



**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление подготовки

23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль)

Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Адигамов Н.Р. /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Сабирову Рузилю Шамилевичу

Тема ВКР Проект станции технического обслуживания автомобилей с разработкой стенда для ремонта амортизаторной стойки

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10 июня 2019 года

2. Исходные данные

Техническая литература

Научные статьи и патенты на изобретения

Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса обеспечения работоспособности автомобилей.

2. Организация ТО и ремонта автомобилей.

3. Конструктивные расчеты стенда для ремонта амортизаторной стойки легковых автомобилей.

4. Экономическое обоснование разработанного стенда.

5. Обеспечение охраны труда и окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте автомобилей.

#### 4. Перечень графических материалов

Лист 1. Технологическая планировка станции технического обслуживания автомобилей.

Лист 2. Обзор конструкции существующих стенов для ремонта амортизаторной стойки.

Листы 3 и 4. Сборочные и рабочие чертежи разработанного стенов.

Лист 5. Технологическая карта на разборку и сборку амортизаторной стойки.

Лист 6. Техничко-экономические показатели разработанной конструкции.

#### 5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Разделы ПЗ	Вафин Н.Ф.
Обеспечение охраны труда и окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте автомобилей	Гаязиев И.Н.
Нормо-контроль	Вафин Н.Ф.

6. Дата выдачи задания 19 апреля 2019 года

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	До 06.05.2019	
2	Раздел 2	До 20.05.2019	
3	Раздел 3	До 03.06.2019	
4	Оформление ПЗ и графической части ВКР	До 10.06.2019	

Студент группы Б242-03 ( Сабилов Р.Ш. )

Руководитель ВКР к.т.н., доцент ( Вафин Н.Ф. )

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Сабирава Р.Ш. на тему  
«Проект станции технического обслуживания автомобилей с разработкой  
стенда для ремонта амортизаторной стойки».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 60 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, 3 разделов, заключения и включает 11 рисунка, 8 таблиц. Список используемой литературы содержит 16 наименований.

Первый раздел пояснительной записки ВКР посвящен состоянию вопроса обеспечения работоспособности автомобилей. Приводятся методы обеспечения работоспособности, организация и технология текущего ремонта автомобилей, в том числе технологический процесс ремонта амортизаторной стойки легковых автомобилей. Произведен обзор конструкции существующих стендов и приспособлений для ремонта амортизаторной стойки. Определены цели и задачи ВКР в соответствии с выбранной темой.

Во втором разделе пояснительной записки приводятся технологические расчеты по организации ремонта автомобилей, в частности, произведено обоснование технологической планировки станции технического обслуживания легковых автомобилей (СТОА) и метода организации ремонта, произведен расчет площади СТОА, обоснована номенклатура и количество необходимого технологического оборудования и оснастки. В этом же разделе рассмотрены вопросы охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды при выполнении работ на СТОА.

В третьем разделе приводятся конструктивные расчеты стенда для ремонта амортизаторной установки, требования безопасности при эксплуатации разработанного стенда, а также произведен расчет технико-экономических показателей эффективности разработанного стенда.

Пояснительная записка ВКР завершается заключением.

В приложении пояснительной записки приводится перечень технологического оборудования для рассматриваемой станции.

## **ABSTRACT**

for Sabirov's R.Sh. final qualifying work (FQW) on the theme  
“The project of the car service station with the development  
of a stand for the repair of the shock strut”.

The final qualifying work consists of an explanatory note on 60 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, 3 sections, conclusion and includes 11 figures, 8 tables. The list of used literature contains 16 items.

The first section of the explanatory note of FQW is devoted to the state of the issue of ensuring the performance of cars. The methods of ensuring the efficiency, organization and technology of the current repair of cars, including the technological process of repair of the shock-absorber strut of cars. A review of the design of existing stands and devices for the repair of the shock absorber strut. The goals and objectives of FQW are defined in accordance with the chosen theme.

In the second section of the explanatory note provides technological calculations for the organization of car repairs, in particular, the rationale for the technological planning of the service station and repair of cars and the method of organizing repairs, the calculation of the area of the service station and repair of cars, justified the range and quantity of necessary technological equipment and equipment. In the same section, the issues of labor protection, fire safety and environmental protection in the performance of work on the service station and repair of cars.

The third section presents the design calculations of the stand for the repair of the shock absorber, the safety requirements for the operation of the developed stand, as well as the calculation of technical and economic performance indicators of the developed stand.

The explanatory note of FQW ends with the conclusion.

The Appendix of the explanatory note contains a list of technological equipment for the station under consideration.

## Содержание

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
<b>1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ</b>	<b>9</b>
1.1 методы обеспечения работоспособности автомобилей	9
1.2 Виды и методы ремонта автомобилей	10
1.3 Технологический процесс текущего ремонта автомобилей	11
1.4 Технология ремонта амортизаторной стойки легковых автомобилей	13
1.4.1 Назначение и устройство подвески	13
1.4.2 Ремонт амортизаторной стойки	15
1.4.4 Обзор конструкции существующих приспособлении для разборки и сборки амортизаторной стойки автомобилей	16
1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы	19
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>20</b>
2.1 Исходные данные для расчета	20
2.2 Определение количества условных автомобилей	21
2.3 Расчет трудоемкости ТО и ремонта автомобилей	22
2.3.1 Корректирование удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей	22
2.3.2 Определение годовой трудоемкости ТО и ремонта автомобилей	23
2.3.3 Определение трудоемкости вспомогательных работ	24
2.3.4 Определение общей трудоемкости выполнения работ на СТОА	24
2.4 Определение количества рабочих постов	25
2.5 Определение количества обслуживающего персонала	27
2.5.1 Определение явочного количества обслуживающего персонала в зоне постовых работ по ТО и ремонту	27
2.5.2 Определение явочного количества обслуживающего персонала в производственных участках	27
2.5.3 Определение количества вспомогательного персонала	28
2.5.4 Определение общего количества обслуживающего персонала	28
2.6 Выбор технологического оборудования для СТОА	29
2.7 Определение площади СТОА	29
2.7.1 Определение площади производственных помещений	29
2.7.2 Определение площади складских и других помещений СТОА	31
2.8 Выбор планировочного решения здания СТОА	33

2.9	Безопасность жизнедеятельности на СТОА	34
2.9.1	Требования безопасности к помещениям для технического обслуживания и ремонта автомобилей	34
2.9.2	Пожарная безопасность при выполнении работ на СТОА	36
2.10	Требования экологической безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей	37
3	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	38
3.1	Обоснование темы конструкторской части	38
3.2	Устройство и принцип работы приспособления для разборки и сборки амортизаторной стойки	39
3.3	Конструктивные расчеты стенда для ремонта амортизаторной стойки	40
3.3.1	Расчет пневмоцилиндра	40
3.3.2	Расчет диаметра стяжной шпильки пневмоцилиндра	41
3.3.3	Расчет цилиндра на прочность	43
3.3.4	Определение диаметра винта крепления крючка верхнего упора	45
3.4	Требования безопасности при эксплуатации стенда для ремонта амортизаторной стойки	46
3.5	Технико-экономическое обоснование конструкторской разработки	47
3.5.1	Определение массы и стоимости проектируемого стенда	47
3.5.2	Определение технико-экономических показателей	49
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	55
	ПРИЛОЖЕНИЕ	57
	СПЕЦИФИКАЦИИ	60

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт применяется во всех отраслях народного хозяйства и имеет большое значение для экономики любой страны. Автотранспорт обладает рядом преимуществ перед другими видами транспорта, к которым относятся высокая мобильность, доступность, низкая стоимость и достаточно высокая скорость доставки грузов и перевозки пассажиров и т.д. В последние годы происходит постоянное развитие автомобильного транспорта как в количественном, так и качественном отношении.

Вместе развитием автомобильного транспорта должно развиваться и система технического обслуживания и ремонта автомобилей. Это необходимо для того, чтобы обеспечить требуемое техническое состояние автомобилей в течении всего срока их службы. От технического состояния автомобилей зависят и их технико-эксплуатационные свойства, к которым относятся, например, грузоподъемность, производительность, безопасность, надежность автомобиля, экономичность эксплуатации, срок службы и т.д. К сокращению срока службы автомобилей, снижению их надежности и безопасности, увеличению стоимости эксплуатации способствует нарушение правил эксплуатации, не соблюдение сроков и требований технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Современные автомобили отличаются большой функциональностью, мобильностью и сложностью конструкции. В разных автомобилях применяются узлы и агрегаты с разным устройством и принципом работы, широко используются электронные системы управления и т.д. Все это требует создание и организацию сети предприятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей: гаражей и стоянок, автозаправочных станций, станций технического обслуживания и ремонта, дилерских предприятий и т.д.

Для обеспечения качественного технического сервиса автомобилей все работы по их диагностики, обслуживанию и ремонту должны выполняться квалифицированным персоналом с применением современных технических средств: приборов, приспособлений и оборудования. При этом необходимо постоянно проводить мероприятия, направленные на улучшение условий труда и санитарно-гигиенического обслуживания персонала станций технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также на обеспечение их безопасности и сохранению здоровья в процессе труда.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование станции технического обслуживания автомобилей и обоснование мероприятий по ТО и ремонту легковых автомобилей.

Для достижения поставленной цели и решить следующие задачи:

1. Рассмотреть современное состояние вопроса обеспечения работоспособности автомобилей.
2. Произвести технологические расчеты и планировку станции технического обслуживания автомобилей.
3. Разработать стенд для ремонта амортизаторной стойки легковых автомобилей.
4. Рассчитать технико-экономические показатели конструкторской разработки.
5. Разработать мероприятия по охране труда и окружающей среды при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

# 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

## 1.1 Методы обеспечения работоспособности автомобилей

В процессе эксплуатации автомобиля изменяется его техническое состояние, что приводит к ухудшению его технико-эксплуатационных свойств, а также к полной или частичной потере работоспособности. В связи с этим, необходимо проводить мероприятия, направленные на обеспечение работоспособности автомобилей [9].

Существуют два метода обеспечения работоспособности:

- поддержание работоспособности (техническое обслуживание);
- восстановление работоспособности (ремонт).

Эти методы являются составной частью планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей (рисунок 1.1)

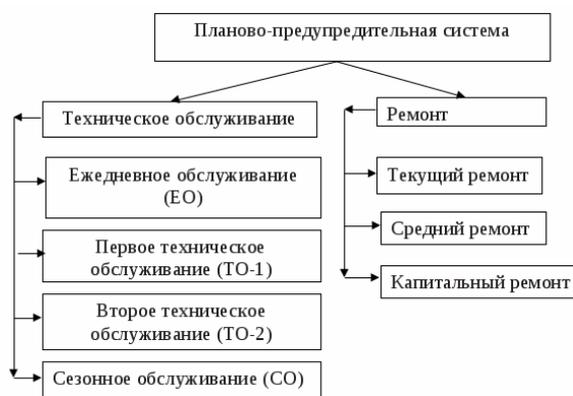


Рисунок 1.1 – Схема планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей

На работоспособность автомобилей в процессе эксплуатации влияют следующие факторы: не соблюдение периодичности операций ТО или некачественное их выполнение; выполнение ремонтных работ без специального оборудования и приспособлений; применение не рекомендованных инструкцией сортов топливно-смазочных материалов или нарушение правил их применения и другие.

## 1.2 Виды и методы ремонта автомобилей

Ремонтные работы проводятся для восстановления работоспособности автомобиля, а также для устранения отказов и неисправностей, которые могут возникать в процессе эксплуатации или могут быть выявлены при техническом обслуживании. Если ремонтные работы выполняются после появления отказа или неисправности, то это ремонт по потребности, через определенный пробег – плановый или предупредительный ремонт [15].

Плановый ремонт, в основном, рекомендуется проводить для автомобилей, к которым предъявляются повышенные требования по надежности и безотказности, например, автобусы, автомобили-такси, автомобили специальных служб, автомобили, перевозящие опасные грузы и другие.

Согласно Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта предусмотрены два вида ремонта:

- капитальный ремонт (КР);
- текущий ремонт (ТР).

Капитальный ремонт проводится для восстановления работоспособности автомобилей и их агрегатов. При этом выполняются следующие виды работ: полная разборка автомобиля или его агрегатов, дефектовка деталей или отдельных узлов, восстановление или замена изношенных деталей, сборка, регулировка, обкатка и испытание.

Текущий ремонт предназначен для обеспечения или восстановления работоспособности автомобиля, при котором производится устранение возникших неисправностей или отказов. Основными видами работ, выполняемые при текущем ремонте, являются: разборочно-сборочные, слесарные, сварочные, дефектовочные, окрасочные, замена деталей и агрегатов.

Ремонт автомобилей может быть выполнен индивидуальным или агрегатным методом [13].

Индивидуальный метод ремонта предусматривает снятие с автомобиля неисправных узлов и агрегатов с последующим их ремонтом и установкой на тот же автомобиль. Основным недостатком данного метода является то, что при этом увеличивается время простоя автомобиля, которое связана с временем ремонта его агрегатов.

Для устранения данного недостатка применяется агрегатный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты или узлы автомобиля заменяют новыми или отремонтированными агрегатами. Использование данного метода при текущем ремонте значительно сокращает время простоя автомобиля на ремонте, следовательно, это ведет к увеличению производительности автомобилей и снижению себестоимости выполняемых работ.

### **1.3 Технологический процесс текущего ремонта автомобилей**

Технологический процесс ремонта автомобиля представляет собой совокупность операций, которые выполняются последовательно как по времени, так и в пространстве в соответствии с техническими условиями [15]. При этом выполняются следующие основные операций: наружная мойка автомобиля, его диагностирование, разборка автомобиля, контроль и сортировка (дефектовка) деталей, восстановление и комплектование деталей, сборка, обкатка и испытание (рисунок 1.2). В зависимости от вида отказа или неисправности и принятого способа их устранения перечень и содержание операции при текущем ремонте автомобиля могут быть различными.

Перед началом ремонтных работ автомобили подвергаются наружной мойки и очистки, которая должна проводится на оборудованной для этого площадке. Затем проводится диагностирование автомобиля с целью определения общего технического состояния. При этом уточняются причины отказа или неисправности, определяется объем предстоящих ремонтных работ.

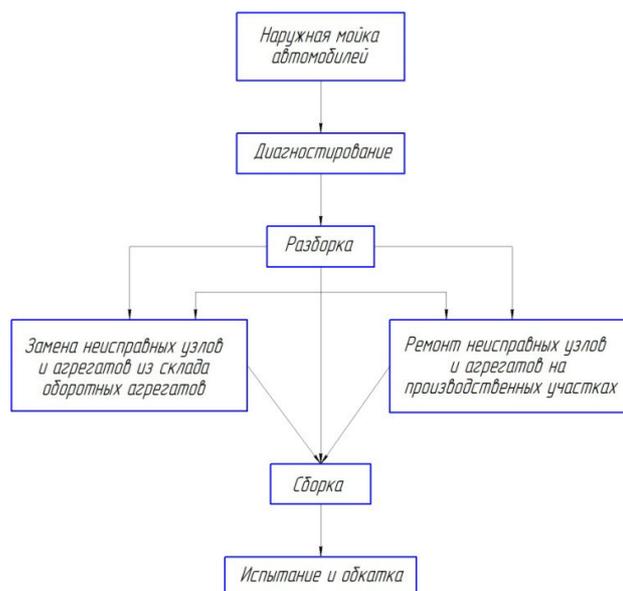


Рисунок 1.2 - Технологический процесс ремонта автомобиля

После проведения подготовительных операций автомобиль направляется в зону текущего ремонта, где производится его разборка, снятие неисправных узлов и агрегатов. Последовательность выполнения разборочных работ должен быть таким, чтобы на этот процесс затрачивался как можно меньше времени. Разборочно-сборочные работы относятся к наиболее трудоемким работам. Поэтому при выполнении разборочно-сборочных работ необходимо применять механизированные инструменты. Подъем и опускание снимаемых с автомобиля тяжелых узлов и агрегатов, а также их транспортировка должна выполняться с применением специальных подъемно-транспортных устройств (подъемные краны, тали, тележки и т.д.).

После снятия с автомобиля неисправные узлы и агрегаты направляют на соответствующие ремонтные участки, где производится их разборка на отдельные детали. Затем эти детали подвергают мойки и дефектовке. Дефектовка детали проводится с целью определения его годности для дальнейшего использования, выявления возможных повреждений, трещин и другие) и определение величины износа. Изношенные детали и детали с дефектами восстанавливают до номинальных размеров или заменяются новыми.

При текущем ремонте автомобилей могут выполняться различные виды работ, к основным из которых относятся сварочные, жестяницкие, кузовные слесарные и другие работы. Выбор способа ремонта зависит от характера и сложности неисправности.

После выполнения ремонтных работ производится сборка узла или агрегата. Для снижения трудоемкости сборочные работы следует производить с применением специальных стенов и механизированного инструмента. Далее собранный узел или агрегат устанавливается на автомобиль и при необходимости производятся регулировочные работы.

## **1.4 Технология ремонта амортизаторной стойки легковых автомобилей**

### **1.4.1 Назначение и устройство подвески**

Подвеска входит в состав ходовой части автомобиля и предназначена для обеспечения упругой связи между колесами и кузовом автомобиля за счет восприятия действующих сил и гашения колебаний. Подвеска современного легкового автомобиля состоит из четырех основных элементов (рисунок 1.3):

- упругие элементы (например, рессоры, пружины или торсионы);
- направляющие элементы (рычаги поперечной и продольной устойчивости);
- демпфирующие элементы (амортизаторы);
- стабилизирующие элементы (штанги с элементами крепления к кузову).

Различают два основных вида подвески автомобиля: зависимая (рисунок 1.4а) и независимая (рисунок 1.4б).

Зависимая подвеска предполагает жесткое соединение колес одной оси, при котором смещение одного колеса при проезде по неровностям дороги способствует смещению другого. Такой тип подвески в основном применяется на грузовых автомобилях и внедорожниках.

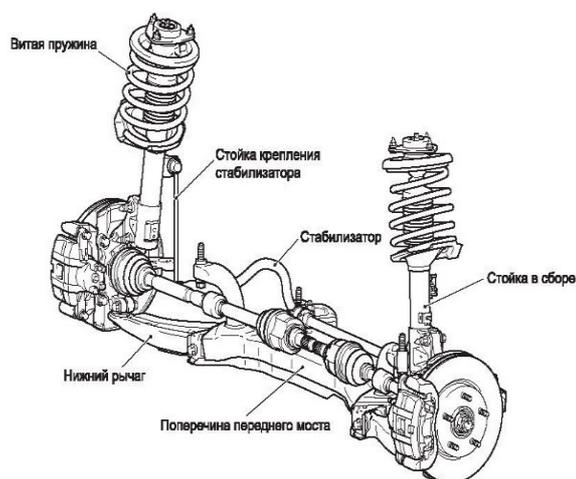


Рисунок 1.3 - Устройство подвески легкового автомобиля



а

б

а – зависимая подвеска; б – независимая подвеска

Рисунок 1.4 - Виды подвески легкового автомобиля

Независимая подвеска имеет более сложную конструкцию, т.к. смещение колес одной оси не зависят друг от друга. Независимая подвеска является более совершенной и применяется в большинстве современных автомобилях. Независимая подвеска предполагает отдельное крепление каждого колеса к кузову. Наиболее распространенным является подвеска «MacPherson».

Необходимо также отметить, что в конструкции автомобилей встречаются и сочетание зависимой и независимой подвески, при котором независимая подвеска устанавливается на переднюю ось, а зависимая - на заднюю.

Основными внешними признаками неисправностей подвески автомобилей являются:

- высокий уровень шума и стука при движении (ослабление крепления амортизаторной стойки, амортизатора, рычагов поперечной устойчивости);

- подтекание рабочей жидкости из амортизаторной стойки или амортизатора;
- повышенное раскачивание кузова автомобиля при движении по неровной дороге;
- крен кузова автомобиля (поломка элементов подвески (пружины или рессор).

Таким образом, техническое состояние подвески автомобиля влияет на безопасность движения автомобиля, утомляемость водителя. Поэтому, необходимо проводить своевременное обслуживание и ремонт элементов подвески.

#### **1.4.2 Ремонт амортизаторной стойки**

Необходимость ремонта или замены амортизаторной стойки определяется самим водителем по внешним признакам, а также при диагностировании и техническом обслуживании автомобиля.

Основным способом ремонта амортизаторных стоек является замена изношенных и дефектных деталей. В случае износа или поломки нескольких деталей рекомендуется заменить стойку в сборе, причем заменяются обе стойки одной оси одновременно.

Технологический процесс ремонта состоит из следующих работ (операций):

- снятие неисправного амортизаторной стойки с автомобиля;
- очистка и мойка амортизаторной стойки от грязи с последующей сушкой;
- разборка амортизаторной стойки;
- осмотр и дефектовка деталей амортизаторной стойки;
- замена негодных деталей новыми;
- сборка амортизаторной стойки;
- установка на автомобиль.

Для разборки и сборки амортизаторной стойки применяются различные приспособления и стенды. Применение этих устройств обеспечивает снижение трудоемкости ремонтных работ и повышение производительности труда и снижает вероятность получения травмы рабочими ударом сжатой пружины.

После разборки детали пружинного энергоаккумулятора необходимо промыть чистым бензином или ацетоном, просушить и тщательно осмотреть.

На поверхности корпусных деталей не допускается наличие трещин, волосовин и других заметных глазом дефектов. Детали надо очистить от ржавчины и пригара. Все негодные детали и резиновые уплотнения необходимо заменить.

### **1.4.3 Обзор конструкции существующих приспособлений для разборки и сборки амортизаторной стойки автомобилей**

При разборки или сборки амортизаторной стойки автомобилей определенную сложность представляет сжатие пружины. Для этого применяются различные по конструкции стенды и приспособления, в которых сжимающее усилие создается механическими, гидравлическими или пневматическими стяжными устройствами. Рассмотрим несколько вариантов конструкции приспособлений для разборки и сборки амортизационных стоек.

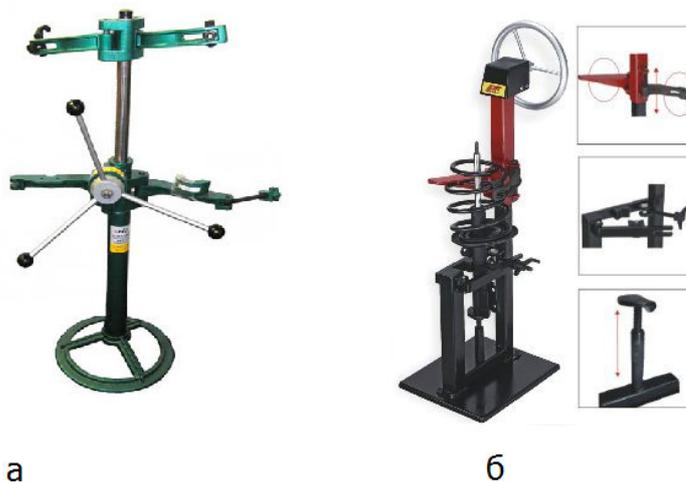
На рисунке 1.5 представлены механические стяжки пружин. Представленные механические стяжки просты по устройству, применяются для стягивания большинства разных типов пружин, сжимающее усилие создается вращением винта.

Более универсальными по конструкции являются стенды для разборки амортизаторных стоек с механическим приводом (рисунок 1.6 ). Стенды позволяют быстро и безопасно производит разборочно-сборочные работы пружин стоек различной конфигурации за счет регулировок по высоте и диаметру.



а - стяжка для пружин MacPherson; б – универсальная стяжка пружин; в – стяжка для пружин с центральной стяжкой; г – стяжка пружин JTC-1401

Рисунок 1.5 – Стяжки пружин амортизаторной стойки механические



а – сжиматель пружин MT 08108; б - стяжка пружин JTC-1404A (Тайвань)

Рисунок 1.6 - Стенды для разборки амортизаторных стоек с механических приводом

Отечественными и зарубежными производителями выпускаются также стенды и приспособления с гидравлическим и пневматическим приводом. Применение гидравлического или пневматического привода обусловлена снижением трудоемкости разборочно-сборочных работ, т.к. при применении механических приспособлении требуется приложить определенное усилие работником.

На рисунке 1.7 представлены стяжки пружин с гидравлическим приводом. Среди них можно выделить переносные (рисунок 1.7 а) и напольные (рисунок 1.7 б и в) варианты. Они универсальны, применяются для стягивания пружин амортизаторных стоек большинства марок автомобилей. Особенностью конструкции представленных приспособлений и стандов является то, что сжимающее усилие создается ручным гидравлическим домкратом.



а – переносная стяжка пружин АЕ&Т (КНР) модели Т01401; б – универсальный стенд JTC-JL9511 (Тайвань); в – стяжка для пружин напольный XC0301C

Рисунок 1.7 - Стяжки пружин с гидравлическим приводом

На рисунке 1.8 представлены станды для стяжки пружин MacPherson с пневматическим приводом. Данные станды универсальные, применяются для стягивания пружин различного диаметра благодаря сменным или универсальным захватам.



а – стяжка пружин стационарная Compras CSC (Дания); б - стяжка пружин макферсона с пневмоприводом СТ-G0108; в – универсальная установка СТ-G0108U; г – пневматический пресс для разборки амортизаторов SS0010 Compact3

Рисунок 1.8 - Стенды для стяжки пружин с пневматическим приводом

Из обзора существующих конструкции стенов и приспособлении для разборки и сборки амортизаторных стоек автомобилей видно, что они имеют простую конструкцию, сравнительно небольшие габариты, обеспечивают безопасность выполнения работ. Необходимо отметить, что в механических приспособлениях необходимо приложить определенное усилие, поэтому их применение увеличивает трудоемкость работ. В конструкции стенов с гидравлическим приводом применяется ручной домкрат. Стенов с пневматическим приводом имеют большие габариты и сравнительно сложную конструкцию.

С целью снижения трудоемкости разборочно-сборочных работ и увеличения производительности рабочих необходимо разработать универсальный стенд для разборки и сборки амортизаторной стойки с пневматическим приводом менее сложной конструкции.

### **1.5 Цели и задачи выпускной квалификационной работы**

Для повышения качества и снижения стоимости ремонтных работ необходимо правильная организация ТО и ремонта автомобилей, основными показателями которого является сокращение времени простоя автомобилей на ремонте и его ожидании и снижение себестоимости выполняемых работ.

С этой целью в данной работе решаются следующие задачи:

- обоснование планировки станции технического обслуживания автомобилей;
- подбор технологического оборудования и оснастки;
- разработка стенда для ремонта амортизаторной стойки;
- экономическое обоснование разработанной конструкции;
- рассмотреть вопросы охраны труда и окружающей среды при выполнении технологических процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В выпускной работы предлагается технологический расчет станции технического обслуживания легковых автомобилей (СТОА), который рассчитан на обслуживание 1500 автомобилей в год. В проектируемом СТОА планируется производит все работы по ТО и ремонту автомобилей в полном объеме, работы по диагностированию, уборочно-моечные работы и другие работы по заявкам владельцев автомобилей.

### 2.1 Исходные данные для расчета

Исходными данными для расчёта являются следующие:

- предполагаемое количество обслуживаемых легковых автомобилей:
  - отечественного производства - 1300;
  - зарубежного производства – 200;
- количество автомобиле-заездов одного автомобиля в год - 2;
- распределение общего количества автомобилей по классам:
  - особо малый класс – 10%;
  - малый класс – 60%;
  - средний класс – 30%;
- климатические условия эксплуатации автомобилей - умеренные;
- режим работы СТОА:
  - количество рабочих дней в году – 305;
  - коэффициент сменности – 1,5;
  - продолжительность смены – 7 ч.

## 2.2 Определение количества условных автомобилей

За условный автомобиль принимается автомобиль, на котором производятся все работы по ТО и ремонту в течение года. Количество условных автомобилей, которые обслуживаются на проектируемом СТОА в течении года определяется по следующей формуле [10]:

$$A_{СТО} = A_{СПИС} \cdot K_{СТО}, \quad (2.1)$$

где  $A_{СПИС}$  - списочное количество автомобилей;

$K_{СТО}$  - коэффициент, учитывающий долю обслуживаемых на проектируемом СТОА автомобилей (принимаем для автомобилей отечественного производства  $K_{СТО} = 0,45...0,60$ , а для автомобилей зарубежного производства -  $K_{СТО} = 0,75...0,80$  [11]).

Таким образом, получим:

$$A_{СТО}^{отеч} = 1300 \cdot 0,6 = 780 \text{ ед.}$$

$$A_{СТО}^{заруб} = 200 \cdot 0,75 = 150 \text{ ед.}$$

При этом необходимо учитывать то, что возможно увеличение количества автомобилей в будущем. Тогда количество обслуживаемых автомобилей определяется по следующей формуле:

$$A = A_{СТО} \cdot K_p \cdot K_T + A_{СТО}, \quad (2.2)$$

где  $K_p$  - коэффициент, учитывающий увеличение количества автомобилей в год (принимаем  $K_p = 0,06$  [11]);

$K_T$  – планируемый период, в течении которого ожидается увеличение количества автомобилей, лет (принимаем  $K_T = 5$  лет).

$$A_{отеч} = 780 \cdot 0,06 \cdot 5 + 780 = 1014 \text{ ед.}$$

$$A_{заруб} = 150 \cdot 0,06 \cdot 5 + 150 = 195 \text{ ед.}$$

Таким образом, общее количество обслуживаемых автомобилей составил:

$$A_{СТО} = 1014 + 195 = 1209 \text{ ед.}$$

Далее произведем распределение общего количества автомобилей по классам. Результаты приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Соотношение автомобилей по классам

Класс автомобиля	% соотношение	Автомобили	
		отечественного производства	зарубежного производства
особо малый	10	101	20
малый	60	608	117
средний	30	305	58
Всего	100	1014	195

## 2.3 Расчет трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

### 2.3.1 Корректирование удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

Корректирование нормативной удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей производится в зависимости от условий эксплуатации по следующей формуле:

$$t_{OP} = t_{OPi}^H \cdot K_{KL}, \quad (2.3)$$

где  $t_{OPi}^H$  - нормативная удельная трудоемкость ТО и ремонта автомобилей  $i$ -го класса, чел.·ч/1000 км (принимается по [8]);

$K_{KL}$  - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации (принимается по [8]).

Для автомобилей отечественного производства:

-особо малого класса:  $t_{OP}^{om} = 2,0 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км};$

-малого класса:  $t_{OP}^m = 2,3 \cdot 1,2 = 2,76 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км};$

-среднего класса:  $t_{OP}^{cp} = 2,7 \cdot 1,2 = 3,24 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км}.$

Для автомобилей зарубежного производства:

-особо малого класса:  $t_{OP}^{om} = 0,6 \cdot 1,2 = 0,72 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км};$

-малого класса:  $t_{OP}^m = 0,7 \cdot 1,2 = 0,84 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км};$

-среднего класса:  $t_{OP}^{cp} = 0,8 \cdot 1,2 = 0,96 \text{ чел.} \cdot \text{ч} / 1000 \text{ км}.$

Для упрощения дальнейших расчетов определим среднее значение откорректированной удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей по видам и классам по следующей формуле:

$$t_{OP.CP} = \frac{\sum(A_{CTO_i} \cdot t_{OP_i})}{A_{CTO}}, \quad (2.4)$$

где  $A_{CTO_i}$  - количество автомобилей  $i$ -го класса, шт.;

$A_{CTO}$  - общее количество автомобилей, пользующихся услугами СТОА, ед.

Для автомобилей отечественного производства:

$$t_{OP.CP}^{отеч} = \frac{101 \cdot 2,4 + 608 \cdot 2,76 + 305 \cdot 3,24}{1014} = 2,86 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{1000 \text{ км.}}$$

Для автомобилей зарубежного производства:

$$t_{OP.CP}^{заруб} = \frac{20 \cdot 0,72 + 117 \cdot 0,84 + 58 \cdot 0,96}{195} = 0,86 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{1000 \text{ км.}}$$

Следовательно, общее среднее значение удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

$$t_{OP.CP} = \frac{2,86 \cdot 1014 + 0,86 \cdot 195}{1209} = 2,5 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{1000 \text{ км.}}$$

### 2.3.2 Определение годовой трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

Годовая трудоемкость ТО и ремонта автомобилей определяется с учетом удельной трудоемкости, количества автомобилей и их годового пробега по следующей формуле:

$$T_{OP}^i = \frac{A_{CTO} \cdot t_{OP.CP} \cdot L_{\Gamma}}{1000}, \quad (2.5)$$

где  $L_{\Gamma}$  - годовой пробег одного автомобиля, км (для расчетов принимаем  $L_{\Gamma} = 10000$  км).

Для автомобилей отечественного производства:

$$T_{OP.отеч}^i = \frac{1014 \cdot 2,86 \cdot 10000}{1000} = 29000 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

Для автомобилей зарубежного производства:

$$T'_{OP.заруб} = \frac{195 \cdot 0,86 \cdot 10000}{1000} = 1677 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

Общую годовую трудоемкость ТО и ремонта всех автомобилей определим суммированием полученных значений:

$$T'_{OP} = 29000 + 1677 = 30677 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

### 2.3.3 Определение трудоемкости вспомогательных работ

К вспомогательным работам, выполняемым на СТОА, относятся техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования, инструментов, здания, коммуникации, хранения и транспортировки узлов и агрегатов и другие [8].

Трудоемкость выполнения вспомогательных работ определяется по следующей формуле:

$$T_{ВСП} = (0,1 \dots 0,15) T'_{OP}. \quad (2.6)$$

$$T_{ВСП} = 0,13 \cdot 30677 = 3988 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

### 2.3.4 Определение общей трудоемкости выполнения работ на СТОА

Общая трудоемкость выполнения всех работ на СТОА определяется по следующей формуле:

$$T_{СТО} = T'_{OP} + T_{ВСП}. \quad (2.7)$$

$$T_{СТО} = T'_{OP} + T_{ВСП} = 30677 + 3988 = 34665 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

## 2.4 Определение количества рабочих постов

Количество рабочих постов на СТОА определяется по следующей формуле [5]:

$$n'_{OP} = \frac{K \cdot T'_{OP} \cdot \kappa_{НП}}{\Phi_{ЯВ} \cdot K_{СМ} \cdot P_{П} \cdot \eta_{П}}, \quad (2.8)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий долю работ, выполняемых на рабочем посту (принимаем  $K=0,75$  [5]);

$\kappa_{НП}$  – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты (принимаем  $\kappa_{НП}=1,15...1,2$  [5]);

$\Phi_{ЯВ}$  – годовой фонд времени явочного рабочего, ч;

$K_{СМ}$  – коэффициент сменности (согласно исходных данных  $K_{СМ}=1,5$ );

$P_{П}$  – количество рабочих на одном посту, чел. ( $P_{П} = 1,5...2$ );

$\eta_{П}$  – коэффициент использования поста (принимаем  $\eta_{П} = 0,95$  [5]).

$$n'_{OP} = \frac{0,75 \cdot 30677 \cdot 1,15}{2150 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 0,95} = 4,2.$$

Принимаем количество постов равным 4.

Годовая трудоемкость выполнения ТО и ремонта на одном посту будет равен  $T'_{OP} = \frac{30677}{4} = 7669,25 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$ .

В таблице 2.2 приведено распределение годовой трудоемкости ТО и ремонта автомобилей по видам работ и месту их выполнения.

Кроме того, в проектируемом СТОА должны быть посты для выполнения уборочно-моечных работ и проведения технического осмотра автомобиля.

Количество постов для выполнения уборочно-моечных работ определяется по следующей формуле:

$$n_{у.м} = \frac{T_{у.м} \cdot K_{Н.П}}{\Phi_{яв} \cdot C \cdot P_{П.у.м} \cdot \eta_{П}}, \quad (2.9)$$

где  $T_{у.м}$  – трудоемкость выполнения уборочно-моечных работ, чел.·ч;

$P_{п.у.м}$  - количество рабочих на одном посту для выполнения уборочно-моечных работ (принимаем  $P_{п.у.м} = 1$  чел.);

$\kappa_{НП}$  - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты (для поста уборочно-моечных работ принимаем  $\kappa_{НП} = 1,3 \dots 1,5$  [5]).

$$n_{у.м.} = \frac{5135,4 \cdot 1,3}{2150 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 0,95} = 2,1.$$

Принимаем количество постов для выполнения уборочно-моечных работ равным 2.

Посты технического осмотра, где будут производиться диагностические и регулировочные работы, принимаем равным 2. Таким образом, общее количество рабочих постов СТОА  $n_{р.п} = 4 + 2 + 2 = 8$  постов.

Таблица 2.2 - Распределение трудоемкости по видам работ и месту их выполнения

Виды работ	Распределение по видам, %	Распределение по месту выполнения			
		На раб. постах, $T_{пi}$		На произв. участках, $T_{уч.i}$	
		%	чел.ч	%	чел.ч
Контрольно диагностические работы	6	100	1840,62	-	-
ТО в полном объеме	35	100	10736,95	-	-
Смазочные работы	5	100	1533,85	-	-
Регулировка углов управляемых колес	10	100	3067,7	-	-
Ремонт и регулировка тормозов	10	100	3067,7	-	-
Электротехнические работы	5	80	1227,08	20	306,77
Работы по сист. питания	5	70	1073,7	30	460,15
Аккумуляторные работы	1	10	30,67	90	276,1
Шиномонтажные работы	7	30	644,2	70	1503,19
Ремонт узлов, систем и агрегатов	16	50	2454,16	50	2454,16
Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	-	-	-	-	-
Окрасочные и противокоррозионные работы	-	-	-	-	-
Обойные работы	-	-	-	-	-
Слесарные работы	-	-	-	-	-
Итого:	100		25676,63		5000,37

## 2.5 Определение количества обслуживающего персонала

### 2.5.1 Определение явочного количества обслуживающего персонала в зоне постовых работ по ТО и ремонту

Явочное количество обслуживающего персонала в зоне выполнения работ по ТО и ремонту автомобилей определяется по следующей формуле [5]:

$$P_{ЯВ}^{ТО,Р} = \sum (n_{ОРi} \cdot P_{Пi}), \quad (2.10)$$

где  $n_{ОРi}$  - количество постов для проведения  $i$ -х работ;

$P_{Пi}$  - принятое количество рабочих на  $i$ -м посту, чел.

$$P_{ЯВ}^{ТО,Р} = 4 + 2 + 2 = 8 \text{ чел.}$$

### 2.5.2 Определение явочного количества обслуживающего персонала в производственных участках

Явочное количество обслуживающего персонала в производственных участках определяется с учетом технологически совместимых работ следующей по формуле:

$$P_{ЯВi}^{уч} = \frac{T_{уч,i}}{\Phi_{ЯВ,i} \cdot C}, \quad (2.11)$$

где  $T_{уч,i}$  - годовая трудоемкость  $i$ -го вида работ, выполняемая на  $i$ -м участке, чел.·ч (таблица 2.2).

Результаты расчетов явочного количества обслуживающего персонала в производственных участках приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Явочное количество обслуживающего персонала в производственных участках

Наименование участка	Трудоемкость на участках	Явочное количество обслуживающего персонала
Электротехнические работы	306,77	0,09
Работы по сист. питания	460,15	0,14
Аккумуляторные работы	276,1	0,08
Шиномонтажные работы	1503,19	0,46
Ремонт узлов, систем и агрегатов	2454,16	0,76
Итого:	5000,37	1,53

Таким образом, принимаем общее количество обслуживающего персонала, работающих на производственных участках равным  $P_{ЯВ}^{уч} = 1 \text{ чел.}$

### 2.5.3 Определение количества вспомогательного персонала

Количество вспомогательного персонала определяется по следующей по формуле:

$$P_{ЯВ,i}^{ВСП} = \frac{T_{ВСП,i}}{\Phi_{ЯВ} \cdot C}, \quad (2.12)$$

где  $T_{ВСП,i}$  - годовая трудоемкость вспомогательных работ, *чел. · ч*.

$$P_{ЯВ}^{ВСП} = \frac{3988}{2150 \cdot 1,5} = 1,2.$$

Принимаем количество вспомогательных рабочих равным 1.

### 2.5.4 Определение общего количества обслуживающего персонала

Общее количество обслуживающего персонала определяется по следующей формуле:

$$P_{ЯВ}^{СТО} = P_{ЯВ}^{ТО,P} + P_{ЯВ}^{уч} + P_{ЯВ}^{ВСП}. \quad (2.13)$$

$$P_{ЯВ}^{СТО} = 8 + 1 + 1 = 10 \text{ чел.}$$

## 2.6 Выбор технологического оборудования для СТОА

Для выполнения планируемого комплекса работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей применяются следующее технологическое оборудование:

- а) технические средства технического обслуживания и ремонта автомобилей;
- б) компрессорное оборудование;
- в) диагностическое оборудование и устройства;
- г) моечное оборудование;
- д) подъемно-транспортное оборудование и другое.

Кроме этого, необходимо также наличие организационной (верстаки, стеллажи, столы, шкафы и т.п.) и технологической оснастки (инструмент, приспособления и др.).

Выбор типажа и количества необходимого технологического оборудования и оснастки зависит от специализации и видов выполняемых работ на рабочих постах, затрат на их эксплуатацию и экономической эффективности.

Перечень технологического оборудования для СТОА приведен в приложении 1.

## 2.7 Определение площади СТОА

### 2.7.1 Определение площади производственных помещений

Площадь зоны ТО и ремонта автомобилей определяется по следующей формуле [8]:

$$F_{з,ОР} = f_a \cdot (n_{ОР,з} \cdot K_{П} + n_{ожТО,Р} \cdot K_{ож}), \quad (2.14)$$

где  $f_a$  - площадь, занимаемая автомобилем,  $m^2$  (принимается  $f_a = 9,2 m^2$ );

$n_{ОР,з}$  - количество постов ТО и ремонта;

$K_{\Pi}$  - коэффициент, учитывающий расстановку автомобилей на рабочих постах (принимаем  $K_{\Pi} = 5$  [8]);

$K_{ож}$  - коэффициент, учитывающий расстановку автомобилей на постах ожидания (принимаем  $K_{ож} = 2,5$  [8]).

$$F_{3,OP} = 9,2 \cdot (4 \cdot 5 + 2 \cdot 2,5) = 230 \text{ м}^2.$$

Площадь постов технического осмотра автомобилей определяется по следующей формуле:

$$F_{ПОДГ} = f_a \cdot (n_{подг} \cdot K_{\Pi}). \quad (2.15)$$

$$F_{ПОДГ} = 9,2 \cdot (2 \cdot 5) = 92 \text{ м}^2.$$

Площадь уборочно-моечного поста определяется по следующей формуле:

$$F_{уч,i} = f_a \cdot n_{P,i} \cdot K_{\Pi}, \quad (2.16)$$

где  $n_{P,i}$  - количество рабочих постов  $i$ -го участка;

$n_{P,i}$  - количество вспомогательных постов  $i$ -го участка;

$$F^{УМ} = 9,2 \cdot 2 \cdot 4 = 73,6 \text{ м}^2.$$

Площадь универсального участка определяется по формуле:

$$F_{уч,i} = \Sigma f_{iA} \cdot K_{OB}, \quad (2.17)$$

где  $\Sigma f_{iA}$  - суммарная площадь, занимаемая оборудованием в плане,  $\text{м}^2$  (приложение 1);

$K_{OB}$  - коэффициент плотности расстановки оборудования (принимаем  $K_{OB} = 3,5 \dots 4$  [8]).

$$F_{уч}^{унив} = 6,45 \cdot 4 = 25,8 \text{ м}^2.$$

Общая площадь производственных помещений определяется по формуле:

$$F_{ПП} = F_{3,OP} + \Sigma F_{уч,i}, \quad (2.18)$$

где  $\Sigma F_{уч,i}$  - суммарная площадь производственных помещений,  $\text{м}^2$

$$F_{ПП} = 230 + 73,6 + 25,8 = 329,4 \text{ м}^2.$$

## 2.7.2 Определение площади складских и других помещений СТОА

В проектируемом СТОА, кроме производственных помещений, будут располагаться складские, технические, офисные и другие помещения.

Расчет площади складских помещений СТОА приведен в таблице 2.4 с учетом удельных нормативных значений площади на 1000 условно обслуживаемых автомобилей.

Таблица 2.4 – Площади складских помещений СТОА

Наименование запасных частей и материалов, подлежащих хранению в отдельных помещениях	Удельная нормативная площадь 1000 условно обслуживаемых автомобилей, $m^2$	Кол-во условно обслуживаемых автомобилей	Площадь складских помещений, $m^2$
Запасные части и детали	32	765	24,4
Двигатели, агрегаты и узлы	12		9,18
Эксплуатационные материалы	6		4,6
Склад шин	8		6,12
Смазочные материалы	6		4,6
Итого:			48,9

Площадь кладовой для хранения узлов и агрегатов, снятых с автомобилей на время выполнения работ на СТОА определяется из расчета  $16 m^2$  на один рабочий пост по ремонту агрегатов, т.е.  $F_{клад} = 16 \cdot 2 = 32 m^2$ .

Площадь для хранения запасных частей, автопринадлежностей, инструмента и автокосметики, предназначенных для продажи на СТОА, следует принимать в размере 10% площади запасных частей и деталей:

$$F_{xp}^{ск} = 10\% \cdot F_{з/ч} = 0,1 \cdot 24,4 = 2,44 m^2.$$

Суммарная площадь складских помещений:

$$F_{скл} = \sum F_{скл,i} \quad (2.19)$$

где  $\sum F_{скл,i}$  - площадь  $i$ -го складского помещения,  $m^2$ .

$$F_{скл} = 48,9 + 32 + 2,44 = 83,34 m^2.$$

Площадь технических помещений определяется по формуле:

$$F_T = 0,07 \cdot F_{ПР} . \quad (2.20)$$

$$F_T = 0,07 \cdot 329,4 = 23,05 \text{ м}^2 .$$

Площадь помещения для клиентов определяется по формуле:

$$F_{КЛ} = 2,5 \cdot n_{ПЛ} \quad (2.21)$$

$$F_{КЛ} = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ м}^2 .$$

Площадь магазина по продаже запасных частей и автопринадлежностей на СТОА определяется по формуле:

$$F_{маг} = 0,3 \cdot F_{КЛ} . \quad (2.22)$$

$$F_{маг} = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ м}^2 .$$

Площадь офисных помещений:

$$F_{оф} = 7 \cdot P_a , \quad (2.23)$$

где  $P_a$  - количество административно-обслуживающего персонала (принимается равным 5).

$$F_{оф} = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2 .$$

Площадь бытовых помещений:

$$F_{б} = 4(P_{ЯВ}^{СТО} + P_a) . \quad (2.24)$$

$$F_{б} = 4 \cdot (10 + 5) = 60 \text{ м}^2 .$$

Общая площадь здания СТОА:

$$F_{зд} = F_{ПР} + F_{ПОДГ} + F_{СКЛ} + F_T + F_{КЛ} + F_{маг} + F_{оф} + F_{б} \quad (2.25)$$

$$F_{зд} = 329,4 + 92 + 121,96 + 23,05 + 20 + 6 + 35 + 60 = 687,4 \text{ м}^2 .$$

Длину и ширину здания СТОА принимаем кратной 6 м: длина здания – 36 м, а ширина – 18 м. Тогда принимаем окончательную площадь здания СТОА равным  $F_{зд} = 18 \cdot 36 = 648 \text{ м}^2$ .

## 2.8 Выбор планировочного решения здания СТОА

При выборе планировочного решения здания СТОА, как уже отмечалось, необходимо исходить из того, что размеры здания должны быть кратными 6 м. Поэтому по периметру здания производится расстановка колонн через каждые 6 м. В рабочей зоне будет применяться пролеты длиной 18 м при высоте здания 4,5 м, что будет способствовать расширению рабочей зоны, а в зоне складских и административно-бытовых помещений – 12 м при высоте здания 2,4 м.

При планировке СТОА необходимо выполнить размещение производственных участков и помещений с учетом следующих рекомендации:

- зона ТО и ремонта автомобилей должны быть непосредственно связаны со всеми производственно-складскими помещениями;
- офисные помещения, магазин запасных частей и автопринадлежностей, зона для клиентов должны располагаться смежно, при этом офисные помещения должны быть непосредственно связаны как с зоной ТО и ремонта автомобилей, так и с зоной для клиентов;
- участок наружной мойки и уборки автомобилей должен располагаться отдельно с возможностью отдельного въезда и выезда автомобилей;
- посты технического осмотра и диагностики автомобилей, складские помещения следует располагать рядом с зоной ТО и ремонта.

В зоне ТО и ремонта рабочие посты располагаются с двух сторон. При этом имеется отдельный въезд и выезд из зоны ТО и ремонта.

Схема планировочного решения проектируемого СТОА представлена в графической части выпускной работы.

## 2.9 Требования безопасности при выполнении работ на СТОА

### 2.9.1 Требования безопасности к помещениям для технического обслуживания и ремонта автомобилей

Согласно действующим строительным и санитарным нормам и правилам в рабочей зоне СТОА должны быть обеспечены значения показателей условий труда [10], которые представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Требуемые значения показателей условий труда на проектируемом СТОА

Показатель	Значение показателя			
	Температура воздуха, °С	17,8	18,3	20,7
Относительная влажность воздуха, %	100	90	50	30

В целях обеспечения оптимальной температуры СТОА должен быть оборудован общеобменной вентиляцией, которая позволяет произвести забор загрязненного воздуха из верхней зоны рабочих постов и направит поток свежего и очищенного воздуха в рабочую зону. Кроме этого, все рабочие посты, в которых при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей производится запуск двигателя, должны быть оборудованы принудительной вентиляцией и местными отсосами.

Помещения для технического обслуживания и ремонта автомобилей должны иметь въезды и выезды, которые должны быть без порогов и выступов. внутри помещения их оборудуют тепловыми завесами.

Поверхность пола СТОА должен быть ровным с возможностью проведения уборки от мусора, очистки от пролитых жидкостей (масла, топлива и других). Если пол бетонный, то следует установить деревянные переносные настилы.

Все помещения СТОА должны иметь естественное и искусственное освещения. При этом осветительные приборы необходимо располагать таким

образом, чтобы обеспечить правильное направление светового потока, без резких теней. Выполнение этих требований обеспечивает снижение утомляемости зрения рабочих и повышает безопасность выполнения работ.

Для обеспечения безопасности выполняемых на СТОА работ необходимо также произвести более рациональную планировку помещений и рабочих постов, размещение технологического оборудования, приспособлений, инструментов и оснастки. Кроме этого, все применяемые при техническом обслуживании и ремонте автомобилей оборудование, приспособления и инструменты должны быть исправными. Технологическое оборудование, оснастку, приспособления и инструменты применять только по назначению.

Оборудование, в которых имеется вращающиеся или перемещающиеся части должны иметь исправные защитные кожухи и ограждения технологического оборудования. Подъемное оборудование должны быть оборудованы устройствами, которые обеспечивают остановку груза на любой высоте при его подъеме и плавное опускание груза, а также исключают самопроизвольное его опускание.

Рабочие, производящие работы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей должны пользоваться средствами индивидуальной защиты:

- для защиты тела работника: костюм ГОСТ 12.4.109-82, комбинезон ГОСТ 12.4. 100-80;
- для защиты рук: рукавицы комбинированные.

Все операции по диагностики, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей должны выполняться на предусмотренных для этого местах (рабочих постах). Постановка автомобиля на пост технического обслуживания и ремонта и его перемещение в рабочей зоне СТОА должно осуществляться только под руководством ответственного работника. При этом запрещается нахождение людей в зоне перемещения автомобиля.

### 2.9.2 Пожарная безопасность при выполнении работ на СТОА

К основным требованиям пожарной безопасности при выполнении работ на СТОА относятся [10]:

1) На территории СТОА запрещается хранение резервуаров для топливо-смазочных материалов.

2) Хранение негорючих и горючих материалов в одном помещении допускается, если площадь помещения не превышает  $50\text{м}^2$ .

3) Внутренние двери СТОА должны быть изготовлены из материалов, предел огнестойкости которых не менее 0,75ч.

4) На территории СТОА должны быть оборудованы специальные места для курения.

5) Запрещается разведение костров и пользование открытым огнем на территории СТОА.

6) Все помещения СТОА должны быть оборудованы пожарным инвентарем, который должен содержаться в исправном состоянии. Использование пожарного инвентаря не по назначению категорически запрещается. Все помещения оборудуются огнетушителями из расчета один огнетушитель на  $50\text{м}^2$  площади помещения и устанавливаться на видном месте. В помещениях, где производятся работы по ТО и ремонту автомобилей должны быть установлены ящики с сухим просеянным песком из расчета один ящик емкостью  $0,5\text{ м}^3$  на  $100\text{ м}^2$  площади, но не менее двух на каждое отдельное помещение.

7) На СТОА должны быть организована добровольная пожарная дружина.

8) Должны быть разработаны план эвакуации автомобилей и людей при возникновении пожара и инструкции по действию персонала на случай пожара.

## **2.10 Требования экологической безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей**

Автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в основном, из-за выхлопных газов, остатков топливо-смазочных материалов и других отходов, получаемых при его эксплуатации. Наибольшую опасность для окружающей среды представляет эксплуатация неисправного автомобиля, в котором имеются неисправности систем питания, смазки двигателя, системы выхлопа, гидросистемы и других. При этом могут быть подтеки топлива и масла, которые могут попасть в почву и канализацию.

При выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей необходимо следующие требования:

- отработанные масла, топливо и другие технические жидкости должны собираться в специальную емкость и вывозиться на утилизацию;
- пришедшие в негодность автомобильные шины необходимо складировать в установленном месте и вывозиться на утилизацию;
- неисправные аккумуляторные батареи складываются в установленном месте и вывозятся на утилизацию;
- твердые и бытовые отходы, а также использованная ветошь должны собираться в отдельный контейнер и по мере накопления вывозиться на утилизацию;
- оборудование помещений системами очистки сточных вод.

Таким образом, своевременное и качественное проведение операции технического обслуживания и ремонта обеспечивает экологическую безопасность эксплуатации автомобиля. При этом все эти работы должны проводиться в предусмотренных для этого местах.

## **3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1 Обоснование темы конструкторской части**

Процесс ремонта машин является трудоемким процессом, при котором выполняются различные операции. Необходимо отметить, что трудоемкость разборочно-сборочных операции составляет до 20-25% трудоемкости всего процесса ремонта [15].

Для снижения трудоемкости разборочно-сборочных операции применяются различные приспособления, оборудования и инструменты. К ним относятся различные ключи, гайковерты, съемники, прессы, разборочно-сборочные стенды, приспособления для сжатия пружин и т.д.

При разборке и сборке амортизаторных стоек автомобилей требуется сжатие амортизаторной пружины. Для этого применяются приспособления различной конструкции, которые были рассмотрены в первом разделе пояснительной записки. Применение различных приспособлений при разборке и сборке узлов и агрегатов машин позволяет снимать детали не повреждая их, тем самым обеспечивает высокое качество ремонтных работ, а также повышается производительность труда.

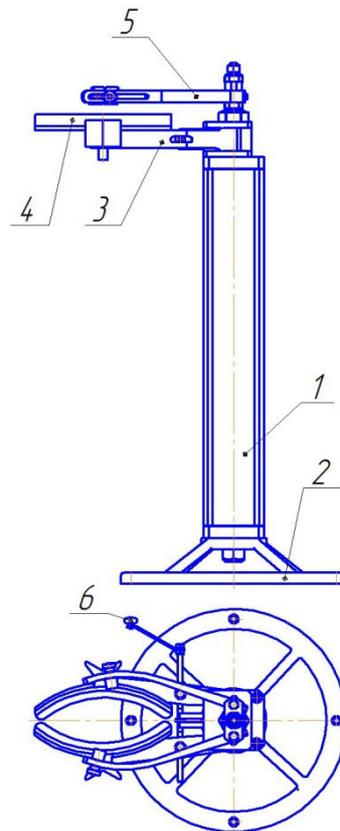
Существующие приспособления для разборки и сборки амортизаторной стойки автомобилей просты по конструкции, обеспечивают необходимое усилие сжатия пружины и удобны в работе.

В конструкторской части выпускной работы обосновывается конструкция стенда для ремонта амортизаторной стойки, к котором в качестве основного рабочего элемента, который создает усилие сжатия пружины используется пневмоцилиндр.

### 3.2 Устройство и принцип работы стенда для ремонта амортизаторной стойки

Проектируемый стенд предназначено для монтажа и демонтажа амортизационной пружины подвески легковых автомобилей. Общий вид стенда представлен на рисунке 3.1.

Стенд для ремонта амортизаторной стойки состоит из пневмоцилиндра 1, нижняя часть которого крепится к основанию 2. К верхней части пневмоцилиндра крепится нижний упор 3 с захватами 4. К штоку пневмоцилиндра закреплен верхний упор 5.



1 – пневмоцилиндр; 2 – основание; 3 – нижний упор; 4 – захват;

5 – верхний упор; 6 - рукоятка

Рисунок 3.1 - Общий вид стенда для ремонта амортизационной стойки

Принцип работы данного стенда состоит в следующем. Вся работа производится со снятой с автомобиля амортизаторной стойкой. Для разведения верхнего и нижнего упоров необходимо подать сжатый воздух в нижнюю полость пневмоцилиндра. При этом выдвигается шток пневмоцилиндра вместе с верхним упором. Максимальное возможное расстояние между упорами 520 мм.

Далее на стенда устанавливаем пружину, захватив как можно больше витков. При этом необходимо следить за надежностью захвата витка крючками верхнего упора. Необходимое расстояние разведения захватов нижнего упора устанавливается с помощью винта с рукояткой 6. Для сжатия пружины необходимо подать сжатый воздух в штоковую полость пневмоцилиндра и снимаем пружину. Номинальное усилие, создаваемое пневмоцилиндром, составляет 5200 Н.

Данная конструкция стенда для ремонта амортизационной стойки легковых автомобилей отличается простотой по устройству и обслуживанию, предназначен для работы с пружинами различного диаметра и высотой до 500 мм.

### **3.3 Конструктивные расчеты стенда для ремонта амортизаторной стойки**

#### **3.3.1 Расчет пневмоцилиндра**

Расчет пневмоцилиндра сводится к определению необходимого диаметра цилиндра и штока при заданных значениях требуемого усилия и хода штока.

Предварительный диаметр пневмоцилиндра определяем по формуле:

$$D'_{\text{ц}} = \sqrt{F_{\text{шт}} / (0,75\rho\eta)}, \quad (3.1)$$

где  $F_{\text{шт}}$  - толкающее усилие штока пневмоцилиндра, Н (в нашем случае  $F_{\text{шт}} = Q = 5200\text{Н}$ );

$\rho$  - давление подаваемого сжатого воздуха, МПа (в нашем случае  $\rho = 0,4\text{МПа}$ );

$\eta$  – КПД пневмоцилиндра (принимаем  $\eta = 0,85$  [3]).

После постановки всех значений в формулу 3.1 получим:

$$D'_{\text{ц}} = \sqrt{5200 / (0,754 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,85)} = 0,084 \text{ м} = 84 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 15608-81 диаметра пневмоцилиндра принимаем равным  $D_{\text{ц}} = 90\text{мм}$  [2]. Согласно этого же ГОСТа принимаем диаметр штока пневмоцилиндра, который будет равным  $d_{\text{шт}} = 20\text{мм}$ .

По принятым диаметрам цилиндра и штока уточняем тянущее усилие на штоке пневмоцилиндра по следующей формуле:

$$F_{\text{шт}}^{\text{Д}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2) \cdot \rho \cdot \eta. \quad (3.2)$$

$$F_{\text{шт}}^{\text{Д}} = 0,785 \cdot (0,09^2 - 0,02^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,85 = 6408 \text{ Н}.$$

### 3.3.2 Расчет диаметра стяжной шпильки пневмоцилиндра

Расчет диаметра стяжной шпильки будем производим по его прочности при действии на крышку пневмоцилиндра давления сжатого воздуха. Материал шпильки Ст3, поставлены с предварительной затяжкой.

При подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр на крышку оказывается давление, которая передается на резьбовое соединение. Сила, действующая на резьбовое соединение одной шпильки определяется по следующей формуле:

$$F = (\pi D^2/4) p/z, \quad (3.3)$$

где  $D$  – внешний диаметр цилиндра, м (в нашем случае  $D = 0,102$  м);

$z$  – количество шпилек (принимаем  $z = 4$ ).

$$F = (3,14 \cdot 0,102^2 / 4) \cdot 0,4 \cdot 10^6 / 4 = 816,5 \text{ Н.}$$

Осевая растягивающая сила, действующая на шпильку после предварительной затяжки и приложения внешней силы определяется по следующей формуле:

$$F_a = [K(1 - X) + X]F, \quad (3.4)$$

где  $K$  – коэффициент затяжки шпильки (принимаем  $K = 3$  [2]);

$X$  – коэффициент внешней нагрузки.

Коэффициент внешней нагрузки принимаем  $X = 0,5$  [2], т.к. между крышкой и торцом цилиндра устанавливается уплотнительное кольцо для обеспечения герметичности соединения.

После постановки всех значений в формулу 3.4 получим:

$$F_a = [3 \cdot (1 - 0,5) + 0,5] \cdot 816,5 = 1633 \text{ Н.}$$

Необходимый диаметр резьбы шпильки определяется по следующей формуле [2]:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{F_a / [\sigma_p]}, \quad (3.5)$$

где  $[\sigma_p]$  - допускаемое напряжение на растяжение материала шпильки, МПа.

Допускаемое напряжение на растяжение материала шпильки определяется по следующей формуле:

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [S], \quad (3.6)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести материала шпильки, МПа (принимается по [2]  $\sigma_T = 220$  МПа (для стали Ст3));

$[S]$  - допускаемый коэффициент запаса прочности для шпилек (принимается  $[S] = 3$  [2]).

$$[\sigma_p] = 220/3 = 73,3, \text{ МПа.}$$

Подставляем все значения в формулу 3.5. Тогда расчетный диаметр резьбы шпилек будет равен:

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{1633/73,3 \cdot 10^6} = 0,0076 \text{ м} = 7,6 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр резьбы шпилек крепления крышки пневмоцилиндра равным М8 (с крупным шагом).

### 3.3.3 Расчет цилиндра на прочность

Исходные данные к расчету цилиндра на прочность:

- материал цилиндра: Сталь 20;
- внутренний радиус цилиндра  $r_B = 0,045$  м;
- наружный радиус цилиндра  $r_H = 0,102$  м.
- модуль упругости материала цилиндра -  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

На рисунке 3.2 приведена схема к расчету цилиндра на прочность.

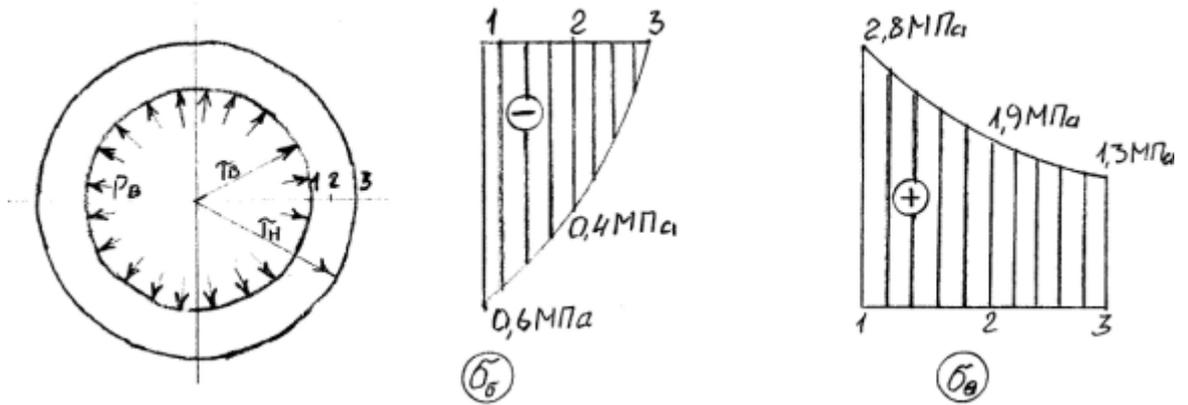


Рисунок 3.2 - Схема к расчету цилиндра на прочность

Произведем расчет цилиндра на прочность по третьей теории прочности. Согласно этой теории, нормальные напряжения, действующее на цилиндрической поверхности и проходящее через ось симметрии определяются по следующим формулам:

$$\sigma_r = p_B r_B^2 (r_H^2/r^2 - 1)/(r_H^2 - r_B^2); \quad (3.7)$$

$$\sigma_\theta = p_B r_B^2 (r_H^2/r^2 + 1)/(r_H^2 - r_B^2). \quad (3.8)$$

$$\sigma_r = 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,045^2 \cdot (0,102^2/r^2 - 1)/(0,102^2 - 0,045^2).$$

$$\sigma_\theta = 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,045^2 \cdot (0,102^2/r^2 + 1)/(0,102^2 - 0,045^2).$$

С помощью полученных выражений находим: при  $r = r_B = 0,045$ , м.

$$\sigma_r = -0,6, \text{ МПа}; \quad \sigma_\theta = 2,8, \text{ МПа}.$$

$$\text{При } r = 0,05, \text{ м: } \sigma_r = -0,4, \text{ МПа}; \quad \sigma_\theta = 1,9, \text{ МПа}.$$

$$\text{При } r = 0,06, \text{ м: } \sigma_r = 0, \text{ МПа}; \quad \sigma_\theta = 1,3, \text{ МПа}.$$

На рисунке 3.2 также представлены эпюры, построенные по полученным значениям. Из эпюр видно, что наиболее опасными являются точки у внутренней поверхности цилиндра, в которых действуют главные напряжения.

$$\sigma_1 = \sigma_\theta = 2,8, \text{ МПа} \text{ и } \sigma_3 = \sigma_r = -0,6, \text{ МПа}.$$

Произведем проверку соблюдения следующего условия (согласно третьей теории прочности):

$$\sigma_1 + \sigma_3 \leq [\sigma], \quad (3.9)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение, МПа (принимаяем  $[\sigma] = 80$  МПа [2]).

$$\sigma_1 + \sigma_3 = 2,8 + 0,6 = 3,4 \text{ МПа} < [\sigma] = 80, \text{ МПа}.$$

Условие соблюдается. Таким образом, прочность стенок цилиндра обеспечивается.

### 3.3.4 Определение диаметра винта крепления крючка верхнего упора

Диаметр винта крепления крючка верхнего упора определим исходя из его прочности на срез при действии на него силы  $F = 5200$  Н. Схема к расчету представлена на рисунке 3.3.

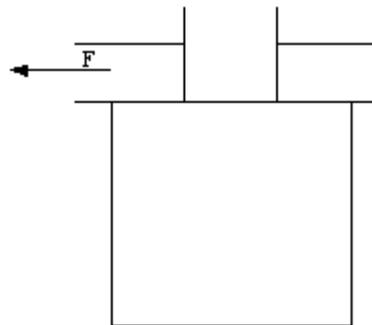


Рисунок 3.3 - Схема к расчету винта крепления крючка верхнего упора

Диаметр винта определяется по следующей формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}, \quad (3.10)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения винта,  $\text{м}^2$ .

Площадь поперечного сечения винта определим исходя из прочности на срез при действии максимальной нагрузке по следующей формуле:

$$A = \frac{F_{max}}{[\sigma]}, \quad (3.11)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение на срез, МПа.

$$A = \frac{5200}{250} = 21,22 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

После постановки всех значений в формулу 3.10 получим:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 21,22 \cdot 10^{-5}}{3,14}} = 0,0078 \text{ м} = 7,8 \text{ мм}.$$

Таким образом, принимаем диаметр винта  $d = 8 \text{ мм}$  (ГОСТ 17475-80).

### **3.4 Требования безопасности при эксплуатации стенда для ремонта амортизаторной стойки**

К работе на стенде для ремонта амортизационной стойки допускаются лица, прошедшие инструктаж по техники безопасности и обучение по правилам эксплуатации.

При работе на данном стенде запрещено:

- использовать не по назначению;
- допускать в рабочую зону посторонних лиц;
- работать без очков;
- превышать давление сжатого воздуха в пневмосистеме;
- работать в состоянии усталости, алкогольного или наркотического опьянения;
- вносить изменения в конструкцию стенда;
- работать при наличии повреждения, поломки стенда.

Перед началом работы необходимо произвести осмотр стенда на отсутствие повреждений, деформации, поломок, проверку герметичности пневмосистемы. Выявленные неисправности устранить. Стенд необходимо установить на ровную, шероховатую поверхность, способную выдерживать нагрузку.

Во время работе избегать защемления пальцев рук и пользоваться очками. Одежда должна быть заправлена. Рабочая зона должна быть чистой, хорошо освещенной. При работе необходимо соблюдать осторожность, все действия по сжатию и рассжатию пружины должны быть плавными, без резких рывков.

### **3.5 Технико-экономическое обоснование конструкторской разработки**

#### **3.5.1 Определение массы и стоимости проектируемого стенда**

Масса разрабатываемой конструкции определяется по формуле [4]:

$$G = (G_k + G_{II}) \cdot K, \quad (3.12)$$

где  $G_k$  – масса разрабатываемых деталей и узлов конструкции, кг;

$G_{II}$  – масса покупных узлов конструкции, кг (принимаем  $G_{II} \approx 15$  кг);

$K$  – коэффициент, учитывающий массу монтажных материалов используемых при изготовлении конструкции ( $K = 1,1 \dots 1,3$ ).

Расчет массы разрабатываемых деталей приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчет массы разрабатываемых деталей

Наименование детали	Масса детали, кг	Колич. детали, шт	Общая масса
1	2	3	4
Основание	7.40	0.78	5.8
Пневмоцилиндр	21.30	0.78	16.7
Кронштейн	2.40	0.78	1.88
Кронштейн	0.50	0.78	0.39
Упор верхний	0.57	0.78	0.45
Упор нижний	2.24	0.78	1.76
Захват	1.36	0.78	1.07
Палец	0.04	0.78	0.03
Винт	0.13	0.78	0.1
Ручка	0.08	0.78	0.06
Втулка	0.05	0.78	0.04
Всего	-	-	31,69

$$G = (31,69 + 1,5) \cdot 1,15 = 39 \text{ кг.}$$

Стоимость разрабатываемой конструкции определяется по формуле [4]:

$$C_{\text{б}} = (G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}) \cdot K_{\text{нач}}, \quad (3.13)$$

где  $C_{\text{з}}$  – издержки изготовления, приходящиеся на 1 кг массы конструкции, руб, ( $C_{\text{з}} = 0,02 \dots 0,15$ ), [4];

$E$  – коэффициент изменения стоимости изготовления конструкции в зависимости от объема выпуска, руб.;

$C_{\text{м}}$  – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы конструкции,  $C_{\text{м}} = 100$  руб./кг;

$C_{\text{пд}}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нач}}$  – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости,  $K_{\text{нач}} = 1,1 \dots 1,4$  [4].

$$C_{\text{б}} = (31,69 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,95) + 40000) \cdot 1,4 = 56000 \text{ руб.}$$

### 3.5.2 Определение технико-экономических показателей

В качестве исходных данных к расчету рассмотрим технико-экономические показатели базовой и разрабатываемой конструкции (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Технико-экономические показатели разрабатываемой и базовой конструкции

Наименование	Варианты	
	Базовой	Проектируемой
Масса конструкции, кг	39	60
Балансовая стоимость, руб.	56000	70000
Потребная мощность, кВт	2.2	2.2
Часовая производительность, ед/ч	7.6	6
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	300	300
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	350	350

Расчет показателей эффективности сравниваемых установок будет производиться по следующим формулам [4]. При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ .

Дополнительные капитальные вложения определяются по формуле:

$$\Delta K = C_{B0} - C_{B1}, \quad (3.14)$$

где  $C_{B1}$ ,  $C_{B0}$  – балансовые стоимости проектируемой и базовой конструкции, руб.

$$\Delta K = 70000 - 56000 = 14000 \text{ руб.}$$

Часовая производительность конструкции определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.15)$$

где  $t$  – коэффициент использования времени смены (0,6...0,9);

$T_{\text{ц}}$  – время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}0} = 60 \cdot \frac{0,6}{6} = 6 \text{ ед/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = 60 \cdot \frac{0,6}{4,7} = 7,6 \text{ ед/час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_{\text{е}} = G / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (3.16)$$

где  $M_{\text{е}}$ , – металлоемкость конструкции, кг/ед;

$G$  – масса конструкции, кг;

$W_{\text{ч}}$  – часовая производительность конструкции, ед/ч;

$T_{\text{год}}$  – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы конструкции, лет.

$$M_{\text{е}0} = 60 \cdot / (6 \cdot 350 \cdot 7) = 0,0041 \text{ кг/ ед};$$

$$M_{\text{е}1} = 39 \cdot / (7,6 \cdot 350 \cdot 7) = 0,0021 \text{ кг/ ед}.$$

Фондоемкость выполнения работы определяется по формуле:

$$F_{\text{е}} = C_{\delta} / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.17)$$

где  $C_{\delta}$  – стоимость конструкции, руб.

$$F_{\text{е}0} = 70000 / (6 \cdot 350) = 33,3 \text{ руб./ ед};$$

$$F_{\text{е}1} = 56000 / (7,6 \cdot 350) = 21,0 \text{ руб./ ед}.$$

Энергоемкость выполнения работы по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{е}} = N_{\text{е}} / W_{\text{ч}} \quad (3.18)$$

где  $N_{\text{е}}$  – потребляемая мощность, кВт;

$$\mathcal{E}_{\text{е}0} = 2,2 / 6 = 0,37 \text{ кВтч/ ед};$$

$$\mathcal{E}_{\text{е}1} = 2,2 / 7,6 = 0,29 \text{ кВтч/ ед}.$$

Трудоемкость выполнения работы определяется по формуле:

$$T_e = n_p / W_{\text{ч}}, \quad (3.19)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = 1 / 6 = 0,16 \text{ чел·ч/ед.}$$

$$T_{e1} = 1 / 7,6 = 0,13 \text{ чел·ч/ед.}$$

Себестоимость выполнения работы находится из выражения:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.20)$$

где  $C_{\text{зн}}$  – затраты на оплату труда рабочим, руб./ед.

$C_{\text{рто}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./ед;

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

$A$  – амортизационные отчисления, руб./ед.

Затраты на оплату труда рабочим определяются из выражения:

$$C_{\text{зн}} = z_{\text{ч}} \cdot T_e, \quad (3.21)$$

где  $z_{\text{ч}}$  – часовая тарифная ставка рабочих, руб./ч.

$$C_{\text{зн}0} = 300 \cdot 0,16 = 50 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{зн}1} = 300 \cdot 0,13 = 39,4 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электрическую энергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \text{Э}_e, \quad (3.22)$$

где  $\text{Ц}_{\text{э}}$  – комплексная цена электрической энергии, ( $\text{Ц}_{\text{э}} = 4,5 \text{ руб./кВт}$ ).

$$C_{\text{э}0} = 4,5 \cdot 0,37 = 1,65 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{э}1} = 4,5 \cdot 0,29 = 1,30 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО приспособления определяются из выражения:

$$C_{\text{рто}} = C_6 \cdot N_{\text{рто}} / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.23)$$

где  $N_{\text{рто}}$  – норма затрат на ремонт и ТО установки, %.

$$C_{\text{рто}0} = 70000 \cdot 15 / (100 \cdot 6 \cdot 350) = 5,0 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{рто}1} = 56000 \cdot 15 / (100 \cdot 7,6 \cdot 350) = 3,1 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления определяются из выражения:

$$A_i = C_{\text{б}} \cdot a / (100 W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.24)$$

где  $a$  – норма амортизационных отчислений, % ,

$$A_0 = 70000 \cdot 14 / (100 \cdot 6 \cdot 350) = 4,6 \text{ руб./ ед.};$$

$$A_1 = 56000 \cdot 14 / (100 \cdot 7,6 \cdot 350) = 2,9 \text{ руб./ ед.}$$

Тогда получим себестоимость выполнения работы:

$$S_{\text{эксн0}} = 50 + 1,65 + 5,0 + 4,6 = 61,32 \text{ руб./ ед.};$$

$$S_{\text{эксн1}} = 39,4 + 1,30 + 3,1 + 2,9 = 46,9 \text{ руб./ ед.}$$

Приведенные затраты в руб/ед определяются из выражения:

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{эксн}} + E_{\text{н}} \cdot F_e, \quad (3.25)$$

где  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_{\text{н}} = 0,15$ .

$$C_{\text{пр0}} = 61,32 + (0,15 \cdot 33,3) = 66,3 \text{ руб./ ед.}$$

$$C_{\text{пр1}} = 46,9 + (0,15 \cdot 21,0) = 50,0 \text{ руб./ ед.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (61,32 - 46,89) \cdot 7,6 \cdot 350 = 38382 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект в рублях определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K, \quad (3.27)$$

где  $\Delta K$  – дополнительные капитальные вложения, руб.

$$E_{\text{год}} = 38382 - 0,15 \cdot 14000 = 36282 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б1}} / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (3.28)$$

$$T_{\text{ок}} = 56000 / 38382 = 1,46 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \mathcal{E}_{\text{год}} / C_{\text{б1}}, \quad (3.29)$$

$$E_{\text{эф}} = 38382 / 56000 = 0,6.$$

Результаты расчета показателей эффективности сравниваемых конструкции приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты	
	Базовый	Проектируемый
Производительность конструкции, ед /ч	6	7.6
Фондоемкость выполнения работы, руб./ ед	33.3	21,0
Энергоемкость выполнения работы, кВт/ ед	0.3667	0.2895
Металлоемкость установки, кг/ ед	0.0041	0.0021
Трудоемкость выполнения работы, челч/ ед	0.1667	0.1316
Себестоимость выполнения работы, руб./ ед	61,32	46,9
Приведенные затраты, руб./ ед	66,32	50,0
Годовая экономия, руб.	–	38382
Годовой экономический эффект, руб.	–	36282
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	1,46

Анализируя данные таблицы 3.3 можно сказать, что у проектируемого стенда производительность больше, чем у базового на 27%. Проектируемая конструкция имеет меньшую металлоемкость. Применение такой конструкции позволяет получить годовую экономию 38382 руб., а срок окупаемости установки составляет 1,46 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по ТО и ремонту автомобилей, обоснованы методы организации текущего ремонта легковых автомобилей, спроектирована станция технического обслуживания автомобилей (СТОА) и разработан стенд для ремонта амортизаторной стойки подвески легковых автомобилей.

Разработанный стенд предназначен для разборки и сборки амортизаторной стойки большинства современных легковых автомобилей. Применение стенда при ремонтных работах способствует снижению трудоемкости ремонта автомобилей и повышению его качества, а также способствует повышению производительность труда рабочих. Результаты расчета технико-экономических показателей показывают, что применение стенда при ремонтных работах позволит получить годовую экономию в размере более 38000 руб., при этом срок окупаемости капитальных вложений составит 1,46 лет.

В данной работе произведено обоснование планировки СТОА, которая предназначена для выполнения комплекса работ по техническому обслуживанию, диагностики и ремонту легковых автомобилей. Обоснованы площади и размещение помещений и рабочих постов СТОА, подобрано необходимое технологическое оборудование и оснастка. Произведен расчет количества обслуживающего персонала.

В данной работе также рассмотрены вопросы техники безопасности и обеспечения экологичности при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

В заключении необходимо отметить, что своевременное проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей и рациональная организация их выполнения позволяет поддерживать работоспособность автомобилей и повысить безопасность их эксплуатации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьин А.Д., Михлин В.М., Габитов И.И. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений Текст.- М.: Издательский центр «Академия», 2008. 432 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – 9-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2006, ил.
3. Бортников С. П. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебное пособие / С. П. Бортников. - Ульяновск : УлГТУ, 2006. - 74 с.
4. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
5. Дипломное проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие / Туревский И. С. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 240 с.
6. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте. ПОТ Р М-027-2003. - СПб.:ЦОТПБСП, 2003.
7. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.
8. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса.: Учебное пособие./М.М. Мишин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.
9. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие / Н.А. Коваленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 228 с.
10. Предприятия автосервиса. Производственно-техническая база: учебное пособие. Изд. 2-е. доп. и перераб./ Рыбин Н. Н. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та , 2005.—147 с.

11. Проектирование предприятий по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта [Текст]: Методические указания и нормативно-справочные материалы к выполнению курсового проекта. / сост. Б.И. Пугин. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003.-40с.
12. Сырбаков А.П. Диагностика и техническое обслуживание: учебное пособие / А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 220 с.
13. Технология ремонта машин: учебник / В.М. Корнеев, В.С. Новиков, И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. В.М. Корнеева. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 314 с.
14. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Механизмы и приспособления: Уч. пос. / В.М. Виноградов, И.В. Бухтеева и др. - М.: Форум, 2010. - 272 с.: ил.
15. Тищенко Н.Т. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей [Текст]: учебное пособие / Н.Т. Тищенко, Ю.А. Власов, Е.О. Тищенко. –Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 159 с.
16. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник для сред. проф. образования / С.Ф. Головин, В.М. Коншин, А.В. Рубайлов и др.; Под ред. Е.С. Локшина. - М.: Мастерство, 2002. – 464 с.







## **СПЕЦИФИКАЦИИ**