,270
22	Расстояние от оси шарового пальца до опасного сечения сошки	$l_2$	$м$	0,215
23	Вынос оси шара относительно центра	$l_3$	$м$	0,046

24	Угол поворота рулевой сошки	-	°	47
25	Диаметр шаровой головки пальца	$d_{ш}$	$м$	0,038
26	Диаметр пальца в опасном сечении	$D_n$	$м$	0,031
27	Диаметр пальца в опасном сечении	$d_n$	$м$	0,027
28	Средний диаметр пальца	$d_{cp}$	$м$	0,029
29	Ширина сошки в месте крепления пальца	$h$	$м$	0,034
31	Диаметр шара в опасном сечении	$d_n'$	$м$	0,025
32	Радиус в месте опасного сечения	$R$	$м$	0,003
33	Расстояние от опасного сечения пальца до головки пальца	$k$	$м$	0,017
34	Расстояние от опасного сечения пальца до головки пальца	$m$	$м$	0,030

#### 4.2 Определение кинематического и прочностного передаточных чисел рулевого управления

В автобусе «Волгабас-5270GH» установлены рулевое управление фирмы HIGER (Китай), рулевой механизм 34DC1-01010-DSA.

Кинематическая характеристика рулевого управления представляет собой зависимость углов поворота управляемого колеса от угла поворота рулевого колеса. По кинематической характеристике находят изменение передаточного числа рулевого управления, максимальные углы поворота колес рулевого колеса. Исходные данные и параметры для кинематического и прочностного расчета рулевого управления представлены в таблице 4.1.

На рисунке 4.1 представлена схема поворота автомобиля при управлении колёсами передней оси, к этому типу относятся автобус «Волгабас-5270GH». Ведущими колесами у 5270GH являются задние колеса. Если считать колёса жёсткими, то поворот автомобиля в этой схеме будет проходить вокруг центра  $O$ , расположенного в точке пересечения осей обоих управляемых колёс с осью задних. Все колёса будут катиться по дугам окружностей без бокового скольжения. При этом управляемые колёса

должны быть повернуты на разные углы. Угол поворота внутреннего колеса больше угла поворота наружного.

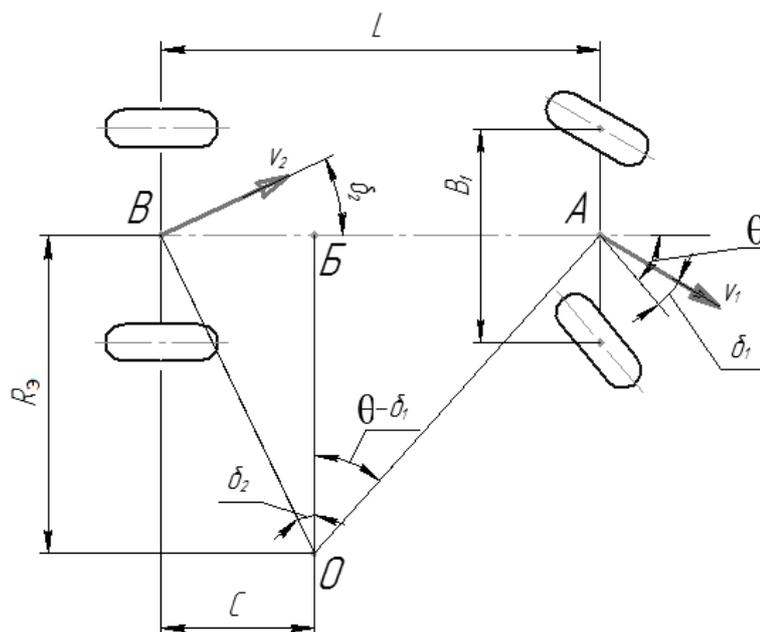


Рисунок 4.1 – Схема поворота автомобиля:

$O$  – центр поворота;  $A, B$  – центры осей передних и задних колёс;  $B'$  – проекция центра поворота на продольную ось автомобиля;  $v_1$  и  $v_2$  – векторы скоростей передних и задних колёс

Кинематическим (угловым) передаточным числом рулевого управления называется передаточное число, характеризующее жесткую кинематическую связь между углом поворота рулевого колеса и углами поворота управляемых колёс. Это передаточное число является переменным. Его значение находится в пределах 0,85-1,10. Для расчета использовалось значение 1,05. Согласно [25] кинематическое передаточное число рулевого механизма  $U_{pm}$  для автобуса «Волгабас-5270GH» равно 21.

Кинематическое (угловое) передаточное число рулевого управления  $U_{\omega}$  определяется по формуле:

$$U_{\omega} = U_{pm} \cdot U_{pn} \quad (4.1)$$

где  $U_{pm}, U_{pn}$  – угловые передаточные числа соответственно рулевого механизма и рулевого привода.  $U_{\omega} = 21 \cdot 1.05 = 22,5$ .

Минимальный радиус поворота автомобиля  $R_{II \min}$  (м):

$$R_{II \min} = \frac{R_3 + 0,5 \cdot B_1}{\cos(\theta_{\max} - \delta_1)}, \quad (4.2)$$

где  $R_3 = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta_{\max} - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2}$ , – радиус поворота автомобиля (из  $\triangle OAB$  и  $\triangle OBB$  рисунок 4.1);

$$R_3 = \frac{6,00}{\operatorname{tg}(42 - 8) + \operatorname{tg} 7} = 7,53 \text{ м}$$

где  $B_1 = 2,05$  м – колея передних колёс;

$\theta_{\max} = 42^\circ$  – максимальный угол поворота управляемых колёс;

$\delta_1 = 8^\circ$  и  $\delta_2 = 7^\circ$  – углы увода передних и задних колёс;

$L = 6$  м – база автомобиля.

Тогда минимальный радиус поворота автобуса равен:

$$R_{II \min} = \frac{7,53 + 0,5 \cdot 2,05}{\cos(42 - 8)} = 10,32 \text{ м.}$$

Согласно техническим характеристикам автобуса радиус поворота равен 11,5 м, что соответствует полученным расчетным значениям.

Угол изменения траектории автобуса не совпадает с углом поворота передних колес. Разница между этими углами называется углом увода. Угол увода в 10 градусов соответствует оптимальной силе бокового увода. Угол увода и сцепление с трассой взаимосвязаны. Оптимальный угол увода составляет 8-10 градусов, при больших значениях сцепление с трассой начинает ухудшаться, а при достижении определенного порога положение руля перестает влиять на направление движения. В данном случае угол увода передних колёс больше чем задних, это указывает на недостаточную поворачиваемость автобуса [5].

Центр поворота  $O$  находится внутри его базы на некотором расстоянии  $C$  от оси задних колёс, которое можно найти по формуле:

$$C = R_3 \cdot \operatorname{tg} \delta_2 \quad (4.3)$$

$$C_{5270} = 7,53 \cdot \text{tg} 8 = 1,06$$

Определим угол поворота рулевого колеса  $\alpha_{p.к.}$ :

$$\alpha_{p.к.} = U_{\omega} \cdot \theta \quad (4.4)$$

где  $\theta = (\theta_n + \theta_в) / 2 = 40^\circ$

$$\alpha_{p.к.} = 22,05 \cdot 40 = 882^\circ = 2,45 \text{ об.}$$

Для того чтобы при повороте автомобиля все его колеса катились по опорной поверхности без проскальзывания, необходимо, чтобы их оси пересеклись в одной точке, которая называется центром поворота. Поэтому углы поворота наружного и внутреннего колеса должны быть разными. Однако в данном случае они равны. Максимальный угол поворота рулевого колеса от среднего положения до крайнего в каждую сторону находится в пределах  $540 \dots 1080^\circ$ , что соответствует его  $1,5 \dots 3$  оборотам (меньшие значения для легковых автомобилей, а большие – для грузовых и автобусов).

Передаточное число рулевого механизма:

$$U_{PM} = \frac{\alpha_{p.к.}}{\alpha_{p.с.}} \quad (4.5)$$

где  $\alpha_{p.с.}$  – угол поворота рулевой сошки.

$$U_{PM} = \frac{882^\circ}{47^\circ} = 18,77 \approx 19$$

В зависимости от типа и конструкции рулевого механизма его передаточное число при повороте рулевого колеса может изменяться или оставаться постоянным. Рулевые механизмы автобусов VOLGABUS 5270GH имеют переменное передаточное число. Такие механизмы при больших скоростях автобуса обеспечивают высокую безопасность движения, так как небольшие повороты рулевого колеса не приводят к значительным поворотам управляемых колёс. Полученное значение передаточного числа рулевого механизма несколько отличается от заявленного в технической

характеристике, поэтому в расчете будет использоваться постоянное  $U_{PM} = 21$ .

Ниже приведен расчет момента инерции колеса  $J_K$ :

$$J_K = 0,85 \cdot m_{II} \cdot R^2 + 0,78 \cdot m_D \cdot R_D^2, \quad (4.6)$$

$$J_K = 0,85 \cdot 632 \cdot (0,507)^2 + 0,78 \cdot 259 \cdot (0,287)^2 = 154,64 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где  $m_{II}$  – масса покрышки, Н;

$R$  – внешний радиус покрышки, м;

$m_D$  – масса колёсного диска, Н;

$R_D$  – посадочный радиус покрышки, м.

Малая угловая жесткость рулевого управления (большая податливость) снижает чувствительность управления автомобилем. В этом случае влияние упругих свойств рулевого управления можно сравнить с влиянием боковой эластичности шин: автомобиль получает свойства недостаточной поворачиваемости. В то же время при малой жесткости рулевого управления толчки, воспринимаемые управляемыми колесами, хорошо амортизируются рулевым управлением. Следует отметить, что малая жесткость может вызвать нежелательные колебания управляемых колес и снижение устойчивости автомобиля.

Нагрузка на управляемую ось  $G_{ось}$  (Н) определяется по следующей формуле (4.7), однако она не подходит для расчета исследуемого автобуса, т.к. колесная база для него хоть и составляет 4х2, но присутствует двухскатная ошиповка задних колес.

$$G_{ось} = 0,54 \cdot G_a, \quad (4.7)$$

где  $G_a$  – полная масса автомобиля, Н.

Поэтому данная информация была получена из эксплуатационных характеристик исследуемого автобуса. Нагрузка на переднюю ось автобуса  $G_{ось} = 7000$  кг.

Нагрузка на управляемое колесо  $G_K$  равна:

$$G_K = \frac{G_{осб}}{2} \quad (4.8)$$

$$G_K = \frac{70000}{2} = 35000 \text{ Н};$$

Момент сопротивления повороту управляемых колес  $M_c$  (Н·м) определяется по формуле [22, 23]:

$$M_c = \frac{2 \cdot \varphi}{3} \cdot \sqrt{\frac{G_K^3}{p_{ш}}} \quad (4.9)$$

где  $\varphi_0$  – коэффициент сцепления при повороте колеса на месте ( $\varphi_0 = 0,9 \dots 1,0$ );

$G_K$  – нагрузка на управляемое колесо, Н;

$p_{ш}$  – давление воздуха в шине (МПа), для шины автобуса 295/80 R22.5 по ГОСТ 5513-97 «Шины пневматические для грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов. Технические условия»,  $p_{ш} = 0,21 \text{ МПа} = 0,21 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

$$M_c = \frac{2 \cdot 0,95}{3} \cdot \sqrt{\frac{35000^3}{0,21 \cdot 10^6}} = 9049,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу  $P_{рк}$  (Н), определяется по формуле [22]:

$$P_{рк} = \frac{M_c}{U_w \cdot \eta_{рм} \cdot \eta_{рп} \cdot R_{рк}}, \quad (4.10)$$

где  $\eta_{рм}$  – КПД рулевого механизма;  $\eta_{рп}$  – КПД рулевого привода;

$R_{рк}$  – радиус рулевого колеса, м.

Усилие на рулевом колесе зависит от различных факторов – стабилизации управляемых колёс, свойств шин, углов установки управляемых колёс.

Согласно ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения» [16], автобус «Волгабас-5270GH» относится к категории транспортных средств М3 – используемые

для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т. Исходя из этого, по ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость» следует, что усилие на рулевом колесе автобуса должно составлять не более 250 Н при наличии гидроусилителя и не более 450 Н при его отказе. В расчете значение усилия на рулевом колесе принимается равным 250 Н.

Силовое передаточное число рулевого управления равно:

$$U_c = \frac{M_c}{M_{p.k.}} \quad (4.11)$$

$$\text{Момент на рулевом колесе } M_{p.k.} \text{ (Н·м): } M_{p.k.} = P_{pk} \cdot R_{pk}, \quad (4.12)$$

где  $R_{pk}$  – радиус рулевого колеса.

$$M_{p.k.} = 250 \cdot 0,225 = 56,25 \text{ Н·м.}$$

Силовое передаточное число рулевого управления  $U_c$ :

$$U_c = \frac{9049,5}{56,25} = 160,88 \quad (4.13)$$

С помощью силового передаточного числа можно оценивать легкость управления по усилию на рулевом колесе, необходимому для поворота колёс.

Момент на выходе рулевого механизма  $M_{pm}$  (Н·м):

$$M_{pm} = R_{pk} \cdot P_{pk} \cdot U_{pm} \cdot \eta_{pm}, \quad (4.14)$$

где  $\eta_{pm}$  – КПД рулевого механизма,  $\eta_{pm} = 0,92$ , согласно ГОСТ Р 52453-2005.

$$M_{pm} = 0,225 \cdot 250 \cdot 21 \cdot 0,92 = 1086,75 \text{ Н·м.}$$

### 4.3 Расчет сошки рулевого управления

Сошка рулевого управления «Волгабас-5270GH» рассчитана на статическую прочность и на изгиб. Обычно ее изготавливают кованной с переменным по длине эллиптическим сечением, что является наиболее рациональным с точки зрения прочности и жесткости. Сошку сопрягают с валом шлицевым соединением треугольного профиля. Для без зазорной посадки отверстие в сошке и конец вала выполняют коническими, а для правильной установки сошки на валу на них предусмотрены соответствующие метки или несимметрично расположенные несколько шлицев [22]. Внешний вид сошки показан на рисунке 4.4.

Рулевая сошка рассчитывается на сложное напряжение от изгиба и кручения. Существующие методики предлагают производить расчёт деталей рулевого управления по максимальным напряжениям без учета переменного характера нагрузки [9,10].

Расчётная схема сошки рулевого механизма и рулевого шарнира сошки представлена на рисунке 4.2. Максимальный угол поворота сошки для 5270GH составляет  $\alpha = 47^\circ$  и это определяет переменный характер нагружения рулевого шарнира. Опасное сечение А-А располагается у основания сошки. В этом сечении сошка от силы, приложенной к ней, изгибается в плече  $l_2$  и скручивается в плече  $l_3$ . Опасные напряжения возникают в точках X и Y.

Усилие на сошке  $P_{сош}$  (Н) при наличии гидроусилителя:

$$P_{сош} = \frac{M_{р.к.} \cdot U_{рм} \cdot \eta_{рм}}{l_1}, \quad (4.15)$$

где  $l_1$  – расстояние от оси вала сошки до оси рулевого пальца.

$$P_{сош} = \frac{56,26 \cdot 21 \cdot 0,92}{0,270} = 4025 \text{ Н};$$

Крутящий момент на сошке  $M_{сош}$  (Н) равен:

$$M_{\text{сош}} = P_{PK} \cdot R_{PK} \cdot U_{PM} = M_{p.k.} \cdot U_{PM} \quad (4.16)$$

$$M_{\text{сош}} = 56,25 \cdot 21 = 1181,25 \text{ Н.}$$

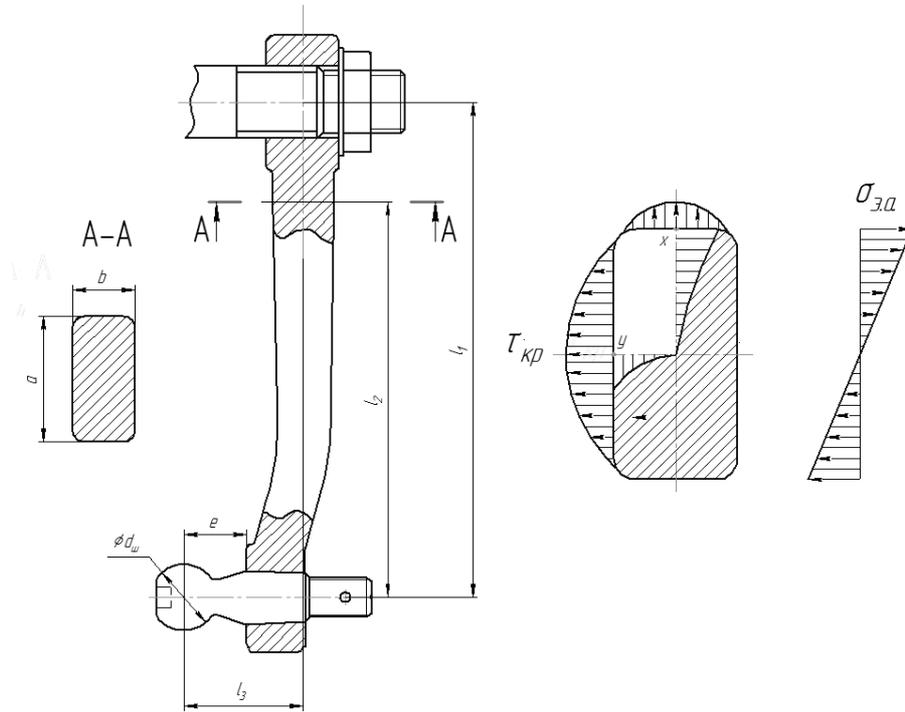


Рисунок 4.2 – Схема для расчета рулевой сошки

Напряжение изгиба  $\sigma_{\text{изг}}$  (МПа) в опасном сечении сошки А-А [27]:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{P_{\text{сош}} \cdot l_2}{W_u} \quad (4.17)$$

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{4025 \cdot 0,215}{1,715 \cdot 10^{-5}} = 50,47 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 150 - 200 \text{ МПа};$$

Напряжение кручения  $\tau_{\text{кр}}$  (МПа) в опасном сечении сошки А-А:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{сош}} \cdot l_3}{W_k}, \quad (4.18)$$

где  $W_u$  – момент сопротивления при изгибе;

$W_k$  – момент сопротивления при кручении.

$W_u = 0,1 \cdot a^2 \cdot b = 0,1 \cdot (0,070)^2 \cdot 0,035 = 1,715 \cdot 10^{-5}$  МПа – момент сопротивления при изгибе опасного сечения сошки;

$W_k = 0,2 \cdot a \cdot b^2 = 0,2 \cdot 0,070 \cdot (0,035)^2 = 1,715 \cdot 10^{-5}$  МПа – момент сопротивления при кручении для опасного сечения сошки.

$$\tau_{кр} = \frac{4025 \cdot 0,046}{1,715 \cdot 10^{-5}} = 10,80 \text{ МПа} \leq [\tau] = 60 - 80 \text{ МПа}$$

Эквивалентные напряжения растяжения  $\sigma_{э.а.X}$  (МПа) в точке X по третьей теории прочности равны:

$$\sigma_{э.а.X} = P_{сош} \cdot \sqrt{\frac{(l_2)^2}{W_u^2} + 4 \cdot \frac{(l_3)^2}{W_k^2}} \quad (4.19)$$

$$\sigma_{э.а.X} = 4025 \cdot \sqrt{\frac{(0,215)^2}{(1,715 \cdot 10^{-5})^2} + 4 \cdot \frac{(0,046)^2}{(1,715 \cdot 10^{-5})^2}} = 54,86 \text{ МПа}$$

напряжения кручения  $\tau_Y$  (МПа) в точке Y:

$$\tau_Y = \frac{P_{сош} \cdot l_3}{W_k} \quad (4.20)$$

$$\tau_Y = \frac{4025 \cdot 0,046}{1,715 \cdot 10^{-5}} = 10,79 \text{ МПа}$$

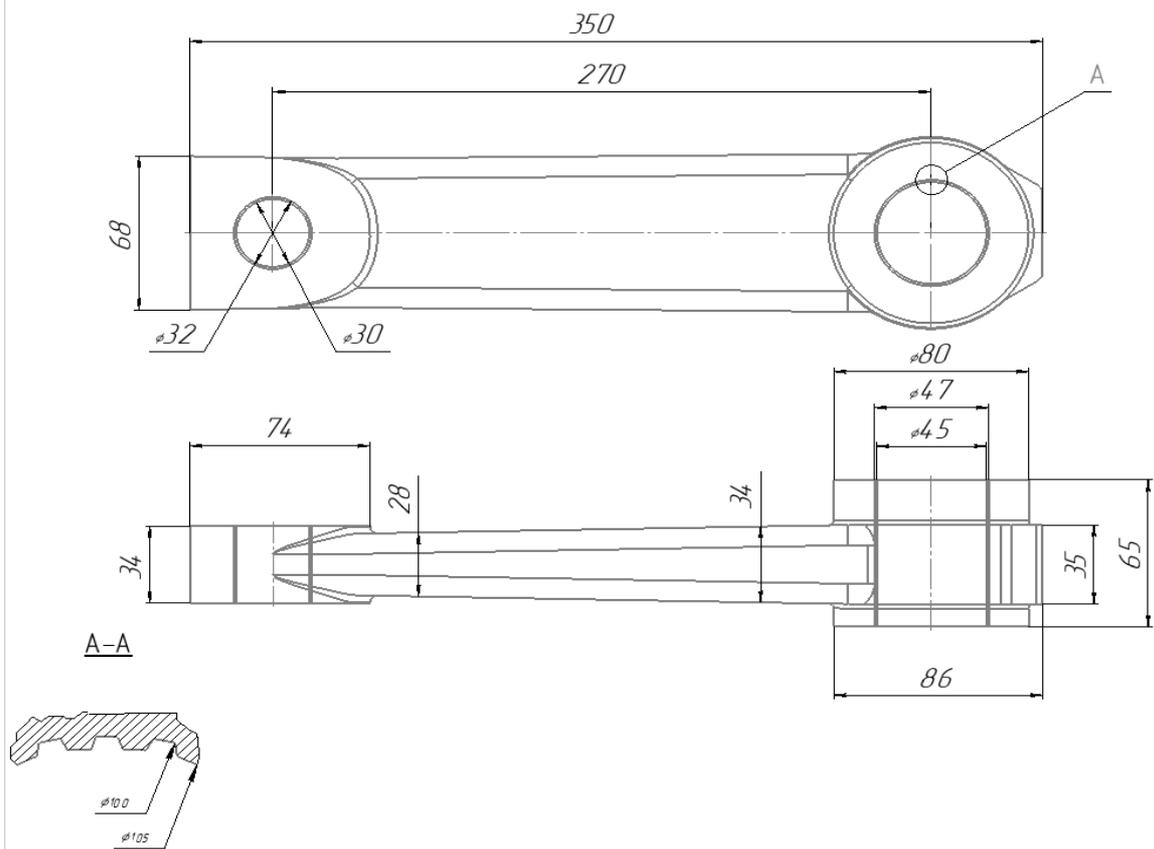


Рисунок 4.3. Чертеж рулевой сошки автобуса «Волгабас-5270GH»



Рисунок 4.4. Внешний вид сошки автобуса «Волгабас-5270GH»

Выводы: напряжения изгиба и кручения в опасных сечениях сошки меньше допускаемых напряжений, тем самым обеспечивается безопасность при эксплуатации при влиянии внешних условий эксплуатации.

#### 4.4 Расчет шарового пальца сошки рулевого управления

Внешний вид шарового пальца автобуса «Волгабас-5270GH» показан на рисунке 5.5. Произведен расчёт на прочность, так как шаровой палец является частью наиболее ответственных узлов рулевого управления, определяющих работоспособность и безопасность их эксплуатации. На надежность и долговечность работы рулевых шарниров оказывают влияние механические свойства материала вкладыша и пальца, а также стабильность их эксплуатационных характеристик во времени [10, 11].



Рисунок 4.5. Шаровой палец сошки рулевого управления автобуса «Волгабас-5270GH»

Шарниры для сошки и рулевых тяг не требуют ухода благодаря уплотнительному чехлу, заполненному специальным пластичным смазочным материалом. Размеры шарниров определяются, главным образом, диаметром шаровой головки, который зависит от величины сил, действующих на сошку и тягу в направлении перпендикулярном к пальцу, так и от требуемых углов его отклонения. Допускают отклонение рулевого пальца во все стороны на  $25^\circ$  или  $35^\circ$  в зависимости от размера пальца. Между шаровой головкой и корпусом шарнира расположены два пласт-

массовых вкладыша. Постоянная плотность сопряжения достигается действием предварительно поджатой пружины. Направление поджатия пружин должно совпадать с осью пальцев. Шаровой палец сошки рассчитывают на изгиб и срез в опасном сечении А-А и Б-Б и на смятие.

Схема для расчета пальца показана на рисунке 4.6.

Усилие на шаровом пальце сошки  $P_c$  (Н) определяется по формуле:

$$P_c = \frac{M_{PM}}{l_c}, \quad (4.21)$$

где  $l_c$  – длина рулевой сошки.

$$P_c = \frac{1086,75}{0,350} = 3105 \text{ Н}$$

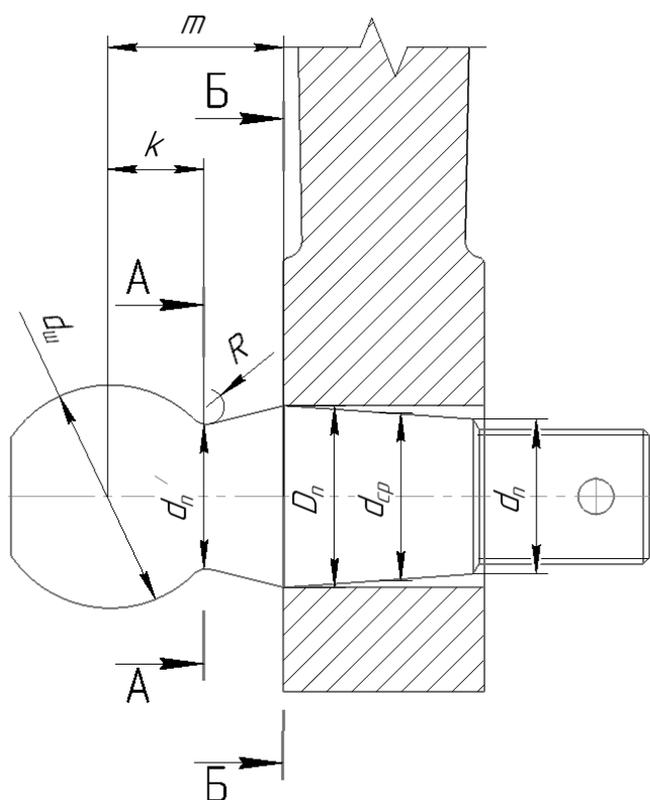


Рисунок 4.6. Расчетная схема шарового пальца сошки рулевого управления

Расчет шарового пальца на смятие  $\sigma_{см}$  (МПа) производится по формуле:

$$\sigma_{cm} = \frac{4 \cdot P_c}{\pi \cdot d_{ш}^2}, \quad (4.22)$$

где  $d_{ш}$  – диаметр шаровой головки пальца, м.

$$\sigma_{cm} = \frac{4 \cdot P_c}{\pi \cdot d_{ш}^2} = \frac{4 \cdot 3105}{3,14 \cdot 0,038^2} = 2,74 \text{ МПа} < 25 - 35 \text{ МПа}$$

Расчет на прочность ведется в двух сечениях: Б-Б – место соединения галтели с шаровой головкой и А-А – сечение перед сошкой. Чертеж пальца представлен на рисунке 4.7.

Напряжение среза пальца  $\sigma_{cp}$  в сечениях равно:

$$\sigma_{cp} = \frac{4 \cdot P_{сш}}{\pi \cdot D_n^2} \leq [\sigma_{cp}] = 25 - 35 \text{ МПа} \quad (4.23)$$

где  $D_n$  и  $d_n'$  – диаметры шарового пальца в опасном сечении, м (рис. 4.6, размеры на рис. 4.7).

$$\sigma_{cp \text{ А-А}} = \frac{4 \cdot 4025}{3,14 \cdot (0,025)^2} = 8,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 8,2 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}] = 25 - 35 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{cp \text{ Б-Б}} = \frac{4 \cdot 4025}{3,14 \cdot (0,031)^2} = 5,34 \cdot 10^6 \text{ Па} = 5,34 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}] = 25 - 35 \text{ МПа};$$

Максимальное напряжение изгиба  $\sigma_{изг}$  пальца в сечениях А-А и Б-Б:

$$\sigma_{изг \text{ А-А}}^{\max} = \frac{32 \cdot P_c \cdot k}{\pi \cdot (d_n')^3} \leq [\sigma_{изг}] = 170 \text{ МПа}; \quad (4.24)$$

$$\sigma_{изг \text{ Б-Б}}^{\max} = \frac{32 \cdot P_c \cdot m}{\pi \cdot D_n^3} \leq [\sigma_{изг}] = 170 \text{ МПа}; \quad (4.25)$$

где  $k$  и  $m$  – расстояния от опасного сечения до центра головки пальца, м.

$$\sigma_{изг \text{ А-А}}^{\max} = \frac{32 \cdot 4025 \cdot 0,017}{3,14 \cdot (0,025)^3} = 44,63 \cdot 10^6 \text{ Па} = 44,63 \text{ МПа} \leq [\sigma_{изг}] = 170 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{изг \text{ Б-Б}}^{\max} = \frac{32 \cdot 4025 \cdot 0,030}{3,14 \cdot (0,031)^3} = 41,31 \cdot 10^6 \text{ Па} = 41,31 \text{ МПа} \leq [\sigma_{изг}] = 170 \text{ МПа}.$$

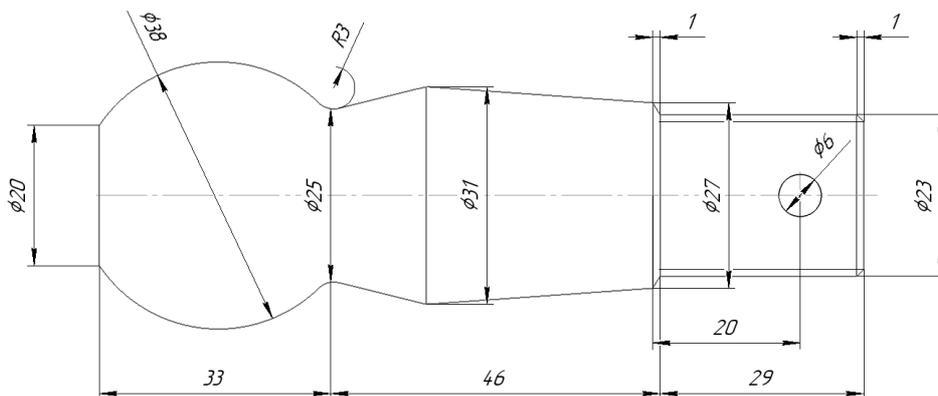


Рисунок 4.7. Шаровой палец сошки рулевого управления



Рисунок 4.8. Внешний вид пальца сошки в сборе

Выводы: напряжения смятия, среза и кручения в опасных сечениях пальца сошки рулевого управления меньше допусковых значений, тем самым обеспечивается безопасная эксплуатация при изменении внешних условий.

## **4.5 Определение напряжений и усталостной прочности деталей рулевого управления методом конечных элементов**

### **4.5.1 Прочностной анализ сошки рулевого управления**

Рулевая сошка была просчитана на статическую прочность при помощи 3D моделирования. В качестве программного продукта для расчета на прочность была выбрана программа SolidWorks, лицензия на использование данного программного обеспечения имеется у Волгоградского государственного технического университета. В качестве силы, действующей на сошку, было приложено расчетное усилие на сошке, определенное в п. 4.3.

При расчете рулевой сошки было принято, что она изготовлена из стали 40ХН, имеющей предел прочности при растяжении равный 980 МПа и предел текучести 780 МПа. Экспериментальное исследование химического состава материала не производилось. Учет возможного поверхностного упрочнения при расчете не производился.

Анализ работы исследуемого объекта показал, что для расчета статической прочности подходят следующие условия закрепления: жёсткое закрепление в шлицевом отверстии для крепления сошки на гидроусилитель. Приложение силы выполнялось к внутренней части отверстия под установку рулевого пальца. На сошку действует усилие равное 4025 Н, (определено в п. 4.3). Рассматриваемая модель была разбита на равномерную сетку тетраэдральных элементов (см. рис. 4.9).

На рисунке 4.9 а) представлена твердотельная модель рассчитываемой рулевой сошки, а на рисунке 4.9 б) – конечно-элементная модель. Конечно-элементная модель содержит 55925 элементов (83544 узлов).

После корректной постановки всех условий закреплений и решаемой задачи был выбран решатель. Так в SolidWorks Simulation доступны два алгоритма решения системы линейных уравнений: 1) прямой метод

для разреженных матриц (Direct sparse). Этот метод базируется на алгоритме Холесского с использованием компактной схемы хранения матрицы жесткости, обладает наибольшей устойчивостью с точки зрения вычислительного процесса. Потребляет в 1,5-2 раза больше оперативной памяти (в задачах с малым числом узлов, как в настоящей работе), чем при использовании итерационных методов; 2) итерационный компактный метод (FFEPPlus). Этот метод основан на разложении Ланшоца и рекомендуется по умолчанию (этот метод использовался в настоящей работе) [2].



Рисунок 4.9. а) твердотельная модель рулевой сошки; б) конечно-элементная модель

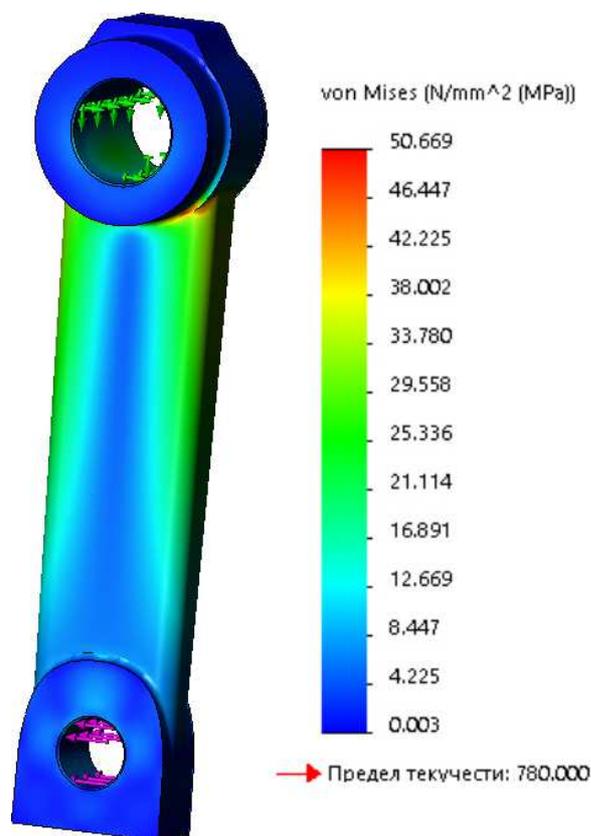


Рисунок 4.10 – Прочностной анализ рулевой сошки (статический расчет)

После закреплений и наложения сетки был выполнен статический расчет данной детали. Были получены поля напряжений и выявлены области, в которых возможны накопления повреждений и разрушение. Результаты статического расчета представлены на рисунке 4.10. Максимальное значение равно 50,669 МПа (рис. 4.10) и находится в сечении А-А (рис. 4.2).

#### 4.5.2 Прочностной анализ шарового пальца рулевого управления

Основной деталью рулевого шарнира является рулевой палец, неполная сферическая часть (головка) которого находится внутри корпуса и охватывается вкладышем, изготовленным из полимерного материала. Поэтому с целью снижения износа последнего к качеству поверхности головки шарового пальца предъявляются повышенные требования (в зависимости от модели автомобиля параметр шероховатости Ra составляет 0,20-

0,45 мкм). Наиболее распространенным способом поверхностного пластического деформирования головок шаровых пальцев является планетарная обкатка. Однако данный способ обладает таким недостатком, как неравномерность обработки участков поверхности головки.

На статические нагрузки также был проверен рулевой шарнир. Расчет на статическую прочность шарового пальца является одним из ключевых этапов проектирования и изучения рациональной конструкции детали с учетом конкретных условий и режимов его эксплуатации. Закрепление шарнира производилось в его средней части, нагрузка прикладывалась только к шаровой головке пальца и равнялась согласно расчётным данным 3105 Н.

На рисунке 4.11 а) представлена твердотельная модель рассчитываемой детали, а на рисунке 4.11 б) – конечно-элементная. Конечно-элементная модель содержит 44641 элемент (65165 узлов).



Рисунок 4.11. а) твердотельная модель; б) конечно-элементная модель

Результаты проведенного статического анализа представлены в виде карты напряжений, максимальное значение равно 84,398 МПа (рис. 4.12) и находится в сечении А-А (рис. 4.6). Расхождение полученных данных с аналитическим расчетом связано с учетом в аналитическом расчете только геометрических размеров пальца, тогда как в SolidWorks учитываются и свойства материала.

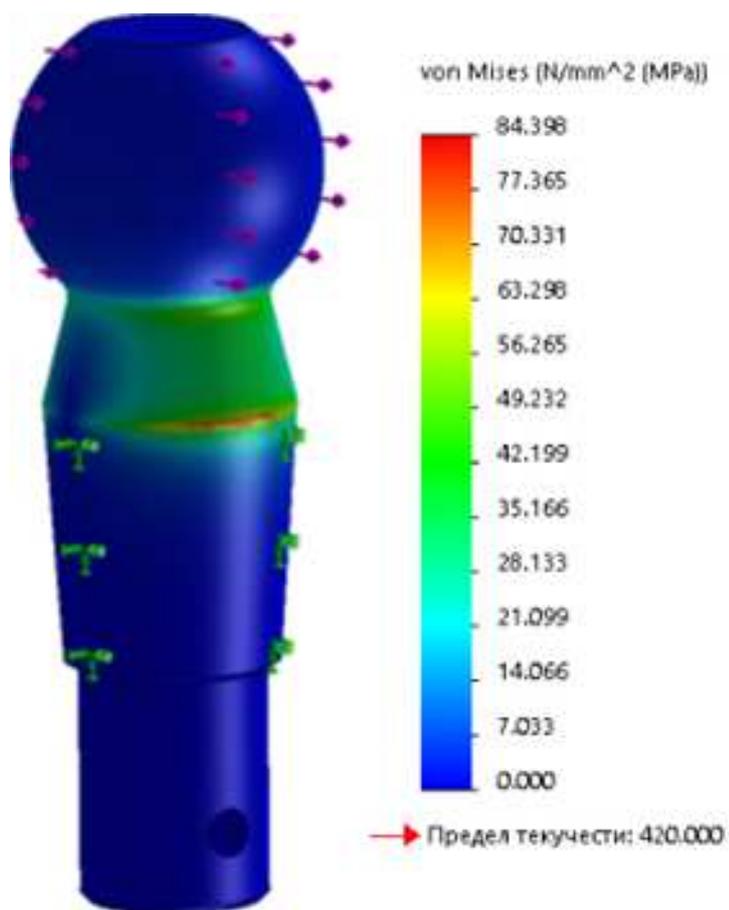


Рисунок 4.12. Прочностной анализ (статический расчет)

#### 4.5.3 Определение коэффициента запаса прочности рулевого пальца и сошки рулевого управления

Коэффициент запаса прочности показывает способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчетных. Наличие минимального запаса в 25-50% обеспечивает надежность детали. Коэффи-

циент, по существу, определяют, исходя из практического опыта создания аналогичных конструкций за прошедшее время и уровня развития техники в данный период. Так, при проектировании стационарных строительных сооружений, рассчитанных на долгие сроки службы, принимают довольно большие значения коэффициента запаса (2...5). В авиационной технике, где на конструкцию накладывают серьезные ограничения по массе, коэффициенты запаса устанавливают по пределу прочности в интервале 1,5...2.

Выбор коэффициента запаса зависит от методов расчета напряжений, степени точности этих методов и последствий, которые повлечет за собой разрушение детали.

Значение коэффициента запаса зависит и от свойств материала. В случае пластичного материала запас по пределу текучести может быть меньшим, чем в случае расчета детали из хрупкого материала. Это достаточно очевидно, поскольку хрупкий материал более чувствителен к различным случайным повреждениям и неожиданным дефектам производства. Кроме того, случайное повышение напряжений в пластичном материале может вызвать только небольшие остаточные деформации, в хрупком же материале последует прямое разрушение [42].

Для рулевого пальца минимальное значение коэффициента запаса прочности составило 4,8 (рис. 4.13, а), что обеспечивает прочность при возможных перегрузках. Нагрузки и закрепление детали были идентичны статическому расчету.

Полученное значение коэффициента запаса прочности является более чем достаточным для обеспечения прочности при статическом расчете. Однако при других типах нагрузок данный коэффициент может отличаться в меньшую сторону.

Определен коэффициент запаса прочности для рулевой сошки. Минимальное его значение составило 15 (рис. 4.13, б). Что также является достаточным.

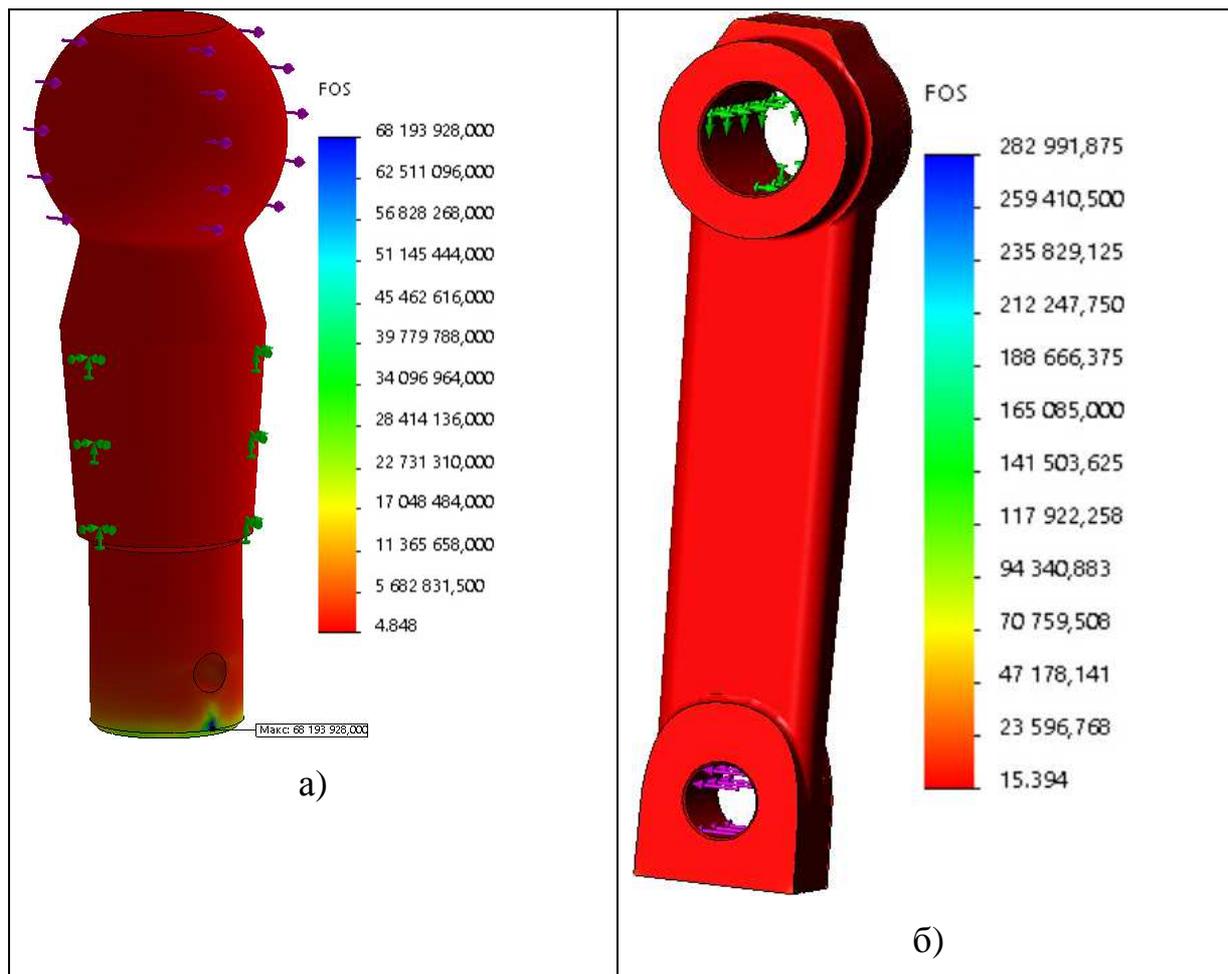


Рисунок 4.13. Коэффициент запаса прочности рулевого пальца (а) и рулевой сошки (б)

#### 4.5.4 Анализ усталостной прочности рулевого пальца и сошки рулевого управления

Многие детали автомобиля в процессе работы испытывают действие переменных во времени напряжений: если эти напряжения превышают определенный уровень, то в материале детали начинают происходить необратимые изменения, которые по мере накопления числа циклов действия переменных напряжений приводят к образованию трещины. Трещина постепенно развивается и, наконец, приводит к внезапному разрушению детали. Причем разрушение детали возможно при напряжениях, значительно меньших, чем в случае, когда они неизменны. Это явление называется

усталостью металла, а свойство детали выдерживать, не разрушаясь, переменные напряжения называется выносливостью [6].

Предполагается, что на детали рулевого управления также действуют усталостные напряжения из-за действия циклических переменных нагрузок, при которых в материале происходит накопление микропластических деформаций. После проведения статического расчета напряжений выполнена проверка на усталостную прочность.

При расчете на усталость в программе SolidWorks принималось, что напряжения от изгиба шарового пальца изменяются по симметричному циклу. Повторяющиеся операции приложения нагрузки и разгрузки со временем приводят к ослаблению объектов, данное явление называется усталостью материалов. Каждый цикл колебания напряжений в некоторой степени ослабляет объект. После некоторого количества циклов объект становится таким непрочным, что он разрушается. Согласно техническим требованиям рулевой палец должен обеспечивать не менее 1 млн циклов нагружения, поэтому был произведен анализ усталостной прочности детали, выраженный в циклах. Полученные результаты представлены на рисунке 4.15. При расчете на усталость в программе SolidWorks принималось, что напряжения от изгиба шарового пальца изменяются по симметричному циклу ( $R = -1$ ).

Из рисунка 4.14 видно, что разрушение шарового пальца произойдет раньше, чем установленный порог в 1 млн. циклов. Что не соответствует установленным требованиям прочности. Разрушение начнется при 513 тыс. циклов, что вдвое меньше рекомендуемого. Разрушение начнется в сечении Б-Б (рис. 4.6).

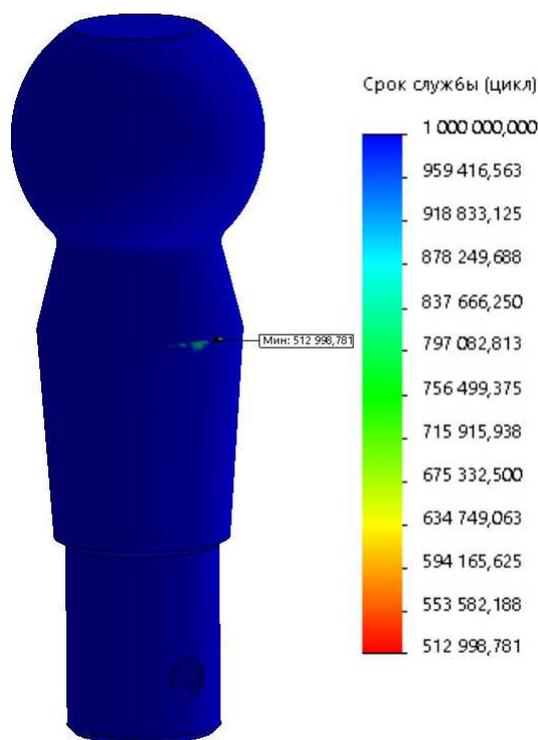


Рисунок 4.14. Срок службы шарового пальца (усталостный расчет в циклах)

Также был проведен аналогичный расчет на усталостную прочность сошки рулевого управления. Расчет показал, что нагрузки не вызовут в ней усталостных повреждений и срок циклической работы в 1 млн. циклов будет выполнен. Поэтому рисунок сошки не представлен.

## 4.6 Проверочный расчет карданной передачи рулевого управления автобуса «Волгабас-5270GH»

### 4.6.1 Исходные данные для расчета

- 1) Максимальный угол перекоса валов  $\gamma_{\max} = 5^\circ$ .
- 2) Длина крестовины  $H = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$ .
- 3) Расстояние от оси крестовины до середины шипа  $R = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}$ .
- 4) Расстояние между серединами противоположно расположенных игольчатых подшипников крестовины  $l_K = 30 \text{ мм} = 0,03 \text{ м}$ .
- 5) Длина шипа  $l_{\text{шип}} = 10 \text{ мм} = 0,01 \text{ м}$ .
- 6) Диаметр шипа  $d_{\text{шип}} = 11,5 \text{ мм} = 0,0115 \text{ м}$ .

- 7) Диаметр отверстия в шипе  $d_0$  для смазывания (при его наличии)  $d_0 = 5$  мм = 0,005 м.
- 8) Радиус шипа крестовины  $r_{\text{шип}} = 5.75$  мм = 0,00575 м.
- 9) Плечо силы  $P$ , определяется из условия, что сила приложена в середине игольчатых роликов подшипников крестовины,  $h = 5$  мм = 0,005 м.
- 10) Площадь крестовины в сечении  $n-n - F = 211$  мм<sup>2</sup> = 0,000211 м<sup>2</sup>.
- 11) Характеристика сечения вилки карданного вала: длина сечения  $a = 27$  мм = 0,027 м, ширина сечения  $b = 9,65$  мм = 0,00965 мм, плечо действия силы  $P$  при изгибе вилки  $c = 21$  мм = 0,021 м, плечо действия силы  $P$  при кручении вилки  $t = 31$  мм = 0,031 м .
- 12) Число роликов (иглок) подшипника крестовины  $Z_p = 21$ .
- 13) Рабочая длина ролика (иглы) подшипника  $l_p = 5.5$  мм = 0,0055 м.
- 14) Диаметр ролика (иглы) подшипника  $d_p = 2$  мм = 0,002 м.

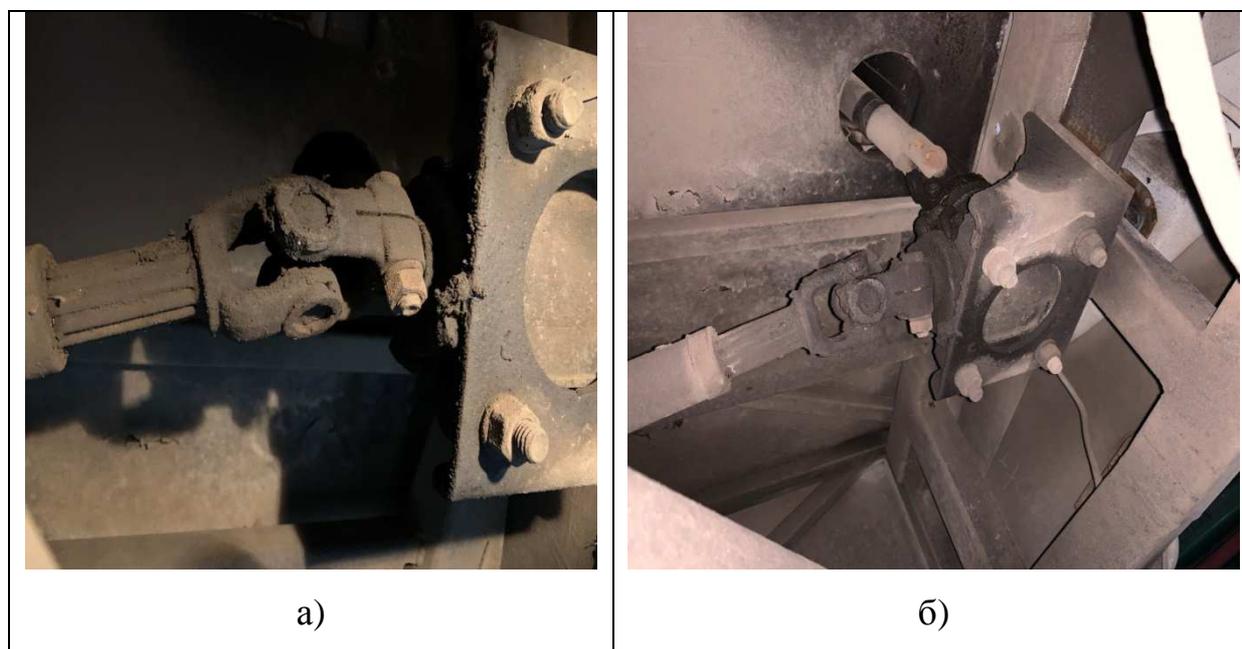


Рисунок 4.15. Внешний вид карданного вала рулевого управления автобуса «Волгабас-5270GH»

Все современные автомобили снабжаются рулевым управлением с карданным валом, передающим крутящий момент с рулевого колеса на ру-

левую рейку. Карданный вал имеет две крестовины – верхнюю и нижнюю. Карданные шарниры агрегата соединяют валы под углами до 15°, поэтому при аварии агрегат складывается и не наносит травм водителю.

Внешний вид карданного вала показан на рисунке 4.15. Кардан состоит из двух вилок, крестовины с предохранительным клапаном и игольчатых подшипников, корпуса которых запрессованы в отверстия вилок и зафиксированы стопорными кольцами.

#### 4.6.2 Расчет крестовины карданного шарнира

Крестовины карданных шарниров изготавливают из легированных сталей 20ХГНТР, 15ХГНТА и 12ХНЗА и подвергают нитроцементации на глубину до 1,2 мм с последующей закалкой. При изготовлении крестовин из углеродистой стали 55ГП их подвергают поверхностному упрочнению ТВЧ с прерывистым отпуском. Исследуемые крестовины согласно ГОСТ 52923-2008 «Шарниры карданные неравных угловых скоростей» относятся к типу 1 ряд I.

Твердость поверхностного слоя крестовин на цилиндрической поверхности шипов должна быть 61...64 HRC. Вилки шарниров изготавливают из среднеуглеродистых сталей 35, 40, 45 или легированной 40ХНМА. Основные размеры крестовин и вилок карданных шарниров стандартизованы.

При проектировании карданной передачи с шарнирами неравных угловых скоростей в качестве основного принимают размер  $H$  (см. рис.4.16), определяемый по выражению:

$$H \geq 7.73 \cdot \sqrt[3]{M_p}, \quad (4.26)$$

где размер  $H$  в мм, а расчетный крутящий момент  $M_p$  в Н·м.

$$H \geq 7.73 \cdot \sqrt[3]{56.25} \geq 29.62 \text{ мм}.$$

Размер  $H$  для рассчитываемой крестовины составляет 40 мм, что не противоречит требуемому условию.

Для расчёта карданной передачи рулевого управления принимается расчетный крутящий момент, действующий на рулевом колесе  $M_{P,K}$ :

$$M_P = M_{P,K} = P_{P,K} \cdot R_{P,K} = 250 \cdot 0,225 = 56,25 \text{ Н}, \quad (4.27)$$

где  $P_{P,K} = 250 \text{ Н}$  – усилие, прикладываемое водителем к рулевому колесу, при наличии гидроусилителя согласно ГОСТ Р 52052-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения»;  $R_{P,K} = 0,225 \text{ м}$  – радиус рулевого колеса.

На шип крестовины карданного шарнира (рис. 4.16) действует сила  $P$ , величина которой определяется по формуле:

$$P = M_P / (2 \cdot R \cdot \cos \gamma) = M_P / (l_K \cdot R \cdot \cos \gamma) \quad (4.28)$$

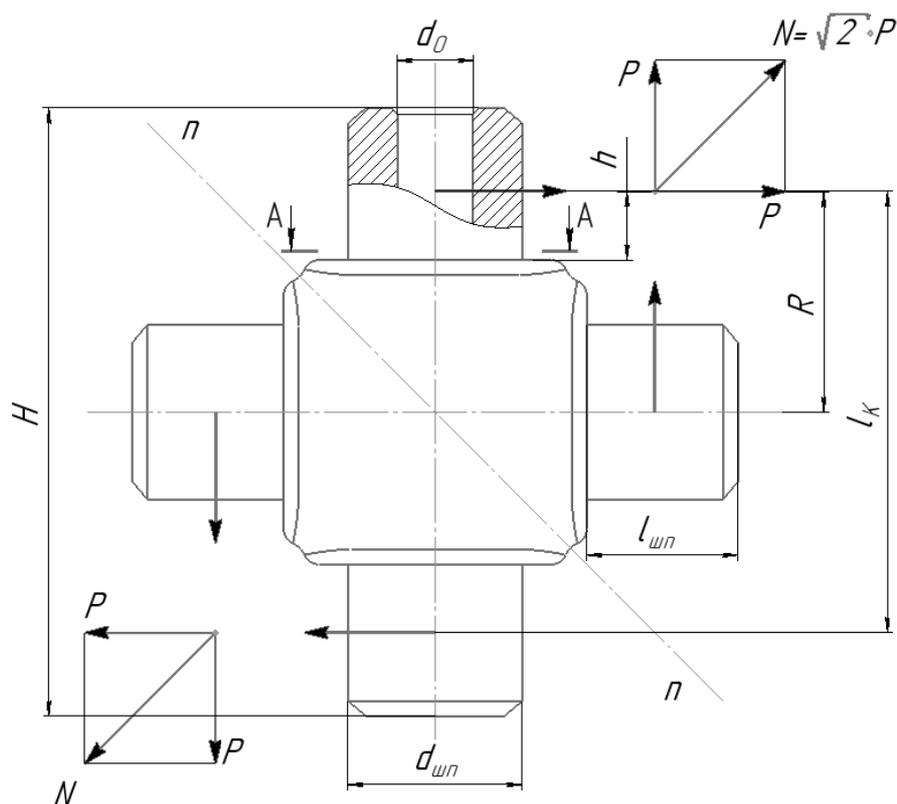


Рисунок 4.16. Крестовина карданного шарнира

Значение силы  $P$  равно:

$$P = 56.25 / (0.03 \cdot \cos 5^\circ) = 1947.06 \text{ Н}$$

$P$  – сила, действующая на шип;  $N$  – равнодействующая сил  $P$ , приложенных к шипам крестовины в сечении  $n-n$ .

Сила  $P$ , действуя на шип крестовины, вызывает его смятие, изгиб и срез. Напряжение смятия шипа крестовины:

$$\sigma_{\text{см}} = P / (l_{\text{шип}} \cdot d_{\text{шип}}) \leq [\sigma_{\text{см}}] = 70 \dots 80 \text{ МПа}, \quad (4.29)$$

где  $[\sigma_{\text{см}}]$  – допускаемое напряжение смятия,

напряжение смятия:  $\sigma_{\text{см}} = 1947,06 / (0,01 \cdot 0,0115) = 16,64 \text{ МПа}$

Условие прочности соблюдается.

Напряжение изгиба шипа крестовины в сечении А-А определяется по формуле:  $\sigma_{\text{и}} = P \cdot h / W \leq [\sigma_{\text{и}}] = 250 \dots 350 \text{ МПа},$  (4.30)

где  $[\sigma_{\text{и}}]$  – допускаемое напряжение изгиба (равно 250...350 МПа в зависимости от материала изготовления);  $W$  – момент сопротивления изгибу сечения шипа,  $\text{мм}^3$ , для шипа без отверстия для смазывания  $W=0,1 \cdot d_{\text{шип}}^3$ , для шипа с отверстием  $d_0$  для смазывания

$$W = 0,1 \cdot (d_{\text{шип}}^4 - d_0^4) / d_{\text{шип}}. \quad (4.31)$$

$$W = 0,1 \cdot (0,0115^4 - 0,005^4) / 0,0115 = 1,47 \cdot 10^{-7}, \text{ мм}^3.$$

Напряжения изгиба шипа равно:

$$\sigma_{\text{и}} = (1947,06 \cdot 0,005) / (1,47 \cdot 10^{-7}) = 59,60 \text{ МПа} \leq 250 \text{ МПа}.$$

Условие прочности соблюдается.

Напряжение среза шипа крестовины в сечении А-А соответственно для шипа без отверстия и шипа с отверстием  $d_0$  для смазывания:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{ср}} &= 4 \cdot P / (\pi \cdot d_{\text{шип}}^2) \leq [\tau_{\text{ср}}] \\ \tau_{\text{ср}} &= 4 \cdot P / (\pi \cdot (d_{\text{шип}}^2 - d_0^2)) \leq [\tau_{\text{ср}}], \end{aligned} \quad (4.32)$$

где  $[\tau_{\text{ср}}] = 75 \dots 100 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение изгиба в зависимости от марки материала.

Напряжение среза равно:

$$\tau_{\text{ср}} = 4 \cdot 1947,06 / (3,14 \cdot (0,0115^2 - 0,005^2)) = 23 \text{ МПа} \leq 75 \text{ МПа}$$

Условие прочности соблюдается.

Силы  $P$ , приложенные к шипам, дают равнодействующие  $N$ , вызывающие напряжение растяжения (на разрыв) в сечении  $n-n$  (см. рис. 4.16).

Напряжение растяжения крестовины:

$$\sigma_P = \frac{\sqrt{2} \cdot P}{F} \leq [\sigma_P], \quad (4.33)$$

где  $F = 211 \text{ мм}^2 = 0.000211 \text{ м}^2$  – площадь крестовины в сечении  $n-n$ ;  
 $[\sigma_P] = 100 \dots 150 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение при растяжении.

$$\sigma_P = \frac{\sqrt{2} \cdot 1947.06}{0.000211} = 13,05 \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа},$$

Условие прочности выполняется.

#### 4.6.3 Расчет вилки карданного шарнира

При проверочном расчете вилки карданного шарнира выбирается слабое сечение лапы вилки. Эскиз вилки карданного шарнира представлен на рисунке 4.17. Эскиз построен на основе чертежа исследуемой крестовины. Лапа воспринимает силу  $P$  со стороны шипа крестовины. Под действием этой силы в сечении лапы  $B-B$ , которое выполнено близким к прямоугольному, возникают одновременно напряжения изгиба и кручения. Материал вилок — обычно стали марок 35, 40, 45.

Напряжение изгиба в точках 2 и 4:

$$\sigma_{и2-4} = 6 \cdot P \cdot c / (b \cdot a^2) \leq [\sigma_{и}], \quad (4.34)$$

где  $[\sigma_{и}] = 60 \dots 80 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение изгиба вилки.

Напряжения изгиба в точках 2 и 4 равно:

$$\sigma_{и2-4} = (6 \cdot 1947.06 \cdot 0.0.21) / (0.00965 \cdot 0.027^2) = 35.99 \text{ МПа} \leq 60 \text{ МПа}.$$

Условие прочности соблюдается.

Напряжение кручения вилки карданного шарнира в точках 2 и 4:

$$\tau_{\text{кр}2-4} = P \cdot m / (k \cdot a^2 \cdot b) \leq [\tau_{\text{кр}}], \quad (4.35)$$

$k$  – коэффициент, зависящий от отношения сторон прямоугольника (сечения вилки) и определяемый по этому отношению ( $a/b$ ) из диаграммы  $k = f(n) = f(a/b)$  (рис. 5.18);  $[\tau_{\text{кр}}] = 120 \dots 150$  МПа — допускаемое напряжение кручения.

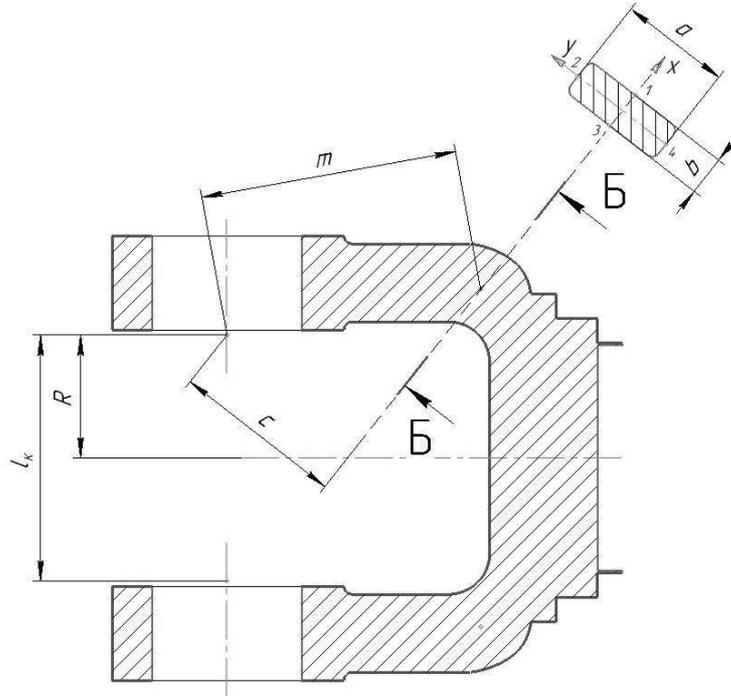


Рисунок 4.17. Расчетная схема вилки карданного шарнира:  $R$  – расстояние от оси крестовины до середины шипа;  $c$  – плечо действия силы  $P$  при изгибе вилки (напряжение изгиба в точках 2 и 4);  $m$  – плечо действия силы  $P$  при кручении вилки (напряжение кручения в точках 2 и 4);  $B-B$  – сечение лапы вилки;  $x, y$  – оси пересечения;  $a, b$  – длина и ширина сечения вилки; 1...4 – характерные точки сечения лапы вилки

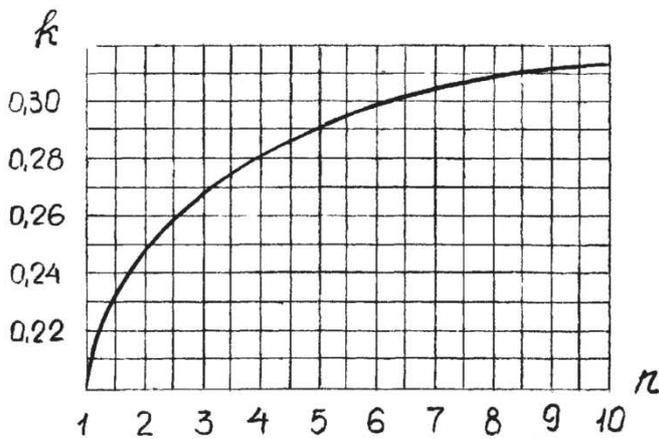


Рисунок 4.18. Диаграмма зависимости коэффициента  $k$  от  $n = a/b$ .

Напряжение изгиба вилки шарнира в точках 1 и 3 равно нулю.

Отношение сторон  $a$  и  $b$  сечения вилки:  $n = a/b = 27/9,65 = 2,79$ ; тогда по диаграммеравно  $k = 0,266$ :

$$\tau_{кр2-4} = 1947.06 \cdot 0.031 / (0.266 \cdot 0.027^2 \cdot 0.00965) = 32.25 \leq 120 \text{ МПа.}$$

Условие прочности соблюдается.

Напряжение кручения вилки карданного шарнира в точках 1 и 3:

$$\tau_{кр1-3} = P \cdot m / (k \cdot a \cdot b^2), \quad (4.36)$$

$$\tau_{кр1-3} = 1947.06 \cdot 0.031 / (0.266 \cdot 0.0272 \cdot 0.00965^2) = 91.14 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

Условие прочности соблюдается.

Наибольшее результирующее (эквивалентное) напряжение вилки определяется по напряжениям изгиба и кручения, возникающим в одной и той же точке.

В точках 2 и 4:

$$\sigma_{экр2-4} = \sqrt{\sigma_{и2-4}^2 + 4 \cdot \tau_{кр2-4}^2} \leq [\sigma_{экр}], \quad (4.37)$$

где  $[\sigma_{экр}] = 150$  МПа – допускаемое эквивалентное напряжение.

Значение эквивалентного напряжения в точка 2 и 4 составит:

$$\sigma_{экр2-4} = \sqrt{(35.99)^2 + 4 \cdot 32.25^2} = 37.74 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа}$$

Условие прочности соблюдается.

Наибольшие результирующие напряжения в рассматриваемых точках сечения определяются по теории энергии формоизменения сопротивления материалов (4ая теория прочности). По этой теории наибольшее результирующее напряжение от изгиба и кручения в точках 1 и 3.

В точках 1 и 3:

$$\sigma_{экр1-3} = \sqrt{4 \cdot 94.14^2} = 188.28 > 150 \text{ МПа.}$$

Условие прочности не соблюдается.

Эквивалентные напряжения  $\sigma_{экр1-3}$  превышают допустимое значение  $[\sigma_{экр}]$ . В этом случае необходимо увеличить размеры деталей карданного

шарнира либо применять более прочные материалы, что увеличит стоимость изготовления.

#### 4.6.4 Определение напряжений и усталостной прочности деталей карданной передачи рулевого управления методом конечных элементов

##### 4.6.4.1 Прочностной статический анализ крестовины карданного вала

Крестовина карданного вала рулевого управления была просчитана на статическую прочность при помощи 3D-моделирования. В качестве программного продукта для расчета на прочность была выбрана программа SolidWorks Simulation, лицензия на использование данного программного обеспечения имеется у Волгоградского государственного технического университета. На рисунке 4.19,а представлена твердотельная модель рассчитываемой крестовины.

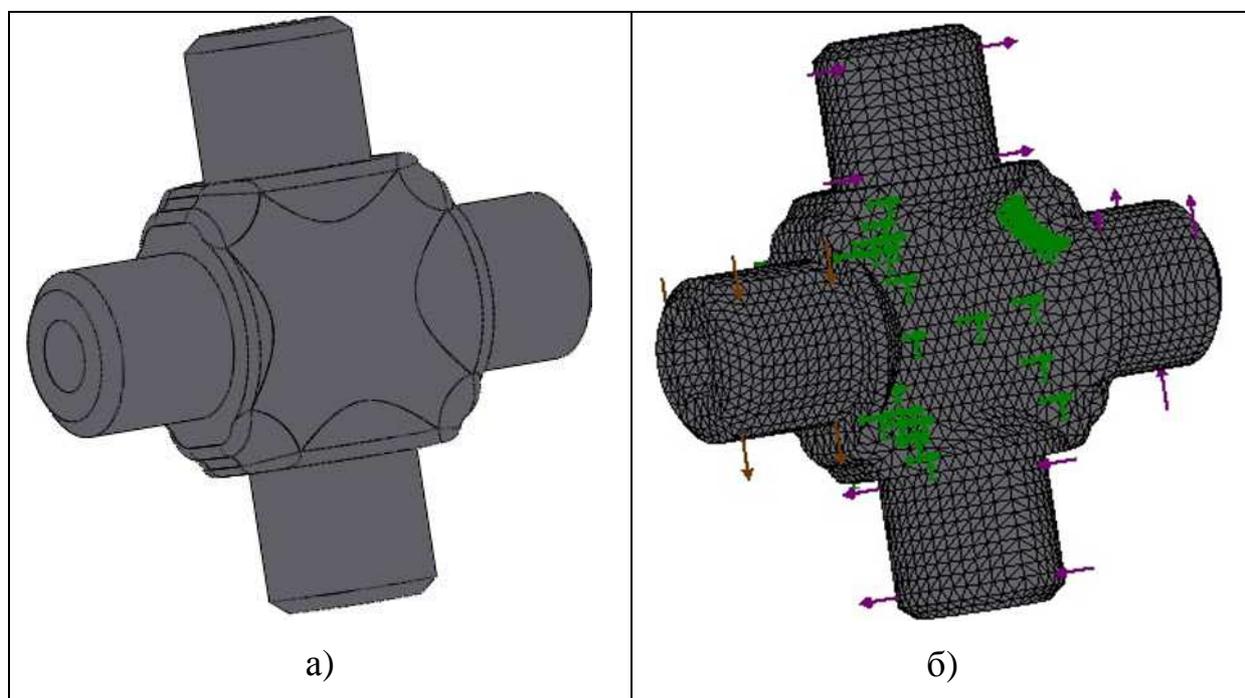


Рисунок 4.19. Модель крестовины карданного вала рулевого управления:  
а) твердотельная модель; б) конечно-элементная модель крестовины рулевого управления

При расчете крестовины было принято, что она изготовлена из стали 20ХН3А, имеющая предел прочности при растяжении равный 930 МПа, и предел текучести 735 МПа. Экспериментальное исследование химического состава материала не производилось. Данная марка стали является одной из применяемых при изготовлении крестовин. Учет возможного поверхностного упрочнения при расчете не производился.

Анализ работы исследуемого объекта показал, что для расчета статической прочности подходят следующие условия закрепления: к средней части крестовины применена «зафиксированная геометрия» (зеленые стрелки). Приложение силы выполнялось к шипам крестовины вдоль продольной плоскости, согласно расчетной схеме 4.17 (фиолетовые стрелки). В качестве силы, действующей на крестовину, было приложено расчетное усилие, действующее на шип крестовины, определенное в п. 4.4.3 (рис. 4.17). Оно равно 1947 Н. Рассматриваемая модель была разбита на равномерную сетку тетраэдральных элементов (см. рис. 5.19, б). Она содержит 59607 элементов (89363 узлов).

После корректной постановки всех условий закреплений и решаемой задачи был выбран решатель. Так в SolidWorks Simulation доступны два алгоритма решения системы линейных уравнений: 1) прямой метод для разреженных матриц (Direct sparse). Этот метод базируется на алгоритме Холесского с использованием компактной схемы хранения матрицы жесткости, обладает наибольшей устойчивостью с точки зрения вычислительного процесса. Потребляет в 1,5-2 раза больше оперативной памяти (в задачах с малым числом узлов, как в настоящей работе), чем при использовании итерационных методов; 2) итерационный компактный метод (FFEPlus). Этот метод основан на разложении Ланшоца и рекомендуется по умолчанию (этот метод использовался в настоящей работе) [7].

После закреплений и наложения сетки был выполнен статический расчет данной детали. Были получены поля напряжений и выявлены обла-

сти, в которых возможны накопления повреждений и разрушение. Результаты статического расчета представлены на рисунке 4.20.

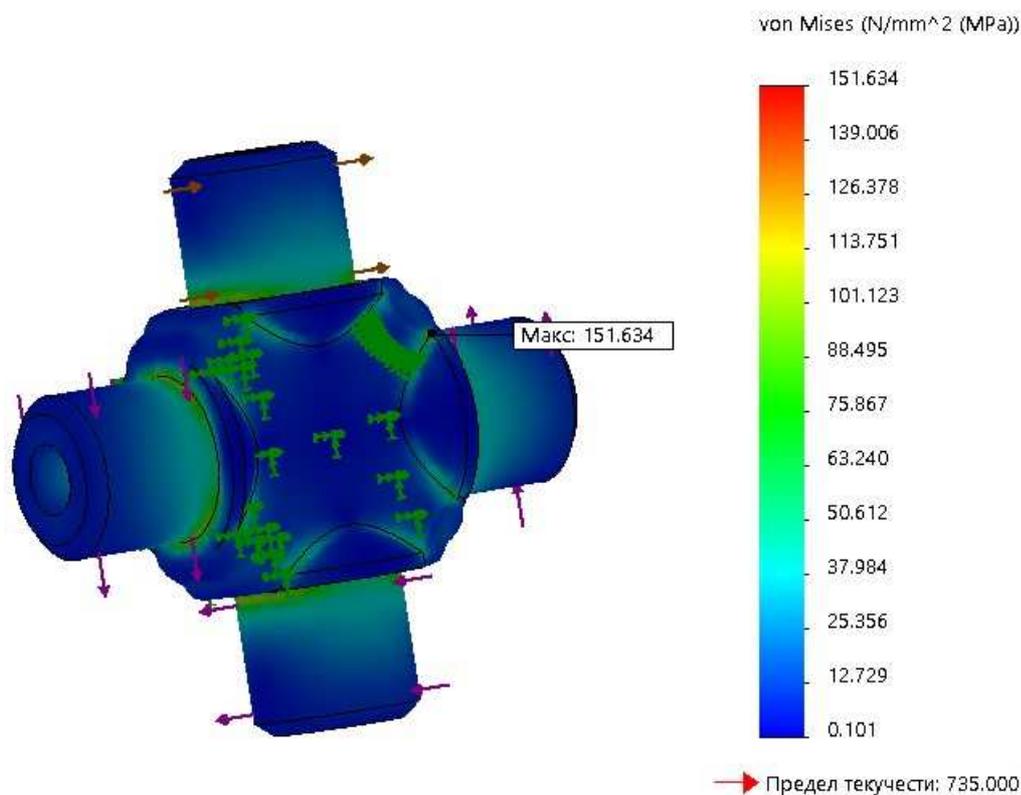


Рисунок 4.20. Статический анализ крестовины рулевого управления

Максимальное значение нагрузки равно 151,634 МПа и сконцентрировано в месте перехода основной центральной части детали в более узкую – шип. Расхождение полученных данных с аналитическим расчетом связано с учетом в аналитическом расчете только геометрических размеров крестовины, тогда как в SolidWorks учитываются и свойства материала. Места перехода геометрических сечений деталей из широких в более узкие все сопровождается повышенной концентрацией напряжений в таких участках [9].

#### 4.6.4.2 Прочностной статический анализ вилок крестовины карданного вала

Проведено исследование на прочность вилки рулевого управления на основе моделирования.

На рисунке 4.21 (а, б) показаны 3D модели вилок карданной передачи рулевого управления исследуемого автобуса. Данные модели были получены на основе измерений, выполненных с реальных деталей.

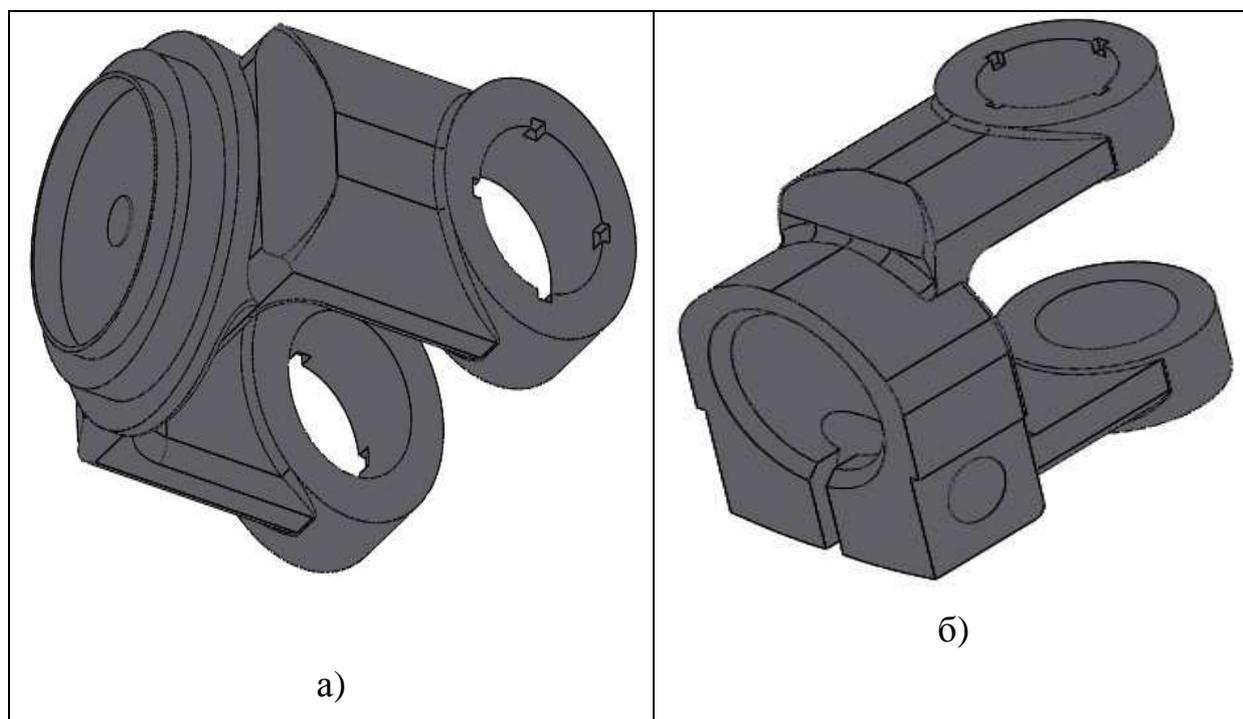


Рисунок 4.21. вилка рулевого управления: а) (часть 1); б) (часть 2)

При расчете вилок было принято, что они изготовлены из стали 40ХН, имеющей предел прочности при растяжении равный 980 МПа и предел текучести 785 МПа. Экспериментальное исследование химического состава материала не производилось. Данная марка стали является одной из применяемых при изготовлении вилок карданных передач. Учет возможного поверхностного упрочнения при расчете не производился.

Также на конечно-элементарных моделях вилок рулевого управления показаны направления сил, действующих на крестовину, и сетка на твердом теле на рисунке 4.22, а,б.

Анализ работы вилки показал, что для расчета статической прочности подходят следующие условия закрепления: к месту крепления вилки с карданным валом рулевого управления применена «зафиксированная геометрия» (зеленые стрелки). Приложение силы выполнялось к месту креп-

ления корпуса подшипников крестовины рулевого управления, согласно расчетной схеме из п. 4.4.3 (фиолетовые стрелки). В качестве силы, действующей на вилки, было приложено расчетное усилие, действующее на место крепления корпуса подшипников крестовины рулевого управления, определенное также в п. 4.4.3 – усилие равно 1947 Н. Рассматриваемые модели были разбиты на равномерную сетку тетраэдральных элементов (см. рис. 4.22, а, б). Они содержат 55868 элементов (84365 узлов) и 58351 элементов (89444 узлов) соответственно.

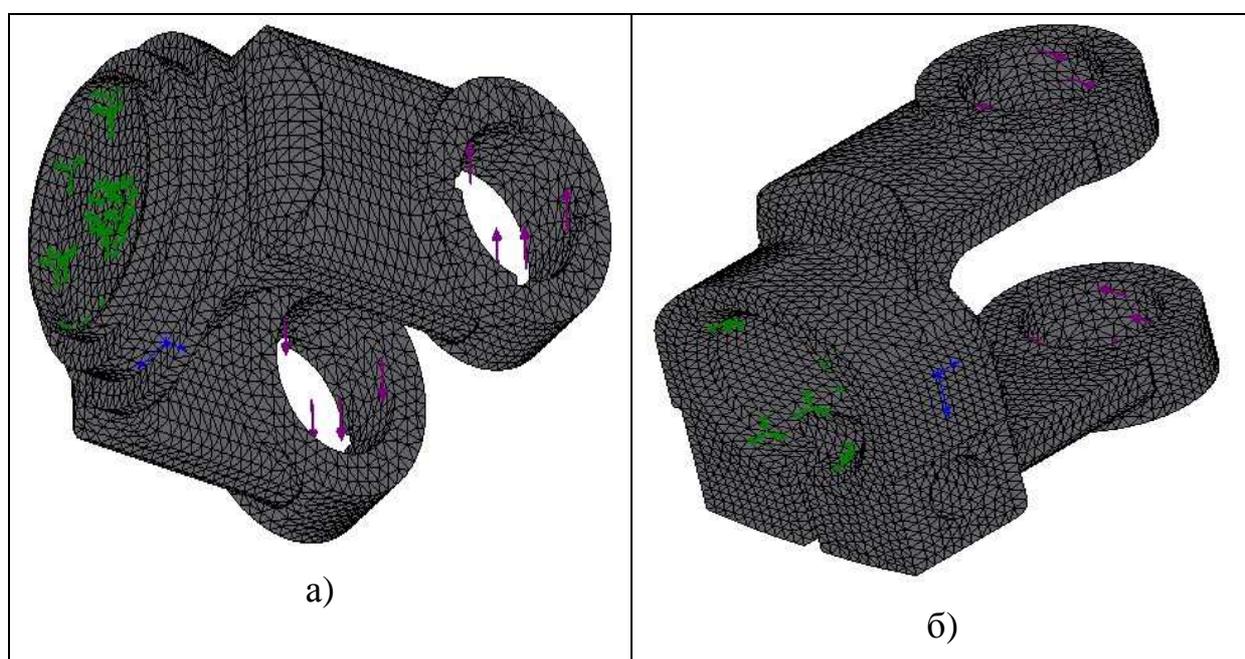


Рисунок 4.22. Конечно-элементная модель вилки рулевого управления:  
а) (часть 1); б) (часть 1)

После закреплений и наложения сетки были выполнены статические анализы обеих вилок. Были получены поля напряжений и выявлены области, в которых возможны накопления повреждений и разрушение. Результаты статического расчета представлены на рисунке 4.23 и рисунке 4.24.

Максимальное значение нагрузки на деталь 1 равно 194,807 МПа и сконцентрировано в месте изгиба лапок вилки и в месте опасного сечения Б-Б. Расхождение полученных данных с аналитическим расчетом связано с

учетом в аналитическом расчете только геометрических размеров вилки, тогда как в SolidWorks учитываются и свойства материала. Места перехода геометрических сечений деталей из широких в более узкие все сопровождается повышенной концентрацией напряжений в таких участках.

Максимальное значение нагрузки на деталь 2 равно 227,791 МПа соответственно и сконцентрировано в месте крепления вилки болтовым соединением. Расхождение полученных данных с аналитическим расчетом связано с учетом в аналитическом расчете только геометрических размеров вилки, тогда как в SolidWorks учитываются и свойства материала. Места перехода геометрических сечений деталей из широких в более узкие все сопровождается повышенной концентрацией напряжений в таких участках.

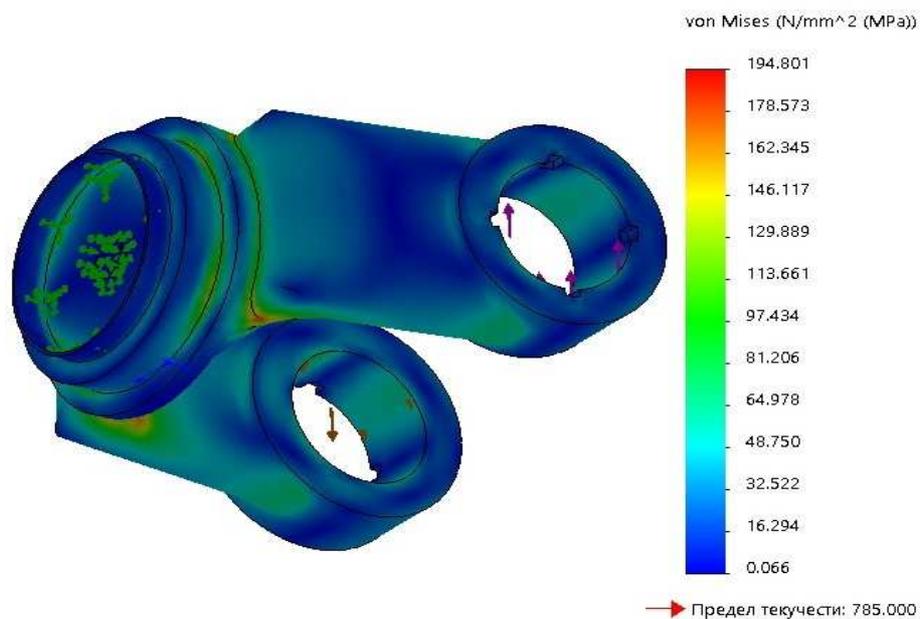


Рисунок 4.23. Статический анализ вилки рулевого управления (деталь 1)

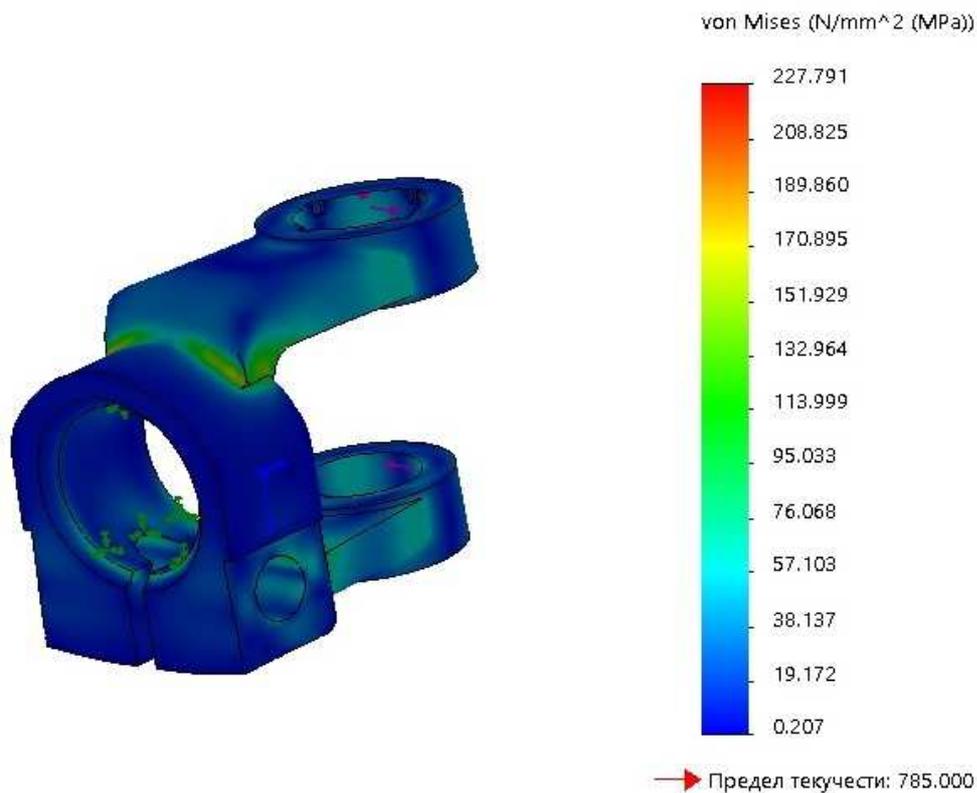


Рисунок 4.24. Статический анализ вилки рулевого управления (деталь 2)

#### 4.6.4.3 Определение коэффициента запаса прочности крестовины и вилки

Коэффициент запаса прочности – величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных. Наличие запаса прочности обеспечивает дополнительную надёжность конструкции, чтобы избежать катастрофы в случае возможных ошибок проектирования, изготовления или эксплуатации. В машиностроении для различных деталей нормативный запас прочности находится в пределах 1,5-2,5. Для ответственных при работе деталей, техническое состояние которых важно при эксплуатации конструкции, коэффициент запаса прочности должен быть больше 2,5.

Общая формула для коэффициента запаса имеет вид [22]:

$$n = \frac{S}{T} \quad (4.38)$$

После проведения статического расчета было произведено определение коэффициента запаса прочности крестовины согласно 3D модели в SolidWorks. Рассчитанный коэффициент запаса прочности показан на рисунке 4.25.

Полученный коэффициент запаса для крестовины равняется 4.8 в самом опасном месте, что выше рекомендованного значения. Максимальное значение достигает 7276.

Аналогично был проведен расчет вилок карданной передачи. Результаты показаны на рисунках 4.26 и 4.27.

Для первой вилки (рис. 4.26, деталь 1) минимальный коэффициент запаса прочности равен 5 в месте перехода лапок вилки к центральной части. А для второй (рис. 4.27, деталь 2) – 4. Расчет показал, что коэффициент запаса прочности имеют значения выше рекомендуемых.

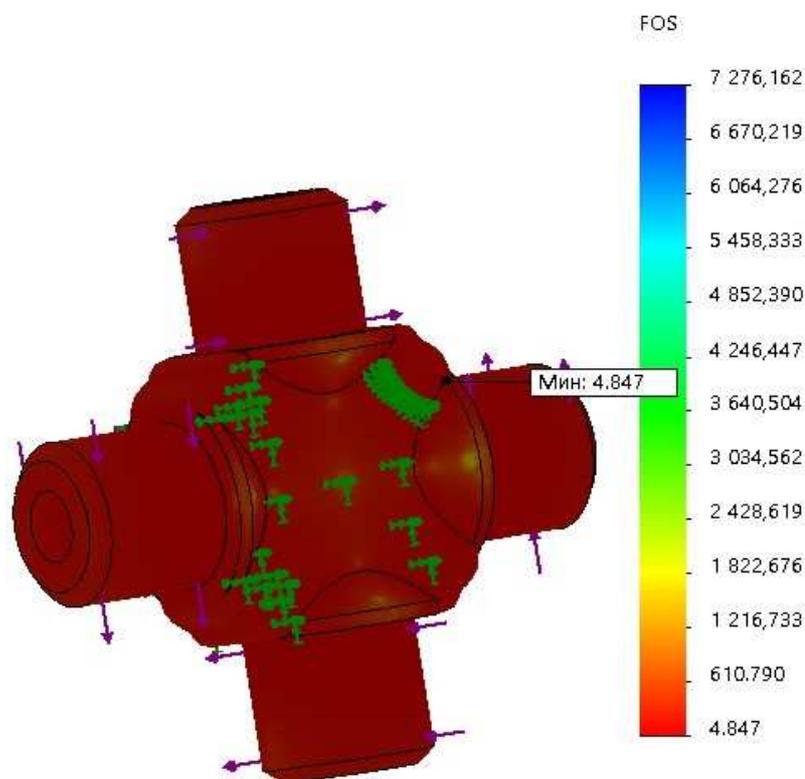


Рисунок 4.25. Коэффициент запаса прочности крестовины рулевого управления

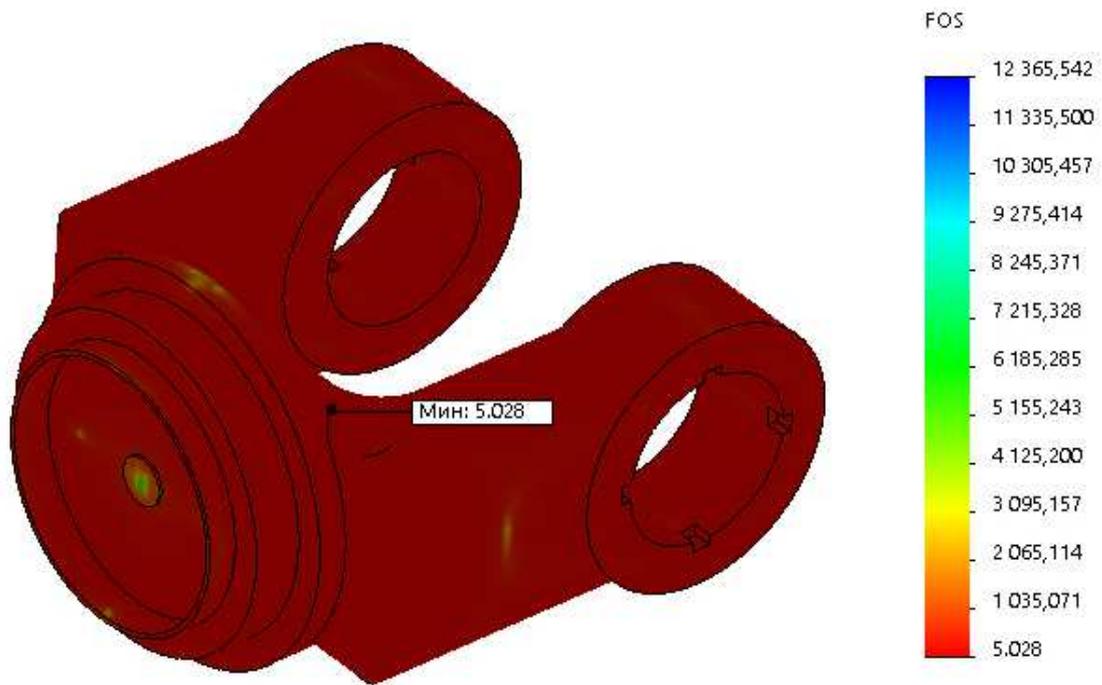


Рисунок 4.26. Коэффициент запаса прочности вилки рулевого управления (деталь 1)

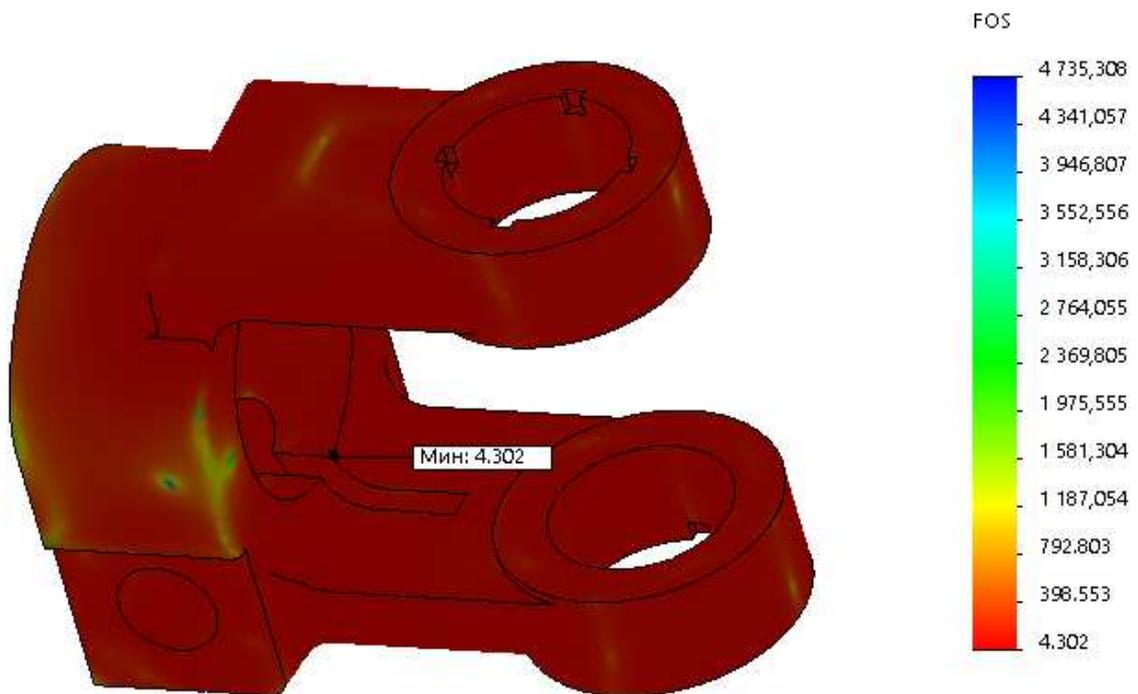


Рисунок 4.27. Коэффициент запаса прочности вилки рулевого управления (деталь 2)

#### 4.6.4.4. Анализ усталостной прочности крестовины и вилок

Расчет на усталостную прочность проводится для того, чтобы исследовать изменения, происходящие в карданной передаче рулевого управления автобуса с течением определенного временного цикла. Для необходимого обеспечения усталостной прочности было задано минимальное значение циклической прочности равное 1 млн. циклов.

Усталостная прочность – свойство материала не разрушаться с течением времени под действием изменяющихся циклических нагрузок.

*Принцип определения усталостной прочности в SolidWorks.*

Усталостная прочность в SolidWorks определяется путем применения к отдельным испытательным образцам разных уровней циклического напряжения и измерения количества циклов для разрушения. Графическим представлением точек данных усталости является соотношение амплитуды циклического (или переменного) напряжения ( $S$  – вертикальная ось) и количества циклов для разрушения ( $N$  – горизонтальная ось). Усталостная прочность определяется как напряжение, при котором усталостное разрушение происходит при заданном количестве циклов. Образцы испытываются при уменьшающихся уровнях нагрузки до тех пор, пока разрушение не исчезает в пределах выбранного максимального количества циклов. Близкий к горизонтальному участок кривой определяет усталость, т.е. задает предел усталости тестируемого материала. Если амплитуда примененного напряжения ниже предела усталости материала, считается, что образец имеет неограниченный срок службы. Однако для многих металлов и сплавов, не содержащих железа, например для алюминиевых, магниевых и медных сплавов, не будет определенного предела усталости, и часть кривой для низкого напряжения не будет стремиться к горизонтальной линии. Для этих материалов наблюдается постоянно убывающая кривая S-N.

Кривая S-N для материала определяет соотношение амплитуды циклического напряжения (или переменного напряжения) и количества циклов, необходимых для разрушения при заданном коэффициенте напряжения R. Коэффициент напряжения R определяется как отношение минимального циклического напряжения к максимальному. Для полностью реверсивной нагрузки  $R = -1$ . Если нагрузка применяется и снимается (не реверсивная),  $R=0$ .

На рисунке 4.28 показана усталостная прочность исследуемой крестовины рулевого управления автобуса Volgabus 5270GH.

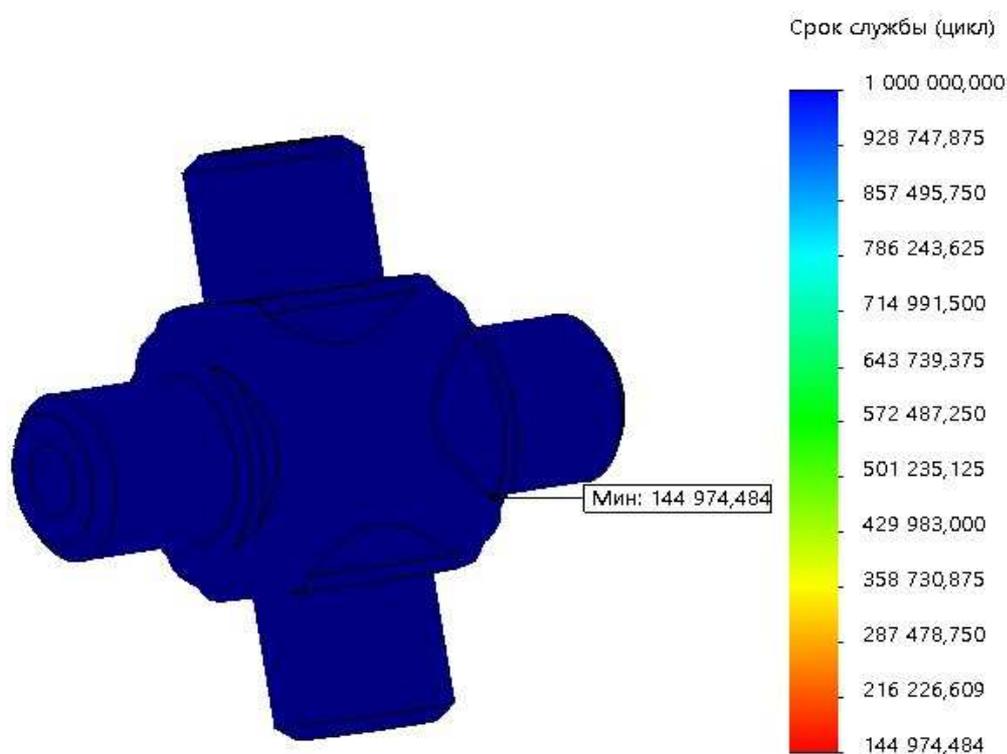


Рисунок 4.28. Усталостная прочность крестовины рулевого управления

Из усталостного расчета видно, что крестовина не обладает необходимой усталостной прочностью и установленное значение в 1 млн. циклов проработать не сможет. Минимальное значение составит 145 тыс. циклов и усталостное разрушение произойдет в месте крепления шипа в основной части крестовины. Проведенный статический расчет также показал повышенное напряжение в этой зоне.

Усталостный анализ также был проведен для вилки карданной вала. Результаты представлены на рисунках 4.29 и 4.30.

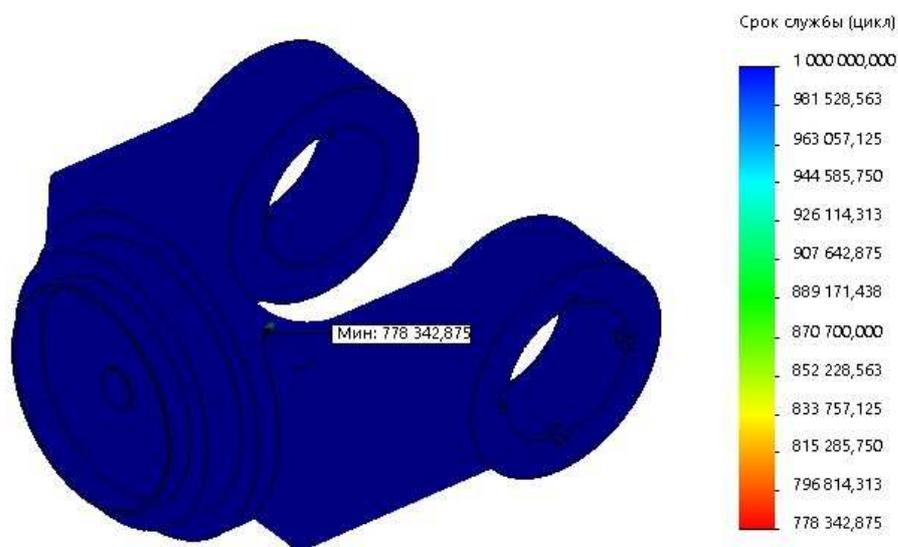


Рисунок 4.29. Усталостная прочность вилки рулевого управления (деталь 1)

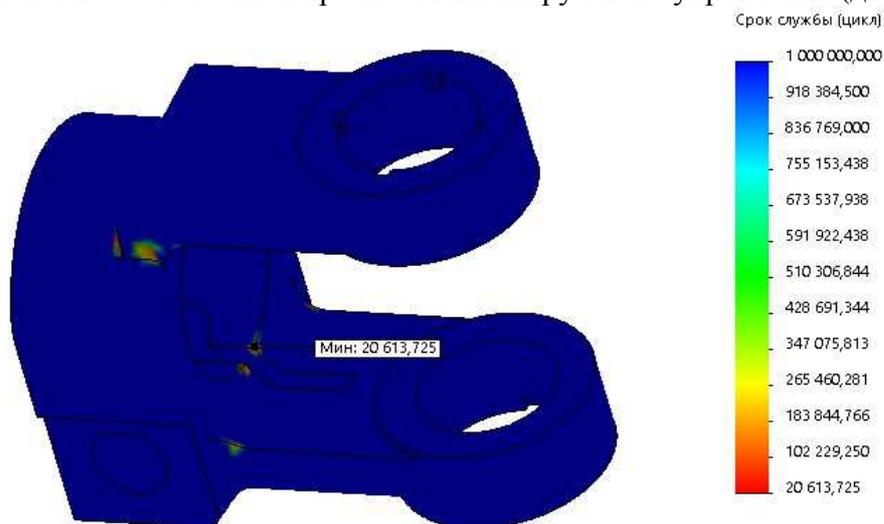


Рисунок 4.30. Усталостная прочность вилки рулевого управления (деталь 2)

Результаты расчёта вилок на усталостную прочность показали, что они не способны обеспечить усталостную прочность, так же как и крестовина. Для детали 1 усталостное разрушение произойдет в месте перехода лапок вилки к центральной части. В месте перехода лапок вилки к центральной части коэффициент запаса прочности имеет минимальное значение, которое рассчитанно в предыдущей главе. Для детали 2 минимальное

значение усталости равно 20613 циклов. Пониженное значение циклической прочности находится в том же месте, что и для первой вилки.

**Выводы по рулевому управлению.** Проведенный кинематический и прочностной расчет рулевого управления показал, что коэффициент запаса прочности рулевого пальца, рулевой сошки, шипа крестовины карданного вала, вилки карданного шарнира выше предельных значений. Напряжение изгиба  $\sigma_{изг}$  в опасных сечениях сошки и шарового пальца не превышает допустимых значений. Коэффициент запас прочности сошки 15, шарового пальца 4,8.

Напряжение смятия, изгиба, среза и растяжения шипа крестовины карданного вала рулевого управления меньше допускаемых значений. Усталостный расчет определил, что при требуемом ресурсе 1 млн. циклов ресурс рулевой сошки 1 млн. циклов, ресурс шарового пальца всего 513000 цикло, ресурс крестовины 144794 циклов, вилки крестовины РУ имеют срок службы 778342 и 20613 циклов. Для увеличения ресурса рулевого управления необходимо уменьшить пробег автобусов «Волгабас-5270GH» для постановки на ТО: ТО1 вместо 10000 км проводить через 5000 км и ТО2 вместо 20000 км проводить через 10000 км.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Работоспособность подвижного состава – это состояние, при котором он способен выполнять заданные функции. Факторы, влияющие на работоспособность подвижного состава, подразделяются на заводские и эксплуатационные. Заводские факторы, в свою очередь, подразделяются на конструктивные и производственные. Завод-изготовитель определяет регламентные работы по ТО1 и ТО2 и сроки их выполнения, а также даёт гарантию, что в течение гарантийного периода не будет сходов с ремонта узлов, агрегатов и систем при своевременном выполнении технического обслуживания предприятием, эксплуатирующим подвижной состав. Эксплуатационные факторы учитывают условия эксплуатации подвижного состава на маршрутах, полноту и качество регламентных работ при выполнении технического обслуживания.

2. Проведенные исследования условий работы и режимов движения на маршрутной сети города Волжского показали, что автобусы работают в переменном режиме движения при многократных разгонах и замедлениях, при частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения. При переменном режиме работы автомобиля в его агрегатах и двигателе нарушается стабильность теплового режима и трения. Это повышает интенсивность изнашивания узлов и агрегатов и повышенный расход топлива.

3. Интенсивность городского движения и критическая загрузка улично-дорожной сети, вызывающие переменный режим работы, может привести к преждевременным сходам автобусов с ремонтом агрегатов и систем: с неисправностями двигателя, сцепления, КПП, рулевого управления и тормозной системы. В автобусе «Volgabus-5270GH» применяется механическая коробка перемены передач, уменьшение ресурса которой и неисправности сцепления возможно из-за частых переключений передач в результате изменения режимов движения.

4. Немаловажным фактором для увеличения работоспособности автобусов и уменьшения сходов с ремонтом является выполнение регламентных работ во время проведения технического обслуживания при ЕО, ТО1, ТО2. Пробеги между выполнениями очередного технического обслуживания устанавливаются заводом-изготовителем.

Для автобусов «Волгабас-5270G2» установлен пробег до ТО1 и ТО2 15000 км и 30000 км, для «Волгабас-5270GH» 10000 км и 20000 км. Для автобусов «Волжанин» других марок пробеги до ТО1 и ТО2 5000 км и 15000 км. Для автобусов ЛиАЗ 8000 км и 16000 км, Икарус 4400 км и 14400 км.

Для автобусов ПАЗ-320412-10 (с двигателем, работающим на газовом топливе) завод-изготовитель установил техническое обслуживание (ТО) – через каждые 9000 км пробега. Кроме того, для автобусов ПАЗ периодичность ТО сокращается в два раза, если автобус работает в тяжелых условиях эксплуатации (максимальное заполнение салона в течение длительного времени, городской маршрут с частыми остановками, холмистый рельеф местности, плохое состояние дорожного покрытия и т.п.).

5. Проведенный анализ сходов с ремонтом и оценка работоспособности автобусов «Волгабас-5270G2» показал их надёжность и работоспособность. За время эксплуатации 7-ми автобусов «Волгабас-5270G2» в гарантийный период с мая 2016 года по май 2017 год пробег автобусов составил от 37200 км до 52306 км. Заявок с текущим ремонтом по каждому автобусу составило от 31-го до 53-х, всего 299 заявок. Так как заводом-изготовителем определено выполнение ТО1 через 15000 км, а выполнение ТО2 через 30000 км, всех этих заявочных ремонтов могло бы не быть, если бы проведение ТО1 и ТО2 проводилось через 5000 км и 15000 км, как на других автобусах производства «Волгабас».

Распределения наблюдаемых и теоретических пробегов до сходов с ремонтом двигателя автобусов «Волгабас-5270G2» в гарантийный период

подчиняются закону Вейбулла, что говорит о качественном изготовлении двигателя. Сходы происходят в основном до пробега 4000 км – 21 сход. Анализ сходов с ремонтом за время эксплуатации автобусов «Волгабас-5270G2» показал, что в 2021 году по сравнению с гарантийным периодом увеличилось количество сходов с ремонтом двигателя и топливной системы с 80 до 191. Наибольшее количество сходов из-за работы двигателя: с перебоями, не развивает обороты, перегрева, течи масла. Предполагается, что эти сходы связаны с качеством газового топлива. По другим узлам и системам в 2021 году сходы существенно не увеличились, что говорит о надёжности и работоспособности автобусов «Волгабас-5270G2». При установлении пробега до выполнения ТО1 с 15000 км до 5000 км и ТО2 с 30000 км до 10000 км количество сходов существенно уменьшится, так как регулярные плановые работы будут проводиться при ТО, а не при сходе с маршрута.

6. Проведен анализ сходов с ремонтом двигателя, КПП, сцепления, рулевого управления, тормозной системы автобусов «Волгабас-5270GH».

6.1. В гарантийный период с мая 2016 по май 2017 года в среднем каждый автобус сходил с ремонтом 19 раз, всего 930 сходов. Эксплуатация автобуса «Волгабас-5270GH» в МУП ВАК № 1732 показали большое количество сходов с ремонтом передней и задней подвесок, электрооборудованием, ремонтом дверей. Отказов, связанных с работоспособностью автобуса, при которых невозможна работа на линии, – 620; отказов, не связанных с работоспособностью автобуса, – 310. В основном производились крепёжные, регулировочные, смазочные работы, замена приборов электрооборудования.

6.2. Сходов с ремонтом двигателя в гарантийный период 201. Наибольшее количество сходов происходило из-за течи антифриза, что приводило к постоянному его доливу; двигатель не развивает обороты; ДВС не запускается и т.д. Основное количество сходов происходило до пробега 4000 км –

112, при пробеге от 4000 до 8000 км – 32 схода. Средний пробег автобусов составил 52358,8 км. В основном при сходе с ремонтом проводились регламентные работы, входящие в перечень ТО1 и ТО2. Предполагается, что сходы связаны с качеством газового топлива. ТО1 проводится при пробеге 10000 км, ТО2 при пробеге 20000 км.

В 2021 году по согласованию с заводом-изготовителем автобусов МПП «Волжская А/К №1732» установила пробег до ТО1 7500 км, до ТО2 15000 км. Однако количество сходов по сравнению с гарантийным периодом увеличилось до 654. Основные сходы с системой охлаждения, с утечкой антифриза. Двигатель работает с перебоями, не запускается. В автоколонне при каждом сходе ОТК производит проверку дымности. Предполагается, что в основном сходы связаны с качеством газа-метана.

6.3. Наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления в гарантийный период 2017-2018 годах произошло при пробеге до 4000 км до наступления ТО1 – 21 случай из 53-х, в 2019 году при пробеге до 4000 км до наступления ТО1 – 96 случаев из 223-х. В 2020 году наибольшее количество сходов с ремонтом сцепления произошло при пробеге до 4000 км – 231 сход до проведения ТО1, при пробеге до 8000 км – 57 сходов из 375-и случаях. Экспоненциальное распределение пробегов автобусов до сходов с неисправностями сцепления свидетельствует о возможных нарушениях в эксплуатации, технологии ремонта и сборки, планового технического обслуживания сцепления.

В 2021 году закономерность распределения пробегов до схода с ремонтом сцепления не определялась, количество сходов – 448. С 2021 года пробег до ТО1 с 10000 км установлен 7500 км, до ТО2 с 20000 км – 15000 км. Несмотря на это, количество сходов с ремонтом сцепления не уменьшилось, а увеличилось. Предполагается что это связано с эксплуатационными факторами: частым переключением сцепления из-за большого

транспортного потока, маневрированием перед остановками, частым переключением сцепления из-за применения механической КПП.

6.4. Наибольшее количество сходов с ремонтом КПП происходило из-за обрыва троса кулисы; течи масла; нет передач и т.д. Наибольшее количество сходов с ремонтом КПП 22 из 55-и в гарантийный период произошло при пробеге до 4000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 18 сходов при пробеге автобусов от 4000 до 12000 км.

6.5. По тормозной системе в гарантийный период эксплуатации из 339 сходов наибольшее количество сходов происходило из-за заклинивания задних колёс – 71, заклинивания передних колёс – 53, выход из строя АБС – 15. Наибольшее количество сходов с ремонтом тормозной системы 190 из 339 в гарантийный период произошло при пробеге до 10000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 58 сходов при пробеге автобусов до 10000-20000 км до наступления ТО2 (20000 км). Необходимо уменьшить пробег до ТО1 до 5000 км, пробег до ТО2 до 10000 км.

6.6. Наибольшее количество сходов с ремонтом подвески 97 из 261 в гарантийный период произошло при пробеге до 15000 км до наступления ТО1 (10000 км) и 46 сходов при пробеге автобусов до 15000-30000 км до наступления ТО2 (20000 км).

Наибольшее количество сходов происходило из-за:

- стука в подвеске, причиной которых могут служить некачественные детали подвески, ослабление гаек и болтов креплений узлов подвески, выработка деталей;

- стука в колесах по причине радиального зазора шкворня во втулках и увеличенных зазорах в шарнирах рулевых тяг;

- замены амортизаторов из-за некачественных деталей, порванных сальников;

- люфта шкворня, схождения колес и т.д.

6.7. В гарантийный период произошло 102 схода с неисправностями рулевого управления. В 2019 году – 106 сходов. Из 106 сходов 29 сходов произошли в основном до 5000 км, в промежутке от 5000 до 10000 км произошло 9 сходов, а в промежутке от 10000 до 15000 км произошло 19 сходов. Основные неисправности в ходовой части: тугое рулевое управление, люфты продольных и поперечных рулевых тяг, люфт рулевого кардана. В 2021 году количество сходов уменьшилось до 22-х. Возможно повлияло уменьшение пробега до ТО1 – 7500 км, до ТО2 – 10000 км.

6.8. Проведенный кинематический и прочностной расчет рулевого управления показал, что коэффициент запаса прочности рулевого пальца, рулевой сошки, шипа крестовины карданного вала, вилки карданного шарнира выше предельных значений. Расчёты на усталостную прочность при рекомендованном ресурсе 1 млн. циклов показали: рулевой палец отработает 513000 циклов; для крестовины было установлено, что при нагрузке 1947 Н ее срок службы составит 144794 циклов; вилки крестовины РУ имеют срок службы 778342 и 20613 циклов.

6.9. При оценке работоспособности электрооборудования автобусов определены возможные причины преждевременных сходов с маршрутов:

характер сходов носит технологический характер, возможно из-за неполного и некачественного выполнения ТО1 и ТО2; отсутствие доводочных работ, которые должны проводиться на опытных образцах автобусов на полигоне ООО «Волгабас-Волжский», как это практикуется на всех ведущих автозаводах мира; приборы и оборудование, установленные на автобусах производства разных фирм: Volgabus, Wabco, Yuchai, Wabco Германия, SOJALI Испания, SAMOZZI Италия, Эми Пенза, MAN, Астрофизика-АСМ Москва; сходы в основном происходят между проведением ТО1 и ТО2.

6.10. С ноября 2020 года с целью преждевременного схода с ремонтом узлов и агрегатов автобусов по согласованию с ООО «Волгабас-Волжский»

ПТО МУП «Волжская А/К №1732» скорректировал пробеги до ТО в сторону уменьшения.

6.11. При оценке работоспособности электрооборудования автобусов определены возможные причины преждевременных сходов с маршрутов: характер сходов носит технологический характер, возможно из-за неполного и некачественного выполнения ТО1 и ТО2; отсутствие доводочных работ, которые должны проводиться на опытных образцах автобусов на полигоне ООО «Волгабас-Волжский», как это практикуется на всех ведущих автозаводах мира; приборы и оборудование, установленные на автобусах производства разных фирм: Volgabus, Wabco, Yuchai, Wabco Германия, SOJALI Испания, CAMOZZI Италия, Эми Пенза, MAN, Астрофизика-АСМ Москва; сходы в основном происходят между проведением ТО1 и ТО2.

6.12. С ноября 2020 года с целью преждевременного схода с ремонтом узлов и агрегатов автобусов по согласованию с ООО «Волгабас-Волжский» ПТО МУП «Волжская А/К №1732» скорректировал пробеги до ТО в сторону уменьшения.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Исследования определили необходимость учёта эксплуатационных факторов для обеспечения работоспособности автобусов. Для увеличения работоспособности автобусов необходимо уменьшить влияние эксплуатационных факторов на маршрутной сети. Для этого необходимо уменьшать транспортный поток за счёт перераспределения транзитных автомобилей на другие улицы, выделения отдельной полосы для общественного транспорта, увеличения длин остановочных пунктов и выделения отдельных мест для автобусов средней и большой вместимости МУП «Волжская А/К №1732».
2. С целью исключения сходов с ремонтом автобусов предлагается ТО1 проводить через 5000 км, ТО2 через 10000 км. Это рекомендовано в руководстве по эксплуатации для газового автобуса ПАЗ-32053: сокращение периодичности ТО в два раза на городском маршруте с частыми остановками. А также дополнительно внести регламентные работы технического обслуживания по примеру ТО автобусов ЛиАЗ и ПАЗ.
3. Для уменьшения количества сходов автобусов с ремонтом сцепления на городских маршрутах целесообразно использовать автоматические коробки передач. Несмотря на значительную разницу в стоимости механической и автоматической коробок передач, автоматическая коробка позволяет обеспечивать плавность хода при разгонах и торможениях, а также уменьшить количество сходов с ремонтом сцепления и эксплуатационные затраты по его ремонту.
4. Включить в заводскую инструкцию по эксплуатации автобусов «Волгабас» перечень работ по электрооборудованию при ежедневном обслуживании, как это выполняется для газового автобуса ПАЗ-32053.

5. В сервисную книжку автобуса «Волгабас-5270GH» включить Перечень регламентных работ при ежедневном обслуживании, как это предложено для газового автобуса ПАЗ-32053.
6. В ТО1 автобусов ПАЗ включены операции по обслуживанию генератора, стартера, силовых предохранителей и крепление проводов к ним. Включить в регламентные работы по ТО автобусов «Волгабас-5270GH» эти операции.
7. Необходимо использовать отечественные комплектующие узлы и агрегаты.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абаимов Р.В, Малащук П.А. Основы работоспособности технических систем. Сыкт. Лесн. ин-т. – Изд. второе, перераб. – Сыктывкар: СЛИО, 2007. – 92 с.
2. Алямовский А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. – Санкт-Петербург.: БХВ–Петербург, 2008 – 1040 с.
3. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 314 с.
4. Атапин В.Г. Основы работоспособности технических систем. Автомобильный транспорт. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. — 192 с.
5. Белов Р. В. Проектирование специализированного подвижного состава. Конспект лекций / Р.В. Белов, В. В. Осепчугов, Я. Е. Фаробин. – Москва: Московский автомобильно-дорожный институт, 1978. – 111 с.
6. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1993. – 640 с.
7. Богатырев А. В., Есеновский-Лашков Ю. К., Насоновский М. Л., Чернышев В. А. Автомобили. Под ред. А. В. Богатырева. — М.: КолосС, 2004. — 496 с.
8. Болдин, А.П. Надежность и техническая диагностика подвижного состава автомобильного транспорта. Теоретические основы / А.П. Болдин, В.И. Сарбаев. – М.: Изд-во МАИИ, 2010. – 206 с.
9. Бадиков К.А.. Драчев В.С. Исследование на прочность крестовины рулевого управления автобуса. / Интернаука: электрон. научн. журн. 2020. № 22(151).
10. Вахламов В. К. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с.
11. Волков В. С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения / [Текст]: учебное пособие / В. С. Волков. – Воронеж, 2014. – 111 с.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособ. Для вузов. – 9-е изд.:2003. – 479 с.
13. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. (утв. постановлением Госстандарта СССР от 15 ноября 1989 г. N 3375). Дата актуализации 01.01.2021.

14. ГОСТ Р 27.001–2009. Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения. – М.: Стандартиформ, 2009. – 47 с.
15. ГОСТ 15467–79. «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения». Дата актуализации 06.04.2015.
16. ГОСТ Р 52051-2003. «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения».
17. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Изд. центр «Академия», 2009. — 208 с.
18. Исаенко П.В. Основы работоспособности технических систем: в 2 ч.: учебное пособие с грифом УМО / П.В. Исаенко, А.В. Исаенко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 324 с.
19. Клейнер, Б.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: организация и управление/ Б.С. Клейнер, В.В Тарасов – М: Транспорт, 2003. - 236 с.
20. Крюков В.Г. Основы работоспособности технических систем. Учебное пособие – Казань: КГТУ, 2006 – 71 с.
21. Кулько П.А., Кулько А.П., Бутов Г.М. Основы научных исследований: уч. пос. Волгоград: ВолгГТУ, 2013, - 152 с.
22. Лукин П. П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов и вузов / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. – Москва: Машиностроение, 1984. – 376 с.
23. Лысов М. И. Рулевые управления автомобилей. Москва: Машиностроение, 1972. – 344 с.
24. Малкин В.С. Техническая эксплуатация автомобилей: теоретические и практические аспекты: учеб. пособие / В.С. Малкин. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
25. Малиновский М. П. Экспериментальное исследование характеристик систем управления транспортных средств: учеб. пособие / М.П. Малиновский; МАДИ. – Москва, 2011. – 123 с.
26. Мельников А.А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов. Системы электроники и автоматики: Допущено Умо в качестве учебного пособия для вузов/А.А. Мельников. - М.: Изд. Центр "Академия", 2003. - 376 с.
27. Нарбут А. Н. Автомобили: Рабочие процессы и расчет механизмов и систем: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / А. Н. Нарбут. – Москва: Издательский центр «Академия», 2007. – 256 с.

28. Николаев, Н.Н. Основы теории надежности и диагностика / Н.Н. Николаев. – Волгоград: Изд-во АЧГАА, 2010. – 148 с.
29. Надежность технических систем: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. - М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 304 с.
30. ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог».
31. Попов А.В., Чернова Г.А. Городской транспортный поток и его влияние на напряжённость труда водителей на примере города Волжского.: монография. ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2018. – 223 с.
32. Попов А.В., Чернова Г.А. Условия эксплуатации и напряженность труда водителя: монография /ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ.–Волгоград : Издательство ВолгГТУ, 2020.–347 с.
33. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. (20.09.1984. Дата актуализации:01.01.2021 г.)
34. Руководство по эксплуатации. Низкопольный автобус автобус ЛиАЗ-529222. 2012.
35. Руководство по эксплуатации. АВТОБУС ПАЗ-320412-10 (с двигателем, работающим на газовом топливе). 320412-10-3902010 РЭ. 2014 г.
36. СЕРВИСНАЯ КНИЖКА. Автобус ВОЛГАБАС 5270G2-0000010 (газовый). Общество с ограниченной ответственностью «ВОЛГАБАС». 2016.
37. СЕРВИСНАЯ КНИЖКА. Автобус ВОЛГАБАС-5270GH-0000010 (газовый).
38. СП 42.13330.2011 «Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* . – утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2020 г. №820».
39. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Е.С.Кузнецова. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с
40. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / под ред. В.М. Власова – М: Академия, 2004. – 480 с.
41. ФЗ от 10.12.1995 № 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения» ред. от 29.11.2021 г. №389 ФЗ.
42. Феодосьев В. И. Соппротивление материалов: Учеб. для вузов. – 10-е издание, перераб. и доп. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 592 с.
43. Чернова Г.А., Светличная В.Б., Великанова М.В. Применение математической статистики в организации перевозок пассажиров общественным транспортом. Известия

ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 19(146) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014 – 108 с. – Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 9. С. 77-81.

44. Чернова Г.А., Великанова М.В. Оценка безопасной работы пассажирообразующего остановочного пункта в г. Волжском. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013. №3. С. 71-81.

45. Чернова Г.А., Корчагин П.Ю. Оценка отказов, влияющих на работоспособность автобусов «Волгабас-5270GH». «Интернаука»: научный журнал. №21 (55), 2018 г. Технические науки. С. 67-70.

46. Чернова Г.А., Пименов Е.А. Оценка количественных характеристик работоспособности трансмиссии автобусов «Волгабас-5270GH» // Интернаука: научный журнал. №6 (88). Часть 1. – М., Изд. «Интернаука», 2019. – С. 78-83.

47. Чернова Г.А., Горбунов А. В., Бабаян А.К. Оценка количественных характеристик работоспособности сцепления автобусов «Волгабас-5270GH» // Из-во Интернаука. Студенческий вестник: научн. журн. 2020. №20 (118). С. 76-81.

48. Чернова Г.А., Ватолин Д.И. Обеспечение работоспособности подвески автобусов «VOLGABUS-5270GH» с подбором диагностического стенда. Из-во Интернаука. Студенческий вестник: научн. журн. №21 (119), 2020. с. 17-20.

49. Чернова Г.А., Коношенко В.Е. Применение математических методов для оценки тормозной системы автобусов «Volgabus-5270 GH». Из-во Интернаука. Студенческий вестник: научн. журн. №22(120) 2020 г. с. 88-93.

50. Чернова Г.А., Кравченко С.И. Подбор диагностического стенда для определения неисправностей шарниров рулевого управления автобусов «ВОЛГАБАС». 15-я н/п конф. «Взаимодействие предприятий и вузов-наука, кадры, новые технологии» 15 мая 2019. Сборник материалов конференции. С. 63-72.

51. Чернова Г.А., Абдрашитов Р.Ш. Обеспечение работоспособности рулевого управления автобусов «Волгабас-5270GH» с подбором диагностического стенда. Ж-л «Студенческий вестник» №20 (118). 2020 г. Из-во «Интернаука». С. 37-41.

52. Чернова Г.А., Элибиев Л.В. Оценка работоспособности систем электрооборудования автобусов «VOLGABUS-5270GH». Доклад на 27-ю Межвузовскую н/пр. конференцию молодых учёных и студентов города Волжского, 30 мая-3 июня 2022 года.

53. Яхьяев, Н.Я. Основы теории надёжности / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. – М. : ИЦ «Академия», 2013. – 208 с. и др.

Таблица 1 – Сходы с ремонтом двигателя автобусов «Волгабас-5270G2» с 13.05.2016 г. до 1.05.2017 г.

№ п/п	Гар. №	Неисправность	Кол-во дней до схода с ремонтом	Пробег до схода, км
				37200 / 102
1	170	Воздушная трубка компрессора	17	1734
2	170	Натяжение ролика вентилятора	37	3774
3	170	Ремни генератора	115	11730
4	170	Утечка воздуха из системы	135	13770
5	170	Не работает котёл подогревателя	160	16320
6	170	Течь патрубка системы охлаждения	29	2958
7	170	Течь антифриза	10	1020
8	170	утечка воздуха из системы	46	4692
9	170	Ремонт пускового подогревателя	183	18700
10	170	утечка воздуха из системы	5	510
11	170	Течь антифриза	12	1224
12	170	Течь антифриза	47	4794
13	170	Замена термостата (ДВС греется)	347	35394
14	170	Замена маслопроводов ДВС	347	35394
		<b>Сходов 14</b>		43418 / 119
15	171	Ремонт заборной трубы	3	357
16	171	Течь масла с ДВС	32	3808
17	171	Утечка воздуха из системы	63	7497
18	171	ДВС греется	74	8806
19	171	Ремни генератора	76	9044
20	171	Течь патрубка с системы охлаждения	166	19754
21	171	ДВС вибрация	166	19754
22	171	ДВС вибрация	12	1428
23	171	Течь антифриза	188	22372
24	171	Ремонт пускового подогревателя	198	23562
25	171	вентилятор системы охлаждения	201	23919
26	171	Течь масла с ДВС	189	22491
27	171	Не развивает обороты, проверка	234	27846
28	171	Не развивает обороты, проверка	1	119
29	171	Долив антифриза	33	3927
30	171	Ремни генератора	258	30702
31	171	ДВС греется	139	16541
32	171	Ремни генератора	141	16779
33	171	Течь патрубка с системы охлаждения	81	9639
		<b>Сходов 19</b>		39233 / 107
34	172	Не показывает давление	19	2033
35	172	Утечка воздуха из системы	67	7169
36	172	Течь антифриза	185	19795
37	172	Ремонт пускового подогревателя	240	25680
38	172	Сломан газовый кран на газовом баллоне	241	25787

		<b>Сходов 5</b>	46529,4 / 127	
39	173	Вентилятор системы охлаждения	18	2286
40	173	Ремни генератора	81	10287
41	173	Ремни генератора	116	14732
42	173	Ремни генератора	154	19558
43	173	ДВС греется	158	20066
44	173	Течь антифриза	163	20701
45	173	Ремонт пускового подогревателя	165	20955
46	173	Турбина	165	20955
47	173	Приводные ремни	193	24511
48	173	Утечка воздуха из компрессора	210	26670
49	173	Вентилятор системы охлаждения	219	27813
50	173	Приводные ремни	28	3556
		<b>Сходов 12</b>	52306 / 143	
51	174	Ремни вентилятора	5	715
52	174	Вентилятор системы охлаждения	17	2431
53	174	Не развивает обороты, проверка дымности	23	3289
54	174	Вентилятор системы охлаждения	6	858
55	174	Не показывает давление масла	90	12870
56	174	Не исправен манометр давления масла - выдавило газом	150	21450
57	174	Ремонт топливного бака	283	40469
		<b>Сходов 7</b>	44733,5 / 123	
58	175	Течь масла	4	492
59	175	Приводные ремни	4	492
60	175	Утечка воздуха из компрессора	53	6519
61	175	Течь патрубка системы охлаждения	53	6519
62	175	Ремни генератора	102	12546
63	175	Пусковой подогреватель	148	18204
64	175	Течь масла с ДВС	157	19311
65	175	Течь патрубка системы охлаждения	135	16605
66	175	Ослабление крепления ДВС	186	22878
		<b>Сходов 9</b>	47500 / 130	
67	176	Течь патрубка системы охлаждения	8	1040
68	176	Течь масла с ДВС	120	15600
69	176	Течь патрубка системы охлаждения	112	14560
70	176	Ремни генератора	112	14560
71	176	Течь патрубка системы охлаждения	141	18330
72	176	Не работает турбокомпрессор	149	19370
73	176	Проверка дымности	163	21190
74	176	Ремни генератора	164	21320
75	176	Течь топливного бака	176	22880
76	176	Течь патрубка системы охлаждения	101	13130
77	176	Долив антифриза в систему	249	32370
78	176	ДВС вибрация	266	34580
79	176	Не работает турбокомпрессор	104	13520
80	176	Проверка дымности	109	14170
		<b>Сходов 14</b>		

Таблица 2 – Сходы с ремонтом двигателя автобусов «Волгабас-5270GH» за период с 11.11.2017 года по 31.12.2018 год

№ п/п	Гар. №	Дата	Неисправность	Кол-во дней до схода с ремонтом	Пробег до схода, км
1	800	19.12.2017	Течь патрубка системы охлаждения	49	5086
2	800	30.09.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	132	17829,6
3	800	07.10.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности.	6	829,2
4	800	15.10.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности.	8	1105,6
5	801	19.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	79	7610,8
6	801	23.04.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	93	12722,4
7	801	04.05.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	10	1368
8	801	13.10.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	160	21888
9	802		Требуется долив антифриза в систему.	13	1363,7
10	802	30.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	47	6124,3
11	802	09.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	9	1302,3
12	802	19.06.2018	ДВС. Нет давления.	131	18955,7
13	802		Требуется долив антифриза в систему.	22	3183,4
14	803	12.02.2018	ДВС. Нет давления.	103	12588,1
15	803	18.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	6	621
16	803	23.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	32	3312
17	803	10.04.2018	Требуется долив антифриза в систему.	17	1759,5
18	803		Течь патрубка системы охлаждения		
19	803	26.04.2018	ДВС не запускается.	15	1552,5
20	803	16.05.2018	Двигатель греется	19	1966,5
21	803	30.05.2018	Вентилятор системы охлаждения	14	1449
22	803	26.06.2018	Двигатель греется	26	2691
23	804	31.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	91	4533
24	804	01.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	1	90
25	804	12.02.2018	Течь антифриза	11	985,6
26	804		Требуется долив антифриза в систему.		
27	804	12.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	28	2508,8
28	804	18.03.2018	Нет подачи топлива. Проверка дымности.	5	448
29	804		Требуется долив антифриза в систему.		
30	804	05.09.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	124	11110,4
31	804	27.09.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	22	1971,2
32	804	02.11.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности	35	3136
33	804	18.11.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка	15	1344

			дымности		
34	804	24.11.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности	6	537,6
35	805	17.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	16	1295,2
36	805	01.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	103	10174
37	805	18.04.2018	Вентилятор системы охлаждения	48	5404,8
38	805	26.04.2018	Не показывает температуру охлаждающей жидкости	12	1351,2
39	806	10.12.2017	Не работает турбокомпрессор. Проверка дымности	39	4212
40	806	04.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	24	3012
41	806	06.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	2	251
42	806	13.04.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	96	12048
43	806	07.06.2018	Вентилятор системы охлаждения	54	6777
44	807	14.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	74	5038,4
45	807	29.03.2018	Вентилятор системы охлаждения	73	9110,4
46	807	07.06.2018	ДВС греется	69	8611,2
47	807		Вентилятор системы охлаждения		
48	807	01.09.2018	Вентилятор системы охлаждения	86	10732,8
49	808	29.01.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	89	10495
50	808	08.02.2018	Течь антифриза	10	1173
51	808	12.02.2018	Течь антифриза	4	469,2
52	808	02.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	17	1994,1
53	808	24.03.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	22	2580,6
54	808	19.05.2018	Течь антифриза	55	6451,5
55	808	13.06.2018	Требуется долив антифриза в систему.	24	2815,2
56	808	05.07.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	21	2463,3
57	808	27.09.2018	Двигатель не запускается.	83	9735,9
58	808	17.11.2018	Течь антифриза	50	5865
59	809	04.12.2017	Двигатель не запускается.	33	2397,45
60	809	09.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	112	3223
61	809	12.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	33	5200,8
62	810	07.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	98	6991,5
63	810	27.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	20	2912
64	810	01.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	2	291
65	810	17.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	16	2329,6
66	810	02.05.2018	Требуется долив антифриза в систему.	45	6552
67	810	11.05.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	9	1310,4
68	810	23.07.2018	Двигатель не запускается.	72	10483,2
69	811	24.12.2017	Требуется долив антифриза в систему.	53	6069,6
70	811	29.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	35	5048,4
71	811	04.04.2018	Течь антифриза	64	9741
72	811	04.06.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	60	9132
73	811	30.10.2018	Течь патрубков в салоне.	145	22069

74	812	24.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	10	827
75	812		Течь патрубков отопителя салона		
76	812	14.12.2017	Течь патрубка системы охлаждения.	19	1572
77	812	24.12.2017	Течь антифриза	10	827
78	812	19.01.2018	Течь антифриза	25	2919
79	812	24.01.2018	ДВС нет давления	5	650
80	812	11.05.2018	Течь масла ДВС	105	13650
81	812		ДВС нет давления	32	4160
82	812	30.08.2018	Вентилятор системы охлаждения	74	9620
83	812	15.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	76	9880
84	812	16.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	1	130
85	813	20.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	111	11564
86	813	17.04.2018	ДВС нет давления	55	8393
87	813	20.10.2018	Вентилятор системы охлаждения	185	28231
88	814	13.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	73	7665,2
89	814	28.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	45	6552
90	814	23.10.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	236	34361,6
91	814	31.10.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	8	1164
92	814	17.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	16	2329,6
93	814	19.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	2	291,2
94	815	31.10.2018	Течь масла ДВС	364	38758
95	816	30.11.2017	Течь антифриза	29	2770
96	816		Требуется долив антифриза в систему.		
97	816	20.12.2017	Требуется долив антифриза в систему.	20	1910,6
98	816	01.01.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	61	5827,3
99	816		Течь антифриза		
100	816	19.01.2018	Течь антифриза	18	2032,2
101	816	06.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	17	1919,3
102	816	08.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	2	225,8
103	816	17.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	281	31724,9
104	816		Течь антифриза		
105	817	21.01.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	81	13439
106	817	22.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	1	135
107	817	28.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	36	4942,8
108	817	01.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	1	137
109	817	07.05.2018	Течь печки	67	9199
110	817	10.08.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	94	12906
111	817	08.10.2018	Двигатель не запускается.	58	7826,1
112	818	10.01.2018	Вентилятор системы охлаждения	70	8044,2
113	818	17.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	7	1089,9
114	818	02.04.2018	Вентилятор системы охлаждения	74	11522
115	818	20.09.2018	Не работает турбокомпрессор. Проверка дымности	171	26625
116	818	17.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	57	8875
117	819	23.11.2017	Двигатель не запускается.	22	1157

118	819		Требуется долив антифриза в систему.		
119	819	07.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	126	10847
120	819	22.03.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	14	1645
121	820	18.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	17	1546
122	820	21.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	3	273
123	820	18.12.2017	Течь патрубка системы охлаждения.	26	2364
124	820	26.12.2017	Турбина	8	728
125	820	25.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	59	7030
126	820	02.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	4	485
127	820	03.03.2018	ДВС не заводится со стартером	1	121
128	820	07.03.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	5	606
129	820	10.03.2018	ДВС не запускается	3	364
130	820	18.05.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	68	8242
131	820	27.06.2018	Проверка газовых кранов	39	4727
132	820	07.10.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	101	12241
133	821	17.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	16	1600
134	821	05.12.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	15	1500
135	821		Не развивает обороты. Проверка дымности.	16	1600
136	821	28.12.2017	Течь антифриза	6	600
137	821	12.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	45	5311
138	821	09.04.2018	Требуется долив антифриза в систему.	54	6507
139	821	09.07.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	77	9186
140	821	21.10.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	89	10618
141	821	03.11.2018	Течь масла ДВС	12	1432
142	822	23.11.2017	Течь масла ДВС	22	2365
143	822	27.11.2017	Требуется долив антифриза в систему.	4	430
144	822	04.12.2017	Требуется долив антифриза в систему.	6	645
145	822	23.03.2018	Требуется долив антифриза в систему.	107	14394
146	822	18.04.2018	Требуется долив антифриза в систему.	25	3580
147	822	19.08.2018	Течь радиатора	122	17470
148	822	25.09.2018	Двигатель не запускается	36	5155
149	822	16.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	51	7303
150	823	03.12.2017	Требуется долив антифриза в систему.	32	3533
151	823	14.12.2017	Течь патрубка системы охлаждения.	9	994
152	823	02.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	18	2048
153	823	30.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	17	2390
154	823	17.11.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	290	40774
155	823		Течь антифриза		
156	824	23.11.2017	Шкив ДВС	22	2128
157	824	30.11.2017	Течь радиатора	6	580
158	824		Требуется долив антифриза в систему.	45	4388
159	824	15.11.2018	Течь воды ДВС	299	42458

160	825	16.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	15	1039
161	825	19.11.2017	Не работает турбокомпрессор. Проверка дымности	3	208
162	825	22.11.2017	Турбина, утечка воздуха.	1	70
163	825	04.12.2017	ДВС не заводится со стартером	12	831
164	825	14.01.2018	Течь антифриза	39	3222
165	825	05.07.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	1171	18690
166	825	10.10.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	96	10493
167	825	29.10.2018	ДВС не заводится со стартером	18	1968
168	826	12.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	103	14122
169	826	27.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	15	2307
170	826	05.07.2018	Течь воды ДВС	127	19439
171	826	20.10.2018	ДВС не заводится со стартером	106	16303
172	826	30.10.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	10	1538
173	827	29.12.2017	Течь воды ДВС	58	6769
174	827	30.01.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	32	4526
175	827	06.02.2018	Требуется долив антифриза в систему.	6	859
176	827	13.04.2018	Требуется долив антифриза в систему.	64	9542
177	827	23.04.2018	Вентилятор системы охлаждения	10	1430
178	827	25.04.2018	Глохнет ДВС. Проверка дымности.	1	143
179	827	02.05.2018	ДВС не заводится со стартером	6	859
180	827	29.08.2018	ДВС посторонний шум.	118	1689
181	827		Шкив ДВС.		
182	828	30.11.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	8	936
183	828	01.12.2017	Не развивает обороты. Проверка дымности.	1	117
184	828	15.12.2017	Течь патрубка системы охлаждения.	14	1638
185	828	18.12.2017	Течь антифриза.	2	234
186	828	15.01.2018	Вентилятор системы охлаждения	26	3596
187	828	23.01.2018	Требуется долив антифриза в систему.	8	1253
188	828	26.01.2018	Течь антифриза.	3	470
189	828		Требуется долив антифриза в систему.		
190	828	14.05.2018	Не работает турбокомпрессор. Проверка дымности	107	16756
191	828	04.06.2018	Вентилятор системы охлаждения	20	313
192	829	06.05.2018	Течь патрубка системы охлаждения	185	23705
193	829	17.05.2018	ДВС не запускается	11	1481
194	829	27.06.2018	Течь масла ДВС	40	5384
195	842	26.07.2018	Не развивает обороты. Проверка дымности.	206	28613
196	842	26.07.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности		
197	842	29.07.2018	Течь патрубка системы охлаждения.	1	139
198	842	02.08.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка	4	556

			дымности		
199	842	13.08.2018	Свечи зажигания	8	1111
200	842	18.10.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности	64	8890
201	842	09.11.2018	ДВС работает с перебоями. Проверка дымности	20	278

Таблица 3 – Сходы с ремонтом сцепления автобусов «Волгабас-5270GN» в 2019 году

№ п/п	Гар. №	Дата	Неисправность	Кол-во дней до схода	Средне-дневной пробег	Пробег с 01.01.2019г.
	800	23.10.2018		69	158/13272	38823
1	800	03.06.2019	Нет выжима сцепления	153	167/25551	
2	800	05.06.2019	Нет выжима сцепления	2	167	334
3	800	10.06.2019	Нет выжима сцепления	5	167	835
4	800	25.06.2019	Сцепление не выключается	15	167	2505
5	800	28.11.2019	Нет выжима сцепления	3	167	501
	801	19.09.2018		111	157/17427	27190
6	801	31.08.2019	Регулировка сцепления	24	163/39772	
7	801	12.09.2019	Нет выжима сцепления	12	163	1956
	802	23.10.2018		68	166/11288	23678
8	802	11.03.2019	Нет выжима сцепления	70	177/12390	
9	802	15.07.2019	Нет выжима сцепления	35	177	6195
10	802	14.11.2019	Нет выжима сцепления	121	177	21417
	803	С начала эксплуатации		42635 км		71155
11	803	04.06.2019	Нет выжима сцепления	155	184/28520	
12	803	18.06.2019	Нет выжима сцепления	14	184	26376
13	803	29.08.2019	Нет выжима сцепления	72	184	13248
14	803	04.12.2019	Нет выжима сцепления	97	184	17848
	804	26.12.2018		5	103/515	23735
15	804	15.05.2019	Регулировка сцепления	135	172/23220	
16	804	17.05.2019	Сцепление ведет	2	172	344
17	804	20.05.2019	Нет выжима сцепления	3	172	516
	805	21.09.2018		113	129/14577	18197
18	805	20.01.2019	Нет выжима сцепления	20	181/3620	
19	805	29.05.2019	Нет выжима сцепления	130	181	23530
20	805	30.05.2019	Сцепление ведет	1	181	181
21	805	06.08.2019	Нет выжима сцепления	68	181	12308
	806	С начала эксплуатации		52860 км		89190
22	806	29.07.2019	Нет выжима сцепления	210	173/36330	

	807	С начала эксплуатации		56393 км		
23	807	24.06.2019	Нет выжима сцепления	175	209/31977	88370
24	807	12.10.2019	Нет выжима сцепления	109	209	22781
25	807	05.12.2019	Сцепление буксует	44	209	9196
26	807	29.12.2019	Педадь сцепления	24	209	5016
	808	С начала эксплуатации		50648 км		
27	808	27.01.2019	Сцепление буксует	27	167/4509	55157
28	808	30.06.2019	Нет выжима сцепления	154	167	25718
29	808	28.07.2019	Сцепление буксует	28	167	4676
30	808	25.08.2019	Нет выжима сцепления	29	167	4843
31	808	29.08.2019	Нет выжима сцепления	4	167	668
32	808	05.09.2019	Нет выжима сцепления	6	167	1002
33	808	12.09.2019	Сцепление буксует	37	167	6179
34	808	10.10.2019	Нет выжима сцепления	28	167	4676
35	808	11.10.2019	Нет выжима сцепления	1	167	167
36	808	29.12.2019	Регулировка сцепления	48	167	8016
	809	С начала эксплуатации		63584		
37	809	29.06.2019	Нет выжима сцепления	179	143/25597	89786
38	809	08.08.2019	Регулировка сцепления	40	143	5720
	810	25.07.2018		178	167/29726	43776
39	810	19.03.2019	Нет выжима сцепления	78	180/14040	
40	810	11.04.2019	Нет выжима сцепления	22	180	3960
41	810	11.04.2019	Нет выжима сцепления	1	180	180
42	810	25.05.2019	Нет выжима сцепления	44	180	7920
43	810	25.05.2019	Нет выжима сцепления	1	180	180
44	810	12.12.2019	Сцепление ведет	200	180	36000
	811	05.12.2018		26	174/4524	6322
45	811	11.01.2019	Регулировка сцепления	11	167/1837	
46	811	12.01.2019	Нет выжима сцепления	1	167	167
47	811	11.02.2019	Нет выжима сцепления	20	167	3340
48	811	15.03.2019	Регулировка сцепления	45	167	7515
	812	С начала эксплуатации		55135		
49	812	11.01.2019	Регулировка сцепления	11	159/1749	56884
50	812	25.06.2019	Регулировка сцепления	164	159	26076
51	812	27.06.2019	Нет выжима сцепления	2	159	318
52	812	12.07.2019	Нет выжима сцепления	15	159	2385
53	812	18.07.2019	Нет выжима сцепления	6	159	954
	813	21.12.2018		10	175/1750	1918
54	813	01.01.2019	Регулировка сцепления	1	168	
55	813	05.01.2019	Нет выжима сцепления	4	168	672
56	813	28.05.2019	Нет выжима сцепления	23	168	3864

57	813	04.06.2019	Нет выжима сцепления	7	168	1176
58	813	11.06.2019	Нет выжима сцепления	7	168	1176
	814	С начала эксплуатации		61898 км		
59	814	04.02.2019	Сцепление ведет	35	156/5460	67358
60	814	07.02.2019	Педадь сцепления	3	156	468
61	814	05.03.2019	Регулировка сцепления	27	156	4212
62	814	04.07.2019	Регулировка сцепления	30	156	4680
	815	22.09.2018		114	130/14820	19526
63	815	26.01.2019	Нет выжима сцепления	26	181/4706	
64	815	25.04.2019	Сцепление буксует	89	181	16109
65	815	26.04.2019	Нет выжима сцепления	1	181	181
66	815	01.05.2019	Нет выжима сцепления	5	181	905
67	815	05.05.2019	Сцепление буксует	4	181	724
68	815	06.05.2019	Нет выжима сцепления	1	181	181
69	815	26.06.2019	Нет выжима сцепления	20	181	3620
70	815	10.07.2019	Регулировка сцепления	14	181	2534
	816	13.09.2018		105	130/13650	39924
71	816	31.05.2019	Нет выжима сцепления	151	174/26274	
72	816	19.06.2019	Регулировка сцепления	19	174	3306
73	816	21.11.2019	Нет выжима сцепления	154	174	26796
	817	С начала эксплуатации				
	817	20.09.2018		102	157	
	817	2019 нет сходов		56126 км		
	818	28.09.2018		120	178/21360	74224
74	818	24.08.2019	Нет выжима сцепления	236	224/52864	
75	818	02.09.2019	Сцепление буксует	8	224	1792
76	818	16.09.2019	Регулировка сцепления	14	224	3136
77	818	17.09.2019	Нет выжима сцепления	1	224	224
	819	30.11.2018		31	135/4185	8079
78	819	22.01.2019	Нет выжима сцепления	22	177/3894	
79	819	19.02.2019	Нет выжима сцепления	28	177	4956
80	819	14.03.2019	Сцепление ведет	24	177	4248
81	819	22.11.2019	Регулировка сцепления	252	177	44604
	820	07.12.2018		24	139/3336	31390
82	820	15.06.2019	Нет выжима сцепления	166	169/28054	
83	820	10.07.2019	Регулировка сцепления	25	169	4225
84	820	19.12.2019	Сцепление буксует	161	169	27209
	821	21.09.2018		114	137/15618	45878
85	821	27.06.2019	Нет выжима сцепления	178	170/30260	
86	821	28.08.2019	Нет выжима сцепления	31	170	5270

87	821	06.11.2019	Регулировка сцепления	69	170	11730
88	821	22.11.2019	Нет выжима сцепления	16	170	2720
	822	С начала эксплуатации		63138 км		99043
89	822	03.08.2019	Нет выжима сцепления	215	167/35905	
90	822	05.09.2019	Нет выжима сцепления	32	167	5344
91	822	15.09.2019	Нет выжима сцепления	10	167	1670
	823	С начала эксплуатации		61290 км		91397
92	823	06.07.2019	Нет выжима сцепления	187	161/30107	
93	823	08.11.2019	Сцепление буксует	123	161	19803
94	823	25.11.2019	Нет выжима сцепления	17	161	2737
	824	С начала эксплуатации		60167		30810
95	824	03.06.2019	Сцепление буксует	154	161/24794	
96	824	06.09.2019	Регулировка сцепления	30	161	4830
97	824	29.10.2019	Нет выжима сцепления	53	161	8533
98	824	10.11.2019	Сцепление не выключается	12	161	1932
99	824	16.12.2019	Сцепление буксует	37	161	5957
	825	30.07.2018		153	125/19520	23425
100	825	25.01.2019	Нет выжима сцепления	25	167/4175	
101	825	26.01.2019	Нет выжима сцепления	1	167	167
102	825	26.01.2019	Нет выжима сцепления	1	167	167
103	825	18.05.2019	Нет выжима сцепления	82	167	13694
104	825	26.06.2019	Нет выжима сцепления	37	167	6179
105	825	02.08.2019	Нет выжима сцепления	37	167	6179
106	825	19.08.2019	Сцепление буксует	17	167	2839
107	825	16.11.2019	Нет выжима сцепления	88	167	14696
108	825	21.11.2019	Сцепление ведет	5	167	835
109	825	27.12.2019	Нет выжима сцепления	37	167	6179
	826	С начала эксплуатации		67723		97129
110	826	23.06.2019	Нет выжима сцепления	174	169/29406	
111	826	29.08.2019	Регулировка сцепления	67	169	11323
112	826	07.10.2019	Нет выжима сцепления	38	169	6422
113	826	21.11.2019	Регулировка сцепления	44	169	7436
	827	С начала эксплуатации		65884 км		74044
114	827	17.02.2019	Регулировка сцепления	48	170/8160	
115	827	21.03.2019	Сцепление ведет	32	170	5440
116	827	21.05.2019	Сцепление буксует	2	170	340
117	827	24.05.2019	Сцепление буксует	3	170	510
118	827	26.08.2019	Сцепление буксует	94	170	15980
119	827	20.09.2019	Сцепление ведет	63	170	10710
120	827	29.10.2019	Нет выжима сцепления	39	170	6630
121	827	18.11.2019	Нет выжима сцепления	20	170	3400
122	827	22.11.2019	Нет выжима сцепления	4	170	680
123	827	27.12.2019	Нет выжима сцепления	35	170	5950
	828	С начала эксплуатации		61683 км		92477
124	828	22.06.2019	Нет выжима сцепления	173	178/30794	
125	828	23.10.2019	Нет выжима сцепления	122	178	21716

126	828	28.12.2019	Регулировка сцепления	36	178	6408
	829	24.12.2018		7	154/1078	2937
127	829	11.01.2019	Нет выжима сцепления	11	169/1859	
128	829	11.02.2019	Регулировка сцепления	31	169	5239
129	829	11.02.2019	Регулировка сцепления	1	169	169
130	829	24.05.2019	Нет выжима сцепления	92	169	15548
131	829	03.07.2019	Регулировка сцепления	40	169	6760
132	829	23.07.2019	Сцепление буксует	20	169	3380
	830	17.12.2018	Нет выжима сцепления	14	155/2170	
133	830	17.01.2019	Нет выжима сцепления	17	187/3179	5349
134	830	19.04.2019	Регулировка сцепления	14	187	2618
135	830	28.04.2019	Нет выжима сцепления	9	187	1683
136	830	28.04.2019	Регулировка сцепления	1	187	187
137	830	30.04.2019	Нет выжима сцепления	2	187	374
138	830	06.05.2019	Нет выжима сцепления	6	187	1122
139	830	10.12.2019	Сходов нет	218	187	40766
	<b>831</b>		53963 км			
	832	С начала эксплуатации		Регулировка сцепления		80411
140	832	01.06.2019	Нет выжима сцепления	152	175/26448	
141	832		Сцепление буксует	152	175	26600
142	832	04.10.2019	50259	124	175	21700
	833	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		52681
143	833	14.01.2019	Нет выжима сцепления	14	173//2422	
144	833	27.02.2019	Нет выжима сцепления	44	173	7612
145	833	09.03.2019	Нет выжима сцепления	30	173	5190
146	833	24.04.2019	Нет выжима сцепления	46	173	7958
147	833	08.10.2019	Сцепление буксует	166	173	28718
148	833	16.12.2019	Сцепление буксует	68	173	11764
149	833	19.12.2019	50948	3	173	519
	834	С начала эксплуатации		Сцепление буксует		
150	834	01.02.2019	Регулировка сцепления	32	175/5600	56548
151	834	02.07.2019	<b>Сходов нет</b>	152	175	26600
	<b>835</b>		51303			
	836	С начала эксплуатации		Сцепление буксует		
152	836	18.06.2019	Нет выжима сцепления	169	165/27885	79188
153	836	30.06.2019	Нет выжима сцепления	12	165	1980
154	836	05.08.2019	Сцепление буксует	36	165	5940
155	836	28.08.2019	Регулировка сцепления	23	165	3795
156	836	16.09.2019	Нет выжима сцепления	18	165	2970
157	836	21.11.2019	39725	65	165	10725
	837	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		46151
158	837	03.02.2019	Нет выжима сцепления	34	189/6426	
159	837	02.06.2019	Сцепление буксует	119	189	22491
160	837	22.06.2019	Нет выжима сцепления	10	189	1890
161	837	06.07.2019	Нет выжима сцепления	14	189	2646
162	837	23.07.2019	Сцепление не выключается	16	189	3024

163	837		Сцепление буксует	16	189	3024
164	837		Нет выжима сцепления	16	189	3024
165	837	20.11.2019	Сцепление ведёт	119	189	22491
166	837	21.12.2019		31	189	5859
	838	16.12.2018	Нет выжима сцепления	15	148/2220	43040
167	838	06.06.2019	Нет выжима сцепления	157	260/40820	
168	838	11.06.2019	Сцепление буксует	5	260	1300
169	838	25.08.2019	Нет выжима сцепления	75	260	19500
170	838	25.10.2019	Регулировка сцепления	60	260	15600
171	838	14.12.2019	34271	50	260	13000
	839	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		40277
172	839	02.02.2019	Сцепление буксует	33	182/ 6006	
173	839	07.02.2019	Сцепление буксует	5	182	910
174	839	09.02.2019	Нет выжима сцепления	2	182	364
175	839	03.04.2019	Нет выжима сцепления	53	182	9646
176	839	19.07.2019	Нет выжима сцепления	107	182	19474
177	839	30.10.2019	Нет выжима сцепления	102	182	18564
178	839	31.10.2019	Нет выжима сцепления	1	182	182
179	839	15.12.2019	53510	45	182	8190
	840	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		85526
180	840	23.06.2019	Регулировка сцепления	174	184/32016	
181	840	18.11.2019	Регулировка сцепления	143	184	26312
182	840	26.12.2019	50489	38	184	6992
	841	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		69455
183	841	19.04.2019	Нет выжима сцепления	109	174/18966	
184	841	01.07.2019	Нет выжима сцепления	73	174	12702
185	841	03.07.2019	Сцепление буксует	2	174	348
186	841	07.07.2019	Нет выжима сцепления	4	174	696
187	841	02.08.2019	Сцепление буксует	26	174	4524
188	841	11.11.2019	Нет выжима сцепления	70	174	12180
189	841	21.11.2019		10	174	1740
	842	18.06.2018	Сцепление ведёт	195	159/31005	63750
190	842	04.07.2019	Нет выжима сцепления	185	177/32745	
191	842	17.07.2019	Сцепление не выключается	13	177	2301
192	842	29.07.2019	Регулировка сцепления	12	177	2124
193	842	04.09.2019	Нет выжима сцепления	36	177	6372
194	842	16.09.2019	Сцепление буксует	12	177	2124
195	842	28.09.2019	Нет выжима сцепления	12	177	2124
196	842	04.12.2019	48631	36	177	6372
	843	С начала эксплуатации		Сцепление буксует		60559
197	843	25.02.2019	Нет выжима сцепления	56	213/11928	
198	843	07.06.2019	Сцепление буксует	102	213	21726
199	843	01.07.2019	Нет выжима сцепления	24	213	5112
200	843	15.09.2019	44100	75	213	15975
	844	С начала эксплуатации		Регулировка сцепле-		66677

				ния		
201	844	17.04.2019	Сцепление буксует	107	211/22577	
202	844	17.04.2019	Нет выжима сцепления	1	211	211
203	844	12.06.2019	Сцепление буксует	56	211	11816
204	844	31.08.2019	Нет выжима сцепления	80	211	16880
205	844	17.09.2019	Сцепление буксует	17	211	3587
206	844	22.09.2019	Нет выжима сцепления	5	211	1055
207	844	23.11.2019	Нет выжима сцепления	61	211	12871
208	844	19.12.2019	51385	27	211	5697
	845	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		113209
209	845	19.11.2019	Нет выжима сцепления	322	192/61824	
210	845	02.12.2019	Регулировка сцепления	13	192	2496
211	845	28.12.2019	48304	28	192	5676
	846	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		78555
212	846	28.06.2019	Нет выжима сцепления	179	169/30251	
213	846	26.08.2019	Сцепление буксует	59	169	9971
214	846	30.11.2019	51208	95	169	16055
	847	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		52928
215	847	10.01.2019		10	172/1720	
	848	31.12.2018	Регулировка сцепления	0	0	
216	848	28.02.2019	Регулировка сцепления	59	167	9853
217	848	01.03.2019	Регулировка сцепления	1	167	167
218	848	21.06.2019	Сцепление ведёт	113	167	18871
219	848	30.06.2019	Сцепление буксует	9	167	1503
220	848	15.08.2019	48726	45	167	7515
	849	С начала эксплуатации		Нет выжима сцепления		67402
221	849	26.04.2019	Нет выжима сцепления	116	161/18676	
222	849	03.05.2019	Нет выжима сцепления	7	161	1127
223	849	04.09.2019		123	161	19803

Таблица 4 – Сходы с ремонтом сцепления «Волгабас-5270GH» в 2020 году

№ п/п	Гар. №	Дата схода		Кол-во дней до схода с ремонтом	Пробег до схода, км х158
1	800	28.07.2020	Нет выжима сцепления	210	33180
2	800	01.08.2020	Нет выжима сцепления	4	632
3	800	02.08.2020	Сцепление буксует	1	158
4	800	29.09.2020	Нет выжима сцепления	57	9006
5	800	29.09.2020	Сцепление буксует	1	158
6	800	17.10.2020	Нет выжима сцепления	18	2844
7	800	31.10.2020	Сцепление ведёт	14	2212
8	800	30.12.2020	Нет выжима сцепления	60	9480
9	801	10.01.2020	Сцепление ведёт	10	1580
10	801	18.03.2020	Нет выжима сцепления	68	10744
11	801	19.03.2020	Нет выжима сцепления	1	158

12	801	25.03.2020	Нет выжима сцепления	6	948
13	801	29.03.2020	Нет выжима сцепления	4	632
14	801	05.04.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
15	801	18.06.2020	Сцепление буксует	74	11692
16	801	23.06.2020	Нет выжима сцепления	5	790
17	801	28.06.2020	Сцепление буксует	5	790
18	801	07.07.2020	Регулировка сцепления	9	1422
19	801	08.07.2020	Нет выжима сцепления	1	158
20	801	03.08.2020	Регулировка сцепления	26	4108
21	801	11.08.2020	Сцепление буксует	8	1264
22	802	25.06.2020	Сцепление буксует	177	27966
23	802	25.06.2020	Сцепление буксует	1	158
24	802	28.06.2020	Сцепление буксует	3	474
25	802	30.06.2020	Регулировка сцепления	2	316
26	802	07.07.2020	Регулировка сцепления	7	1106
27	802	25.07.2020	Сцепление буксует	18	2844
28	802	09.12.2020	Сцепление буксует	137	21646
29	803	12.02.2020	Сцепление буксует	43	6794
30	803	23.03.2020	Регулировка сцепления	40	6320
31	803	26.03.2020	Регулировка сцепления	3	474
32	803	22.05.2020	Педадь сцепления	57	9006
33	803	17.09.2020	Регулировка сцепления	118	18644
34	803	17.09.2020	Регулировка сцепления	1	158
35	803	22.10.2020	Нет выжима сцепления	35	5530
36	803	22.11.2020	Нет выжима сцепления	31	4898
37	803	10.12.2020	Регулировка сцепления	18	2844
38	804	05.09.2020	Сцепление буксует	249	39342
39	805	29.01.2020	Сцепление ведёт	29	4582
40	805	31.01.2020	Нет выжима сцепления	2	316
41	805	26.03.2020	Нет выжима сцепления	55	8690
42	805	31.03.2020	Нет выжима сцепления	5	790
43	805	01.04.2020	Регулировка сцепления	1	158
44	805	06.06.2020	Сцепление буксует	66	10428
45	806	19.05.2020	Нет выжима сцепления	140	22120
46	806	16.06.2020	Нет выжима сцепления	28	4424
47	806	26.06.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
48	806	06.07.2020	Сцепление буксует	10	1580
49	806	07.08.2020	Сцепление ведёт	32	5056
50	806	09.09.2020	Нет выжима сцепления	33	5214
51	806	09.09.2020	Нет выжима сцепления	1	158
52	806	19.09.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
53	806	16.10.2020	Сцепление буксует	27	4266
54	806	29.11.2020	Сцепление буксует	44	6952
55	806	03.12.2020	Сцепление буксует	4	632
56	806	20.12.2020	Сцепление буксует	17	2686
57	807	13.01.2020	Регулировка сцепления	13	2054
58	807	17.01.2020	Регулировка сцепления	4	632
59	807	19.01.2020	Нет выжима сцепления	2	316

60	807	20.01.2020	Нет выжима сцепления	1	158
61	807	20.01.2020	Регулировка сцепления	1	158
62	807	20.01.2020	Регулировка сцепления	1	158
63	807	22.01.2020	Сцепление буксует	2	316
64	807	03.02.2020	Регулировка сцепления	12	1896
65	807	24.04.2020	Регулировка сцепления	81	12798
66	807	04.05.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
67	807	04.05.2020	Сцепление буксует	1	158
68	807	08.05.2020	Регулировка сцепления	4	632
69	807	09.05.2020	Сцепление буксует	1	158
70	807	21.05.2020	Сцепление ведет	12	1896
71	807	13.09.2020	Нет выжима сцепления	115	18170
72	807	13.09.2020	Нет выжима сцепления	1	158
73	808	19.01.2020	Нет выжима сцепления	19	3002
74	808	25.01.2020	Нет выжима сцепления	6	948
75	808	15.03.2020	Нет выжима сцепления	50	7900
76	808	17.03.2020	Нет выжима сцепления	2	316
77	808	21.03.2020	Регулировка сцепления	4	632
78	808	04.05.2020	Нет выжима сцепления	44	6952
79	808	12.06.2020	Нет выжима сцепления	39	6162
80	808	13.06.2020	Нет выжима сцепления	1	158
81	808	27.06.2020	Нет выжима сцепления	14	2212
82	808	13.07.2020	Нет выжима сцепления	16	2528
83	808	25.07.2020	Нет выжима сцепления	12	1896
84	808	07.08.2020	Сцепление не выключается	13	2054
85	808	02.10.2020	Нет выжима сцепления	56	8848
86	808	22.10.2020	Нет выжима сцепления	20	3160
87	808	22.10.2020	Нет выжима сцепления	1	158
88	808	23.10.2020	Нет выжима сцепления	1	158
89	808	24.11.2020	Нет выжима сцепления	32	5056
90	808	12.12.2020	Нет выжима сцепления	18	2844
91	808	27.12.2020	Нет выжима сцепления	15	2370
92	808	28.12.2020	Нет выжима сцепления	1	158
93	809	28.02.2020	Нет выжима сцепления	59	9322
94	809	28.07.2020	Регулировка сцепления	182	28756
95	809	29.07.2020	Нет выжима сцепления	1	158
96	809	14.08.2020	Стук в сцеплении	16	2528
97	809	21.10.2020	Нет выжима сцепления	68	10744
98	809	18.11.2020	Нет выжима сцепления	28	4424
99	809	26.11.2020	Нет выжима сцепления	2	316
100	809	30.11.2020	Нет выжима сцепления	4	632
101	809	30.11.2020	Нет выжима сцепления	1	158
102	809	04.12.2020	Регулировка сцепления	4	632
103	811	08.01.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
104	811	29.02.2020	Регулировка сцепления	52	8216
105	811	23.03.2020	Нет выжима сцепления	23	3634
106	811	24.03.2020	Нет выжима сцепления	1	158
107	811	29.03.2020	Нет выжима сцепления	5	790

108	811	21.08.2020	Сцепление буксует	143	22594
109	811	24.08.2020	Регулировка сцепления	3	474
110	811	27.08.2020	Сцепление буксует	3	474
111	811	21.09.2020	Регулировка сцепления	25	3950
112	811	02.10.2020	Нет выжима сцепления	11	1738
113	811	21.12.2020	Нет выжима сцепления	80	12640
114	812	29.01.2020	Нет выжима сцепления	29	4582
115	812	01.05.2020	Нет выжима сцепления	92	14536
116	812	12.06.2020	Нет выжима сцепления	42	6636
117	812	12.06.2020	Нет выжима сцепления	1	158
118	812	28.06.2020	Нет выжима сцепления	16	2528
119	812	03.10.2020	Нет выжима сцепления	97	15326
120	813	15.04.2020	Нет выжима сцепления	106	16748
121	813	24.05.2020	Нет выжима сцепления	39	6162
122	813	29.05.2020	Нет выжима сцепления	5	790
123	813	03.06.2020	Сцепление ведет	5	790
124	813	15.06.2020	Нет выжима сцепления	12	1896
125	813	10.07.2020	Нет выжима сцепления	25	3950
126	813	17.07.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
127	815	10.07.2020	Нет выжима сцепления	192	30336
128	815	10.07.2020	Сцепление буксует	1	158
129	816	04.06.2020	Нет выжима сцепления	156	24648
130	816	18.06.2020	Сцепление буксует	14	2212
131	816	19.10.2020	Сцепление буксует	123	19434
132	816	24.10.2020	Регулировка сцепления	5	790
133	818	28.03.2020	Нет выжима сцепления	88	13904
134	818	28.03.2020	Сцепление буксует	88	13904
135	818	11.04.2020	Сцепление буксует	102	16116
136	818	17.04.2020	Регулировка сцепления	6	948
137	818	20.04.2020	Сцепление буксует	3	474
138	818	28.04.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
139	818	24.07.2020	Сцепление ведет	87	13746
140	818	24.07.2020	Нет выжима сцепления	1	158
141	818	25.07.2020	Нет выжима сцепления	1	158
142	818	30.08.2020	Нет выжима сцепления	36	5688
143	818	26.11.2020	Нет выжима сцепления	88	13904
144	819	02.02.2020	Нет выжима сцепления	33	5214
145	819	10.02.2020	Сцепление буксует	8	1264
146	819	16.06.2020	Нет выжима сцепления	127	20066
147	819	16.06.2020	Нет выжима сцепления	1	158
148	819	17.06.2020	Нет выжима сцепления	1	158
149	819	14.10.2020	Регулировка сцепления	119	18802
150	819	16.10.2020	Нет выжима сцепления	2	316
151	820	03.03.2020	Нет выжима сцепления	63	9954
152	820	03.03.2020	Нет выжима сцепления	1	158
153	820	07.04.2020	Нет выжима сцепления	35	5530
154	820	14.04.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
155	820	22.04.2020	Нет выжима сцепления	8	1264

156	821	21.07.2020	Регулировка сцепления	203	32074
157	821	22.07.2020	Регулировка сцепления	1	158
158	821	25.07.2020	Нет выжима сцепления	3	474
159	822	31.01.2020	Регулировка сцепления	31	4898
160	822	08.02.2020	Нет выжима сцепления	39	6162
161	822	15.05.2020	Нет выжима сцепления	97	15326
162	822	18.09.2020	Нет выжима сцепления	126	19908
163	822	21.09.2020	Нет выжима сцепления	3	474
164	822	22.09.2020	Нет выжима сцепления	1	158
165	822	22.09.2020	Нет выжима сцепления	1	158
166	822	23.09.2020	Нет выжима сцепления	1	158
167	822	27.09.2020	Сцепление ведет	4	632
168	822	28.09.2020	Сцепление буксует	1	158
169	822	28.09.2020	Не выключаются передачи	1	158
170	822	29.09.2020	Сцепление буксует	1	158
171	822	21.11.2020	Сцепление буксует	53	8374
172	823	18.02.2020	Нет выжима сцепления	49	7742
173	823	21.02.2020	Нет выжима сцепления	3	474
174	823	26.02.2020	Сцепление буксует	5	790
175	823	27.02.2020	Сцепление буксует	1	158
176	823	06.03.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
177	823	20.03.2020	Нет выжима сцепления	14	2212
178	823	12.05.2020	Регулировка сцепления	53	8374
179	823	26.06.2020	Нет выжима сцепления	45	7110
180	823	28.06.2020	Регулировка сцепления	2	316
181	823	18.08.2020	Регулировка сцепления	51	8058
182	823	13.09.2020	Регулировка сцепления	26	4108
183	824	31.01.2020	Нет выжима сцепления	31	4898
184	824	02.03.2020	Сцепление буксует	31	4898
185	824	04.02.2020	Сцепление буксует	4	632
186	824	05.02.2020	Нет выжима сцепления	1	158
187	824	17.02.2020	Нет выжима сцепления	12	1896
188	824	18.02.2020	Сцепление буксует	1	158
189	824	28.03.2020	Нет выжима сцепления	88	13904
190	824	01.04.2020	Нет выжима сцепления	92	14536
191	824	05.04.2020	Сцепление буксует	4	632
192	824	05.04.2020	Сцепление буксует	1	158
193	824	07.04.2020	Нет выжима сцепления	2	316
194	824	08.04.2020	Сцепление буксует	1	158
195	824	09.10.2020	Нет выжима сцепления	184	29072
196	824	25.12.2020	Регулировка сцепления	77	12166
197	825	10.02.2020	Регулировка сцепления	41	6478
198	825	22.07.2020	Сцепление буксует	163	25754
199	825	23.07.2020	Нет выжима сцепления	1	158
200	825	26.07.2020	Нет выжима сцепления	3	474
201	825	25.09.2020	Нет выжима сцепления	61	9638
202	825	23.10.2020	Нет выжима сцепления	28	4424
203	825	31.10.2020	Нет выжима сцепления	8	1264

204	825	03.11.2020	Нет выжима сцепления	4	632
205	825	16.11.2020	Нет выжима сцепления	13	2054
206	825	06.12.2020	Нет выжима сцепления	20	3160
207	825	13.12.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
208	825	14.12.2020	Регулировка сцепления	1	158
209	825	20.12.2020	Сцепление ведет	6	948
210	825	21.12.2020	Сцепление буксует	1	158
211	825	22.12.2020	Сцепление буксует	1	158
212	826	28.05.2020	Нет выжима сцепления	149	23542
213	826	31.05.2020	Сцепление ведет	3	474
214	826	30.08.2020	Нет выжима сцепления	91	14378
215	826	30.09.2020	Регулировка сцепления	31	4898
216	826	13.11.2020	Нет выжима сцепления	43	6794
217	827	24.01.2020	Нет выжима сцепления	24	3792
218	827	05.02.2020	Нет выжима сцепления	12	1896
219	827	16.02.2020	Сцепление ведет	11	1738
220	827	25.02.2020	Нет выжима сцепления	9	1422
221	827	28.02.2020	Сцепление ведет	3	474
222	827	04.03.2020	Сцепление ведет	5	790
223	827	04.03.2020	Сцепление буксует	1	158
224	827	05.03.2020	Регулировка сцепления	1	158
225	827	31.05.2020	Нет выжима сцепления	87	13746
226	827	10.06.2020	Сцепление буксует	10	1580
227	827	10.06.2020	Нет выжима сцепления	1	158
228	827	09.07.2020	Нет выжима сцепления	29	4582
229	827	20.09.2020	Регулировка сцепления	73	11534
230	827	22.09.2020	Сцепление ведет	2	316
231	827	12.10.2020	Сцепление ведет	20	3160
232	827	24.10.2020	Сцепление ведет	12	1896
233	827	28.10.2020	Нет выжима сцепления	4	632
234	827	30.10.2020	Нет выжима сцепления	2	316
235	827	03.11.2020	Нет выжима сцепления	4	632
236	827	19.12.2020	Сцепление буксует	47	7426
237	827	21.12.2020	Нет выжима сцепления	2	316
238	827	22.12.2020	Сцепление буксует	1	158
239	827	23.12.2020	Нет выжима сцепления	1	158
240	827	24.12.2020	Нет выжима сцепления	1	158
241	828	06.07.2020	Нет выжима сцепления	188	29704
242	828	14.12.2020	Нет выжима сцепления	161	25438
243	828	15.12.2020	Сцепление буксует	1	158
244	828	22.12.2020	Сцепление буксует	7	1106
245	829	01.02.2020	Нет выжима сцепления	32	5056
246	829	20.02.2020	Нет выжима сцепления	19	3002
247	829	14.03.2020	Нет выжима сцепления	23	3634
248	829	02.04.2020	Нет выжима сцепления	19	3002
249	829	04.04.2020	Нет выжима сцепления	2	316
250	829	20.04.2020	Нет выжима сцепления	16	2528
251	829	21.05.2020	Нет выжима сцепления	31	4898

252	830	09.01.2020	Нет выжима сцепления	9	1422
253	830	14.01.2020	Регулировка сцепления	5	790
254	830	25.01.2020	Нет выжима сцепления	11	1738
255	830	29.04.2020	Нет выжима сцепления	95	15010
256	830	30.04.2020	Нет выжима сцепления	1	158
257	830	25.11.2020	Нет выжима сцепления	209	33022
258	832	13.03.2020	Нет выжима сцепления	73	11534
259	832	11.05.2020	Нет выжима сцепления	59	9322
260	832	13.05.2020	Нет выжима сцепления	2	316
261	832	15.05.2020	Нет выжима сцепления	2	316
262	832	08.09.2020	Регулировка сцепления	116	18328
263	832	14.10.2020	Педадь сцепления	36	5688
264	832	17.10.2020	Нет выжима сцепления	3	474
265	833	12.03.2020	Нет выжима сцепления	72	11376
266	833	08.06.2020	Нет выжима сцепления	88	13904
267	833	27.07.2020	Нет выжима сцепления	49	7742
268	834	24.01.2020	Нет выжима сцепления	24	3792
269	834	07.03.2020	Нет выжима сцепления	43	6794
270	834	18.04.2020	Нет выжима сцепления	42	6636
271	834	10.05.2020	Нет выжима сцепления	22	3476
272	835	25.02.2020	Нет выжима сцепления	56	8848
273	835	16.06.2020	Нет выжима сцепления	112	17696
274	835	20.06.2020	Регулировка сцепления	4	632
275	835	28.06.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
276	835	14.09.2020	Нет выжима сцепления	78	12324
277	835	29.09.2020	Нет выжима сцепления	15	2370
278	835	19.10.2020	Нет выжима сцепления	20	3160
279	835	11.11.2020	Нет выжима сцепления	23	3634
280	835	23.11.2020	Регулировка сцепления	12	1896
281	835	19.12.2020	Нет выжима сцепления	26	4108
282	835	21.12.2020	Регулировка сцепления	2	316
283	835	30.12.2020	Регулировка сцепления	9	1422
284	836	15.03.2020	Нет выжима сцепления	75	11850
285	836	19.03.2020	Нет выжима сцепления	4	632
286	836	13.05.2020	Нет выжима сцепления	55	8690
287	836	09.06.2020	Нет выжима сцепления	27	4266
288	836	10.06.2020	нет выжима сцепления	1	158
289	836	14.06.2020	Нет выжима сцепления	4	632
290	836	16.06.2020	Нет выжима сцепления	2	316
291	836	23.06.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
292	836	20.09.2020	Сцепление не выключается	89	14062
293	836	20.10.2020	Нет выжима сцепления	30	4740
294	836	21.10.2020	Нет выжима сцепления	1	158
295	837	01.02.2020	Сцепление буксует	32	5056
296	837	06.02.2020	Нет выжима сцепления	5	790
297	837	15.03.2020	Нет выжима сцепления	38	6004
298	837	27.04.2020	Нет выжима сцепления	43	6794
399	837	05.07.2020	Регулировка сцепления	69	10902

300	837	16.07.2020	Нет выжима сцепления	11	1738
301	837	06.08.2020	Нет выжима сцепления	21	3318
302	837	31.08.2020	Сцепление не выключается	25	3950
303	837	09.09.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
304	837	18.11.2020	Нет выжима сцепления	70	11060
305	837	27.11.2020	Нет выжима сцепления	9	1422
306	837	01.12.2020	Нет выжима сцепления	4	632
307	838	30.09.2020	Нет выжима сцепления	274	43292
308	838	20.10.2020	Нет выжима сцепления	20	3160
309	838	01.12.2020	Сцепление ведет	42	6636
310	839	08.01.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
311	839	01.02.2020	Нет выжима сцепления	24	3792
312	839	13.07.2020	Нет выжима сцепления	163	25754
313	839	31.08.2020	Сцепление буксует	49	7742
314	839	23.09.2020	Нет выжима сцепления	23	3634
315	839	24.09.2020	Регулировка сцепления	1	158
316	839	09.10.2020	Нет выжима сцепления	15	2370
317	839	01.11.2020	Нет выжима сцепления	23	3634
318	839	17.11.2020	Нет выжима сцепления	16	2528
319	839	03.12.2020	Нет выжима сцепления	14	2212
320	839	16.12.2020	Нет выжима сцепления	13	2054
321	840	06.03.2020	Сцепление буксует	11	1738
322	840	07.03.2020	Нет выжима сцепления	1	158
323	840	24.02.2020	Нет выжима сцепления	55	8690
324	840	02.04.2020	Нет выжима сцепления	26	4108
325	840	10.04.2020	Нет выжима сцепления	8	1264
326	840	11.04.2020	Сцепление ведет	1	158
327	840	14.04.2020	Сцепление буксует	3	474
328	840	17.04.2020	Сцепление буксует	3	474
329	840	24.04.2020	Сцепление буксует	7	1106
330	840	07.05.2020	Сцепление буксует	14	2212
331	840	12.05.2020	Сцепление буксует	5	790
332	840	19.05.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
333	840	20.05.2020	Нет выжима сцепления	1	158
334	840	30.05.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
335	840	28.11.2020	Сцепление ведет	182	28756
336	840	01.12.2020	Нет выжима сцепления	3	474
337	840	02.12.2020	Корзина сцепления	1	158
338	841	02.07.2020	Нет выжима сцепления	184	29072
339	841	14.11.2020	Нет выжима сцепления	135	20856
340	841	14.11.2020	Нет выжима сцепления	1	158
341	841	20.11.2020	Нет выжима сцепления	6	948
342	841	23.11.2020	Регулировка сцепления	3	474
343	842	31.05.2020	Регулировка сцепления	152	24016
344	842	21.08.2020	Нет выжима сцепления	82	12956
345	842	20.11.2020	Нет выжима сцепления	91	14378
346	843	19.01.2020	Регулировка сцепления	19	3002
347	843	20.01.2020	Регулировка сцепления	1	158

348	843	31.01.2020	Регулировка сцепления	11	1738
349	843	29.05.2020	Нет выжима сцепления	119	18802
350	843	02.06.2020	Нет выжима сцепления	4	632
351	843	25.10.2020	Нет выжима сцепления	145	22910
352	843	13.12.2020	Регулировка сцепления	49	7742
353	843	18.12.2020	Нет выжима сцепления	5	790
354	844	18.02.2020	Сцепление буксует	49	7742
355	844	21.04.2020	Регулировка сцепления	63	9954
356	844	04.06.2020	Нет выжима сцепления	44	6952
357	844	20.08.2020	Регулировка сцепления	77	12166
358	848	03.03.2020	Нет выжима сцепления	91	14378
359	848	04.04.2020	Нет выжима сцепления	32	5056
360	848	19.07.2020	Нет выжима сцепления	106	16748
361	848	26.07.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
362	848	02.08.2020	Нет выжима сцепления	7	1106
363	848	11.09.2020	Нет выжима сцепления	40	6320
364	848	18.10.2020	Нет выжима сцепления	37	5846
365	849	02.04.2020	Нет выжима сцепления	93	14694
366	849	23.04.2020	Нет выжима сцепления	21	3318
367	849	23.04.2020	Сцепление буксует	1	158
368	849	01.05.2020	Сцепление буксует	8	1264
369	849	24.05.2020	Педадь сцепления	23	3634
370	849	03.06.2020	Нет выжима сцепления	10	1580
371	849	28.07.2020	Сцепление ведет	55	8690
372	849	03.08.2020	Нет выжима сцепления	6	948
373	849	17.08.2020	Нет выжима сцепления	14	2212
374	849	13.10.2020	Нет выжима сцепления	57	9006
375	849	30.11.2020	Регулировка сцепления	48	7584

Таблица 5 – Сходы с ремонтом тормозной системы автобусов «Волгабас-5270GH» в 2019 году

№ п/п	Гар. №	Дата	Кол-во дней до схода	Неисправность	Пробег до схода
1	800	21.01.2019	20	Клинит заднее правое колесо (греется)	3339,17
2				Клинит заднее левое колесо (греется)	
3	800	08.05.2019	107	Клинит заднее левое колесо (греется)	17864,54
4	800	05.06.2019	28	Клинит переднее левое колесо (греется)	4674,83
5				Клинит заднее левое колесо (греется)	
6	800	10.06.2019	5	Клинит заднее левое колесо (греется)	834,79
7				Клинит заднее правое колесо (греется)	
8	800	08.07.2019	28	Клинит заднее левое колесо (греется)	4674,83
9				Клинит заднее правое колесо (греется)	
10	800	20.09.2019	74	Отрегулировать тормоза	12354,92
11			40	АБС	6678,33
12	800	28.12.2019	59	Клинит правый барабан	9850,54

13	801	04.05.2018	123	Клинит переднее правое колесо (греется)	18161,17
14				Клинит заднее правое колесо (греется)	
15	801	09.05.2018	5	Клинит переднее правое колесо (греется)	738,26
16				Клинит заднее левое колесо (греется)	
17	801	11.05.2018	2	Клинит заднее левое колесо (греется)	295,3
18				Клинит переднее правое колесо (греется)	
19	801	14.05.2018	3	Клинит заднее левое колесо (греется)	442,96
20	801	23.05.2018	9	Клинит заднее левое колесо (греется)	1328,87
21	801	11.06.2018	19	Клинит правый барабан	2805,38
22	801	04.12.2018	176	Нет тормозов заднего левого	25986,71
23				Нет тормозов заднего правого	
24	801	04.01.2019	31	Нет тормозов заднего левого	5047,52
25				Нет тормозов заднего правого	
26				Клинит заднее правое колесо (греется)	
27	801	09.03.2019	33	Клинит переднее правое колесо (греется)	5373,17
28	801	13.03.2019	4	Клинит заднее левое колесо (греется)	651,29
29				Клинит заднее правое колесо (греется)	
30	801	27.03.2019	14	Суппорт (левый/правый)	2279,53
31	802	29.05.2018	148	Клинит заднее левое колесо (греется)	23110,67
32				Клинит заднее правое колесо (греется)	
33	802	19.02.2019	266	Клинит заднее правое колесо (греется)	47102,62
34	802	15.07.2019	146	Клинит заднее левое колесо (греется)	25853,32
35				Клинит заднее правое колесо (греется)	
36	802	07.11.2019	115	Клинит заднее левое колесо (греется)	20363,92
37	802	12.11.2019	5	Клинит заднее левое колесо (греется)	885,39
38	802	14.11.2019	2	Клинит заднее левое колесо (греется)	354,16
39	803	19.03.2019	77	Клинит заднее правое колесо (греется)	14158,59
40				Клинит заднее левое колесо (греется)	
41	803	30.04.2019	42	Клинит переднее правое колесо (греется)	7722,87
42	803	11.09.2019	134	Нет тормозов переднего правого	24639,63
43	804	03.05.2018	122	Клинит переднее левое колесо (греется)	11799,47
44				Клинит переднее правое колесо (греется)	
45				Клинит заднее левое колесо (греется)	
46				Клинит заднее правое колесо (греется)	
47	804	07.10.2019	522	Клинит заднее правое колесо (греется)	90016,4
48	805	24.05.2018	143	Клинят тормоза	17387,04
49	805	06.06.2018	13	Клинит переднее левое колесо	1580,64
50				Клинит переднее правое колесо	

51	805	10.08.2018	65	Клинит заднее левое колесо (греется)	7903,2
52	805	19.08.2018	9	Клинит заднее левое колесо (греется)	1094,29
53				Клинит заднее правое колесо (греется)	
54	805	03.09.2018	15	Клинит правый барабан	1823,82
55	805	29.09.2018	26	АБС	3161,28
56	805	14.06.2019	258	Клинит заднее правое колесо (греется)	46589,99
57	806	31.08.2018	242	Клинит заднее левое колесо (греется)	32782,84
58				Клинит заднее левое колесо (греется)	
59				Клинит переднее правое колесо (греется)	
60	806	16.01.2019	138	Нет тормозов	23814,57
61	806	30.01.2019	14	Педадь тормоза	23814,57
62	807	02.06.2018	152	Клинят тормоза	20481,44
63	807	21.08.2018	80	Клинит левый барабан	10779,7
64				Клинит правый барабан	
65	807	01.09.2018	11	Нет тормозов	1482,21
66	807	05.04.2019	216	Клинит заднее левое колесо (греется)	45229,87
67	807	10.11.2019	219	Клинит левый барабан	45858,06
68	807	22.11.2019	12	Клинит правый барабан	2512,77
69	807	27.11.2019	5	Клинит заднее левое колесо (греется)	1046,99
70	808	21.05.2018	140	Клинит заднее левое колесо (греется)	17726,99
71				Клинит заднее правое колесо (греется)	
72	808	09.06.2018	19	Клинит заднее левое колесо (греется)	2405,81
73	808	27.08.2018	79	АБС	10003,09
74	809	05.02.2019	35	Нет тормозов заднего левого	4994,89
75	809	07.04.2019	61	Отрегулировать тормоза	8705,39
76	809	09.04.2019	2	Клинит заднее правое колесо (греется)	285,42
77	809	10.04.2019	1	Клинит правый барабан	142,71
78	809	25.12.2019	259	Нет стояночного тормоза	36962,21
79	809	29.01.2020	35	Клинит заднее правое колесо (греется)	4994,89
80				Отрегулировать тормоза	
81	810	25.02.2019	55	Клинит переднее правое колесо (греется)	9919,38
82	810	04.04.2019	38	АБС	6853,39
83	810	14.05.2019	40	Отрегулировать тормоза	7214,09
84				Отрегулировать тормоза	
85	810	22.07.2019	69	Клинит переднее правое колесо (греется)	12444,31
86	810	08.08.2019	17	Клинит заднее левое колесо (греется)	3065,99
87				Клинит переднее правое колесо (греется)	
88	810	28.10.2019	81	Клинит заднее левое колесо (греется)	14608,54
89				Клинит переднее правое колесо (греется)	

90	810	28.01.2020	92	Клинит переднее правое колесо (греется)	16592,41
91				Нет тормозов заднего правого	
92	811	28.04.2018	117	Ступица переднего колеса	19218,16
93	811	24.05.2018	26	Клинит заднее левое колесо (греется)	4270,7
94				Клинит заднее правое колесо (греется)	
95	811	15.06.2018	22	Клинит заднее левое колесо (греется)	3613,67
96				Клинит заднее правое колесо (греется)	
97	811	01.10.2018	108	АБС	17739,84
98	811	15.03.2019	165	Клинит заднее правое колесо (греется)	27609,79
99	811	12.04.2019	28	Суппорт (левый/правый)	4685,3
100	812	01.05.2018	120	Клинит переднее левое колесо (греется)	16833,34
101	812	07.05.2018	6	Клинит заднее левое колесо (греется)	841,67
102				Клинит заднее правое колесо (греется)	
103	812	30.05.2018	23	Клинит заднее левое колесо (греется)	3226,39
104				Клинит заднее правое колесо (греется)	
105	812	31.05.2018	1	Клинит тормоза	140,28
106	812	15.07.2019	410	Клинит переднее левое колесо (греется)	65275,71
107				Клинит переднее правое колесо (греется)	
108	813	11.05.2018	130	Клинит заднее правое колесо (греется)	21418,62
109	813	30.05.2018	19	Клинит заднее левое колесо (греется)	3130,41
110				Клинит заднее правое колесо (греется)	
111	813	05.06.2018	6	Клинит заднее правое колесо (греется)	988,55
112				Клинит заднее правое колесо (греется)	
113	814	14.05.2018	133	Клинит переднее правое колесо (греется)	20908
114				Клинит переднее правое колесо (греется)	
115	814	03.07.2018	50	Суппорт (левый/правый)	7860,15
116	815	22.10.2018	294	Ступица переднего колеса	35850,2
117	815	02.02.2019	103	Нет тормозов заднего правого	18656,8
118				Клинит заднее правое колесо (греется)	
119	816	28.07.2018	208	Клинит заднее левое колесо (греется)	25344,14
120				Клинит заднее правое колесо (греется)	
121	816	20.08.2018	23	Клинит заднее левое колесо (греется)	2802,48
122				Клинит заднее правое колесо (греется)	
123	816	13.10.2018	54	Отрегулировать тормоза	6579,73
124	816	19.02.2019	129	Клинит заднее правое колесо (греется)	22470,17
125	816	28.06.2019	129	Клинит переднее правое колесо (греется)	22470,17
126	816	03.11.2019	128	Клинит заднее левое колесо (греется)	22295,99
127	816	04.11.2019	1	Клинит заднее левое колесо (греется)	174,19

128				Клинит заднее правое колесо (греется)	
129	816	05.11.2019	1	Клинит заднее левое колесо (греется)	174,19
130				Клинит заднее правое колесо (греется)	
131	816	06.11.2019	1	Клинит левый барабан	174,19
132	817	09.06.2018	159	Клинит переднее правое колесо (греется)	23557,53
133	817	16.11.2018	160	АБС	23705,69
134	817	23.12.2019	402	Отрегулировать тормоза	61815,26
135	818	25.12.2018	358	Клинит заднее правое колесо (греется)	60174,41
136	819	02.09.2018	305	Нет тормозов	38679,52
137	819	25.09.2019	388	Клинит переднее левое колесо (греется)	68768,8
138	819	27.10.2019	32	Нет тормозов переднего правого	5671,65
139	820	16.06.2018	166	Клинит переднее правое колесо (греется)	21724,9
140	820	24.06.2018	8	Проверить сходжение колес	1046,98
141	820	02.07.2018	8	Проверить сходжение колес	1046,98
142	820	01.08.2018	30	Клинит заднее левое колесо (греется)	3926,19
143				Клинит заднее правое колесо (греется)	
144	820	23.10.2018	83	Проверить сходжение колес	10862,45
145	820	12.11.2018	20	Клинит переднее правое колесо (греется)	2617,46
146	820	19.11.2018	7	Суппорт (левый/правый)	916,11
147	820	03.06.2019	196	Нет тормозов заднего левого	33131,89
148	820	27.06.2019	24	Суппорт (левый/правый)	4056,97
149	820	22.11.2019	148	Суппорт (левый/правый)	25017,96
150	820	03.12.2019	11	Клинит переднее левое колесо	1859,44
151	821	04.05.2018	123	Клинит переднее правое колесо	15834,01
152	821	03.07.2018	60	Клинит заднее правое колесо (греется)	7723,91
153	821	06.07.2018	3	Клинят тормоза	386,2
154	821	09.07.2018	3	Клинит заднее правое колесо (греется)	386,2
155	821	19.07.2018	10	Клинит заднее левое колесо (греется)	1287,32
156	821	14.09.2018	57	Ступица переднего колеса	7337,71
157	821	11.10.2018	27	Клинит переднее левое колесо (греется)	3475,76
158				Клинит переднее правое колесо (греется)	
159	821	31.10.2018	20	Клинит переднее левое колесо (греется)	2574,64
160	821	03.11.2018	3	Клинит переднее левое колесо (греется)	386,2
161				Клинит переднее правое колесо (греется)	
162	821	16.11.2018	13	Клинит переднее правое колесо (греется)	1673,51

163	821	17.06.2019	213	Клинит заднее левое колесо (греется)	36137,76
164				Клинит заднее правое колесо (греется)	
165	821	13.10.2019	118	Клинит тормоза	20019,98
166	821	15.10.2019	2	Клинит заднее левое колесо (греется)	339,32
167				Клинит заднее правое колесо (греется)	
168	821	21.10.2019	6	Нет тормозов переднего левого	1017,96
169				Нет тормозов переднего правого	
170	821	24.10.2019	3	Клинит заднее левое колесо (греется)	508,98
171				Клинит заднее правое колесо (греется)	
172	821			Нет тормозов переднего левого	
173	821	06.11.2019	13	Нет тормозов переднего левого	2205,59
174				Нет тормозов переднего правого	
175	822	22.05.2018	141	Клинит переднее левое колесо (греется)	21788,44
176				Клинит заднее левое колесо (греется)	
177				Клинит переднее правое колесо (греется)	
178				Клинит заднее правое колесо (греется)	
179	822	18.12.2018	210	Суппорт (левый/правый)	32450,87
180	822	04.01.2019	17	Суппорт (левый/правый)	2829,65
181	822	04.05.2019	120	Клинит переднее правое колесо (греется)	19974,02
182	822	15.09.2019	134	Клинит переднее правое колесо (греется)	22304,32
183	823	15.05.2018	134	Заклинил стояночный тормоз	20334,92
184	823	23.01.2019	253	Нет стояночного тормоза	40600,05
185	823	09.02.2019	17	Клинит переднее правое колесо (греется)	2728,07
186	823	16.07.2019	157	Отрегулировать тормоза	25194,5
187	823	26.07.2019	10	Клинит заднее правое колесо (греется)	1604,75
188	823	29.07.2019	3	Клинит заднее левое колесо (греется)	481,42
189				Клинит заднее правое колесо (греется)	
190	823	12.08.2019	14	Клинит заднее правое колесо (греется)	2246,64
191	823	13.08.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	160,47
192				Клинит заднее правое колесо (греется)	
193	823	14.08.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	160,47
194	823	15.08.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	160,47
195	823	16.08.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	160,47
196	823	23.08.2019	7	Нет тормозов переднего левого	1123,32
197	823	24.08.2019	1	Отрегулировать тормоза	160,47
198	823	27.08.2019	3	Суппорт (левый/правый)	481,42
199	823	28.08.2019	1	Отрегулировать тормоза	160,47
200	823	29.08.2019	1	Суппорт (левый/правый)	160,47
201	823	31.10.2019	63	Клинит заднее левое колесо (греется)	10109,89

202	823	08.11.2019	8	АБС	1283,8
203				Клинит заднее левое колесо (греется)	
204	823	13.01.2020	66	Клинит заднее левое колесо (греется)	10591,32
205	823	20.01.2020	7	Клинит заднее левое колесо (греется)	1123,32
206	824	11.05.2018	130	Нет тормозов	19924,58
207	824	19.05.2018	8	Клинит переднее правое колесо (греется)	1226,13
208				Клинит заднее правое колесо (греется)	
209	824	26.11.2018	191	Отрегулировать тормоза	29273,81
210	824	07.02.2019	73	Клинит переднее правое колесо (греется)	11755,78
211				Клинит заднее правое колесо (греется)	
212	824	15.07.2019	158	АБС	25444,02
213				Клинит заднее правое колесо (греется)	
214	824	16.07.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	161,04
215	824	25.07.2019	9	Клинит заднее левое колесо (греется)	1449,34
216				Клинит заднее правое колесо (греется)	
217	824	16.09.2019	53	Клинит переднее правое колесо	8535,02
218	825	20.06.2018	170	АБС	20055,11
219	825	08.09.2018	80	Клинит переднее правое колесо (греется)	9437,7
220	825	17.01.2019	131	Клинит заднее правое колесо (греется)	21903,16
221	825	19.01.2019	2	Нет тормозов переднего правого	334,4
222	825	04.03.2019	44	Клинит заднее левое колесо (греется)	7356,79
223				Клинит заднее правое колесо (греется)	
224	825	25.03.2019	21	Суппорт (левый/правый)	3511,19
225	825	21.07.2019	118	Клинит заднее правое колесо (греется)	19729,57
226	825	24.07.2019	3	Клинит заднее правое колесо (греется)	501,6
227	825	02.08.2019	9	Клинит заднее правое колесо (греется)	1504,8
228	825	16.11.2019	106	Клинит заднее левое колесо (греется)	17723,17
229				Клинит переднее правое колесо (греется)	
230	826	19.05.2018	138	Клинит заднее левое колесо (греется)	22913,33
231				Клинит заднее правое колесо (греется)	
232	826	08.06.2018	20	Клинит заднее правое колесо (греется)	3320,77
233	826	02.09.2018	86	АБС	14279,32
234	826	14.01.2019	134	Клинит заднее правое колесо (греется)	22612,59
235	827	18.11.2019	321	АБС	54475,9
236	827	27.12.2019	39	АБС	6618,57
237	828	10.05.2018	129	Клинит переднее левое колесо (греется)	21800,15
238				Клинит заднее левое колесо (греется)	
239				Клинит переднее правое колесо (греется)	
240				Клинит заднее правое колесо (греется)	

241				Суппорт (левый/правый)	
242	828	11.05.2018	1	Клинит переднее правое колесо (греется)	168,99
243				Клинит заднее правое колесо (греется)	
244				Клинит заднее левое колесо (греется)	
245	828	12.05.2018	1	Клинит переднее правое колесо (греется)	168,99
246				Клинит заднее левое колесо (греется)	
247				Клинит заднее правое колесо (греется)	
248	828	22.05.2018	10	Клинит левый барабан	1689,93
249	828	04.06.2018	13	Клинит переднее левое колесо (греется)	2196,91
250				Клинит заднее левое колесо (греется))	
251				Клинит переднее правое колесо (греется)	
252				Клинит заднее правое колесо (греется)	
253	828	08.06.2018	4	Нет стояночного тормоза	675,97
254	828	09.06.2018	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	168,99
255				Клинит заднее правое колесо (греется)	
256	828	25.06.2018	16	Проверить сходжение колёс	2703,89
257	828	26.06.2018	1	Ступица переднего колеса	168,99
258	828	17.07.2019	386	Отрегулировать тормоза	68782,66
259	828	18.07.2019	1	Клинит переднее правое колесо (греется)	178,19
260	830	17.06.2019	167	Клинит заднее левое колесо (греется)	31269,77
261	830	26.07.2019	39	Клинит заднее левое колесо (греется)	7302,52
262	830	18.10.2019	84	АБС	15728,51
263	831	07.08.2019	218	Нет тормозов	37818,46
264	831	18.08.2019	11	Клинит левый барабан	1908,27
265				Клинит правый барабан	
266	831	19.08.2019	1	Клинит заднее левое колесо (греется)	173,48
267	831	10.10.2019	52	Клинит заднее правое колесо (греется)	9020,92
268	831	19.12.2019	70	Клинит заднее левое колесо (греется)	12143,54
269				Клинит заднее правое колесо (греется)	
270	833	07.10.2019	279	Суппорт (левый/правый)	48190,18
271	833	22.01.2020	107	Клинит заднее левое колесо (греется)	18481,54
272				Клинит заднее правое колесо (греется)	
273	834	13.01.2020	12	Клинит правый барабан	2097,43
274	834	17.01.2020	4	Клинит заднее правое колесо (греется)	699,14
275	835	13.01.2019	12	АБС	2954,38
276	835	23.09.2019	253	Клинит переднее правое колесо	62288,18
277	835	09.11.2019	47	Отрегулировать тормоза	11571,32
278	835	19.01.2020	71	Клинит заднее левое колесо (греется)	17480,08
279				Клинит заднее правое колесо (греется)	

280	835	02.02.2020	14	Клинит правый барабан	3446,78
281	836	08.11.2019	311	Клинит переднее левое колесо (греется)	51140,16
282				Клинит переднее правое колесо (греется)	
283	837	01.04.2019	90	Ступица переднего колеса	17042,5
284	837	03.04.2019	2	АБС	378,72
285	837	22.04.2019	19	Клинит переднее правое колесо	3597,86
286	837	25.05.2019	33	Суппорт (левый/правый)	6248,92
287	837	28.05.2019	3	Суппорт (левый/правый)	568,08
288	837			Суппорт (левый/правый)	
289	837	22.06.2019	25	Клинит переднее правое колесо (греется)	4734,03
290	837	26.08.2019	65	Клинит правый барабан	12308,47
291	837	13.09.2019	18	Нет стояночного тормоза	3408,5
292	837	23.09.2019	10	Клинит заднее левое колесо (греется)	1893,61
293	837	10.01.2020	109	Клинит заднее левое колесо (греется)	20640,36
294				Клинит заднее правое колесо (греется)	
295	837	14.01.2020	4	Нет тормозов заднего правого	757,44
296	839	25.06.2019	175	Суппорт (левый/правый)	31918,47
297	839	27.07.2019	32	Суппорт (левый/правый)	5836,52
298	839	10.08.2019	14	Суппорт (левый/правый)	2553,48
299	839	12.08.2019	2	Суппорт (левый/правый)	364,78
300	839	30.12.2019	140	Суппорт (левый/правый)	25534,77
301	840	30.01.2020	29	Клинит переднее правое колесо (греется)	5342,29
302	841	03.03.2019	61	Клинит переднее правое колесо (греется)	10616,51
303	841	15.05.2019	73	Клинит переднее левое колесо (греется)	12705
304	841	04.09.2019	112	Клинит заднее правое колесо (греется)	19492,6
305	842	19.10.2019	291	Нет тормозов переднего левого	51586,81
306				Нет тормозов переднего правого	
307	842	02.12.2019	44	Клинит заднее левое колесо (греется)	7800,07
308				Клинит заднее правое колесо (греется)	
309				Клинит переднее правое колесо (греется)	
310	842	03.12.2019	1	Отрегулировать тормоза	177,27
311	843	06.03.2019	64	Клинят тормоза	13640,19
312	843	15.03.2019	9	Рывки при торможении	1918,15
313	843	26.03.2019	11	Клинит заднее правое колесо (греется)	2344,41
314	843	27.03.2019	1	Клинит заднее правое колесо (греется)	213,13
315	843	30.03.2019	3	Отрегулировать тормоза	639,38
316	843	10.06.2019	72	Ступица переднего колеса	15345,21
317	843	02.08.2019	53	Ступица переднего колеса	11295,78

318	843	20.10.2019	79	Нет стояночного тормоза	16837,11
319	844	31.05.2019	150	Клинит заднее левое колесо (греется)	31590,82
320				Клинит заднее правое колесо (греется)	
321	844	06.06.2019	6	Клинит переднее левое колесо (греется)	1263,63
322				Клинит переднее правое колесо (греется)	1263,63
323	844	02.08.2019	57	Ступица переднего колеса	12004,51
324	845	16.05.2019	135	Клинит заднее левое колесо (греется)	25917,93
325				Клинит заднее правое колесо (греется)	
326	845	11.01.2020	240	Клинит заднее правое колесо (греется)	46076,32
327	846	16.01.2019	15	Клинит левый барабан	2534,07
328				Клинит правый барабан	
329	847	10.01.2019	9	Отрегулировать тормоза	1547,73
330	847	25.04.2019	105	Клинит заднее левое колесо (греется)	18056,89
331				Клинит заднее правое колесо (греется)	
332	847	26.12.2019	245	Клинит заднее левое колесо (греется)	42132,75
333				Клинит заднее правое колесо (греется)	
334	848	28.06.2019	178	Нет тормозов переднего правого	29669,43
335	848	30.11.2019	155	Клинит переднее левое колес	25835,74
336	848	02.12.2019	2	Клинит колесо	333,36
337	848	04.12.2019	2	Клинит заднее правое колесо (греется)	333,36
338	849	04.09.2019	246	Клинит заднее левое колесо (греется)	39537,46
339				Клинит заднее правое колесо (греется)	

Таблица 6 – Сходы с ремонтом подвески автобусов «Волгабас-5270GN»

№ п/п	Гар. №	Дата	Неисправность	Дни до схода с ремонтом	Пробег до схода, км
1	800	24.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	127	17689
2	800	24.04.2018	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	158	22611
3	800	09.06.2018	Схождение колёс прицепа	204	29914
4	800	13.07.2018	Стук в переднем правом колесе	111	35312
5	800	07.12.2018	Стук в переднем правом колесе	147	23338
6	800	11.12.2018	Стук в переднем правом колесе	4	635
7	800	11.03.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	479	76613
8	800	11.03.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	90	14854
9	800	13.04.2019	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	481	79649

10	800	13.04.2019	Стук в подвеске слева заднего моста	481	79649
11	800	21.04.2019	Стук в подвеске слева заднего моста	8	1336
12	800	08.05.2019	Люфт правого шкворня переднего колеса	58	9684
13	801	01.02.2018	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	76	8669
14	801	09.03.2019	Стук в переднем правом колесе	477	72057
15	801	13.03.2019	Стук в переднем правом колесе	4	651
16	801	21.03.2019	Стук в переднем правом колесе	8	1303
17	802	05.01.2018	Стук в переднем правом колесе	49	5384
18	802	14.11.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	678	121505
19	803	18.01.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	62	8102
20	803	12.02.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	87	11075
22	803	05.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	77	9157
23	803	05.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	52	6184
24	803	18.04.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	13	1546
25	803	30.04.2019	Стук в переднем правом колесе	377	52563
26	803	16.09.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	668	96926
27	804	22.09.2018	Стук в переднем правом колесе	309	28532
28	805	07.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	110	12053
29	805	24.05.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	188	22145
30	805	24.05.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	78	10092
31	805	06.06.2018	Стук в переднем левом колесе	13	1682
32	805	06.06.2018	Стук в переднем правом колесе	13	1682
33	805	19.08.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	13	1682
34	806	10.02.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	85	10625
35	806	13.10.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	245	33689
36	807	30.03.2018	Лопнула ферма заднего моста	133	15137
37	807	15.05.2018	Стук в переднем правом колесе	179	21733
38	807	24.01.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	433	59672
39	807	24.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	254	38005

40	808	10.12.2017	Стук в переднем мосту	23	2719
41	808	24.12.2017	Стук в переднем колесе	14	1655
42	808	15.01.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	23	2967
43	808	08.02.2018	Стук в переднем мосту	24	3234
44	808	26.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	46	6198
45	808	10.04.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	61	8219
46	808	23.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	28	3773
47	808	30.08.2018	Провести схождение передних колёс	286	37793
48	808	14.10.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	187	25197
49	808	14.10.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	174	23445
50	808	31.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	109	15677
51	808	25.08.2019	Люфт шкворя	646	93834
52	808	05.09.2019	Справа первый амортизатор	657	95667
53	808	23.09.2019	Провести схождение передних колёс	389	60874
54	808	23.12.2019	Провести схождение передних колёс	91	15167
55	808	26.12.2019	Провести схождение передних колёс	3	500
56	809	17.04.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	151	22454
57	809	17.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	151	22454
58	809	19.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	2	362
59	809	08.03.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	325	56296
60	809	09.01.2020	Торсион	783	122562
61	810	02.01.2018	Стук в переднем правом колесе	46	1350
62	810	12.01.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	56	3023
63	810	19.01.2018	Справа первый амортизатор	63	4193
64	810	27.01.2018	Слева первый амортизатор	71	5531
65	810	27.01.2018	Справа первый амортизатор	8	1338
66	810	05.02.2018	Слева первый амортизатор	8	1338
67	810	06.03.2018	Слева первый амортизатор	29	4850
68	810	06.03.2018	Справа первый амортизатор	38	6355
69	810	17.03.2018	Слева первый амортизатор	11	1840
70	810	17.03.2018	Справа первый амортизатор	11	1840
71	810	19.04.2019	Слева первый амортизатор	398	81702

72	810	19.04.2019	Справа первый амортизатор	398	81702
73	810	14.05.2019	Слева первый амортизатор	543	86211
74	810	21.05.2019	Справа первый амортизатор	560	89277
75	810	08.08.2019	Справа первый амортизатор	79	14248
76	811	29.01.2018	Торсион	73	9951
77	811	07.02.2018	Торсион	8	1398
78	811	24.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	127	19390
79	811	24.03.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	127	19390
80	811	27.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	3	524
81	811	25.04.2018	Ступица переднего колеса	159	24983
82	811	28.04.2018	Ступица переднего колеса	3	524
83	811	10.08.2018	Стук в переднем правом колесе	136	23772
84	811	07.11.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	89	15557
85	811	07.11.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	228	39853
86	811	08.11.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	1	175
87	811	15.01.2020	Стук в заднем мосту	789	132275
88	811	25.01.2020	Торсион	799	133949
89	812	06.12.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	384	54327
90	812	30.04.2019	Провести сходжение передних колёс	529	77154
91	812	30.08.2019	Стук в переднем правом колесе	267	42251
92	813	09.04.2018	Слева первый амортизатор	143	20084
93	813	09.04.2018	Справа первый амортизатор	143	20084
94	813	11.05.2018	Слева первый амортизатор	32	5610
95	813	11.05.2018	Справа первый амортизатор	32	5610
96	813	26.05.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	190	28324
97	813	04.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	444	72597
98	813	07.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	3	503
99	813	12.08.2019	Люфт правого шкворня переднего колеса	633	104286
100	814	29.10.2018	Стук в переднем правом колесе	346	54719
101	814	03.11.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	351	55555
102	814	03.11.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	5	836
103	814	07.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	96	15623

104	814	27.02.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	24	3732
105	814	27.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	20	3110
106	814	12.05.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	74	11507
107	815	22.10.2018	Ступица переднего колеса	339	44857
108	816	18.08.2018	Слева первый амортизатор	274	33991
109	817	19.08.2018	Провести схождение передних колёс	275	34121
110	817	11.10.2018	Стук в переднем правом колесе	328	40993
111	817	05.03.2019	Стук в переднем правом колесе	145	21606
112	818	26.12.2017	Стук в подвеске справа переднего моста	39	4249
113	818	02.04.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	136	21179
114	818	02.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	97	17000
115	818	29.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	302	55333
116	819	04.01.2018	Слева первый амортизатор	48	2771
117	819	18.06.2018	Стук в переднем правом колесе	213	25038
118	819	16.08.2018	Провести схождение передних колёс	272	33000
119	819	13.03.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	268	39170
120	819	26.12.2019	Провести схождение передних колёс	497	82252
121	820	24.06.2018	Проверить схождение колёс	219	28325
122	820	02.07.2018	Проверить схождение колёс	8	1114
123	820	23.10.2018	Проверить схождение колёс	113	15737
124	820	21.07.2019	Стук в подвеске справа заднего моста	489	68279
125	821	10.01.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	54	5732
126	821	14.02.2018	Стук в переднем левом колесе	35	4795
127	821	14.02.2018	Стук в переднем правом колесе	89	10526
128	821	02.04.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	47	6438
129	821	10.04.2018	Справа первый амортизатор	144	18061
130	821	03.08.2018	Провести схождение передних колёс	259	33814
131	821	14.09.2018	Ступица переднего колеса	301	39568
132	821	20.11.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	279	38220
133	821	20.11.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	232	31781
134	821	29.11.2018	Стук в переднем колесе	9	1233

135	821	06.12.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	16	2192
136	821	09.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	41	5911
137	821	17.06.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	193	31895
138	821	27.06.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	587	84529
139	821	01.10.2019	Стук в переднем колесе	106	17984
140	822	20.11.2017	Стук в переднем левом колесе	3	323
141	822	25.03.2019	Стук в переднем левом колесе	490	78351
142	822	27.09.2019	Стук в переднем правом колесе	679	109633
143	823	15.05.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	179	26607
144	824	26.12.2017	Заглушка правого шкворня	39	3772
145	824	03.12.2018	Слева первый амортизатор	381	59153
146	824	03.12.2018	Справа первый амортизатор	381	59153
147	824	10.02.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	450	70324
148	824	02.03.2019	Справа первый амортизатор	89	14392
149	824	03.09.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	655	103337
150	824	03.09.2019	Люфт правого шкворня переднего колеса	655	103337
151	825	13.12.2017	Стук в переднем правом колесе	26	1801
152	825	27.01.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	71	6381
153	825	27.01.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	45	4636
154	825	22.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	99	11359
155	825	28.03.2018	Ступица переднего колеса	131	13913
156	825	24.07.2018	Стук в переднем левом колесе	178	22346
157	825	24.07.2018	Стук в переднем правом колесе	124	15567
158	825	30.11.2018	Стук в переднем правом колесе	129	16194
159	825	27.03.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	495	63150
160	827	05.11.2019	Люфт подшипника правой передней ступицы	718	120036
161	828	01.12.2017	Стук в переднем правом колесе	14	1638
162	828	25.06.2018	Проверить сходжение колёс	220	36736
163	828	26.06.2018	Ступица переднего колеса	221	36916
164	828	10.01.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	419	72508
165	828	17.03.2019	Стук в переднем правом колесе	471	82631
166	828	19.03.2019	Люфт шкворня	487	84625
167	829	25.05.2018	Стук в переднем правом колесе	189	29224

168	829	25.05.2018	Провести схождение передних колёс	189	29224
169	829	13.11.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	361	55820
170	829	11.02.2019	Слева первый амортизатор	451	70327
171	829	27.02.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	106	17212
172	829	27.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	467	73031
173	829	27.02.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	467	73031
174	829	26.01.2020	Стук в подвеске справа переднего моста	611	97372
175	830	04.03.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	472	75391
176	830	07.03.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	475	75858
177	831	21.02.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	461	73215
178	831	21.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	461	73215
179	831	13.08.2019	Торсион	634	103227
180	833	26.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	435	64421
181	833	26.01.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	435	64421
182	833	27.04.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	526	80113
183	835	13.01.2019	Стук в заднем мосту	422	52877
184	835	15.09.2019	Слева первый амортизатор	667	113071
185	835	15.09.2019	Справа первый амортизатор	667	113071
186	835	15.12.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	758	135475
187	835	19.01.2020	Стук в подвеске справа переднего моста	35	8617
188	835	24.01.2020	Торсион	793	144092
189	836	06.06.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	566	86977
190	836	06.06.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	566	86977
191	836	26.12.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	203	33381
192	837	31.01.2018	Слева первый амортизатор	75	8686
193	837	01.02.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	76	8802
194	837	02.02.2018	Слева первый амортизатор	2	232
195	837	10.02.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	85	9844

196	837	10.02.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	9	1042
197	837	18.02.2018	Стук в переднем правом колесе	8	927
198	837	22.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	32	3706
199	837	21.01.2019	Слева первый амортизатор	353	42428
200	837	09.02.2019	Стук в переднем правом колесе	324	40393
201	837	01.04.2019	Ступица переднего колеса	500	64527
202	837	02.04.2019	Стук в переднем правом колесе	52	9847
203	837	22.04.2019	Справа первый амортизатор	521	68504
204	837	28.05.2019	Справа первый амортизатор	36	6817
205	837	02.06.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	61	11551
206	837	01.09.2019	Справа первый амортизатор	96	18179
207	837	21.12.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	202	38251
208	837	11.01.2020	Стук в переднем правом колесе	21	3977
209	838	26.01.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	70	10407
210	838	23.11.2019	Справа первый амортизатор	736	145589
211	839	24.11.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	737	100607
212	839	15.12.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	758	104437
213	840	22.03.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	125	19500
214	840	28.01.2019	Стук в переднем правом колесе	312	49462
215	840	21.02.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	24	4421
216	840	18.11.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	731	123094
217	840	18.11.2019	Люфт правого шкворня переднего колеса	731	123094
218	840	26.12.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	769	130094
219	840	26.12.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	308	56739
220	840	26.12.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	769	130094
221	840	26.12.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	769	130094
222	842	26.01.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	70	11168
223	842	10.02.2018	Стук в подвеске справа переднего моста	85	13561
224	842	05.04.2018	Справа первый амортизатор	139	22176
225	842	26.10.2018	Справа первый амортизатор	204	32547
226	842	27.10.2018	Стук в подвеске справа переднего	259	41321

			моста		
227	842	26.12.2018	Стук в подвеске слева переднего моста	334	53287
228	842	26.12.2018	Центральный болт рессоры справа переднего моста	404	64455
229	842	17.03.2019	Стук в переднем правом колесе	141	23825
230	842	17.03.2019	Справа первый амортизатор	142	24003
231	842	29.07.2019	Торсион	619	102462
232	842	29.09.2019	Торсион	61	10814
233	843	03.04.2018	Стук в переднем правом колесе	137	19424
234	843	10.06.2019	Ступица переднего колеса	570	92231
235	843	08.07.2019	Люфт подшипника правой передней ступицы	598	98199
236	843	02.08.2019	Ступица переднего колеса	53	11296
237	844	06.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	415	53767
238	844	22.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	16	3370
239	844	30.01.2019	Стук в подвеске слева переднего моста	439	58821
240	844	30.01.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	8	1685
241	844	04.03.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	33	6950
242	844	28.04.2019	Слева первый амортизатор	527	77354
243	844	15.05.2019	Слева первый амортизатор	17	3580
244	844	06.06.2019	Стук в переднем колесе	94	19797
245	844	06.06.2019	Слева первый амортизатор	22	4633
246	844	06.06.2019	Справа первый амортизатор	566	85568
247	844	08.07.2019	Ступица заднего колеса	598	92307
248	844	02.08.2019	Ступица переднего колеса	623	97573
249	844	17.09.2019	Ступица заднего колеса	71	14953
250	844	03.11.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	244	51388
251	844	04.11.2019	Стук в подвеске справа переднего моста	1	211
252	845	24.07.2019	Стук в переднем правом колесе	614	100587
253	845	28.11.2019	Стук в переднем правом колесе	127	24382
254	845	10.12.2019	Стук в переднем правом колесе	12	2304
255	845	28.12.2019	Стук в переднем правом колесе	18	3456
256	845	29.01.2020	Торсион	803	136872
257	845	30.01.2020	Стабилизатор поперечной устойчивости – обрыв слева	804	136872
258	847	14.02.2019	Справа первый амортизатор	454	68778
259	847	03.04.2019	Стук в переднем правом колесе	502	77032
260	848	30.11.2019	Стук в переднем левом колесе	743	111936
261	848	07.12.2019	Стук в переднем правом колесе	750	113102

Таблица 7 – Расчёт пробегов по сходам с ремонтом рулевого управления «Волгабас-5270GH» за 2019 год

№ п/п	Гар №	Дата	Неисправность	Кол-во дней до схода с ремонтом	Средне-дневной пробег	Пробег
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5149+54456	59605
1	800	02.05.2019	Тугое рулевое управление	122	167	20374
2	800	08.07.2019	Тугое рулевое управление	67	167	11189
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6398+53893	60291
3	801	04.01.2019	Тугое рулевое управление	4	163	652
4	801	27.03.2019	Люфт поперечной рулевой тяги слева	82	163	13366
5	801	08.10.2019	Тугое рулевое управление	195	163	31785
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	8242+56996	65238
6	802	16.01.2019	Тугое рулевое управление	16	177	2832
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	1845+40790	42635
7	803	02.09.2019	Тугое рулевое управление	218	184	40112
8	803	05.09.2019	Тугое рулевое управление	3	184	552
9	803	16.09.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	11	184	2024
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	4938+35302	40240
10	804	17.05.2019	ПГУ	137	172	23564
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	3415+49445	52860
11	806	08.03.2019	Тугое рулевое управление	67	173	11591
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	7211+49182	56393
12	807	09.05.2019	Тугое рулевое управление	129	209	26961
13	807	19.07.2019	Тугое рулевое управление	71	209	14839
14	807	10.08.2019	Тугое рулевое управление	22	209	4598
15	807	27.10.2019	Тугое рулевое управление	78	209	16302
16	807	03.02.2020	Люфт поперечной рулевой тяги слева и справа	68	209	14212
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	4431+41272	
17	808	05.11.2018	Люфт поперечной рулевой тяги справа	308	134	45703
18	808		Люфт поперечной рулевой тяги слева	308	134	45703
19	808	18.03.2019	Тугое рулевое управление	56/77	134/167	7504/12859=20363
20	808	25.08.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой задней	160	167	26720
21	808	31.08.2019	Тугое рулевое управление	61	167	1002
22	808	28.10.2019	Тугое рулевое управление	58	167	9686
23	808	08.11.2019	Люфт рулевого колеса	10	167	1670
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018		
24	809	31.05.2019	Люфт карданного вала руля	151	143	21593
25	809	07.06.2019	Люфт поперечной рулевой тяги справа	7	143	1001
26	809	03.09.2019	Люфт сошки РМ	88	143	12584
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6855+57362	64217
27	810	25.02.2019	Тугое рулевое управление	56	180	10080
28	810	16.07.2019	Тугое рулевое управление	141	180	25380

29	810	22.07.2019	Тугое рулевое управление	6	180	1080
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5047+59954	65001
30	811	05.08.2018	Крепление РМ	215	174	37410
31	811	08.04.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передней конец	148 98	174 167	25752 16366/ 42118
32	811	10.06.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передней	63	167	10521
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018		3933
33	812	08.08.2018	Тугое рулевое управление	220	149	32780/ 36713
34	812	04.10.2018	Тугое рулевое управление	57	149	8493
35	812	11.01.2019	Тугое рулевое управление	11	159	1749
36	812	10.08.2019	Тугое рулевое управление	211	159	33549
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5918+60137	66055
37	813	15.03.2019	Люфт крестовины кардана	74	168	12432
38	813	12.08.2019	Тугое рулевое управление	150	168	25200
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018		4519
39	814	25.10.2018	Люфт продольной рулевой тяги первой задний конец	328	156	51168
40	814		Люфт карданного вала руля	328	156	51168
41	814	26.10.2018	Люфт продольной рулевой тяги первой задний конец	1	156	156
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5827+44508	50335
42	815	11.01.2019	Тугое рулевое управление	11	181	1991
43	815	21.02.2019	Тугое рулевое управление	41	181	7421
44	815	16.01.2020	Тугое рулевое управление	329	181	59549
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	8216+44474	52690
45	816	12.08.2019	Тугое рулевое управление	224	174	38976
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6645+54079	60724
46	817	9.06.2019	Тугое рулевое управление	160	157	25120
47	817	27.08.2019	Шланг рулевого механизма	79	157	12403
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	3207+61351	64558
48	818	09.03.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передней конец	99	224	22176
49	818	20.07.2019	Тугое рулевое управление	133	224	29792
50	818	24.08.2019	Люфт поперечной рулевой тяги справа	35	224	7840
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5548+38070	43618
51	819	09.10.2018	Тугое рулевое управление	282	135	43618
52	819	13.03.2019	Тугое рулевое управление	72	177	12744
53	819	26.05.2019	Тугое рулевое управление	74	177	13098
54	819	27.05.2019	Тугое рулевое управление	1	177	177
55	819	26.08.2019	Тугое рулевое управление	91	177	16107
56	819	09.10.2019	Люфт карданного вала руля	44	177	7788
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6098+47769	53867
57	820	11.02.2019	Тугое рулевое управление	42	169	7098
58	820	22.04.2019	Тугое рулевое управление	70	169	11830
59	820	20.07.2019	Тугое рулевое управление	89	169	15041
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6558+46987	53545

60	821	16.01.2019	Тугое рулевое управление	16	137	2192
61	821	12.03.2019	Тугое рулевое управление	55	137	7535
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	6735+56403	63138
62	822	03.10.2019	Клинит рулевое	276	167	46092
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	5900+55390	61290
63	823	23.01.2019	Тугое рулевое управление	23	161	3703
64	823	24.03.2019	Тугое рулевое управление	60	161	9660
65	823	23.06.2019	Люфт поперечной рулевой тяги слева	91	161	14651
66	823	16.07.2019	Тугое рулевое управление	23	161	3703
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	4225+55942	60167
67	824	31.03.2019	Люфт поперечной рулевой тяги слева	90	161	14490
68	824		Люфт поперечной рулевой тяги справа	90	161	14490
69	824	06.07.2019	Тугое рулевое управление	97	161	15617
70	824	08.08.2019	Тугое рулевое управление	33	161	5313
71	824	03.09.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	25	161	4025
72			Люфт правого шкворня переднего колеса	25	161	4025
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	7660+43060	50720
73	825	27.03.2019	Люфт левого шкворня переднего колеса	86	167	14362
	826		<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	7119+60604-	4576
74	826	05.12.2018	Тугое рулевое управление		176	63147
75	826	19.07.2019	Люфт карданн. вала руля	200	169	33800
			<b>С начала эксплуатации</b>	2017,2018	7137+58747	65884
76	827	07.01.2019	Тугое рулевое управление	7	170	1190
77	827	26.08.2019	Тугое рулевое управление	200	170	34000
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		61683
78	828	17.03.2019	Тугое рулевое управление	76	178	13528
79	828	19.03.2019	Люфт шкворня	2	178	356
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		53036
80	829	22.07.2019	Тугое рулевое управление	203	169	34307
81	829	23.07.2019	Тугое рулевое управление	1	169	169
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		50948
82	834	24.07.2019	Тугое рулевое управление	205	175	35875
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		41660
83	835	04.03.2019	Тугое рулевое управление	63	246	15498
84	835	05.03.2019	Биение руля	1	246	246
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		51303
85	836	19.06.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передн. конец		165	
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		39725
86	837	01.12.2019	Люфт карданного вала руля	333	189	62937
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		34271
87	839	06.06.2019	Люфт крестовины кардана	157	182	28574
88	839	20.06.2019	Люфт поперечной рулевой тяги справа	14	182	2548
89	839	27.07.2019	Тугое рулевое управление	37	182	6734
90	839	12.08.2019	Люфт поперечной рулевой	16	182	2912

			тяги слева			
			Люфт поперечной рулевой тяги справа	16	182	2912
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		53510
91	840	05.03.2019	Тугое рулевое влево	64	174	11136
92	840	18.11.2019	Люфт левого шкворня пе- реднего колеса	258	174	44892
93			Люфт правого шкворня переднего колеса	258	174	44892
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		50489
94	841	19.07.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передний ко- нец	200	174	34800
95	841	3.12.2019	Люфт пальца рулевой тяги	137	174	23838
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		54723
96	842	26.04.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передний ко- нец	116	177	20532
97	842		Люфт продольной рулевой тяги первой задний конец			20532
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		48631
98	843	23.03.2019	Тугое рулевое управление	82	213	17466
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		44100
99	844	06.06.2019	Тугое рулевое управление	187	211	39457
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		51385
100	845	20.01.2019	Люфт продольной рулевой тяги первой передний ко- нец	20	192	3840
101			Люфт продольной рулевой тяги первой задний конец	20	192	3840
102	845	19.11.2019	Люфт поперечной рулевой тяги слева	301	192	57792
103			Люфт поперечной рулевой тяги справа	301	192	57792
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		48304
104	846	09.03.2019	Тугое рулевое управление	68	169	11492
			<b>С начала эксплуатации</b>	2018		48726
105	849	30.10.2019	Люфт поперечной рулевой тяги справа	303	161	48783
106			Люфт продольной рулевой тяги первой передний ко- нец	303	161	48783

**Заводская инструкция по эксплуатации газового автобуса ПАЗ-32053-11**

**Техническое обслуживание газового автобуса ПАЗ-32053-11**

**ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ ЕЖЕДНЕВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Перед выездом из парка.

Проверить:

- комплектность и осмотром выявить наружные повреждения;
- состояние зеркал заднего вида, противосолнечной шторки, номерных знаков, пола, подножек, поручней, сидений, стекол окон и дверей салона, уплотнителей дверей и люков, замков люков кузова, замков и петель дверей;
- работу механизмов открывания дверей и работу устройства защиты от защемления дверью;
- действие приборов освещения, световой и звуковой сигнализации;
- действие стеклоочистителей и омывателя ветровых стёкол;
- в холодное время года действие системы отопления и обогрева стёкол.

Перечень регламентных работ при проведении технического обслуживания электрооборудования газовых автобусов ПАЗ 32053-11, ПАЗ 320302-11

Таблица 1 – Перечень регламентных работ

Электрооборудование	Пробег до ТО, тыс. км										
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Очистить наружную поверхность генератора, стартера, силовых предохранителей		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить крепление проводов к генератору, стартеру и к силовым предохранителям и потребителям	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Очистить аккумуляторную батарею и вентиляционные отверстия		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить крепление аккумуляторной батареи,	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

состояние и крепление электрических проводов, соединяющих аккумуляторную батарею с "массой" и внешней цепью											
Проверить уровень электролита в аккумуляторных батареях (для обслуживаемых АКБ)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить плотность электролита в аккумуляторных батареях (для обслуживаемых АКБ)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить аккумуляторные батареи по напряжению элементов под нагрузкой				+			+			+	
Проверить направление светового потока фар			+		+		+		+		+
Проверить целостность изоляции проводов и надежность их соединений (разъемов и соединителей)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить изоляцию жгутов электропроводов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверить состояние защитных втулок жгутов проводов, в том числе силовых проводов по основанию автобуса	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Смазать клеммы аккумуляторных батарей								+			

Условные обозначения: (1) - периодичность ТО сокращается в два раза, если автобус работает в тяжелых условиях эксплуатации (максимальное заполнение салона в течении длительного времени, городской маршрут с частыми остановками, холмистый рельеф местности, плохое состояние дорожного покрытия и т.п.).

В ТО1 автобусов ПАЗ включены операции по обслуживанию генератора, стартера, силовых предохранителей и крепление проводов к ним. В регламентных работах по ТО автобуса «Волгабас-5270GH» эти работы не включены.

Научное издание

Галина Анатольевна **Чернова**  
Александр Владимирович **Попов**  
Марина Владимировна **Великанова**  
Кирилл Андреевич **Бадиков**  
Дмитрий Викторович **Лесных**

Эксплуатационные факторы и работоспособность  
автобусов на муниципальных маршрутах

*Монография*

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан 2022 г. (научные издания). Поз. № 5 В.  
Подписано в печать 10.10.2022. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,5. Уч-изд. л. 11,5.  
Тираж 100 экз. Заказ \_\_\_\_.

Волгоградский государственный технический университет.  
400005, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии Издательства ВолгГТУ  
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 7.