

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Проектирование пункта диагностирования автомобилей с
разработкой стенда для испытания шаровых шарниров

Шифр ВКР.23.03.03.341.20.00.00.00.ПЗ

Выпускник

Б262-11у
группа


подпись

Т.Р. Ибрагимов
Ф.И.О.

Руководитель

доцент
ученое звание

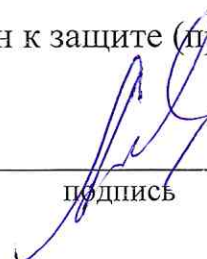

подпись

И.Н. Сафиуллин
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 10 от 31.01.20)

Зав. кафедрой

профессор
ученое звание


подпись

Н.Р. Адигамов
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Адигамов Н.Р./

«_14_» __декабря__2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Ибрагимову Т.Р.

1. Тема работы: _Проектирование пункта диагностирования автомобилей с разработкой стенда для испытания шаровых шарниров _____
утверждена приказом по вузу от «_10_» __января__2020_ г. №__7_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.02.2020

3. Исходные данные к проекту Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.) _____

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Анализ видов технического обслуживания и диагностирования, стендов для испытаний шаровых шарниров

2. Проект диагностирования автомобилей

3. Конструкторская разработка стенда для испытаний шаровых шарниров

4. Безопасность жизнедеятельности

5. Экономическое обоснование разработанной конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ причин и способов устранения неисправностей подвески

2. Зона диагностирования
3. Разработка поста диагностирования автомобилей
4. Общий вид стенда для испытаний шаровых шарниров
5. Детализовка стенда
6. Экономическое обоснование конструкции

6. Дата выдачи задания «_14_» __декабря__ 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения выпускной квалификационной работы	Срок выполне- ния	Примечание
1	Анализ технического обслуживания и конструкций стендов для испыта- ний шаровых шарниров	20.01.2020	<i>выполнено</i>
2	Технологическая часть	27.01.2020	<i>выполнено</i>
3	Конструкторская разработка	02.02.2020	<i>выполнено</i>
4	Безопасность жизнедеятельности	03.02.2020	<i>выполнено</i>
5	Экономическое обоснование	05.02.2020	<i>выполнено</i>

Студент-выпускник



(Ибрагимов Т.Р.)

Руководитель работы



(Сафиуллин И.Н.)

АННОТАЦИЯ

**к выпускной квалификационной работе студента Ибрагимова Т.Р.
на тему: «Проектирование пункта диагностирования автомобилей
с разработкой стенда для испытания шаровых шарниров»**

Выпускная квалификационная работа представлена из пояснительной записки на 63 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1, из них 2 листа относятся к конструктивной части.

Пояснительная записка включает в себя введение, три основных раздела, заключение и содержит 7 рисунков и 8 таблиц. Список использованных источников насчитывает 20 наименований.

В первом разделе раскрыты сущность диагностирования автомобилей, изучены виды и типы диагностики, рассмотрены устройства и причины износа шаровых шарниров; представлен обзор существующих конструкций, которые применяются при испытании шаровых шарниров.

Во втором разделе, исходя из исследований теоретических аспектов, разработан проект пункта технического обслуживания и диагностирования транспортных средств, разработаны мероприятия по совершенствованию технического обслуживания и ремонта автомобилей, произведен расчет объема работ и численности персонала.

В третьем разделе разработана конструкция стенда для испытаний шаровых шарниров, произведены соответствующие конструктивные и прочностные расчёты, разработаны мероприятия по обеспечению безопасности труда, по физической культуре и спорту; представлено технико-экономическое обоснование рекомендуемого стенда, а также показана экономическая целесообразность конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами и предложениями по выпускной квалификационной работе, списком использованных источников и спецификацией.

ABSTRACT

**to the final qualification work of a student Ibragimov T.R.
on the topic: «Designing a point for diagnosing cars with
the development of a stand for testing ball joints»**

Final qualification work presented from an explanatory note on 63 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format, of which 2 sheets relate to the constructive part.

The explanatory note includes an introduction, three main sections, a conclusion and contains 7 figures and 8 tables. The list of sources used totals 20 items.

In the first section, the essence of car diagnostics is disclosed, types and types of diagnostics are studied, devices and causes of wear of ball joints are examined; A review of existing structures that are used in testing ball joints is presented.

In the second section, based on studies of theoretical aspects, a draft point for technical maintenance and diagnostics of vehicles is developed, measures are developed to improve technical maintenance and repair of automobiles, the volume of work and the number of personnel are calculated.

In the third section, the design of the test bench for ball joints is developed, the corresponding structural and strength calculations are made, measures are taken to ensure occupational safety, physical education and sports; a feasibility study of the recommended stand is presented, and the economic feasibility of the design is also shown.

The explanatory note concludes with conclusions and proposals for final qualifying work, a list of sources used and a specification.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ	8
1.1 Сущность и виды диагностирования автомобилей	8
1.2 Устройство и износ шарового шарнира	12
1.3 Анализ конструкций для испытания шаровых шарниров.....	17
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПУНКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ..	24
2.1 Расчет объемов технического обслуживания и ремонта	29
2.2 Расчет трудоемкости работ по ТО и ремонту	38
2.3 Расчет численности работников	42
2.4 Расчет числа постов	43
2.5 Подбор оборудования и определение производственной площади	44
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ	46
3.1 Выбор объекта проектирования и анализ существующих конструкций.....	46
3.2 Задачи проектирования и выбор конструктивных параметров разрабатываемой конструкции.....	48
3.3 Технологические и конструктивные расчеты.....	50
3.4 Инструкция по безопасности труда для слесаря при эксплуатации стенда...	53
3.5 Физическая культура и спорт на производстве.....	55
3.6 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение технически исправного состояния автомобильного парка любой организации – основа своевременного и качественного выполнения технологических процессов и операций, и достижения, в результате чего, высоких производственно-хозяйственных показателей функционирования.

Достижение работоспособности транспортных средств может быть обеспечено в результате своевременного и качественного выполнения операций по техническому обслуживанию, и в первую очередь, диагностирования автомобилей, поскольку, оно позволяет с минимальными затратами поддерживать технические средства в исправном состоянии как в целом, так и отдельных его рабочих узлов и агрегатов.

Вместе с тем, наукой и практикой доказано, что наиболее приемлемым в сложных экономических условиях выступает модернизация или реконструкция имеющегося оборудования и производств по сравнению с новым строительством или закупкой нового оборудования, поскольку первое в 2-3 раза окупается быстрее.

В связи с вышеизложенным, целью выпускной квалификационной работы выступает обоснование мероприятий по проектированию пункта диагностирования автомобилей с разработкой стенда для испытания шаровых шарниров.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, основные из которых сводятся к следующим: раскрытие перспективных направлений совершенствования диагностирования; изучение имеющихся условий производства и конструкций для испытания шаровых шарниров, разработка мероприятий по их совершенствованию; производственная и экономическая оценка разработанной конструкции; разработка мероприятий по обеспечению безопасности труда и физической культуре и спорту на производстве.

1 АНАЛИЗ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ

1.1 Сущность и виды диагностирования автомобилей

Диагностирование автомобиля – это быстрый и эффективный способ определения ее неисправности, необходимости замены отдельных деталей и установления причин, вызвавших те или иные проблемы в процессе эксплуатации. Определение технического состояния транспортного средства может осуществляться как планово, так и не планово, при этом осмотр машины, её тестирование и анализ различных электронных систем и приводных механизмов, позволяет обходиться без ее разборки, особенно это важно в напряженные периоды года.

Предварительную оценку неисправности автомобиля можно проводить без использования специальных средств и приборов, исходя из внешних признаков транспортного средства. Однако данный способ приемлем только в тех случаях, когда водитель хорошо разбирается в строении и механике, по другому этот способ называется самостоятельной диагностикой.

Диагностику автомобиля можно проводить и в процессе эксплуатации (работы) транспортного средства, и на специальных устройствах и стендах. При этом в первую очередь следует обратить внимание на наличие посторонних шумов, вибрации, оттенок выхлопных газов, внешних вид конкретных агрегатов и деталей – фильтр, электропроводка и т.п. Данная проверка машины осуществлять и в процессе общей оценки автомобиля, и конкретных узлов.

Также самостоятельную диагностику транспортных средств можно осуществлять по тем или иным параметрам, которые проявляются в процессе эксплуатации автомобиля, и в большинстве случаев, таким образом, мы можем получить более достоверную оценку состояния машины.

Особое внимание при диагностировании транспортных средств следует обратить на герметичность объектов, поскольку, в таких объектах, как двигатель, трансмиссия, пневмоприводные агрегаты, постороннее атмосферное давление бу-

дет играть пагубную роль. При этом в первую очередь надо проверить фильтры, которые могут способствовать неработоспособности двигателя.

Самым распространенным методом самостоятельной диагностики автомобиля выступает наблюдение за геометрическими формами и параметрами.

Существуют два вида диагностики: Д-1 и Д-2.

При проведении Д-1 главным образом диагностируются механизмы, обеспечивающие безопасность движения автомобиля (тормозные механизмы, механизмы управления автомобилем, приборы освещения).

При проведении Д-2 диагностируются тягово-экономические показатели автомобиля и выявляются неисправности его основных агрегатов, систем и механизмов.

Основными эксплуатационными факторами, влияющими на техническое состояние транспортных средств, выступают:

- почвенно-климатические условия;
- виды выполняемых работ;
- интенсивность нагрузки на автомобиль или на ее отдельными рабочие органы и агрегаты;
- квалификация водителей;
- уровень и качество обслуживания и другие.

Процесс предварительного диагностирования автомобилей и ее составных частей зависит от фактического объема выполненных работ, и соответствующим образом определяется объем работ на обслуживание или ремонт техники. В процессе предварительного диагностирования автомобилей должны быть решены следующие задачи:

- проверка на исправность и работоспособность отдельных частей транспортного средства;
- поиск нарушений, в результате которых появилась неисправность или неработоспособность автомобиля;
- сбор и обработка информации для наиболее полного использования остаточного ресурса.

Во время работы (эксплуатации) автомобиля различают следующие виды диагностирования:

- ресурсное, которое проводится в целях определения остаточного ресурса автомобиля или ее детали;
- заявочное, осуществляется в случае обращения автомобилистом для выявления дефектов;
- в процессе технического обслуживания – обусловлено с системой технического обслуживания конкретной модели и марки машин.

При ремонте автомобиля выделяют следующие виды диагностирования:

- предремонтное, когда диагностирование проводится непосредственно на предприятиях или СТО;
- послеремонтное, когда диагностирование проводится на ремонтных предприятиях.

Диагностирование транспортных средств можно осуществлять субъективными (органолептическими) и объективными (инструментальными) методами.

Основными субъективными (органолептическими) методами диагностирования выступают:

- внешний осмотр, сводится к проверке уплотнений, течи горюче смазочных материалов, электролита, физических повреждений наружных деталей и агрегатов;
- прослушивание, проверка наличия шумов, стуков и других звуков, которые отличаются от нормальных;
- остукивание резьбовых, заклепочных, шпоночных и сварочных соединений;
- проверка осязанием и обонянием – проверка нагрева отдельных деталей, вибрация, биение, запах бензина и т.п.

К объективным (инструментальным) методам относятся те, которые проводятся при помощи специальных средств и приборов.

По характеру измерения параметров применяются прямые и косвенные методы диагностирования.

Прямые методы диагностирования связаны с измерением структурных параметров технического состояния по непосредственному прямому измерению.

Косвенные методы диагностирования связаны с определением структурных параметров состояния отдельных агрегатов или деталей по диагностическим параметрам.

Различают следующие типы диагностирования:

- ручная;
- компьютерная.

При ручной диагностики водитель проводит диагностику во время движения или его имитации. Во время проверки определяются параметры, которые впоследствии сравнивают со стандартными.

При компьютерной диагностики проверка осуществляется по показателям, получаемым в ходе следующих процессов:

- 1) при поиске дефектов трансмиссии и двигателя применяется метод определения выделения тепла в результате процесса сгорания;
- 2) при диагностике трансмиссионных узлов применяется метод оценки интенсивности падения объекта при создании избыточной плотности и давления;
- 3) для определения износа вкладышей шатуна или подшипников применяется метод оценки отработанных материалов, то есть учет геометрических показателей (зазор, люфт, легкий ход).

Этапы диагностики автомобиля:

1. Определение показателя, который оценивает техническое состояние автомобиля, системы или агрегата;
2. Сопоставление полученного показателя со стандартом;
3. Вывод по состоянию автомобиля;
4. Расчет срока службы до состояния полного износа.

Таким образом, диагностика автомобиля – это комплексная проверка функционала автомобиля без его разбора: поиск неисправностей, причин их возникновения, установка безотказного, продолжительного срока службы. При ее помощи по температуре, шуму, вибрациям и другим показателям можно определить корректность работы автомобиля и его составляющих.

1.2 Устройство и износ шарового шарнира

Шаровый шарнир представляет собой соединение деталей, при котором они перемещаются вокруг общего центра – цапфы, изготовленной в виде сферы. Шаровый шарнир называют сферической кинематической парой. Детали, собранные в такой узел, способны принимать положение под разными углами друг к другу. Для уменьшения трения в шарнире между цапфой и корпусом помещены специальные антифрикционные вкладыши, а внутренняя полость заполнена смазкой. Пыльник закрывает шарнир от попадания грязи и предотвращает утечку смазки.

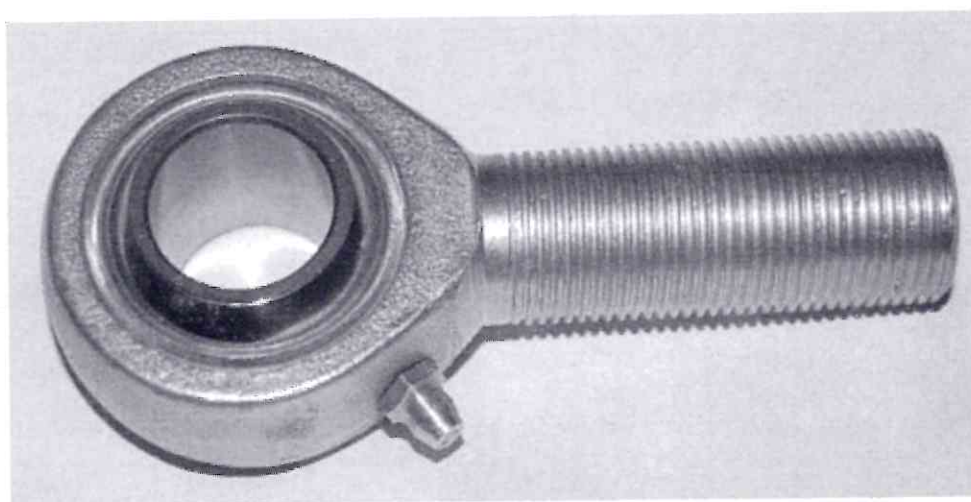
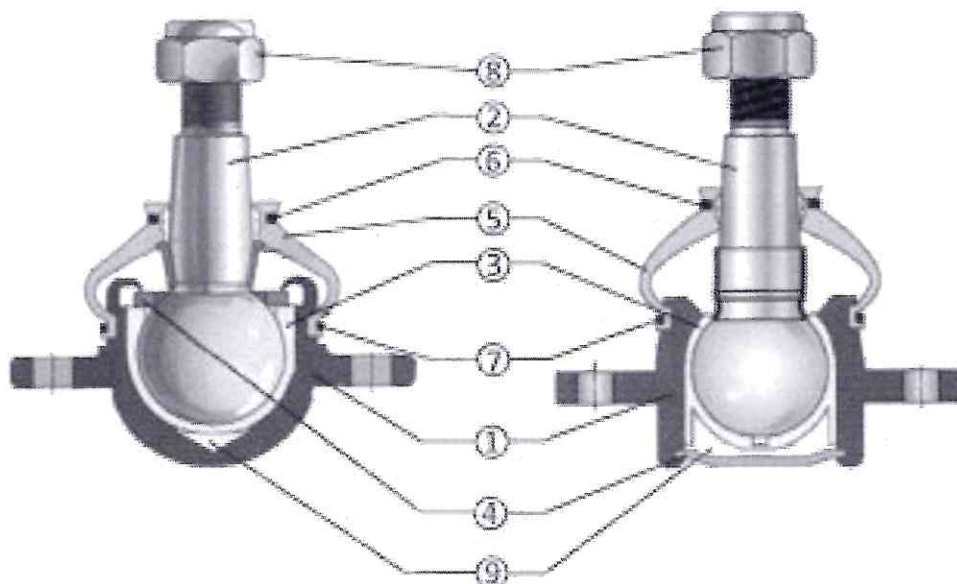


Рисунок 1.1 – Шаровый шарнир

На рисунке 1.1 показан шаровый шарнир промышленного назначения, который используется в самых различных подвижных соединениях транспортной техники и стационарного оборудования. На нём отчетливо видно кованый стальной корпус, бронзовый вкладыш, внутреннюю подвижную втулку и резиновый пыльник. Для смазывания шарнира в корпус ввинчена пресс-маслёнка.

Основная деталь шарового шарнира – палец с шаровой головкой. Его ещё называют шаровый палец (рисунок 1.2).



1- корпус шарнира; 2 - шаровый палец; 3 – полимерный вкладыш («сухарь»); 4 – заглушка; 5 – защитный пыльник; 6 – верхнее стопорное кольцо пыльника; 7 – нижнее стопорное кольцо пыльника; 8 – крепежные элементы (иногда отсутствуют); 9 – технологические пустоты, необходимые для закладки смазки и «тепловых зазоров».

Рисунок 1.2 – Устройство шарового шарнира

Большинство неразборных шаровых шарниров подвески (рулевого управления) автомобилей по внутренней компоновке подразделяются на два вида:

- с верхней разборкой (на рисунке 1.2 слева);
- с нижней разборкой (на рисунке 1.2 справа).

Техпроцессы изготовления, а также технологии реставрации шарниров обоих видов несколько отличаются. Однако их назначение, строение и принцип работы схожи. Как видно из рисунка 2, шаровый шарнир состоит из следующих деталей:

В корпус шарнира 1 запрессован полипропиленовый вкладыш 3 с установленным в нем шаровым пальцем 2. Отверстие в корпусе герметично закрывается заглушкой 4 (под которую закладывается специальная смазка (на схеме не обозначена)) и завальцовывается. Со стороны шарового пальца 2 для предотвращения попадания внутрь шарнира воды, грязи и прочих посторонних веществ уста-

новлен защитный пыльник 5, который крепится верхним 6 и нижним 7 стопорными кольцами.

Вкладыш 3 имеет сложную форму и выполняет одновременно несколько важных функций :

- центрирует сферу внутри корпуса;
- смягчает удары, передаваемые от колес при проезде неровностей дорожного покрытия;
- отводит тепло (возникающее при трении) из рабочей зоны;
- подает в область трения смазку, необходимую для нормальной работы шарнира.

По характеру трения шаровый шарнир представляет собой подшипник скольжения. Характер трения определяет особенности его эксплуатации, тип смазочного материала и способ смазывания. В качестве смазочного материала используются пластичные смазки, а способ смазывания применяется закладной или централизованный. Выбор типа смазки зависит от материалов, сочетающихся в паре трения.

Вспомним принцип правильного сочетания материалов трущихся деталей, обеспечивающий минимальное трение и оптимальный износ деталей. Этот принцип прост. Правильная пара трения представляет собой сопряжение деталей, одна из которых изготовлена из твёрдого материала, а другая – из мягкого. Обычно это сочетания чугуна-сталь, сталь-бронза, сталь-полимер и другие подобные сочетания.

В узлах шасси современных автомобилей обычно используется неразборная и необслуживаемая конструкция шаровых шарниров рулевых наконечников и шаровых опор подвески, в которых применяются полимерные антифрикционные вкладыши. Но встречаются и обслуживаемые шарниры, оснащенные пресс-масленкой. В качестве смазки используются несменяемые комплексно-бариевые смазки заводской закладки. Обращаю, читатели, ваше внимание, смазка лишь дополняет антифрикционные свойства полимерного вкладыша.

Иными рабочими особенностями обладает шаровый шарнир, в котором используются вкладыши из мягких металлов (бронза, порошковые сплавы). Этот

тип шарнира требует регулярного смазывания, для чего оснащается пресс-масленкой или подключается к централизованной системе смазки. В качестве смазочного материала применяются также пластичные смазки. В зависимости от нагрузок, производитель техники рекомендует либо «чистые» смазки без твёрдых добавок, либо смазки с твёрдыми добавками. Твёрдые добавки, очевидно, призваны усилить несущую способность смазки в тех случаях, когда удельные давления в шарнирах очень высоки.

Значение удельных давлений нам рассчитывать не придётся — за нас с вами это сделал производитель техники, выразив свои рекомендации в руководстве по эксплуатации мобильной техники или оборудования. Нам следует лишь учитывать их при выборе смазки.

Выбор надлежащего типа шарнира для конкретного применения зависит от целого ряда факторов. Тип шарнира (радиальный, с косым или осевым контактом) зависит, прежде всего, от направления прилагаемой нагрузки. Выбор комбинации поверхностей скольжения зависит от способа воздействия этой нагрузки (однонаправленная или знакопеременная).

При радиальной нагрузке следует использовать радиальный тип шарнира. Он допускает в некоторой степени и осевую нагрузку.

В случае осевой нагрузки необходимо применять осевой шарнир, но в некоторой степени допускается и радиальная нагрузка.

В случае комбинированной нагрузки (радиальная и осевая составляющие примерно равной силы) необходимо применять радиально-упорные шарниры. В случае комбинированной нагрузки, когда осевая составляющая меньше радиальной, можно использовать радиальный и осевой шарнир обособленно. Чтобы осевой шарнир был нагружен только осевой нагрузкой, он должен монтироваться в корпусе с некоторой свободой радиального перемещения.

Если нагрузка всегда действует в одном направлении и шарнир подвержен динамическому воздействию, перемещения поверхностей скольжения становятся более широкими. В этих случаях предпочтительно применять самосмазывающиеся шарниры. При незначительных осевых перемещениях (квазистатические условия), когда нагрузка очень большая и во время этих редких перемещений проис-

ходят удары, следует использовать шарниры с поверхностями скольжения сталь/сталь.

При знакопеременной нагрузке наиболее приемлемыми являются шарниры с поверхностями скольжения сталь/сталь. Самосмазывающиеся шарниры при таких нагрузках могут быть применены только при определённых условиях.

В условиях, при которых нагрузка действует в одном направлении, затем мгновенно меняет направление, требуется применение специальных шарниров.

Допустимый угол отклонения зависит от серии, исполнения и размеров шарнира. Шарниры с относительно большой поверхностью скольжения внутреннего кольца допускают больший угол отклонения. Эти углы для каждого типа шарнира и наконечника можно найти в каталожных материалах.

Когда вы выбрали необходимый вам тип шарнира, необходимо определить его размер. Для этого необходимо знать требуемый срок службы. Этот срок связан с типом механизма, условиями работы, требованиями к эксплуатационной надёжности. В первом приближении для определения размера можно воспользоваться индикаторной величиной коэффициента нагрузки C/P , приведённой в каталожных материалах, чтобы определить требуемую базовую нагрузку C . Затем подходящий шарнир может быть выбран по таблицам размеров шарниров. Размеры шарниров часто определяются размерами примыкающих к нему компонентов механизма (машины). В этих случаях, прежде всего, нужно подтвердить возможность использования этого шарнира.

В процессе эксплуатации шаровый шарнир испытывает значительные динамические нагрузки. Если сопряжения «шаровый палец-вкладыш» или «вкладыш-корпус шарнира» изготовлены с недостаточной степенью точности (турецко-китайское массовое производство) и имеют зазоры свыше допустимых по технической документации завода-изготовителя, то вкладыш, как самая слабая деталь шарнира, быстро изнашивается. Довольно скоро после ремонта подвески или рулевого управления начинают появляться щелчки, сперва не громкие. Дальше — больше (если нет времени на диагностику и ремонт подвески). И наконец, звук перерастает в резкий металлический стук.

Теперь уже сфера шарового пальца, «сжев» вкладыш, молотит по металлу корпуса шарнира, разгибая развальцовку заглушки и(или) прогрызая отверстие в верхней части шарнира. Так будет продолжаться до тех пор, пока в один прекрасный день сфера пальца пробьет себе дорогу да и выскочит из корпуса.

Бывает и так, что при повреждении защитного пыльника внутри шарнирного элемента начинает попадать вода, грязь, песок. Сфера шарового пальца ржавеет и провоцирует интенсивный износ многострадального вкладыша. Причем пыльник не обязательно был поврежден «неизвестными злоумышленниками». Заводское китайско-турецкое качество резины пыльников не выдерживает испытаний нашими дорогами. Зачастую от соли, грязи, технических масел, погодных условий (перепадов температур, воздействия ультрафиолета и т.д.) резиновый пыльник трескается, в трещины опять же попадают грязь, вода, соль, дорожные реагенты, сфера пальца ржавеет, начинает кушать вкладыш. Поэтому при реставрации шарнира важно учитывать не только способ восстановления, но и качество применяемых материалов.

1.3 Анализ конструкций для испытания шаровых шарниров

При диагностировании автомобилей применяют различные механизмы стенды, которые можно подразделить на универсальные и специальные.

На рисунке 1.3 представлен стенд для испытания шаровых шарниров, предложенный В.А. Постанововым и Г.В. Цымбаловым [1].

Данная конструкция (рис.1.3) состоит из станины 1 со стойкой 2, размещенная на основании механизма нагружения 3, на нем установлен подпятник со сферической поверхностью 4, радиус которой выбирается такой, при которой обеспечивается совпадение центра ее сферы с центром сферы испытуемого шарнира 5 во время испытания, закрепляется в узле 6 базирования и держателя, выполненном в виде планки 7, связанной со стойками 2 и герметичной оболочки 8, связанной со столом 9, опирающемся на подпятник 4, Кроме того, стенд содержит привод 10 вращательного движения поводков 11, погона 12,насадных скоб 13 и гер-

метичной оболочки 8, которая может быть заполнена различными средами, и привод 14 качательного движения.

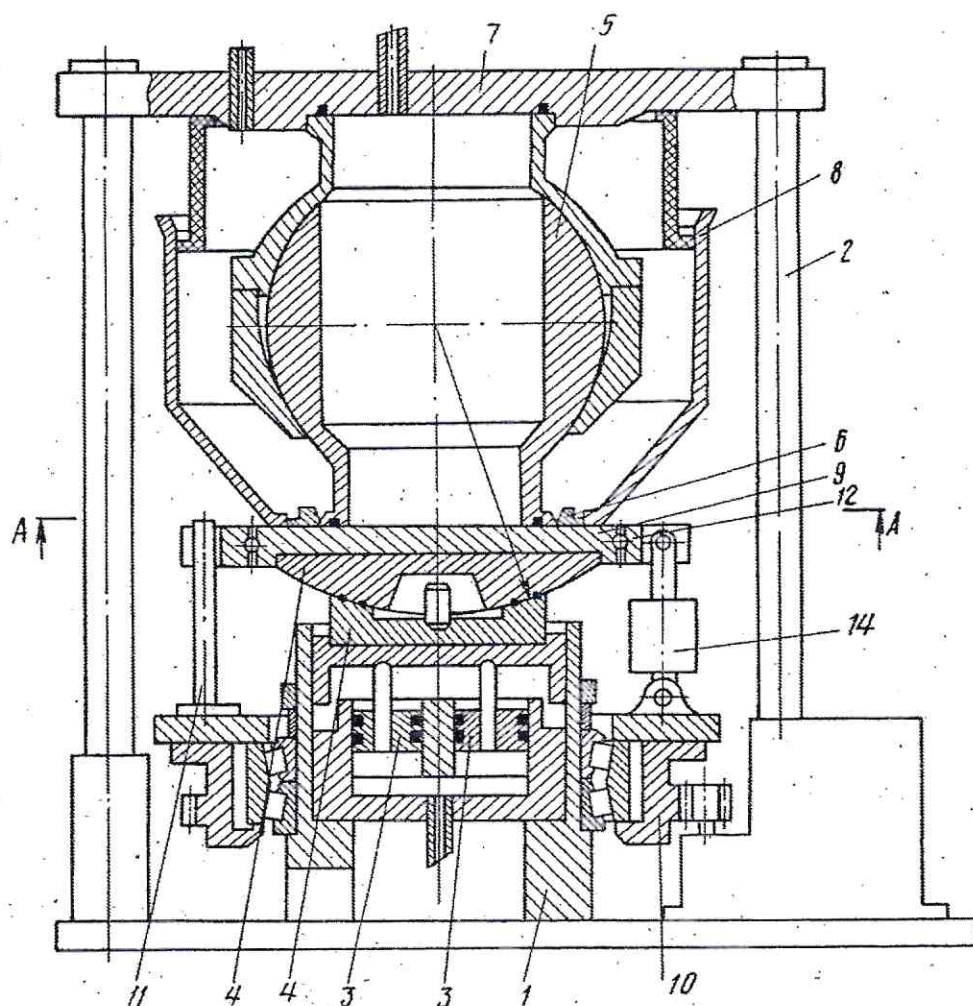


Рисунок 1.3 – Стенд для испытания шаровых шарниров [1].

Стенд работает следующим образом. Между столом 9 и механизмом 3 устанавливают подпятник 4. На столе 9 с помощью узла 6 базирования устанавливают и центрируют испытуемый шарнир 5, который закрепляется планкой 7, жестко связанной со стойками 2. Между столом 9 и планкой может быть установлена герметичная оболочка 8 для испытания шарниров в различных средах. От гидростанции в цилиндры (не показано) механизма 3 нагрузки подают давление, необходимое для испытаний. От приводов качательного движения 14 и вращательного движения 10 через подводки 11, погон 12 и скобы 13 столу 9 передается сложное возвратно-качательное и вращательное движение, что обеспечивает имитацию условий работы шаровых шарниров при эксплуатации.

Данное оборудование способствует приближению условий испытания к фактическим, в нем имеется привод вращательного движения стола, который размещен между столом и механизмом нагружения подпятником со сферической поверхностью, радиус которого должен выбираться из условий обеспечения во время испытания совпадения центра ее сферы с центром сферы шарнира.

Схематический вид установки, предложенный группой ученых (Михайловский И.А., Гун И.Г., Ясаков Ю.М., Лапчинский В.В.) [7], показан на рисунке 1.4.

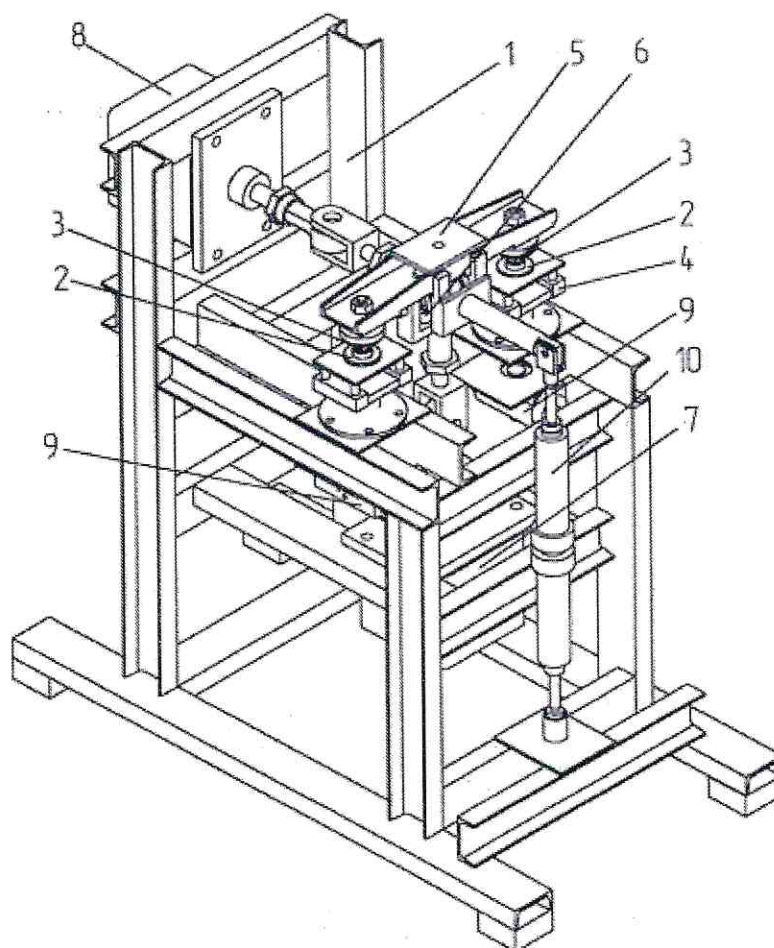


Рисунок 1.4 – Стенд для испытания шаровых шарниров [7].

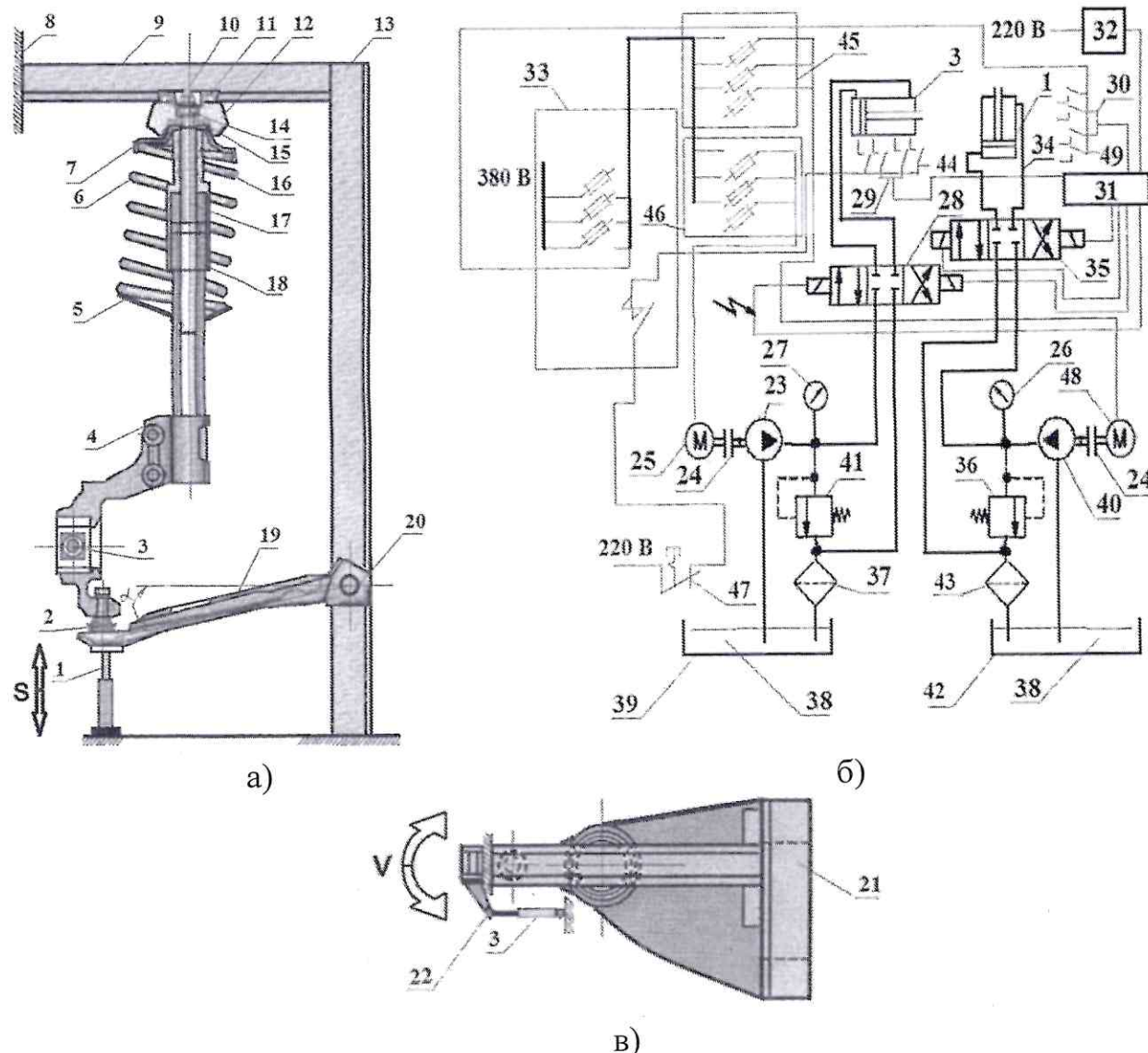
Данная установка состоит из силовой рамы 1, посадочных фланцев 2 с конусным отверстием, необходимых при установке пальцев испытываемых шаровых шарниров 3, поворотных опор 4, качающегося траверса 5 с узлом развязки усилий 6, силовых приводов продольного 7 и поперечного 8 воздействия, двух приводов 9 поворота шарового пальца и привода качания 10, траверса 5, который имеет две соединенные последовательные пневматические цилиндра. При проверке герметичность защитных чехлов 11 шаровых шарниров 3 в испытаниях на

посадочные фланцы 2 устанавливается ванна 12, в которую по необходимости подают воду или водогрязевую смесь. Стенд для испытания шаровых шарниров имеет пневматический пульт управления с измерительными приборами, редукторами давления и электропневмоклапанами и электронный блок управления с соединительными кабелями (не показаны). Силовые приводы продольного 7 и поперечного 8 воздействия создают регулируемую циклическую нагрузку в пределах $+900...-900$ кгс, которая регулируется частотами в диапазоне $1-20$ мин⁻¹. Приводы 9 поворота шаровых пальцев имеют регулируемый диапазон $\pm 45^\circ$ с частотой $1-20$ мин⁻¹, привод 10 качания траверсы - $\pm 35^\circ$ с частотой $1-60$ мин⁻¹. Электронный блок управления стендом оснащен устройством для подсчета числа циклов испытаний шаровых шарниров с емкостью до 10 млн. циклов и устройством остановки испытаний по заданному количеству циклов. Устройство смачивания испытываемых шарниров в виде ванны 12 имитирует условия работы шаровых шарниров на мокрой дороге.

Испытания шаровых шарниров на стенде осуществляется следующим образом. Два шаровых шарнира передней подвески или два шарнира рулевых тяг автомобиля устанавливаются в посадочные фланцы 2 стенда пальцем вниз, корпусом вверх. На корпусы шарниров сверху устанавливается траверса 5, подсоединяются силовые приводы 7, 8 и приводы движения 9, 10. В пневматическом пульте управления устанавливаются требуемые значения давлений в приводах 7, 8, 9, 10, а в электронном блоке управления - количество циклов качания траверсы 5. После подключения стенда к заводской сети сжатого воздуха (5-8 атм) работа стенда происходит в автоматическом режиме.

Предложенная конструкция стенда позволяет проводить в лабораторных условиях автоматизированное испытание шаровых шарниров на долговечность с имитацией эксплуатационных нагрузок. Испытания на стенде дают ускоренную оценку работоспособности шаровых шарниров автомобилей.

Тебекин М.Д., Катунин А.А., Новиков А.Н. предлагают способ испытания шаровых шарниров передней подвески [9], которая заключается в том, что через определенное количество циклов изменяется нагрузка на шаровый шарнир.



1 - вертикальный (основной) гидроцилиндр, 2 - шаровой шарнир, 3 - горизонтальный (дополнительный) гидроцилиндр, 4 - поворотный кулак, 5 - нижняя опора пружины, 6 - пружина, 7 - верхняя опора пружины, 8 - основание, 9 - верхняя рама, 10 - гайка верхнего крепления направляющего элемента, 11 - упорная шайба, 12 - верхняя опора направляющего элемента, 13 - боковая рама, 14 - гайка штока направляющего элемента, 15 - опорный подшипник, 16 - защитный чехол, 17 - шток, 18 - цилиндр, 19 - рычаг, 20 - крепление рычага, 21 - поперечина, 22 - шаровой шарнир поворотного кулака, 23 - насос привода горизонтального гидроцилиндра, 24 - муфта, 25 - электродвигатель привода горизонтального гидроцилиндра, 26 - манометр гидролинии вертикального гидроцилиндра, 27 - манометр гидролинии горизонтального гидроцилиндра, 28 - гидравлический распределитель горизонтального гидроцилиндра, 29 - концевые выключатели горизонтального гидроцилиндра (рабочие), 30 - концевые выключатели вертикального гидроцилиндра (рабочие), 31 - контроллер, 32 - блок питания, 33 - магнитный пускатель с тепловым реле, 34 - РВД задвижения штока вертикального гидроцилиндра, 35 - гидравлический распределитель вертикального гидроцилиндра, 36 - предохранительный клапан гидролинии вертикального гидроцилиндра, 37 - фильтр дополнительной гидролинии, 38 - рабочая жидкость, 39 - гидробак дополнительного гидроцилиндра, 40 - насос привода вертикального гидроцилиндра, 41 - предохранительный клапан гидролинии горизонтального гидроцилиндра, 42 - гидробак основного гидроцилиндра, 43 - фильтр основной гидролинии, 44 - аварийные концевые выключатели горизонтального гидроцилиндра, 45 - автомат питания вертикального гидроцилиндра, 46 - автомат питания горизонтального гидроцилиндра, 47 - кнопка аварийного отключения питания, 48 - электродвигатель привода вертикального гидроцилиндра, 49 - концевые выключатели вертикального гидроцилиндра (аварийные).

Рисунок 1.5 – Способ испытания шаровых шарниров передней подвески [9]

Суть способа испытаний шаровых шарниров заключается в том, что через определенное количество циклов изменяется нагрузка на шаровый шарнир путем изменения давления в гидросистеме с помощью регулятора давления, встроенного в предохранительный клапан 36 (рисунок 1.5б). Также в определенные периоды происходит дополнительно включение и выключение бокового гидроцилиндра 3 (рисунок 1.5а, 1.5б, 1.5в).

Способ испытания осуществляется следующим образом: первые 50 тыс. циклов давление в гидросистеме 1,2 мПа; следующие 50 тыс. циклов дополнительно включается боковой гидроцилиндр. Далее шарнир снимают и проверяют его работоспособность и износ. Затем давление поднимают до 1,5 мПа и проводят еще 25 тыс. циклов, далее включают боковой гидроцилиндр еще на 25 тыс. циклов. Затем шарнир повторно снимают и проверяют.

На третьем этапе испытаний давление поднимают до 1,8 мПа и проводят 25 тыс. циклов нагрузки. Далее подключают боковой гидроцилиндр на 25 тыс. циклов. Затем снимают и проверяют шарнир. После чего эксперимент повторяется с самого начала до достижения общей наработки в 1 млн. циклов.

Технический результат: упрощение испытаний шаровых шарниров передней подвески легкового автомобиля, максимальное приближение испытаний к реальным условиям эксплуатации и уменьшение времени испытаний.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является упрощение и удешевление испытаний, имитация различных режимов реальных условий эксплуатации – движение по неровной дороге, в повороте, с нагрузкой, торможение и уменьшение времени испытаний.

В предлагаемом способе решается задача проведения испытаний шаровых шарниров передней подвески легкового автомобиля циклическим способом, с нагружением элементов подвески значительными динамическими нагрузками.

Для решения данной задачи в предлагаемом способе испытания шаровых шарниров передней подвески легкового автомобиля, согласно изобретению, при изменении давления в гидроприводе стенда, включении и выключении в определенные моменты времени дополнительного гидроцилиндра осуществляется испытание шарового шарнира, включающее закрепление шарового шарнира и цик-

лическое нагружение гармонической вынужденной силой с имитацией различных режимов реальной эксплуатации автомобиля – движение по неровной дороге, движение в повороте, торможение, движение с полной нагрузкой.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПУНКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Для того, чтобы повысить эффективность работы пунктов технического обслуживания, наиболее полно и углубленно проводить диагностирование транспортных средств следует применять современные средства диагностического обслуживания.

Основными мероприятиями по совершенствованию диагностики транспортных средств выступают:

- экономия материально-технических ресурсов вследствие перехода на берегающие технологии;
- модернизация и реконструкция имеющегося оборудования;
- постоянный рост квалификации кадров, переподготовка и обучение персонала;
- комплексная механизация производства, электрификация и автоматизация (при необходимости или наличия возможностей) основных производственных процессов;
- обеспечение обслуживающего производства соответствующей нормативной документацией и т.п.

Проектный марочный состав автомобилей представлен в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Списочный состав транспортных средств

Наименование	Наличие, шт.	Условие эксплуатации (категория)	Общий пробег, км
ВАЗ-21081	5	2	161000
ВАЗ- 21074	4	2	119000
ВАЗ-21067	4	2	170000
ВАЗ-21051	3	2	189000
ГАЗ-3307	3	3	280000
ГАЗ-33075	3	3	303000
ГАЗ-53А	3	3	360000
ГАЗ-5319	4	3	365000
КАМАЗ-5551	3	4	349000
КАМАЗ-53362	2	4	428000
Всего	34	-	-

В выпускной квалификационной работе производственную программу будем вести по следующим моделям автомобилей:

1. ВАЗ-21081;
2. ГАЗ-3307;
3. КАМАЗ -5551.

Коэффициент приведения транспортных средств в условное обозначение [10]:

$$K_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{ТРН}}^{\text{п}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}{t_{\text{ТРН}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{ТРН}}^{\text{п}}$ – нормативная трудоёмкость технического ремонта на 1000 км пробега для приведенной модели транспортных средств, чел-ч.;

$t_{\text{ТРН}}$ – нормативная трудоёмкость технического ремонта на 1000 км пробега для основной модели транспортных средств, чел-ч.;

K_1 – коэффициент корректирования, характеризующий условие эксплуатации по категориям;

K_2 – коэффициент корректирования, характеризующий различия в модификации автомобилей и организации их работ;

K_3 – коэффициент корректирования, характеризующий различия в природно-климатических условиях;

K_4 – коэффициент корректирования, характеризующий разность в пробегах транспортных средств с момента начала их эксплуатации;

K_5 – коэффициент корректирования, характеризующий число технологически совместимых групп транспортных средств.

Приведённое число автомобилей [10]:

$$A_{\text{пр}} = A_{\text{и}} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.2)$$

где $A_{\text{и}}$ – наличие транспортных средств, шт.

Автомобили марки ВАЗ приведём к ВАЗ-21081.

Нормативное значение показателей для данной модели транспортного средства:

$$t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,4 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,5; K_5 = 1,2.$$

$$\text{ВАЗ-21074: } t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,4 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,4; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 0,93,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 0,93 = 3,72 \text{ шт.}$$

$$\text{ВАЗ-21067: } t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,4 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,5; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 1,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ шт.}$$

$$\text{ВАЗ-21051: } t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,4 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,6; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,6 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 1,07,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,07 = 3,21 \text{ шт.}$$

Автомобили марки ГАЗ приведём к ГАЗ-3307.

Нормативное значение показателей для данной модели транспортного средства:

$$t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,2 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,2; K_5 = 1,2.$$

$$\text{ГАЗ-33075: } t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,6 \text{ чел-ч.}; K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,3; K_5 = 1,2.$$

Таким образом, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,6 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,22,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,22 = 3,66 \text{ шт.}$$

ГАЗ-53А: $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,8$ чел-ч; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,4$; $K_5 = 1,2$.

Таким образом, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,39,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,39 = 3,66 \text{ шт.}$$

ГАЗ-53А: $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 4,2$ чел-ч; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,4$; $K_5 = 1,2$.

Таким образом, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{4,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,53,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 1,53 = 6,12 \text{ шт.}$$

Автомобили марки КАМАЗ приведём к КАМАЗ -5551.

Нормативное значение показателей для данной модели транспортного средства:

$t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 5,2$ чел-ч; $K_1 = 1,4$; $K_2 = 1,15$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,9$; $K_5 = 1,2$.

КАМАЗ-53362: $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 5,8$ чел-ч; $K_1 = 1,4$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 2,1$; $K_5 = 1,2$.

Таким образом, коэффициент приведения будет равен:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{5,8 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 2,1 \cdot 1,2}{5,2 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,9 \cdot 1,2} = 1,07,$$

тогда как количество приведённых автомобилей составит:

$$A_{\text{ПР}} = 2 \cdot 1,07 = 2,14 \text{ шт.}$$

Проведенные расчеты сведём в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты расчета приведенного количества автомобилей по всем маркам

Основное транспортное средство	Модель автомобиля	$t_{\text{ТР}}^{\text{п}}$	$t_{\text{ТР}}$	$K_{\text{ПР}}$	$A_{\text{И}}$	$A_{\text{ПР}}$
ВАЗ-21081		-	6,06	-	5	5
	ВАЗ-21074	5,65	-	0,93	4	3,72
	ВАЗ-21067	6,06	-	1	4	4
	ВАЗ-21051	6,46	-	1,07	3	3,21
Итого:					16	16
ГАЗ-3307		-	4,98	-	3	3
	ГАЗ-33075	6,06	-	1,22	3	3,66
	ГАЗ-53А	6,89	-	1,39	3	4,17
	ГАЗ-5319	7,62	-	1,53	4	6,12
Итого:					13	17
КАМАЗ-5551		-	17,17	-	3	3
	КАМАЗ-53362	18,42	-	1,07	2	2,14
Итого					5	5
Всего					34	38

В соответствие с производственной программой пропорциональное количество приведенных автомобилей представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Пропорциональное количество приведенных автомобилей

Модель автомобиля	$A_{\text{ПР}}$	$A_{\text{ПР}}$ (по условию)
ВАЗ-21081	16	63
ГАЗ-3307	17	67
КАМАЗ -5551	5	20
Итого	38	150

Таблица 2.4 – Исходная информация для планирования объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту

Модель автомобиля	Категория условий эксплуатации, КУЭ	Среднесуточный пробег, $L_{\text{СС}}$, км.	Дни работы в году, $D_{\text{РГ}}$	Общий пробег, $L_{\text{ОБЩ}}$, км	Число автомобилей, $A_{\text{И}}$, шт.
ВАЗ-21081	2	80	365	161000	63
ГАЗ-3307	3	140	365	280000	67
КАМАЗ-5551	4	314	365	349000	20

2.1 Расчет объемов технического обслуживания и ремонта

Расчет периодичности технического обслуживания и ремонта

Чтобы определить нормативные значения периодичности технического обслуживания и ремонта используется «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта».

При определении периодичности технического обслуживания необходимо корректировать их из заданного условия эксплуатации транспортного средства по следующей методике [2]:

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

$$L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.4)$$

где L_1^H и L_2^H – нормативные периодичности каждого вида технического обслуживания, км;

K_1 – коэффициент корректирования, учитывающий условия эксплуатации транспортного средства;

K_3 – коэффициент корректирования, учитывающий различия в природно-климатических условиях.

Периодичность ТО ВАЗ-21081, исходя из данных, когда $L_1^H = 15000$ км; $L_2^H = 30000$ км.; $K_1 = 0,9$; $K_3 = 1,0$, будет равна:

$$L_1 = 15000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 13500 \text{ км};$$

$$L_2 = 30000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 27000 \text{ км}.$$

Периодичность ТО ГАЗ-3307, исходя из данных, когда $L_1^H = 4000$ км; $L_2^H = 16000$ км; $K_1 = 0,8$; $K_3 = 1,0$, будет равна:

$$L_1 = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 3200 \text{ км};$$

$$L_2 = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 12800 \text{ км}.$$

Периодичность ТО КАМАЗ -5551 исходя из данных, когда $L_1^H = 8000$ км; $L_2^H = 24000$ км; $K_1 = 0,7$; $K_3 = 1,0$, будет равна:

$$L_1 = 8000 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 5600 \text{ км};$$

$$L_2 = 24000 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 16800 \text{ км}.$$

Остаточный ресурс транспортного средства до списания определяется по следующей формуле [2]:

$$L_{\text{СП}} = L_{\text{СП}}^{\text{Н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.5)$$

где $L_{\text{СП}}^{\text{Н}}$ – нормативный пробег до вывода автомобиля из эксплуатации, км;

K_1 – коэффициент корректирования, характеризующий различия в условиях эксплуатации;

K_2 – коэффициент корректирования, характеризующий различия в модификации автомобиля;

K_3 – коэффициент корректирования, характеризующий различия в природно-климатических условиях.

Остаточный ресурс до списания автомобиля модели ВАЗ-21081, исходя из данных, когда: $L_{\text{СП}}^{\text{Н}} = 150000$ км; $K_1 = 0,9$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,1$ будет равен:

$$L_{\text{СП}} = 150000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 148500 \text{ км}.$$

Остаточный ресурс до списания автомобиля модели ГАЗ-3307, исходя из данных, когда: $L_{\text{СП}}^{\text{Н}} = 300000$ км.; $K_1 = 0,8$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,1$ будет равен:

$$L_{\text{СП}} = 300000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 264000 \text{ км}.$$

Остаточный ресурс до списания автомобиля модели КАМАЗ -5551, исходя из данных, когда: $L_{\text{СП}}^{\text{Н}} = 600000$ км; $K_1 = 0,7$; $K_2 = 0,85$; $K_3 = 1,0$ будет равен:

$$L_{\text{СП}} = 600000 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 357000 \text{ км}.$$

Рассчитанные показатели следует корректировать с учетом среднесуточного пробега каждой модели автомобилей $L_{\text{СС}}$.

Длительность периода эксплуатации до ТО-1 устанавливают по следующей формуле [2]:

$$D_1 = \frac{L_1}{L_{\text{СС}}}, \quad (2.6)$$

отсюда периодичность ТО-1 будет равна, в км:

$$L_1 = D_1 \cdot L_{\text{сс}}. \quad (2.7)$$

Следовательно, длительность периода эксплуатации до ТО-1 для ВАЗ-21081 будет составлять:

$$D_1 = \frac{13500}{80} = 168,75 \approx 169 \text{ дней};$$

а периодичность ТО-1:

$$L_1 = 169 \cdot 80 = 13520 \text{ км.}$$

Таким образом, длительность периода эксплуатации до ТО-1 для ГАЗ-3307 будет составлять:

$$D_1 = \frac{3200}{140} = 22,85 \approx 23 \text{ дней};$$

а периодичность ТО-1:

$$L_1 = 23 \cdot 140 = 3220 \text{ км.}$$

Следовательно, длительность периода эксплуатации до ТО-1 для КАМАЗ - 5551 будет составлять:

$$D_1 = \frac{5600}{312} = 18 \text{ дней};$$

а периодичность ТО-1:

$$L_1 = 18 \cdot 314 = 5652 \text{ км.}$$

Как известно, ТО-2 надо проводить через равное количество ТО-1, отсюда, число ТО-1 будет составлять [2]:

$$n_1 = \frac{L_2}{L_1} \quad (2.8)$$

а периодичность ТО-2 определяться следующим образом, в км:

$$L_2 = n_1 \cdot L_1. \quad (2.9)$$

Для автомобиля ВАЗ-21081 периодичность ТО-2 будет равна:

$$n_1 = \frac{27000}{13520} = 1,997 \approx 2 \text{ дня};$$

а периодичность ТО-2 составит:

$$L_2 = 2 \cdot 13520 = 27040 \text{ км.}$$

Для автомобиля ГАЗ-3307 периодичность ТО-2 будет равна:

$$n_1 = \frac{12800}{3220} = 3,98 \approx 4 \text{ дня;}$$

а периодичность ТО-2 составит:

$$L_2 = 4 \cdot 3220 = 12880 \text{ км.}$$

Для автомобиля КАМАЗ -5551 периодичность ТО-2 будет равна:

$$n_1 = \frac{16800}{5652} = 3;$$

а периодичность ТО-2 составит:

$$L_2 = 3 \cdot 5652 = 16956 \text{ км.}$$

Списывать транспортные средства следует только после полной выработки их ресурсов.

Общее число ТО-2 за установленный период службы транспортного средства можно определить следующим образом [2]:

$$n_2 = \frac{L_{\text{СП}}}{L_2} \quad (2.10)$$

при этом, общий пробег автомобиля до списания составит, в км:

$$L_{\text{СП}} = n_2 \cdot L_2 \text{ км.} \quad (2.11)$$

Пробег до списания ВАЗ-21081 будет составлять:

$$n_2 = \frac{148500}{27040} = 5,49 \approx 5;$$

$$L_{\text{СП}} = 27040 \cdot 5 = 135200 \text{ км.}$$

Пробег до списания ГАЗ-3307 будет составлять:

$$n_2 = \frac{264000}{12880} = 20,49 \approx 20;$$

$$L_{\text{СП}} = 12880 \cdot 20 = 257600 \text{ км.}$$

Пробег до списания КАМАЗ -5551 будет составлять:

$$n_2 = \frac{357000}{16956} = 22,7 \approx 23;$$

$$L_{\text{СП}} = 16956 \cdot 23 = 389988 \text{ км.}$$

Определение технической готовности автомобилей

Длительность простоя транспортных средств на время их технического обслуживания и ремонта устанавливается следующим образом, дней/1000 км [3]:

$$D_{\text{ТО,ТР}} = D_{\text{ТО,ТР}}^{\text{Н}} \cdot K_4', \quad (2.12)$$

где $D_{\text{ТО,ТР}}^{\text{Н}}$ – установленная (нормативная) длительность простоя транспортного средства во время технического обслуживания и ремонта, дней/1000 км;

K_4' – коэффициент корректирования, учитывающий пробег с начала эксплуатации.

Пробег с начала эксплуатации в долях определяется по следующей формуле (Y_v) [3]:

$$Y_v = \frac{L_{\text{ОБЩ}}}{L_{\text{СП}}^{\text{Н}}} \quad (2.13)$$

Для определения коэффициента технической готовности применяют следующую формулу [2]:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + L_{\text{СС}} \cdot \frac{D_{\text{ТО,ТР}}}{1000}} \quad (2.14)$$

Для ВАЗ-21081:

$$Y_v = \frac{161000}{150000} = 1,07; \quad K_4' = 1,4; \quad D_{\text{ТО,ТР}}^{\text{Н}} = 0,35;$$

$$D_{\text{ТО,ТР}} = 0,35 \cdot 1,4 = 0,49;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 80 \cdot \frac{0,49}{1000}} = 0,962$$

Для ГАЗ-3307:

$$Y_B = \frac{280000}{300000} = 0,93; \quad K_4' = 1,2; \quad D_{TO,TP}^H = 0,45;$$

$$D_{TO,TP} = 0,45 \cdot 1,2 = 0,54;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 140 \cdot \frac{0,54}{1000}} = 0,930.$$

Для КАМАЗ -5551:

$$Y_B = \frac{349000}{389988} = 0,89; \quad K_4' = 1,3; \quad D_{TO,TP}^H = 0,5;$$

$$D_{TO,TP} = 0,5 \cdot 1,3 = 0,65;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 314 \cdot \frac{0,65}{1000}} = 0,83.$$

Определение годового объема работ по техническому обслуживанию и ремонту

Обычно рассчитывают годовой и суточный объем работ (производственная программа).

Суммарный пробег транспортных средств предприятия определяют следующим образом, в км [13]:

$$L^{\Gamma} = A_{и} \cdot D_{рг} \cdot L_{сс} \cdot \alpha_T, \text{ км.} \quad (2.16)$$

Исходя из этой формулы, общий пробег:

- ВАЗ-21081 равен:

$$L^{\Gamma} = 63 \cdot 365 \cdot 80 \cdot 0,962 = 1769695,2.$$

- ГАЗ-3307 равен:

$$L^{\Gamma} = 67 \cdot 365 \cdot 140 \cdot 0,93 = 3184041.$$

- КАМАЗ -5551 равен:

$$L^{\Gamma} = 20 \cdot 365 \cdot 314 \cdot 0,83 = 1902526.$$

Годовое количество списаний $N_{\text{СП}}^{\Gamma}$, технических обслуживаний N_2^{Γ} , N_1^{Γ} , $N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma}$, $N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma}$ определяется из выражений:

Количество списаний за год определяют следующим образом [13]:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_{\text{СП}}} \quad (2.17)$$

отсюда количество ТО-2 за год:

$$N_2^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_2} - N_{\text{СП}}^{\Gamma} \quad (2.18)$$

количество ТО-1 за год:

$$N_1^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_1} - (N_{\text{СП}}^{\Gamma} + N_2^{\Gamma}) \quad (2.19)$$

количество ЕО, суточное:

$$N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_{\text{СС}}} \quad (2.20)$$

количество ЕО, технологическое (перед ремонтом):

$$N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma} = 1,6 (N_1^{\Gamma} + N_2^{\Gamma}) \quad (2.21)$$

Количество списаний за год для ВАЗ-21081 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{135200} = 13,089;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{27040} - 13,089 = 52,358;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{13520} - (13,089 + 52,358) = 65,448;$$

$$N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{80} = 22121,19;$$

$$N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma} = 1,6 (65,448 + 52,358) = 188,49.$$

Количество списаний за год для ГАЗ-3307 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{257600} = 12,36;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{3184041}{12880} - 12,36 = 234,848;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{3184041}{3220} - (12,36 + 234,848) = 741,625;$$

$$N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{140} = 22743,15;$$

$$N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma} = 1,6 (741,625 + 234,848) = 1562,357.$$

Количество списаний за год для КАМАЗ -5551 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{389988} = 4,878;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{1902526}{16956} - 4,878 = 107,326;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{1902526}{5652} - (4,878 + 107,326) = 224,407;$$

$$N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{314} = 6059;$$

$$N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma} = 1,6 (224,407 + 107,326) = 530,773.$$

Определение суточной производственной программы по каждому ТО

При определении суточной производственной программы по отдельным видам технического обслуживания используют следующую формулу [14]:

$$N_{\text{ТО}i}^{\text{с}} = \frac{N_{\text{ТО}i}^{\Gamma}}{D_{\text{ПГ}i}} \quad (2.22)$$

где $N_{\text{ТО}i}^{\Gamma}$ – годовое количество технических обслуживаний i -го вида;

D_{PTi} – годовое количество дней работы зон, предназначенных для проведения i -го вида технических обслуживаний ($D_{PT1} = 252$; $D_{PT2} = 252$; $D_{PTEO} = 365$).

Число ежедневного обслуживания должно совпадать с количеством исправных транспортных средств. Следовательно, при определении коэффициента технической готовности используют следующую формулу [14]:

$$\alpha_T = \frac{N_{EOC}^C}{A_{И}} \quad (2.23)$$

Определяем суточную производственную программу по отдельным видам технического обслуживания для конкретных автомобилей:

- ВАЗ-21081:

$$N_2^C = \frac{52,358}{252} = 0,208;$$

$$N_1^C = \frac{65,448}{252} = 0,26;$$

$$N_{EOC}^C = \frac{22121,19}{365} = 60,606;$$

$$\alpha_T = \frac{60,606}{63} = 0,962.$$

- ГАЗ-3307:

$$N_2^C = \frac{234,848}{252} = 0,93;$$

$$N_1^C = \frac{741,625}{252} = 2,94;$$

$$N_{EOC}^C = \frac{22743,15}{365} = 62,31;$$

$$\alpha_T = \frac{62,31}{67} = 0,93.$$

- КАМАЗ -5551:

$$N_2^C = \frac{107,326}{252} = 0,426;$$

$$N_1^c = \frac{224,407}{252} = 0,89;$$

$$N_{\text{ЕОС}}^c = \frac{6059}{365} = 16,6;$$

$$\alpha_T = \frac{16,6}{20} = 0,83.$$

2.2 Расчет трудоемкости работ по ТО и ремонту

Определение годовой трудоемкости работ по ТО

Трудоемкость работ T^Γ (в чел.-ч) по отдельным видам технического обслуживания определяется по следующей методике [12]:

- ежедневная (суточная):

$$T_{\text{ЕОС}}^\Gamma = N_{\text{ЕОС}}^\Gamma \cdot t_{\text{ЕО}}^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.24)$$

- ежедневная (технологическая):

$$T_{\text{ЕОТ}}^\Gamma = N_{\text{ЕОТ}}^\Gamma \cdot 0,5 \cdot t_{\text{ЕО}}^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.25)$$

- ТО-1:

$$T_1^\Gamma = N_1^\Gamma \cdot t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.26)$$

- ТО-2:

$$T_2^\Gamma = N_2^\Gamma \cdot t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.27)$$

где $t_{\text{ЕО}}^H, t_1^H, t_2^H$ – нормативная трудоемкость каждого вида ТО, чел.-ч.

Суммарный годовой объем работ по техническому обслуживанию определяют по формуле [12]:

$$T_{\text{ТО}}^\Gamma = T_{\text{ЕОС}}^\Gamma + T_{\text{ЕОТ}}^\Gamma + T_1^\Gamma + T_2^\Gamma. \quad (2.28)$$

При условии, что $t_{\text{ЕО}}^H = 0,4$; $t_1^H = 2,6$; $t_2^H = 10,2$; $K_2 = 1,0$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для ВАЗ-21081 составит:

$$T_{\text{ЕОС}}^\Gamma = 22121,19 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 9733,324;$$

$$T_{\text{ЕОТ}}^\Gamma = 188,49 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 41,468;$$

$$T_1^{\Gamma} = 65,448 \cdot 2,6 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 187,181;$$

$$T_2^{\Gamma} = 52,358 \cdot 10,2 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 587,457;$$

$$T_{TO}^{\Gamma} = 9733,324 + 41,468 + 187,181 + 587,457 = 10549,43.$$

При условии, что $t_{EO}^H = 0,5$; $t_1^H = 1,9$; $t_2^H = 11,2$; $K_2 = 1,0$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для ГАЗ-3307 составит:

$$T_{EOC}^{\Gamma} = 22743,15 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 12508,733;$$

$$T_{EOT}^{\Gamma} = 1562,357 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 429,648;$$

$$T_1^{\Gamma} = 741,625 \cdot 1,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 1549,996;$$

$$T_2^{\Gamma} = 234,848 \cdot 11,2 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 2893,327;$$

$$T_{TO}^{\Gamma} = 12508,733 + 429,648 + 1549,996 + 2893,327 = 17381,704.$$

При условии, что $t_{EO}^H = 0,4$; $t_1^H = 4,6$; $t_2^H = 11$; $K_2 = 1,15$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для КАМАЗ -5551 составит:

$$T_{EOC}^{\Gamma} = 6059 \cdot 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 3065,854;$$

$$T_{EOT}^{\Gamma} = 530,773 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 134,286;$$

$$T_1^{\Gamma} = 224,407 \cdot 4,6 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 1305,824;$$

$$T_2^{\Gamma} = 107,326 \cdot 11 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 1493,441;$$

$$T_{TO}^{\Gamma} = 3065,854 + 134,286 + 1305,824 + 1493,441 = 5999,4.$$

Расчет годового объема работ по ТР

При определении годового объема работ по ремонту (в чел.-часах) учитывают общий годовой пробег и удельную трудоемкость ремонта на каждую 1000 км пробега транспортного средства [12]:

$$T_{TP}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{1000} \cdot t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.29)$$

При условии, что $t_{TP}^H = 3,4$; $K_1 = 1,1$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,5$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для ВАЗ-21081 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{1000} \cdot 3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 9828,71.$$

При условии, что $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,2$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,2$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для ГАЗ-3307 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{1000} \cdot 3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 14525,34.$$

При условии, что $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 5,2$; $K_1 = 1,4$; $K_2 = 1,15$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,9$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для КАМАЗ -5551 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{1000} \cdot 5,2 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,9 \cdot 1,1 = 29960,468.$$

Расчет годового объема вспомогательных работ

При определении годового объема вспомогательных работ (в чел.-часах) используют их долю (обычно равен 20-30%) от общей трудоемкости работ по ТО и ремонту транспортных средств [12]:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (T_{\text{ТО}}^{\Gamma} + T_{\text{ТР}}^{\Gamma}) \cdot K_{\text{ВСП}}, \text{ чел.-ч.} \quad (2.30)$$

где $K_{\text{ВСП}}$ - коэффициент, учитывающий размеры предприятия ($K_{\text{ВСП}} = 0,2$).

Для ВАЗ-21081 размер годового объема вспомогательных работ будет равен:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (10549,43 + 9828,71) \cdot 0,2 = 4075,628.$$

Для ГАЗ-3307 размер годового объема вспомогательных работ будет равен:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (17381,704 + 14525,34) \cdot 0,2 = 6381,409.$$

Для КАМАЗ -5551 размер годового объема вспомогательных работ будет равен:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (5999,4 + 29960,468) \cdot 0,2 = 7191,974.$$

Распределение объема ТО и ТР по видам работ

Число и объемы конкретных видов работ по ТО и ремонту более подробно отражено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Распределение объема ТО и ТР по видам работ

Виды работ по техническому обслужива- нию и ремонту	ВАЗ-21081		ГАЗ-3307		КАМАЗ -5551		Общий объем ра- бот, чел-ч.
	%	чел-ч.	%	чел-ч.	%	чел-ч.	
1	2	3	4	5	6	7	8
ЕОс:							
Уборочные	15	1459,999	9	1125,786	10	306,585	2892,37
Моечные (включая сушку- обтирку)	25	2433,331	14	1751,223	20	613,171	4797,725
Заправочные	12	1167,999	14	1751,223	12	367,902	3287,124
Контрольно-диагностические	13	1265,332	16	2001,397	12	367,902	3634,631
Ремонтные (устранение мелких неисправностей)	35	3406,663	47	5879,105	46	1410,263	10696,061
Итого:	100	9733,324	100	12508,73	100	3065,854	25307,911
ЕОт:							
Уборочные	60	24,881	40	171,859	40	53,714	250,454
Моечные (включая сушку- обтирку)	40	16,587	60	257,789	60	80,572	354,948
Итого	100	41,468	100	429,648	100	134,286	605,402
ТО-1:							
Диагностирование общее (Д-1)	15	28,077	10	155	8	104,466	287,543
Крепёжные, регулировочные, смазочные и др.	85	159,104	90	394,996	92	931,358	2755,058
Всего	100	187,181	100	1549,996	100	1305,824	3043,001
ТО-2:							
Диагностирование углубленное (Д-2)	12	70,495	10	289,333	5	74,672	434,5
Крепёжные, регулировочные, смазочные и др.	88	516,962	90	2603,994	95	1418,768	4539,725
Всего	100	587,457	100	2893,327	100	1493,441	4974,225
ТР:							
Постовые работы:							
диагностирование общее (Д-1)	1	98,287	1	145,253	1	299,605	543,145
диагностирование углубленное (Д-2)	1	98,287	1	145,253	1	299,605	543,145
Регулировочные и разборочно- сборочные работы	33	3243,474	35	5083,869	34	5093,280	13420,623
Сварочные работы для легко- вых автомобилей, автобусов, карьерных самосвалов	4	393,148	-	-	8	1198,419	1991,567
Сварочные работы для грузо- вых автомобилей:							
с металлодеревянными кузовами	-	-	3	435,76	-	-	435,76
с деревянными кузовами	-	-	-	-	-	-	-
Жестяницкие работы для лег- ковых автомобилей, автобусов, карьерных самосвалов	2	196,574	-	-	3	449,407	645,681

1	2	3	4	5	6	7	8
Жестяницкие работы для грузовых автомобилей:							
с металлодеревянными кузовами	-	-	2	290,507	-	-	290,507
с деревянными кузовами	-	-	-	-	-	-	-
окрасочные работы	8	786,297	6	871,52	3	449,407	2107,224
деревообрабатывающие работы для подвижного состава: с металлодеревянными кузовами	-	-	2	290,507	-	-	290,507
Итого	49	4816,068	50	7262,67	50	14980,234	27058,972
Участковые работы:							
агрегатные работы	17	1670,881	18	2614,561	17	2546,64	6832,082
слесарно-механические работы	10	928,871	10	1452,534	8	1198,419	3579,824
электротехнические работы	5	491,436	5	726,267	5	749,012	1966,715
аккумуляторные работы	2	196,574	2	290,507	2	299,605	786,689
ремонт приборов системы питания	3	294,861	4	581,014	4	599,209	1475,084
шиномонтажные работы	1	98,287	1	145,253	2	299,605	543,145
вулканизационные работы (ремонт камер)	1	98,287	1	145,253	2	299,605	543,145
кузнечно-рессорные работы	2	196,574	3	435,76	3	449,407	1081,741
медницкие работы	2	196,574	2	290,507	2	299,605	786,686
сварочные работы	2	196,574	1	145,253	2	299,605	641,432
жестяницкие работы	2	196,574	1	145,253	1	149,802	491,629
арматурные работы	2	196,574	1	145,253	1	149,802	491,629
обойные работы	2	196,574	1	145,253	1	149,802	491,629
Итого	51	5012,642	50	7262,67	50	14980,234	27255,546
Всего	100	9828,71	100	14525,34	100	29960,468	54314,518

2.3 Расчет численности работников

При определении необходимого количества персонала следует установить годовой фонд рабочего времени [15]:

$$\Phi_M = \frac{Ч_H}{Д_H} (Д_K - Д_В - Д_П), \quad (2.31)$$

где $Ч_H$ – продолжительность рабочей недели, ч.;

$Д_H$ – число рабочих дней в неделе;

$Д_K$ – число календарных дней в году;

$Д_В$ – число выходных дней в году;

$Д_П$ – число нерабочих праздничных дней в году.

$$\Phi_M = \frac{40}{5} (365 - 104 - 14) = 1976.$$

При определении годового фонда времени также следует учитывать число отпускных дней в году и число дней невыхода на работу по уважительным причинам [15]:

$$\Phi_P = \Phi_M - \left(\frac{\chi_H}{6} \cdot D_O + \frac{\chi_H}{D_H} \cdot D_{УП} \right), \quad (2.32)$$

где D_O – число отпускных дней;

$D_{УП}$ – число дней невыхода на работу по уважительным причинам.

$$\Phi_P = 1976 - \left(\frac{40}{6} \cdot 24 + \frac{40}{5} \cdot 5 \right) = 1776.$$

Явочная и штатная численность рабочих, необходимых для осуществления технологического процесса определяется следующим производством [15]:

$$P_T = \frac{T_\Gamma}{\Phi_M}; \quad (2.33)$$

$$P_{Ш} = \frac{T_\Gamma}{\Phi_P}, \quad (2.34)$$

где T_Γ – годовой объем работ по зоне диагностики, чел-ч.

$$P_T = \frac{1808,333}{2016} = 0,89 \approx 1 \text{ (чел.)}$$

$$P_{Ш} = \frac{1808,333}{1816} = 0,99 \approx 1 \text{ (чел.)}$$

Следовательно, для осуществления технологического процесса нам понадобится один производственный рабочий.

2.4 Расчет числа постов

При определении количества постов на участке диагностирования необходимо применять следующую методику [16]:

$$X_D = \frac{T_D^\Gamma \cdot K_{PE3}}{D_P^\Gamma \cdot T_{CM} \cdot C \cdot P_{П} \cdot \eta_{П}}, \quad (2.35)$$

где T_D^Γ – годовая трудоемкость работ на участке диагностирования;

$K_{\text{рез}}$ – коэффициент резервирования постов (1,25);

D_p^{Γ} – число дней работы автомобиля в году;

$T_{\text{см}}$ – установленная продолжительность рабочей смены, ч. (8 часов);

C – количество смен (равно 1);

$P_{\text{п}}$ – количество рабочих, выполняющих операции одновременно на одном посту (равно 1);

$\eta_{\text{п}}$ – коэффициент резервирования рабочего времени поста (0,7).

$$X_d = \frac{1808,3 \cdot 1,25}{252 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,7} = 1,6 \approx 2.$$

Следовательно, для диагностирования нам необходимо иметь два поста.

2.5 Подбор оборудования и определение производственной площади

Технологическое оборудование, необходимое для выполнения всех операций технологического цикла диагностирования представлено в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Технологическое оборудование до реконструкции

№	Перечень оборудования	Тип, модель	Размеры, мм	Площадь, м ²	Кол-во	Общая площадь, м ²
1	Роликовый тормозной стенд со встроенной статической системой взвешивания	IWE7E	3000×1000	3	1	3
2	Стенд проверки люфтов в подвеске	LMS 101	3000×860	2,58	1	2,58
3	Диагностический компьютер	Pentium II, 64 Mb DDR	1000×1000	1	2	2
4	Дымомер для дизельных двигателей	MDO 2 LON	550×245	0,13	1	0,13
5	Газоанализатор для бензиновых двигателей	MGT 5	560×240	0,13	1	0,13
6	Тахограф-тестер с адаптерами для всех видов тахографов	TMK	800×400	0,32	1	0,32
7	Прибор для проверки качества тормозной жидкости	MS	640×480	0,31	1	0,31
8	Адаптер для поста экологического контроля	-	1200×800	0,96	1	0,96
9	Течеискатель-сигнализатор	ФП-12	500×460	0,23	1	0,23
10	Телевизор	Samsung	1000×400	0,4	1	0,4
Итого:		-	-	-	10	10,06