

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка одностоечного подъёмника

Обучающийся

Д.Н. Орёл

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

В настоящей выпускной квалификационной работе рассмотрена разработка одностоечного подъёмника для технического обслуживания лёгкового автомобиля. Актуальность темы обусловлена ростом потребности мелкоузлового ремонта в условиях ограниченных площадей сервисных зон, а также необходимостью повышения эргономики и безопасности работ.

Цель работы – создать компоновочно-конструктивное решение одностоечного подъёмника, обеспечивающее надёжную и удобную эксплуатацию в условиях автосервиса.

Для достижения этой цели решены следующие задачи:

- выполнен расчёт зоны технического обслуживания (ТР) с учётом габаритов транспортного средства и оптимальной схемы размещения оборудования на участке;
- проведён анализ аналогичных конструкций подъёмников на рынке, выделены их преимущества и недостатки, сформированы требования к проектируемому изделию;
- выполнены прочностные и кинематические расчёты основных элементов подъёмника (колонны, подъёмного механизма, креплений), подобраны материалы и узлы;
- разработана технологическая карта операции замены ступичного подшипника с использованием проектируемого подъёмника, исследованы трудоёмкость и сроки выполнения работ;
- проведён экономический расчёт эффективности внедрения подъёмника.

В результате создана конструктивная модель одностоечного подъёмника с расчётными характеристиками, обеспечивающая повышение производительности и безопасности сервисных операций. Полученные результаты могут быть использованы при модернизации существующих автосервисов и в серийном производстве подъёмного оборудования.

Содержание

Введение	5
1 Расчет участка текущего ремонта автомобилей	7
1.1 Описание работ, производимых на участке и оснащение участка текущего ремонта автомобилей	7
1.2 Подбор оборудования и инструмента для зоны ТР	8
1.3 Расчет производственного персонала зоны ТР	10
1.4 Расчет площади зоны ТР	11
2 Подбор аналогов для разрабатываемого одностоечного подъёмника	14
2.1 Обоснование проведения подбора оборудования	14
2.2 Анализ конструкций одностоечного подъёмника	15
3 Разработка конструкции одностоечного подъёмника для легковых автомобилей	21
3.1 Техническое задание на разработку одностоечного подъёмника	21
3.2 Техническое предложение на изготовления разрабатываемой конструкции	23
3.3 Прочностной расчет основных элементов конструкции	26
4 Технология замены ступичного подшипника ВАЗ-2190	30
4.1 Описание узла, принятого на технологическую проработку	30
4.2 Перечень возможных неисправностей подвески ВАЗ-2190 и пути их устранения	33
4.3 Разработка технологического процесса замены ступичного подшипника ВАЗ-2190	34
5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка ТР	38
5.1 Описание участка и производимых работ	38
5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на участке	38
5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на участке	39
5.4 Расчет затрат на электрическую энергию на участке	41

5.5 Расчет затрат на заработную плату персонала	44
Заключение	48
Список используемой литературы и используемых источников	52
Приложение А Спецификация	55

Введение

В современных условиях развития автомобильного сервиса и растущих объёмов технического обслуживания легковых автомобилей особое внимание уделяется оснащению СТО эффективным, надёжным и компактным подъёмным оборудованием. Одним из перспективных решений для мелкосерийных и мобильных ремонтных боксов является одностоечный подъёмник, который сочетает в себе минимальные габариты, простоту конструкции и достаточную грузоподъёмность для обслуживания большинства легковых автомобилей. Создание оптимального одностоечного подъёмника позволит повысить производительность труда, снизить затраты площади и обеспечить высокую степень безопасности при проведении ремонтных и регламентных работ.

Цель работы. Разработать техническое решение и технологический процесс изготовления одностоечного подъёмника для легкового автомобиля, обеспечивающего требуемые параметры надёжности, безопасности и экономической эффективности.

Задачи исследования:

1. Выполнить расчёт зоны технического обслуживания (ТР) в условиях типового ремонтного бокса для определения габаритных и эксплуатационных требований к подъёмнику.
2. Проанализировать и систематизировать аналоги существующих одностоечных подъёмников, выявить их сильные и слабые стороны.
3. На основании полученных исходных данных провести расчёт основных элементов конструкции одностоечного подъёмника (балка, гидроцилиндр, опорная стойка), обеспечить нормативные коэффициенты надёжности и безопасности.
4. Разработать технологию замены ступичного подшипника легкового автомобиля с использованием проектируемого подъёмника, описать последовательность операций и требуемое оснащение.

5. Провести экономическое обоснование внедрения разработанного подъёмника, оценить себестоимость изготовления, сроки окупаемости и экономический эффект для автосервиса.

Научная новизна и практическая значимость. Предложенное сочетание конструктивных и технологических решений позволяет получить одностоечный подъёмник с оптимальным соотношением габаритов, грузоподъёмности и стоимости. Практическая значимость работы заключается в возможности тиражирования разработки на предприятиях легкого автомобилестроения и сервисных центрах, а также в снижении капитальных и операционных затрат СТО.

Методологическая основа исследования включает анализ нормативно-технической документации, методы расчётов прочности и устойчивости конструкций, сравнительный анализ аналогов, а также экономико-расчётные приёмы.

Структура работы. ВКР состоит из пяти глав. В первой главе выполнен расчёт зоны ТР и обоснование требований к подъёмному оборудованию. Во второй главе проведён обзор и анализ аналогичных конструкций одностоечных подъёмников. Третья глава посвящена расчёту основных конструктивных элементов разрабатываемого подъёмника. В четвёртой главе описана технология замены ступичного подшипника на автомобиле при использовании нового оборудования. Пятая глава содержит экономическое обоснование проекта и оценку эффективности его внедрения. Завершают работу выводы и список использованных источников.

1 Расчет участка текущего ремонта автомобилей

1.1 Описание работ, производимых на участке и оснащение участка текущего ремонта автомобилей

Участок текущего ремонта автомобилей предназначен для выполнения планово-предупредительных работ и быстрого устранения небольших неисправностей без проведения капитального или кузовного ремонта. Ниже приводится перечень основных выполняемых на таком участке работ и необходимого оборудования.

К перечню основных технологических операций, выполняемых на постах зоны ТР, относятся:

- приём-сдача транспорта: оформление дефектной ведомости, первичная визуальная диагностика;
- демонтаж агрегатов и узлов, демонтаж деталей, маркировка мест установки;
- очистка и обезжиривание: использование ультразвука, распылителей, щелочных/кислотных растворов;
- контрольный замер геометрии, проверка зазоров щупами, измерение толщины дисков;
- замена колодок, проточка тормозных дисков, замена изношенных деталей;
- затяжка крепёжных соединений по заданному моменту, юстировка рулевой трапеции;
- проверка герметичности систем под давлением, контроль давления в шинах;
- занесение выполненных работ, расходных материалов и времени.

Техническое оснащение участка текущего ремонта включает следующие категории оборудования.

- двух- и одностоечные подъемники;

- осмотровая канава или выдвижная платформа;
- домкраты, подкатные тележки, опоры под кузов;
- наборы ручного инструмента: головки, рожковые, отвертки, динамометрические ключи;
- гайковёрты, дрели, шлифмашины;
- специальные съёмники (подшипников, рулевых тяг), рассухариватель, ключи для ГБЦ;
- набор щупов, микрометр, штангенциркуль;
- ёмкости для слива и хранения отработанных жидкостей;
- организованная вытяжная вентиляция и система удаления отработавших газов;
- стеллажи и шкафы для хранения инструмента и запчастей;
- прожекторное освещение рабочей зоны;
- противопожарное оснащение и аварийная аптечка

Такой набор работ и оборудования позволяет выполнять полный спектр операций текущего ремонта автомобилей на профессиональном уровне. Более подробный перечень технологического инструмента и оборудования участка приводится ниже.

1.2 Подбор оборудования и инструмента для зоны ТР

Раздел посвящён обоснованию и планированию комплектования рабочего пространства всем необходимым для эффективного и безопасного проведения регламентных и внеплановых операций на транспортных средствах. Современный автосервис предъявляет жёсткие требования к качеству, скорости и экономической эффективности ремонтных работ, что невозможно обеспечить без чётко структурированного и технологически продуманного оснащения.

Во-первых, грамотно подобранное оборудование и инструмент позволяют существенно сократить простои как самого автомобиля, так и

ремонтной бригады: специализированные подъёмники, диагностические стенды и подставки для агрегатов ускоряют доступ к проблемным узлам и облегчают контроль параметров работы систем.

Во-вторых, применение высокоточных измерительных приборов и калиброванных приспособлений гарантирует стабильное выполнение регламентных допусков и предписаний производителя, что напрямую влияет на безопасность эксплуатации и качество гарантийного обслуживания.

В-третьих, рациональная компоновка рабочих мест и унификация инструментального парка (модульные тележки, блоки быстросменных насадок, электронные динамометрические ключи) повышают эргономику труда, уменьшают риск травматизма и снижают трудозатраты на поиск и подготовку инструмента. Такой набор работ и оборудования позволяет выполнять полный спектр операций текущего ремонта автомобилей на профессиональном уровне. Более подробный перечень технологического инструмента и оборудования участка приводится ниже.

Наконец, инвестиции в современное ремонтное оборудование окупаются за счёт роста пропускной способности участка, уменьшения доли переделок и рекламаций, а также расширения спектра оказываемых услуг. В совокупности эти факторы обосновывают необходимость тщательного подбора и обоснованного комплектования зоны текущего ремонта автомобилям оборудованием и инструментом, способным максимально закрыть технологические потребности предприятия.

Перечень оборудования, размещаемого в зоне текущего ремонта, приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование зоны ТР

Наименование оборудования	Марка	Кол-во	Площадь, м ²
Бак для сбора масла	133 МЦКБ	2	0,3
Слесарный верстак	ОРГ 1468	3	1,4
Воздушно-тепловая завеса	Макар	1	н/у
Контейнер для мусора	-	1	0,7
Трехопорная подставка	-	4	0,02
Консольный кран	Сорокин	1	0,1
Подъемник одностоечный	самоизг.	1	4,5
Подъемник 2-стоечный	ПР-3500	2	4,5
Станок сверлильный	1203	1	0,25
Тележка для демонтажа деталей	-	1	0,6
Тумба слесарная	Сорокин	5	0,4
Шкаф хранения оборудования	-	2	1,4
Шкаф инструментальный	-	2	0,8
Подвесная кран-балка	КБ-0,8	1	-
ИТОГО			15,0

Указанное в таблице 1 оборудование размещено на участке ТР в соответствии с правилами расстановки производственного оборудования. Результат представлен на листе планировки зоны ТР, графической части выпускной квалификационной работы

1.3 Расчет производственного персонала зоны ТР

Точное обоснование численности производственного персонала в зоне ТР является ключевым фактором обеспечения заданных темпов и качества ремонта. Недокомплект специалистов приводит к простоем оборудования и срывам сроков, тогда как избыточная численность — к нерациональному расходу фонда рабочего времени и излишним затратам на заработную плату. Расчёт штатной численности позволит сбалансировать трудовые ресурсы с

объёмами и номенклатурой ремонтных работ, гарантировать своевременное выполнение плановых заданий и соблюдение технологической дисциплины.

В рамках данного раздела будут рассмотрены исходные данные для расчёта численности (в том числе фонд рабочего времени зоны — 8820 человеко-часов), нормативы времени на операции монтажно-демонтажных и регулировочных работ, а также применяемые коэффициенты учёта непроизводительного времени и резервов. На основании этих показателей будет определено оптимальное количество ремонтных слесарей соответствующих квалификационных разрядов, что обеспечит эффективное функционирование зоны ТР в заданном режиме работы. Расчет численности персонала приводится в таблице 2

Таблица 2 - Численность рабочих в зоне ТР

Виды работ	%	Трудоемкость, чел-час	Число рабочих явочное, чел
Монтажно-демонтажные работы	65	5733,0	3
Регулировочные работы	35	3087,0	2
ИТОГО	100	8820	5

Следовательно, исходя из общей численности, явочное число рабочих принято в количестве 5 человек.

1.4 Расчет площади зоны ТР

Цель расчёта площади зоны ТР — обеспечить компактное, но при этом безопасное и удобное размещение всех элементов технологической линии: подъёмных устройств, стендов, верстаков, узкопроходной оснастки и складских мест для расходных материалов. В процесс расчёта будут заложены

требования нормативных документов по минимальным зазорам между машинами и оборудованием, по ширине проходов для технического персонала и обслуживающей техники, а также по нормативам пожарной и производственной безопасности. Полученные данные позволят обеспечить рациональное использование производственной площади, своевременный и беспрепятственный доступ к каждому рабочему месту, а также оптимизировать материальный и трудовой потоки при выполнении текущего ремонта автомобилей.

Расчет зоны ТР выполняется по формуле:

$$F_y = (F_{об} + F_{авт}) \cdot K_p, \text{ м}^2 \quad (1)$$

где $F_{об}$ – площадь, занятая оборудованием, м^2

K_p – коэффициент плотности расстановки оборудования, $K_p = 4,5$

$F_{авт}$ – площади горизонтальной проекции автомобиля, м^2 , $F_{авт} = 8,2$

Тогда фактическая площадь участка составит.

$$F_y = (8,2 \cdot 3 + 15,0) \cdot 4,5 = 178,2 \text{ м}^2$$

Учитывая необходимость конструкции здания из стандартизированных сборных железобетонных элементов, окончательно принимаем площадь участка 196 м^2 , формируемой сеткой колонн 12 м по пролету и общей длине участка здания 18 м с шагом колонн 6 м .

В результате проведённых расчётов по участку текущего ремонта автомобилей были достигнуты следующие результаты в рамках поставленных задач на выполнение ВКР.

Подбор оборудования выполнен с учётом технологического нормирования, типов ремонтируемых машин и объёма работ. Предложенные станки, подъёмники и вспомогательные устройства обеспечивают требуемую

пропускную способность и надёжность эксплуатации, что позволит минимизировать простои и повысить качество обслуживания.

Численность производственного персонала рассчитана на основе нормативов времени на операции и планового выпуска работ. Полученные значения отвечают требованиям оптимизации затрат на оплату труда и гарантируют соблюдение установленных сроков ремонта без излишнего штата.

Площадь участка определена с учётом эргономики рабочих мест, проходов для обслуживания оборудования и складских зон. Достаточный запас площади обеспечит удобство технологии ремонта, соблюдение норм безопасности и возможность оперативного расширения при увеличении объёма работ.

2 Подбор аналогов для разрабатываемого одностоечного подъемника

2.1 Обоснование проведения подбора оборудования

В современных автосервисах основным фактором конкурентоспособности является скорость и качество выполнения ремонтных работ. Механизация подъёма автомобилей позволяет повысить производительность труда, снизить трудоёмкость операций и обеспечить безопасность сотрудников. Цель обоснования — определить рациональные технические и эксплуатационные параметры одностоечного подъёмника для зоны технического обслуживания (ТР) легковых автомобилей.

Требования к одностоечному подъёмнику можно сформулировать следующим образом:

- грузоподъёмность и габариты подъёмника должны соответствовать диапазону масс (1,0–2,5 т) и клиренсов большинства легковых моделей;
- рабочая высота подъёма (1,8–2,0 м) должна обеспечивать свободный доступ к днищу автомобиля для замены ступичных подшипников, ТО ходовой части и ремонта тормозной системы;
- площадь и монтажный план подъёмника должны вписываться в проектную зону ТР с учётом проходов для передвижения инструмента и транспорта.

Критериями выбора и сравнение вариантов можно сформулировать в виде совокупности следующих показателей.

- тип привода (гидравлический или электрогидравлический);
- системы безопасности (блокировочные защёлки, аварийный спуск);
- скорость подъёма/спуска;
- простой и малозатратный монтаж (фиксируется на бетонное основание с минимальным демонтажом пола);

- стоимость владения (энергопотребление, периодичность ТО подъёмника).

Альтернативой конструкции одностоечного подъёмника могли бы быть двухстоечные подъёмники или мобильные домкраты, но они уступают по компактности, стоимости монтажа и скорости обслуживания одного автомобиля.

На основании анализа технологических требований, сравнения технических характеристик и экономических расчётов, одностоечный подъёмник с гидравлическим приводом грузоподъёмностью 2 т и высотой подъёма до 1,8 м является оптимальным оборудованием для ремонтного участка легковых автомобилей. Он обеспечивает требуемую производительность, безопасность и рентабельность внедрения.

2.2 Анализ конструкций одностоечного подъёмника

Произведем подбор оборудования, в соответствии с полученным для разработки заданием на проектирование мобильного крана. В результате поиска обнаружены следующие аналоги.

По тематике, принятой на проработку в рамках выполнения работы бакалавра, найдены следующие конструкторские решения, применяемые в зоне ТР.

Подъёмник одностоечный ОМА 470, показан на рисунке 1.



Рисунок 1 - Подъемник одностоечный ОМА 470

«Представленная модель имеет электромеханический привод подъема и оснащается специальным приспособлением для фиксации автомобиля за колесо.

Технические характеристики устройства:

- Грузоподъемность устройства, т – 1;
- Максимальная масса автомобиля, т – 2;
- Предельная высота подъема, мм – 800;
- Время подъема/опускания, с – 35;
- Потребляемая мощность, кВт - 2.2;
- Электропитание, В/Гц - 230/50;
- Собственная масса, кг – 60.» [22]

На рисунке 2 представлен еще один одностоечный подъемник, МО-125S, «Сорокин Инструмент», Россия.



Рисунок 2 – Подъемник одностоечный МО-125S, 2,5 т

«Подъемник одностоечный МО-125S является малогабаритным одностоечным подъемником, подходящим для большинства легковых автомобилей и минивенов. Конструкция подъемника выполнена мобильной.

- Грузоподъемность подъемника, кг – 2500;
- Напряжение системы управления, в - 24;
- Потребляемая мощность, кВт - 2.5.

Подъемник оборудуется переключателем верхнего предела. Каждый из механизмов подъема способен раздвигаться и имеет свой собственный автоматический блокиратор подъемника, который подходит для точек креплений на технике разного класса и вида.» [20]

На рисунке 3 представлен подъёмник МО-125 220 MODENA.



Рисунок 3 – Подъемник MO-125 220 MODENA

Технические характеристики одностоечного подъёмника:

- Конструкторский тип оборудования – одностоечный;
- Грузоподъемность устройства, кг – 2500;
- Время подъема, сек – 35;
- Высота подъема, мм:1100;
- Высота подхвата, мм:110;
- Потребляемая мощность, кВт - 2.2;
- Электропитание, В/Гц - 230/50.

На рисунке 4 представлен одностоечный подъемник для легковых автомобилей MONOLIFT 1200.



Рисунок 4 – Одностоечный подъемник легковых автомобилей
MONOLIFT 1200

Подъемник предназначен для подъема легковых автомобилей массой до 2,5 т. Особенностью конструкции является осуществление фронтального захвата при подъеме транспортного средства.

Результаты анализа аналогов методом циклограмм представлены на листе графической части выпускной квалификационной работы. Исходя из проведенного анализа, можно сформулировать конструкторские требования к канавной стойке.

В разделе ВКР «Анализ конструкций одностоечного подъемника», был выполнен анализ различных конструкций подъемников, в котором сравнивались три варианта конструкции.

Конструкция подъемника MONOLIFT 1200 обладает невысокой стоимостью, но ограничена по максимальной грузоподъемности и требует частого технического обслуживания. Конструкция подъемника серии МО-125S демонстрирует хорошую жесткость и устойчивость, однако имеет сложную сборку и наибольшее число узлов, что повышает трудоёмкость монтажа и риски отказов. Конструкция канавного подъемника МО-125 220

MODENA сочетает в себе простоту, надёжность и достаточный запас прочности для заявленных нагрузок.

В модели МО-125 220 MODENA предусмотрены защитные ограждения, предохранительные упоры и система аварийной фиксации подъёма. Конструкция отвечает требованиям ГОСТ и европейских норм безопасности при работе в условиях автомастерских и сервисных центров. Элементы МО-125 220 MODENA унифицированы и легко подгоняются под различные параметры автомобиля (длину и ширину). Модульная конструкция позволяет в будущем поэтапно модернизировать и расширять функционал без капитальных вложений в полную замену.

По совокупности критериев (прочность, безопасность, простота монтажа, стоимость владения) конструкция одностоечного подъёмника МО-125 220 MODENA признана наиболее оптимальной для применения в условиях автомобильных сервисных предприятий.

3 Разработка конструкции одностоечного подъёмника для легковых автомобилей

3.1 Техническое задание на разработку одностоечного подъёмника

Разработка одностоечного подъёмника для легковых автомобилей с электромеханическим приводом, предназначенного для подъема автомобилей массой до 2500 кг на высоту до 1700 мм для проведения ремонтных и сервисных работ.

«Данное изделие относится к гаражному оборудованию, в частности к устройствам для облегчения проведения работ под рамой автомобиля. Предназначается для вывешивания над главным образом легковых автомобилей, с полной массой до 2,5 т. Изделие будет применяться при температурном интервале -5 до $+50^{\circ}\text{C}$, данным требованиям соответствуют как отапливаемые, так и частично отапливаемые помещения. Изделие необходимо выполнить таким образом, чтобы при проведении работ на канаве полностью исключить применение механических устройств, при этом обеспечив безопасное вывешивание автомобиля над канавой и обеспечив беспрепятственный доступ ко всем узлам автомобиля под днищем.» [22]

Технические требования к конструкции одностоечного подъёмника:

- Грузоподъемность: 2500 кг (с запасом прочности не менее 15%).
- Высота подъема: 1700 мм (регулируемая).
- Тип привода: Электромеханический (винтовой механизм с электроприводом).
- Мощность электродвигателя: 2,5 кВт.
- Скорость подъема: 30-60 мм/с.
- Скорость опускания: 40-80 мм/с с возможностью регулировки скорости.
- Аварийное опускание (ручной или автоматический режим).
- Механическая блокировка в поднятом положении.

- Предохранительные механизмы от перегрузки.
- Ограничители хода подъема и опускания.
- Система безопасности: Предусмотреть блокировку от случайного опускания груза, защиту от перегрузок, а также систему аварийного сброса;
- Материал изготовления: Высокопрочная сталь, устойчивая к коррозии (с применением антикоррозийного покрытия). При составлении технического предложения, требуется обоснование выбора материалов с указанием марок стали.
- Габаритные размеры: 1600x2500x2550 мм;
- Масса изделия: 350 кг
- Устойчивость: Подъемник должен быть устойчив к опрокидыванию при максимальной нагрузке;
- Эргономичность: Обеспечение комфортной работы оператора.

Требования к функциональности конструкции:

- плавный подъем и опускание груза;
- точная регулировка высоты подъема;
- надежная фиксация груза на необходимой высоте;
- простота в обслуживании и ремонте;
- возможность работы в различных условиях окружающей среды (температура, влажность).

Требования к безопасности:

- исключение возможности травмирования оператора;
- защита от перегрузок и поломок;
- надежная фиксация груза;
- соответствие требованиям техники безопасности.

Этапы разработки конструкции одностоечного подъемника:

- разработка эскизного проекта с указанием основных параметров и компоновки;
- разработка технического проекта с подробными чертежами, спецификациями и расчетами прочности.

- изготовление и испытание опытного образца. Проведение испытаний на грузоподъемность, устойчивость и безопасность.

В конструкции при разработке следует предусмотреть возможность использования различных типов грузозахватных приспособлений. Также необходимо разработать удобную систему хранения и транспортировки подъемника.

Разработанное техническое задание является предварительным и может быть уточнено в процессе разработки.

3.2 Техническое предложение на изготовления разрабатываемой конструкции

Настоящее техническое предложение описывает разработку и изготовление одностоечного подъёмника для легковых автомобилей с электромеханическим приводом, предназначенного для подъема автомобилей массой до 2500 кг на высоту до 1700 мм для проведения ремонтных и сервисных работ.

Технические характеристики изделия:

- Грузоподъемность: 2500 кг (с запасом прочности не менее 15%).
- Высота подъема: 1700 мм (регулируемая).
- Тип привода: Электромеханический (винтовой механизм с электроприводом).
- Мощность электродвигателя: 2,5 кВт.
- Скорость подъема: 30-60 мм/с.
- Скорость опускания: 40-80 мм/с с возможностью регулировки скорости.
- Материал изготовления: Высокопрочная конструкционная сталь, защищенная от коррозии методом порошковой покраски или горячего цинкования (оптимальный вариант будет определен после уточнения условий

эксплуатации).

Система безопасности включает в себя:

- Аварийное опускание (ручной или автоматический режим).
- Механическая блокировка в поднятом положении.
- Предохранительные механизмы от перегрузки.
- Ограничители хода подъема и опускания.

В конструкции предусмотрена блокировка от случайного опускания груза, защиту от перегрузок, а также систему аварийного сброса. Габаритные размеры: будут уточнены на этапе проектирования, но ориентировочно: в сложенном состоянии - компактные размеры, обеспечивающие удобство хранения и транспортировки; в разложенном состоянии - параметры, обеспечивающие устойчивость и удобство работы.

Конструктивная схема одностоечного подъемника.

- Основной несущий элемент – вертикальная колонна из высокопрочной стали S355, с антикоррозийным покрытием (порошковая краска).
- Подъёмная каретка с направляющими роликами по профилю колонны.
- Передача усилия – ходовая гайка (бронза) на винте с трапецеидальной резьбой, жёстко закреплённом в силовом блоке.
- Опора автомобиля – регулируемые по ширине траверсы с резиновыми подушками.

Привод и силовая часть одностоечного подъемника.

- Электродвигатель асинхронный 2,5 кВт, 1 440 об/мин, класс IE3, защищённость IP54.
- Силовой редуктор с косозубой передачей (коэффициент безопасности не менее 1,5).
- Ручной аварийный привод (вращение рукоятки) для опускания в случае отключения электроэнергии.

Система управления и безопасности одностоечного подъёмника.

- Пульт управления «Пуск–Стоп» с аварийным выключателем.
- Минимальный и максимальный концевые выключатели положения каретки.
- Блокировка от самопроизвольного опускания (ступенчатый фрикционный тормоз на валу редуктора).
- Защитный кожух винтовой пары и направляющих.
- Световая и звуковая сигнализация при начале движения каретки.

Материалы и комплектующие одностоечного подъёмника.

- Колонна – сталь S355 (EN 10025)
- Винт – закалённая сталь 45 X (ГОСТ 4543) с защитным покрытием
- Гайка – антифрикционная бронза ЛЦ40С-1
- Ролики – закалённая сталь с подшипниками серии 6200
- Электрика – кабели медные марки ВВГнг(А)-3×4, блока управления на базе ПЛК + реле безопасности

Предлагаемое решение сочетает в себе простую, надёжную механическую схему подъёма и современный электромеханический привод. Разработка обеспечит требуемые параметры грузоподъёмности и высоты, высокий уровень безопасности и долговечность. Готовы приступить к проектированию немедленно после согласования условий.

«В разрабатываемой конструкции будут использованы ряд конструкционных разработок, использованных в существующих аналогах. Таким образом, целью разработки оборудования является устранение недостатков, присущих базовой конструкции, а также повышение степени автоматизации проведения работ, ставящих целью снижение доли ручного труда.» [20]

3.3 Прочностной расчет основных элементов конструкции

Рассчитаем усилие, развиваемое при подъёме автомобиля.

«Развиваемое при подъеме усилие, принимаем исходя из имеющихся аналогов, т.е. 2500 кг, что является техническим стандартом для оборудования подобного типа. Требуется рассчитать винтовую передачу, принимая исходными данными следующее: максимальная грузоподъемность $Q = 25000$ Н, максимальный ход ползуна $l_0 \approx 2,0$ м, материал винта - принимаем сталь Ст45, $[\sigma] = 120$ МПа, материал гайки принимаем Бр.ОФ10-1, $[\sigma_p] = 40$ МПа, $[\sigma_{см}] = 45$ МПа.

Предельное давление для пары бронза-сталь $[q] = 9$ МПа.

Для передачи выбираем трапецеидальную резьбу, с учетом двусторонней нагрузки на гайку при эксплуатации, $\psi_h = 0,75$.

Принимаем цельную конструкцию гайки, $\psi_n = 1,5$.» [20]

Произведем расчет среднего диаметра резьбы:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_n \cdot \psi_h \cdot [q]}} \quad (2)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{3500}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot [9]}} = 12,54 \text{ мм}$$

По ГОСТ 10177-82 принимаем однозаходную резьбу $z_p = 1$, $d = 14$, $P = 2$ мм, $d_2 = 13,0$ мм, $d_3 = 11,5$ мм.

Произведем расчет угла подъема резьбы:

$$tg \gamma = \frac{P \cdot z_p}{\pi \cdot d_2} \quad (3)$$

$$tg\gamma = \frac{2 * 1}{3,14 * 13} = 0,0579$$

$$\gamma = 2^{\circ} 48'$$

Значение приведенного угла трения:

$$\phi'' = arctg \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = arctg \frac{0,1}{\cos 3^{\circ}} = 5^{\circ} 44'' \quad (4)$$

«Так как $\gamma \leq \phi$, следовательно винтовая пара относится к самотормозящим.» [19]

Рассчитаем высоту гайки:

$$H_r = \psi_n \cdot d_2 \quad (5)$$

$$H_r = 1,5 \cdot 13 = 19,5 \text{ мм}$$

Принимаем минимальную высоту гайки 22 мм.

Число витков резьбы в гайке:

$$z = H_r / P \quad (6)$$

$$z = 22 / 2 = 11$$

Определим величину наружного диаметра гайки:

$$D = \sqrt{\frac{5 * Q}{\pi * [\sigma_p]} + d^2} \quad (7)$$

$$D = \sqrt{\frac{5 \cdot 3500}{3,14 \cdot [40]} + 13^2} = 19,18$$

Принимаем $D = 20$ мм

Высота фланца гайки:

$$a = (0,25 \dots 0,31) \cdot H_r \quad (8)$$

$$a = 0,27 \cdot 22 = 5,94 \text{ мм}$$

Проверяем высоту фланца на срез

$$\tau_{ср} = Q / \pi \cdot D \cdot a \quad (9)$$

$$\tau_{ср} = 5000 / 3,14 \cdot 20 \cdot 5,94 = 13,4 < [\tau_{ср}] = 20 \dots 25 \text{ МПа}$$

Момент трения в резьбе

$$T = Q \cdot (d_2 / 2) \cdot \operatorname{tg} (\gamma + \varphi) \quad (10)$$

$$T = 3500 \cdot (13 / 2) \cdot \operatorname{tg} (2^\circ 48' + 5^\circ 44') = 4490,425 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Момент трения в опоре.

$$T_{оп} = 0,33 \cdot Q \cdot f \quad (11)$$

$$T_{оп} = 0,33 \cdot 3500 \cdot 0,10 = 165 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Суммарный момент сопротивления

$$M_{\text{сop}} = T + T_{\text{оп}} \quad (12)$$

$$M_{\text{сop}} = 4490,425 + 165 = 4655,43 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

В результате выполнения конструкторского раздела ВКР, были сформулированы требования к функциональности подъемника: грузоподъемность 2500 кг, высота подъема до 1700 мм, привод электромеханический. Определены габаритные и эксплуатационные параметры, а также требования к безопасности и эргономике при обслуживании автомобилей.

Разработаны основные узлы: каретка подъема, стойка подъемника с направляющими, поворотные опорные рычаги, фиксаторы положения. Предложены материалы и покрытия: сталь 45 ХН с антикоррозионным покрытием; уплотнения – фторопластовые.

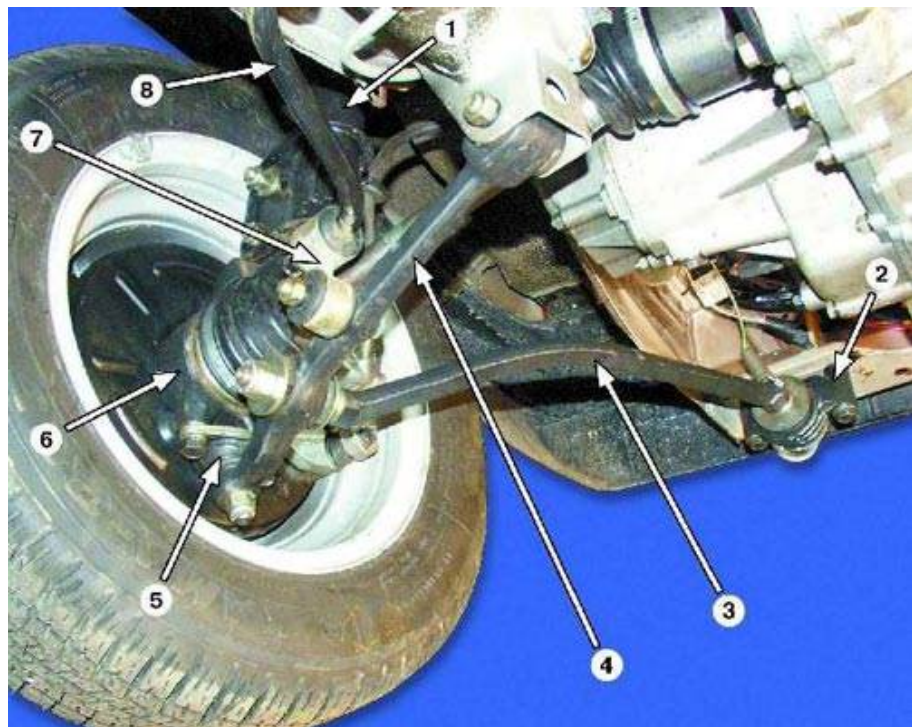
Выполнен расчёт статических нагрузок на все элементы конструкции при грузоподъемности 2500 кг с учетом коэффициента запаса не менее 1,5. Проверены напряжения в лонжеронах и направляющих на прочность и выносливость (методом предельных состояний). Оценены устойчивость стойки против опрокидывания и боковых смещений с учётом центровки нагрузки.

Разработанная в разделе конструкция отвечает ГОСТам по подъёмно-транспортному оборудованию и требованиям техники безопасности при работе на подъёмниках. В разделе выполнены все ключевые этапы преддизайнерской подготовки – от постановки технических требований до расчётно-конструкторской проверки прочности. Конструкция одностоечного подъемника обладает заданными характеристиками, соответствует нормам безопасности и готова к опытно-конструкторским испытаниям. Результаты в виде чертежей представлены на листах графической части ВКР.

4 Технология замены ступичного подшипника ВАЗ-2190

4.1 Описание узла, принятого на технологическую проработку

Подвеска автомобиля ВАЗ-2190 (Lada Granta) представляет собой независимую подвеску типа McPherson спереди и полузависимую подвеску сзади. Передняя подвеска показана на рисунке 5.



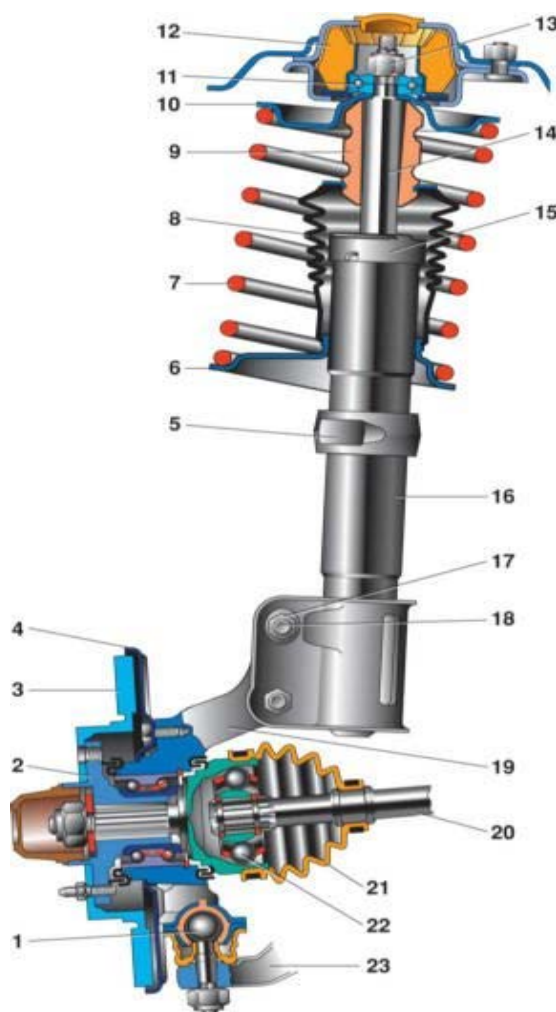
1 - телескопическая стойка; 2 - кронштейн растяжки; 3 - растяжка; 4 - рычаг передней подвески; 5 - шаровой шарнир рычага; 6 - поворотный кулак; 7 - стойка стабилизатора поперечной устойчивости; 8 - штанга стабилизатора поперечной устойчивости

Рисунок 5 – Передняя подвеска (вид снизу)

«Основой подвески является телескопическая амортизаторная стойка 16 с гидравлическим наполнением. Нижняя часть стойки соединяется с поворотными кулаками 19 парой болтов. Верхний болт 18, проходит через отверстие стойки, и опирается на эксцентриковую шайбу посредством

эксцентрикового пояса. Угол развала переднего колеса регулируется поворотом этого болта. телескопическая стойка опирается на витую цилиндрическую пружину 7, отбойником является буфер хода сжатия 9, выполненный из пенополиуретана.» [14]

Конструкция подвески представлена на рисунке 6.



1 – шаровая опора; 2 – ступица; 3 – тормозной диск; 4 – защитный кожух; 5 – поворотный рычаг; 6 – нижняя опорная чашка; 7 – пружина подвески; 8 – защитный чехол телескопической стойки; 9 – буфер сжатия; 10 – верхняя опорная чашка; 11 – подшипник верхней опоры; 12 – верхняя опора стойки; 13 – гайка штока; 14 – шток; 15 – опора буфера сжатия; 16 – телескопическая стойка; 17 – гайка; 18 – эксцентриковый болт; 19 – поворотный кулак; 20 – вал привода переднего колеса; 21 – защитный чехол шарнира; 22 – наружный шарнир вала; 23 – нижний рычаг

Рисунок 6 – Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2190

Стойка амортизатора состоит из амортизатора, пружины, верхней опоры и буфера хода сжатия. Замена подразумевает снятие колеса, отсоединение стабилизатора поперечной устойчивости (стойка может быть снята целиком или по частям), откручивание верхней опоры от кузова и выпрессовывание стойки из поворотного кулака. Замена верхней опоры часто производится одновременно. Пружина находится внутри стойки амортизатора. Замена обычно производится вместе со стойкой амортизатора, так как самостоятельная замена пружины внутри стойки достаточно сложна и требует специального оборудования. Верхняя опора амортизатора крепится к кузову и передает усилие от стойки. Замена осуществляется путем откручивания крепёжных болтов. Иногда требуется замена подшипника в опоре. Подшипник опоры амортизатора входит в состав верхней опоры и обеспечивает вращение стойки. Замена производится вместе с опорой. Стабилизатор поперечной устойчивости соединен со стойками амортизаторов через сайлентблоки. Замена сайлентблоков требует их выпрессовки и запрессовки, либо замены всего стабилизатора. Поворотный кулак крепится к ступице колеса. Ремонтные работы обычно ограничиваются заменой шаровых опор (их выпрессовкой и запрессовкой в поворотный кулак), но возможна и замена всего поворотного кулака. Шаровая опора соединяет поворотный кулак с рычагом подвески. Замена обычно производится выпрессовкой и запрессовкой. Это трудоемкий процесс, требующий специального инструмента.

Для многих операций (замена шаровых опор, сайлентблоков, выпрессовка/запрессовка) необходим специальный инструмент. Важно строго соблюдать порядок разборки и сборки подвески, чтобы избежать повреждений. Использование руководства по ремонту обязательно. Необходимо соблюдать рекомендуемые моменты затяжки крепежных деталей, чтобы обеспечить надежность и долговечность подвески. После проведения ремонтных работ рекомендуется выполнить сход-развал, чтобы обеспечить правильную геометрию подвески и безопасность движения.

4.2 Перечень возможных неисправностей подвески ВАЗ-2190 и пути их устранения

«При проведении ремонтных работ приходится сталкиваться с наиболее типичными неисправностями. Наиболее характерные неисправности передней подвески, их причины и методы устранения приведены в таблице 3.» [4]

Таблица 3 – Возможные неисправности подвески ВАЗ-2190 и пути их устранения

Передняя подвеска (независимая)		
Неисправность	Признаки	Пути устранения
Износ амортизаторов	Ухудшение управляемости, крены в поворотах, пробой подвески, стуки при движении	Замена амортизаторов
Износ пружин	Проседание кузова, ухудшение управляемости	Замена пружин (часто вместе со стойками)
Износ опорных подшипников стоек амортизаторов	Стуки при повороте руля, вибрации на руле	Замена опорных подшипников (часто вместе с опорой)
Износ шаровых опор	Стуки в передней подвеске при движении и повороте руля, люфт в рулевом управлении	Замена шаровых опор (требует специального инструмента)
Износ сайлентблоков стабилизатора	Стуки в передней подвеске, ухудшение управляемости	Замена сайлентблоков стабилизатора или всего стабилизатора
Износ пыльников шаровых опор	Повреждение пыльников, попадание грязи внутрь	Замена пыльников (если повреждения незначительные) или шаровых опор
Повреждение пыльников ШРУСов	Повреждение пыльников, утечка смазки	Замена пыльников ШРУСов
Разрушение или ослабление креплений	Стуки, люфты, нестабильность подвески	Замена или подтяжка креплений
Задняя подвеска (полузависимая):		
Неисправность	Признаки	Пути устранения
Износ амортизаторов	Ухудшение управляемости, крены в поворотах, пробой подвески	Замена амортизаторов
Износ пружин	Проседание кузова, ухудшение управляемости	Замена пружин

Продолжение таблицы 3

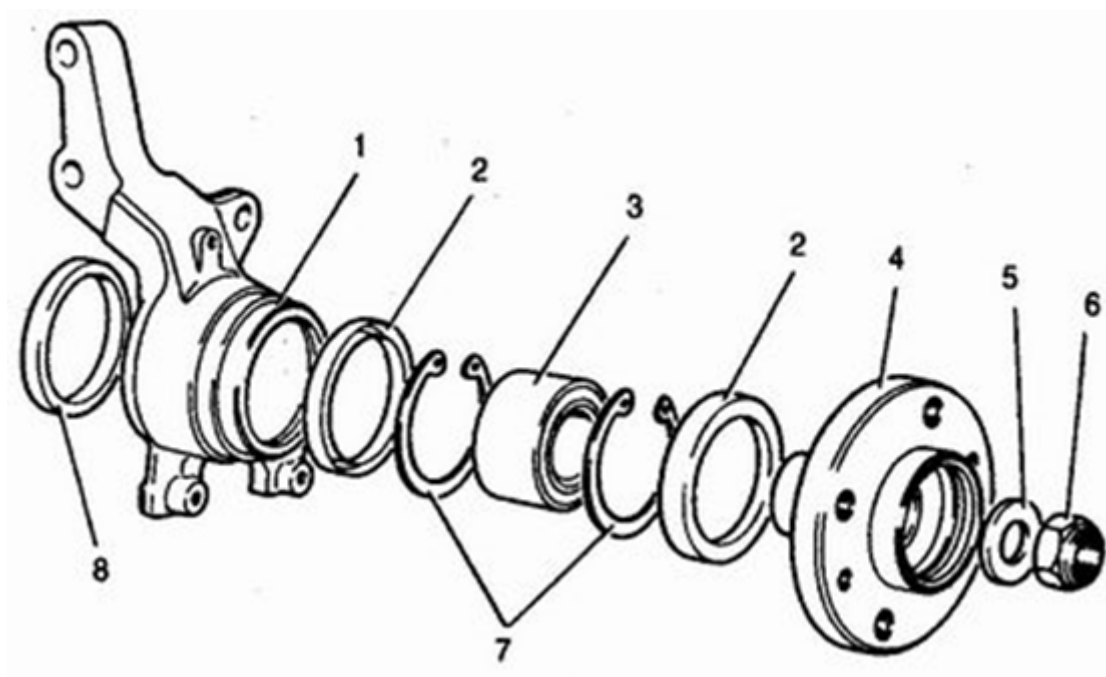
Неисправность	Признаки	Пути устранения
Износ сайлентблоков балки задней подвески	Стуки в задней подвеске, вибрации, ухудшение управляемости	Замена сайлентблоков балки (требуется специальный инструмент)
Износ подшипников ступиц	Гул, шум при движении, вибрации	Замена подшипников ступиц
Разрушение или ослабление креплений	Стуки, люфты, нестабильность подвески	Замена или подтяжка креплений
Повреждение пыльников амортизаторов	Повреждение пыльников, утечка масла	Замена пыльников амортизаторов
Общие неисправности		
Неисправность	Признаки	Пути устранения
Износ рулевых тяг	Стуки в рулевом управлении, нестабильность	Замена рулевых тяг
Износ наконечников рулевых тяг	Стуки в рулевом управлении, люфт в рулевом управлении	Замена наконечников рулевых тяг
Износ ступичных подшипников	Гул, шум при движении, вибрации	Замена ступичных подшипников

Для многих операций (замена шаровых опор, сайлентблоков, выпрессовка/запрессовка) необходим специальный инструмент. Важно строго соблюдать порядок разборки и сборки подвески, чтобы избежать повреждений. Использование руководства по ремонту обязательно. Необходимо соблюдать рекомендуемые моменты затяжки крепежных деталей, чтобы обеспечить надежность и долговечность подвески. После проведения ремонтных работ рекомендуется выполнить сход-развал, чтобы обеспечить правильную геометрию подвески и безопасность движения.

4.3 Разработка технологического процесса замены ступичного подшипника ВАЗ-2190

«Перед началом демонтажных работ требуется нанести метки расположения на головку регулировочного болта и на кронштейн стойки, чтобы после сборки сохранить угол развала передних колес. далее следует отвернуть болты поворотного кулака и демонтировать поворотный кулак в сборе со ступицей.» [18]

«При обнаружении повреждений или неисправности ступицы колеса или подшипника следует произвести их выпрессовку, применяя пресс и оправки 67.7853.9583 и 67.7853.9587. При выпрессовке ступицы возможна саморазборка подшипника, при которой наружная половина внутренних колец может остаться на ступице. В этом случае необходимо его удалить, используя универсальный съемник. Для этого, в ступице предусмотрены две специальные выемки. Устройство ступицы представлено на рисунке 7.» [15]

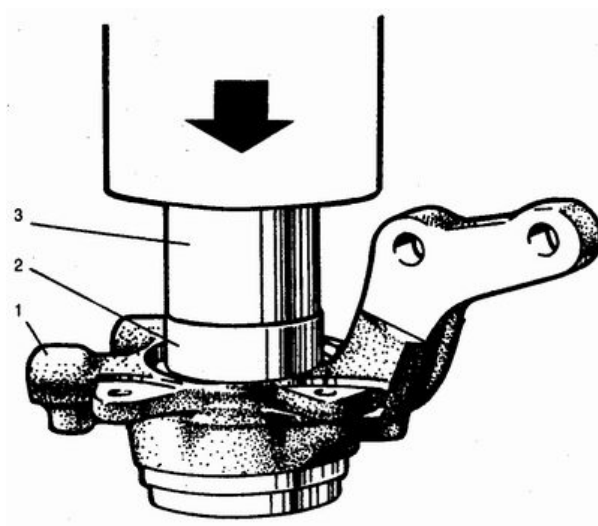


1 - кулак поворотный; 2 – грязевое отражательное кольцо наружное; 3 - ступичный подшипник; 4 - колесная ступица; 5 - шайба упорная; 6 – ступичная гайка; 7 - кольцо стопорное; 8 - грязевое отражательное кольцо внутреннее.

Рисунок 7 – Поворотный кулак и детали ступицы переднего колеса

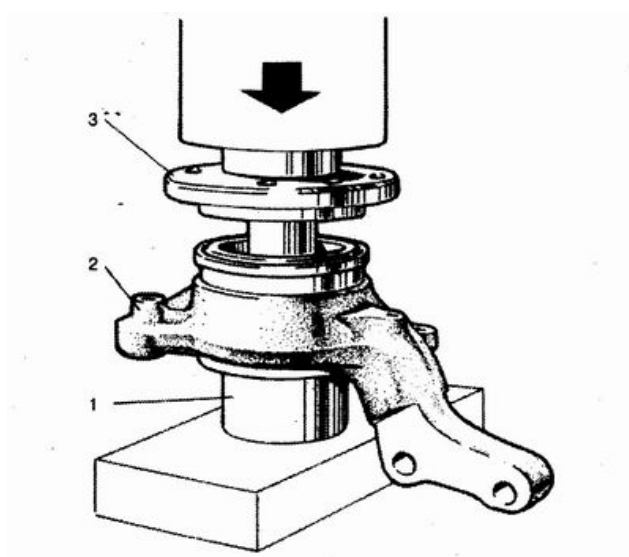
«Затем требуется демонтировать стопорные кольца 7 и оправкой 67.7853.9587 выпрессовать подшипник из поворотного кулака. Если корпус ступицы имеет повреждения, то его следует заменить. Подшипник устанавливается следующим образом: в поворотный кулак 1 следует установить наружное стопорное кольцо, после чего, следует запрессовать подшипник. Во избежание повреждения подшипника, следует опирать

оправку только на наружную подшипниковую обойму, рисунок 8. После запрессовки подшипника, следует установить внутреннее стопорное кольцо произвести запрессовку ступицы при помощи ступицы оправки 67.7853.9530. При запрессовке оправку также следует опирать на наружную обойму, рисунок 9.» [9]



1 - кулак поворотный; 2 - ступичный подшипник; 3 – оправка 67.7853.9583

Рисунок 8 – Порядок запрессовки подшипника



1 - оправка; 2 - поворотный кулак; 3 - ступица

Рисунок 9 – Порядок запрессовки ступицы колеса

«После установки поворотного кулака в сборе со ступицей на автомобиль следует установить новую или бывшую в употреблении, но на другом автомобиле, гайку и затянуть ее моментом 225,6-247 Нм (23-25 кгсм) и застопорить ее.» [9]

В результате анализа конструктивных особенностей подвески автомобиля ВАЗ-2190 и условий её обслуживания была разработана оптимальная маршрутная карта технологического процесса съёма и установки детали, на примере ступичного подшипника, включающая три основные группы операций: подготовительные, основные и заключительные.

Для каждого этапа процесса определён детализированный перечень операций и рекомендован необходимый инструмент и приспособления (подъемник, страховочные опоры, ключи динамометрические и др.), что позволяет унифицировать оснащение ремонтных участков и сократить простой автомобиля. На основании расчёта трудоёмкости и нормирования времени разработаны нормативы длительности выполнения операций съёма, разборки соединений, монтажных работ и доводочных операций. Принятые нормы обеспечивают сбалансированную загрузку ремонтного персонала и сокращают общий цикл обслуживания. В процесс включены ключевые контрольные точки: момент затяжки болтовых соединений, правильность установки ступицы, что гарантирует соблюдение требований качества и надёжности при последующей эксплуатации. Разработаны и описаны меры по обеспечению безопасности труда: обязательная фиксация автомобиля на подъемнике, применение защитных очков и перчаток, установка специального упора для передачи крутящего момента при откручивании фланцев. Это минимизирует риск травматизма и повреждения оборудования.

Предложенный технологический процесс легко адаптируется под различные оснащённые ремонтные боксы и может быть использован как методическое руководство на СТО и профильных учебных предприятиях. Его внедрение позволит повысить производительность труда, снизить количество рекламаций и увеличить долю качественно выполненных работ.

5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка ТР

5.1 Описание участка и производимых работ

К перечню основных технологических операций, выполняемых на постах текущего ремонта относятся:

- приём-сдача транспорта: оформление дефектной ведомости, первичная визуальная диагностика;
- разборка узлов: демонтаж деталей, маркировка мест установки;
- очистка и обезжиривание: использование ультразвука, распылителей, щелочных/кислотных растворов;
- контрольный замер геометрии, проверка зазоров щупами, измерение толщины дисков;
- фрезеровка колодок, проточка тормозных дисков, замена изношенных деталей;
- затяжка крепёжных соединений по заданному моменту, юстировка рулевой трапеции;
- проверка герметичности систем под давлением, контроль давления в шинах, тестовый выезд;
- занесение выполненных работ, расходных материалов и времени.

5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на участке

К расходным материалам относят различные материалы и малоценные быстроизнашивающиеся изделия, используемые в работе участка. В работе принимаем их количество, усредненное в годовом исчислении. Перечень материалов приводится в таблице 7.

Таблица 7 – Расходные материалы участка

Наименование материалов	Используемое количество	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Прокат стальной в ассортименте, кг	7500	75	562 500
Металл листовой в ассортименте	7500	73	547 500
Вода технологическая, м ³	1200	5,0	6 000
Герметик силиконовый, кг	25	1750	43 750
Крепеж в ассортименте	25	250	6 250
Масло моторное, л	400	650	260 000
Обтирочный материал, кг	75	50	3 750
Прочее	-	-	15 000
ИТОГО			1 723 100

Расчет количества расходных материалов производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^m V_M^i \cdot C_M^i \quad (16)$$

где V_M^m – используемое количество m -ного вида материала, ед.;

C_M^m – цена за единицу m -ного вида материала, руб.

5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на участке

Расчет амортизационных отчислений на участке производится для учета износа оборудования, используемого в процессе сборки. Амортизация отражает постепенное перенесение стоимости основных средств на себестоимость выпускаемой продукции. Существует несколько методов расчета амортизации, и выбор конкретного метода зависит от учетной политики предприятия. В нашем случае будет применен линейный метод, как

наиболее простой метод, при котором годовая сумма амортизации рассчитывается путем деления первоначальной стоимости на срок полезного использования.

«Срок полезного использования устанавливается для каждого объекта основных средств индивидуально, исходя из ожидаемого срока его эксплуатации, с учетом физического и морального износа. Срок полезного использования определяется в соответствии с Классификацией основных средств, включаемых в амортизационные группы.» [9]

Для расчета общей суммы амортизационных отчислений на сборочном участке необходимо рассчитать амортизацию для каждого объекта основных средств, используемого на участке, и затем суммировать полученные значения.

Расчет амортизационных отчислений на оборудование участка приводится в таблице 8.

Таблица 8 – Амортизационные отчисления участка

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Число единиц оборудования	Норма отчислений, %	Отчисления, руб
Стенд контроля тормозных систем	МАНА	3 500 000	1	14,3	2 002 000
Мощностной стенд (тяговых качеств)	JET BD-11G	3 700 000	1	10,5	388 500
Прибор контроля суммарного люфта в сочленениях рулевого управления	VISPR-M FVV-210 38301300	2 800 000	1	10,5	294 000
Прибор для проверки внешних световых приборов	2M112	275 000	1	14,3	39 325
Газоанализатор-дымомер	ПГ-10000	75 000	1	14,3	10 725
Стенд контроля амортизаторов	75-256	150 000	1	10,0	15 000
Подъемник двухстоечный	Сорокин	650 000	1	15,0	97 500

Продолжение таблицы 8

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Число единиц оборудования	Норма отчислений, %	Отчисления, руб
Универсальный прибор для проверки тахографов, спидометров, тахометров, таксометров, часов.	Aurora PR· INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet	95 000	2	10,0	19 000
Устройство для проверки углов установки передних колес	Сорокин	25 000	8	14,5	29 000
Устройство вывода выхлопных газов	Grac·	35 000	1	10,0	3 500
ИТОГО					2 918 550
Амортизация площади участка	$A_{пл} = \frac{S_{пл} * Ц_{пл} * Ha}{100}$ $A_{пл} = \frac{160 * 15000 * 2,5}{100}$				60 000
ИТОГО					2 978 550

Важно учитывать, что в зависимости от выбранного метода начисления амортизации и учетной политики предприятия, расчет может отличаться. Необходимо руководствоваться действующим законодательством и внутренними положениями организации.

5.4 Расчет затрат на электрическую энергию на участке мелко-срочных работ

Расчет затрат на электроэнергию на участке включает в себя несколько этапов и зависит от потребляемой мощности оборудования, режима его работы и тарифов на электроэнергию. В процессе передачи и распределения электроэнергии возникают потери. Величина потерь зависит от состояния

электросети и может составлять от 5% до 15%. Для расчета затрат необходимо учесть эти потери, умножив суммарное потребление электроэнергии на коэффициент потерь.

Стоимость электроэнергии рассчитывается исходя из установленных тарифов. Тарифы могут быть дифференцированными в зависимости от времени суток, дня недели и объема потребления.

Расчет затрат на электроэнергию рассчитывается по формуле

$$\text{Эл} = \sum_{i=1}^m \frac{M_i \cdot T_{\text{маш}}^i \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}}{\eta_i \cdot 60} \quad (17)$$

где M_i – потребляемая электрическая мощность единицы оборудования, кВт;

$T_{\text{маш}}^i$ – годовой фонд машинного времени работы оборудования, ч;

« $K_{\text{од}}$ – коэффициент одновременной работы электродвигателей;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент загрузки двигателей по мощности;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент загрузки двигателей по времени;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент потерь в сети;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – цена за электроэнергию, руб/кВт;

КПД – электрический КПД единицы оборудования» [9]

Расчет затрат на электроэнергию приводится в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет затрат на электроэнергию участка сборки.

Наименование оборудования	Марка	Мощность, кВт	Число единиц оборудования	КПД	Сумма, руб
Стенд контроля тормозных систем	ПЛ-350	2,0	1	0,8	3 325,14
Мощностной стенд (тяговых качеств)	PRN-320	3,5	1	0,8	5 819,00

Продолжение таблицы 9

Наименование оборудования	Марка	Мощность, кВт	Число единиц оборудования	КПД	Сумма, руб
Прибор контроля суммарного люфта в сочленениях рулевого управления	JET BD-11G	7,5	1	0,7	14 250,60
Прибор для проверки внешних световых приборов	VISPR·M FVV-210 38301300	5,5	1	0,7	10 450,44
Газоанализатор-дымомер	2M112	1,2	1	0,65	2 455,49
Стенд контроля амортизаторов	ПГ-10000	0,5	1	0,8	831,29
Универсальный прибор для проверки тахографов, спидометров, тахометров, таксометров, часов.	75-256	0,75	1	0,8	1 246,93
Устройство для проверки углов установки передних колес	Aurjra PR·INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mjsfet	6,5	2	0,7	24 701,04
Устройство вывода выхлопных газов	Grac·	0,5	1	0,85	782,39
Подъемник двухстоечный	Сорокин	4,5	1	0,85	7 041,47
ИТОГО					70 903,77

Расход на электроэнергию на освещение помещения рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{св} = \frac{M_{св} \cdot n \cdot T \cdot K_{од} \cdot K_{с} \cdot K_n \cdot \mathcal{U}_{э}}{\eta} \quad (18)$$

$$\mathcal{E}_{св} = \frac{0,25 \cdot 65 \cdot 2440 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1,04 \cdot 4,5}{0,8} = 111337,2$$

Общие расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{л} + \mathcal{E}_{св} \quad (19)$$

$$\Xi = 70\,903,77 + 111\,337,2 = 182\,240,97 \text{ руб}$$

Для более точного расчета затрат на электроэнергию рекомендуется использовать данные счетчиков электроэнергии. При планировании бюджета следует учитывать возможное изменение тарифов на электроэнергию. Внедрение энергосберегающих технологий может помочь снизить затраты на электроэнергию.

Выполненный расчет демонстрирует базовые навыки калькуляции издержек, в реальных условиях могут быть дополнительные факторы, которые необходимо учитывать. Для получения более точной информации следует обратиться к специалистам по энергетике.

5.5 Расчет затрат на заработную плату персонала

Расчет затрат на заработную плату рабочих на участке включает несколько составляющих и зависит от системы оплаты труда, количества рабочих, их квалификации и других факторов. Основная заработная плата рассчитывается путем умножения тарифной ставки на количество отработанных часов.

«Важным фактором при расчете заработной платы является учет налогов и отчислений. К ним относятся налог на доходы физических лиц и страховые взносы в Пенсионный фонд и Фонд обязательного медицинского страхования.

После вычета налогов и отчислений заработная плата снижается. В среднем, налоговые вычеты составляют около 13% от заработной платы. Расчет заработной платы на сборочном участке – это сложный и ответственный процесс, который должен быть выполнен в соответствии с законодательством. Правильный расчет позволяет обеспечить справедливую оплату труда работников и сохранить высокую мотивацию на рабочем месте.»

[18]

Расчет заработной платы персонала приводится в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет заработной платы персонала на участке

Вид персонала	Численность персонала, чел	Часовая тарифная ставка, руб	Годовой фонд рабочего времени, чел/час	Сумма, руб
Слесарь-механик 5-го разряда	12	350	1840	9 660 000,00
Мастер участка	2	470	1840	2 162 000,00
ИТОГО				11 725 700,00

Дополнительная зарплата работников на участке рассчитывается по формуле:

$$\text{Дзп} = \text{Озп} \cdot \text{Кд} / 100, \quad (20)$$

где «Кд - коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, Кд = 8%.» [18]

$$\text{Дзп} = 11\,725\,700,00 \cdot \frac{8}{100} = 1\,810\,056 \text{ руб}$$

«Важным фактором при расчете заработной платы является учет налогов и отчислений. К ним относятся налог на доходы физических лиц и страховые взносы в Пенсионный фонд и Фонд обязательного медицинского страхования. Расчет затрат на страхование приводится в формуле.» [18]

$$\text{О}_{\text{ФМС}} = (\text{Озп} + \text{Дзп}) \cdot \text{Ксоц}, \quad (21)$$

где «Ксоц – норма отчислений на страховые взносы, Ксоц = 0,3.» [18]

$$O_{\text{ФМС}} = (22\,625\,700 + 1\,810\,056) \cdot 0,3 = 7\,330\,726,8 \text{ руб}$$

Затраты на оплату труда определяются как сумма затрат на основную, дополнительную зарплату и затраты на страховые взносы.

$$O_{\text{т}} = O_{\text{зп}} + D_{\text{зп}} + O_{\text{ФМС}}, \quad (22)$$

$$O_{\text{т}} = 22\,625\,700 + 1\,810\,056 + 7\,330\,726,8 = 31\,766\,482,8 \text{ руб}$$

Суммарные издержки на участке сборки складываются по совокупности затрат, рассчитанных выше. Сводная калькуляция затрат приводится в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на участке диагностики

Наименование статьи затрат	Сумма	Доля затрат, %
Расходные материалы сборочного участка	1 723 100	3,30
Амортизационные отчисления участка сборки	2 978 550	5,71
Общие расходы на электроэнергию	182 240,97	0,35
Затраты на оплату труда	31 766 482,8	60,91
Расходы на административно-управленческий персонал	15 500 000	29,72
ИТОГО	49 171 823,77	100

Стоимость нормо-часа рассчитывается по формуле 10.

$$\text{НЧ} = C_{\text{общ}} / T_{\text{уч}}, \quad (23)$$

где « $C_{\text{общ}}$ – сумма общих затрат на участке, руб

Туч – фонд рабочего времени составит для участка сборки, чел-ч,» [18]

$$\text{НЧ} = 49\,171\,823,77 / 57\,500 = 855,16 \text{ руб}$$

В данном разделе была проведена работа по определению себестоимости нормо-часа на участке ремонта автомобилей в рамках предсерийной подготовки производственного процесса с целью обоснования экономической эффективности проекта. Расчет себестоимости нормо-часа выполнен калькуляционным методом с учетом всех статей затрат, связанных с работой участка сборки. Основными статьями затрат являются заработная плата основных производственных рабочих (60,91%), отчисления на социальные нужды (15%), расходы на административно-управленческий персонал (29,72%) и амортизационные отчисления участка сборки (5,71%). Остальные расходы приходятся на цеховые и общезаводские расходы. В результате расчетов определена себестоимость нормо-часа на участке ремонта, которая составила 855,16 рублей. Полученное значение себестоимости нормо-часа обусловлено прежде всего высокой стоимостью специализированного оборудования и высокой квалификацией рабочих. Рассчитанное значение себестоимости нормо-часа будет использовано для определения экономической эффективности проекта.

Заключение

В современных условиях развития автомобильного сервиса и растущих объёмов технического обслуживания легковых автомобилей особое внимание уделяется оснащению СТО эффективным, надёжным и компактным подъёмным оборудованием. Одним из перспективных решений для мелкосерийных и мобильных ремонтных боксов является одностоечный подъёмник, который сочетает в себе минимальные габариты, простоту конструкции и достаточную грузоподъёмность для обслуживания большинства легковых автомобилей. Создание оптимального одностоечного подъёмника позволит повысить производительность труда, снизить затраты площади и обеспечить высокую степень безопасности при проведении ремонтных и регламентных работ.

В результате проведённых расчётов по участку текущего ремонта автомобилей были достигнуты следующие результаты в рамках поставленных задач на выполнение ВКР.

Подбор оборудования выполнен с учётом технологического нормирования, типов ремонтируемых машин и объёма работ. Предложенные станки, подъёмники и вспомогательные устройства обеспечивают требуемую пропускную способность и надёжность эксплуатации, что позволит минимизировать простои и повысить качество обслуживания.

Численность производственного персонала рассчитана на основе нормативов времени на операции и планового выпуска работ. Полученные значения отвечают требованиям оптимизации затрат на оплату труда и гарантируют соблюдение установленных сроков ремонта без излишнего штата.

Площадь участка определена с учётом эргономики рабочих мест, проходов для обслуживания оборудования и складских зон. Достаточный запас площади обеспечит удобство технологии ремонта, соблюдение норм

безопасности и возможность оперативного расширения при увеличении объёма работ.

Таким образом, выполненный расчёт обеспечивает сбалансированное соотношение «оборудование–персонал–площадь», что создаёт надёжную основу для последующих этапов проектирования, сметного оформления и организации эффективного производственного процесса на участке текущего ремонта автомобилей.

В разделе ВКР «Анализ конструкций одностоечного подъёмника», был выполнен анализ различных конструкций подъёмников, в котором сравнивались три варианта конструкции.

Конструкция подъёмника MONOLIFT 1200 обладает невысокой стоимостью, но ограничена по максимальной грузоподъёмности и требует частого технического обслуживания. Конструкция подъёмника серии МО-125S демонстрирует хорошую жесткость и устойчивость, однако имеет сложную сборку и наибольшее число узлов, что повышает трудоёмкость монтажа и риски отказов. Конструкция канавного подъёмника МО-125 220 MODENA сочетает в себе простоту, надёжность и достаточный запас прочности для заявленных нагрузок.

В модели МО-125 220 MODENA предусмотрены защитные ограждения, предохранительные упоры и система аварийной фиксации подъёма. Конструкция отвечает требованиям ГОСТ и европейских норм безопасности при работе в условиях автомастерских и сервисных центров. Элементы МО-125 220 MODENA унифицированы и легко подгоняются под различные параметры автомобиля (длину и ширину). Модульная конструкция позволяет в будущем поэтапно модернизировать и расширять функционал без капитальных вложений в полную замену.

По совокупности критериев (прочность, безопасность, простота монтажа, стоимость владения) конструкция одностоечного подъёмника МО-125 220 MODENA признана наиболее оптимальной для применения в условиях автомобильных сервисных предприятий.

В результате выполнения конструкторского раздела ВКР, были сформулированы требования к функциональности подъёмника: грузоподъемность 2500 кг, высота подъема до 1700 мм, привод электромеханический. Определены габаритные и эксплуатационные параметры, а также требования к безопасности и эргономике при обслуживании автомобилей.

Разработаны основные узлы: каретка подъема, стойка подъёмника с направляющими, поворотные опорные рычаги, фиксаторы положения. Предложены материалы и покрытия: сталь 45 ХН с антикоррозионным покрытием; уплотнения – фторопластовые.

Выполнен расчёт статических нагрузок на все элементы конструкции при грузоподъемности 2500 кг с учетом коэффициента запаса не менее 1,5. Проверены напряжения в лонжеронах и направляющих на прочность и выносливость (методом предельных состояний). Оценены устойчивость стойки против опрокидывания и боковых смещений с учётом центровки нагрузки.

Разработанная в разделе конструкция отвечает ГОСТам по подъёмно-транспортному оборудованию и требованиям техники безопасности при работе на подъёмниках. В разделе выполнены все ключевые этапы преддизайнерской подготовки – от постановки технических требований до расчётно-конструкторской проверки прочности. Конструкция одностоечного подъёмника обладает заданными характеристиками, соответствует нормам безопасности и готова к опытно-конструкторским испытаниям. Результаты в виде чертежей представлены на листах графической части ВКР.

В результате анализа конструктивных особенностей подвески автомобиля ВАЗ-2190 и условий её обслуживания была разработана оптимальная маршрутная карта технологического процесса съёма и установки детали, на примере ступичного подшипника, включающая три основные группы операций: подготовительные, основные и заключительные.

Для каждого этапа процесса определён детализированный перечень операций и рекомендован необходимый инструмент и приспособления (подъёмник, страховочные опоры, ключи динамометрические и др.), что позволяет унифицировать оснащение ремонтных участков и сократить простой автомобиля. На основании расчёта трудоёмкости и нормирования времени разработаны нормативы длительности выполнения операций съёма, разборки соединений, монтажных работ и доводочных операций. Принятые нормы обеспечивают сбалансированную загрузку ремонтного персонала и сокращают общий цикл обслуживания. В процесс включены ключевые контрольные точки: момент затяжки болтовых соединений, правильность установки ступицы, что гарантирует соблюдение требований качества и надёжности при последующей эксплуатации. Разработаны и описаны меры по обеспечению безопасности труда: обязательная фиксация автомобиля на подъёмнике, применение защитных очков и перчаток, установка специального упора для передачи крутящего момента при откручивании фланцев. Это минимизирует риск травматизма и повреждения оборудования.

В разделе расчета экономической эффективности была проведена работа по определению себестоимости нормо-часа на участке ремонта автомобилей, с целью обоснования экономической эффективности проекта. Расчет себестоимости нормо-часа выполнен калькуляционным методом с учетом всех статей затрат. Основными статьями затрат являются заработная плата основных производственных рабочих (60,91%), отчисления на социальные нужды (15%), расходы на административно-управленческий персонал (29,72%) и амортизационные отчисления участка сборки (5,71%). В результате расчетов определена себестоимость нормо-часа на участке ремонта, которая составила 855,16 рублей. Полученное значение себестоимости нормо-часа обусловлено прежде всего высокой стоимостью специализированного оборудования и высокой квалификацией рабочих. Рассчитанное значение себестоимости нормо-часа будет использовано для определения экономической эффективности проекта.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Беломестных, В. А. Ремонт транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : учебное пособие / В. А. Беломестных, А. И. Аносова, С. В. Агафонов. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2022. — 192 с.
2. Волков, В. С. Конструкция автомобиля : учебное пособие / В. С. Волков. — Воронеж : ВГЛТУ, 2020. — 188 с.
3. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3
4. Демин, Н.П. Организация процесса диагностики при проведении операций технического обслуживания. – М.: Транспорт, 2017.
5. Казыбаев, О.А. Проектирование узлов машин и оснастки : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов / О.А Казыбаев, О. П. Иванов. - Астана : Техника, 2020. - 447 с. : ил.
6. Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2021
7. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. — М. : ИНФРА-М, 2022. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100439-5.
8. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2022. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.
9. Основы конструкции и содержания автомобиля. История создания. Классификация и общая конструкция. Двигатель внутреннего сгорания : учебное пособие / А. П. Болштянский, В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко,

А. С. Тегжанов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023 — Книга 1 — 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-9729-1408-1.

10. Основы технического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Под ред. М.М. Началова.- Минск.: Адукацыя і выхаванне, 2022.

11. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

12. Петин, Ю. П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева. — Тольятти : ТГУ, 2013. — 103 с.

13. Проектирование предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / составитель М. С. Льянов. — Владикавказ : Горский ГАУ, 2023. — 160 с.

14. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2023. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

15. Савич, Е. Л. Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, А. С. Сай ; под ред. Е. Л. Савич. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М , 2017. - 160 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005681-4.

16. Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий: Учебное пособие / Тахтамышев Х.М., - 2-е изд., перераб. и доп. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019

17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

18. Федотов, Е. С. Системы, технологии и организация услуг автомобильного сервиса : учебное пособие / Е. С. Федотов, П. А. Поляков. — Краснодар : КубГТУ, 2023. — 299 с. — ISBN 978-5-8333-1246-9.

19. Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

20. Чернова, Е. В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2021. - 605 с.

21. Якунин Н.Н., Эксплуатация автомобильного транспорта : учебное пособие / Якунин Н.Н., Якунина Н.В. - Оренбург: ОГУ, 2020. - 220 с. - ISBN 978-5-7410-1748-7

Спецификация

[illegible]

Рисунок А.1 – Спецификация

[illegible]

Рисунок А.2 – Спецификация