

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 Стойка канавная для работ по снятию агрегатов грузовых
автомобилей

Обучающийся

В.Ю. Курков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(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

Тема выпускной квалификационной работы посвящена разработке и обоснованию конструкции канавной стойки для выполнения работ по демонтажу агрегатов грузовых автомобилей, производимых на осмотровой канаве. Актуальность темы выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью постоянного развития и совершенствования материально-технической базы ремонтных подразделений автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания.

Цель работы – создать универсальное, надёжное и безопасное техническое средство, позволяющее существенно повысить эффективность и эргономичность операций по снятию и установке тяжёлых узлов (двигателей, коробок передач, мостов) в ремонтных мастерских и автотранспортных предприятий.

В процессе исследования были поставлены и решены следующие задачи:

- произведен анализ существующих устройств для демонтажа автомобильных агрегатов, выявление их достоинств и ограничений;
- выполнена разработка технических требований и эскизного проекта канавной стойки с учётом габаритов и массы типовых узлов грузовиков;
- произведены расчёты прочности основных элементов конструкции и выбор оптимальных материалов;
- выполнена разработка схемы гидравлического или механического подъёма, обеспечивающей плавность и безопасность операций;
- выполнено моделирование работы стойки в САПР и произведено обоснование экономической эффективности предлагаемого решения.

Научная новизна проекта заключается в интеграции компактного подъёмного механизма с регулируемыми упорами, что позволяет использовать стойку в разных модификациях ремонтного оборудования. Практическая значимость работы подтверждается снижением трудозатрат и

повышением уровня безопасности при обслуживании тяжеловесных агрегатов, а также возможностью серийного изготовления конструкции для автосервисов.

Практическая значимость работы определяется возможностью внедрения разработанной конструкции в автотранспортные предприятия и на станции технического обслуживания, что позволит повысить производительность труда и снизить травмоопасность производимых работ.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, шести основных разделов (обзор конструкции канавного подъёмника, расчет производственного участка на уровне технического проекта, конструкторский раздел, технологический раздел, безопасность объекта дипломного проекта, экономическая эффективность объекта дипломного проекта), выводов и списка использованной литературы. В заключении будут подведены итоги проведённых исследований и даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию конструкции подъёмного устройства.

Содержание

Введение	6
1 Расчет участка текущего ремонта автомобилей	9
1.1 Описание работ, производимых на участке и оснащение участка текущего ремонта автомобилей	9
1.2 Подбор оборудования и инструмента для зоны ТР	10
1.3 Расчет производственного персонала зоны ТР	13
1.4 Расчет площади зоны ТР	14
2 Подбор аналогов для разрабатываемой канавной стойки	16
2.1 Обоснование проведения подбора оборудования	16
2.2 Анализ конструкций канавной стойки	17
3 Разработка конструкции стойки канавной для работ по снятию агрегатов грузовых автомобилей	22
3.1 Техническое задание на разработку стойки канавной	22
3.2 Техническое предложение на изготовления разрабатываемой конструкции	24
3.3 Прочностной расчет основных элементов конструкции	26
4 Технологический процесс снятия коробки переключения передач автомобиля ГАЗ С41R3	30
4.1 Условия работы агрегата	30
4.2 Неисправности коробки передач	31
4.3 Разработка технологического процесса снятия и установки коробки передач автомобиля ГАЗ С41R3	32
5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка	36
5.1 Описание участка и производимых работ	36
5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на участке	36
5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на участке	37
5.4 Расчет затрат на электрическую энергию на участке	39
5.5 Расчет затрат на заработную плату персонала	42

Заключение	46
Список используемой литературы и используемых источников	51
Приложение А Спецификация	54

Введение

В условиях непрерывного роста парка грузовых автомобилей и ужесточения требований к качеству и скорости их технического обслуживания, вопросы оптимизации ремонтно-технических работ приобретают особую значимость. Одним из ключевых элементов материально-технической базы автотранспортных предприятий и ремонтных мастерских являются канавные стойки – устройства, обеспечивающие безопасное и удобное проведение работ по демонтажу и сборке агрегатов с днища автомобиля.

Современные решения не всегда удовлетворяют возросшим потребностям в универсальности, мобильности, эргономичности и безопасности труда. В связи с этим разработка усовершенствованной канавной стойки представляется актуальной как с точки зрения научных исследований, так и в практической плоскости.

Различают следующие разновидности канавных подъёмников для демонтажа автомобильных агрегатов:

- стационарные подъёмники монтируются без возможности перемещения в ремонтной канаве, обладают наибольшей грузоподъёмностью, но обладают наименьшей универсальностью в плане проводимых работ;
- мобильные подъёмники перемещаются по рельсовым или колесным ходам, позволяют оперативно менять зону работ, однако требуют дополнительной производственной площади для маневрирования в ремонтном помещении;
- регулируемые подъёмники оснащаются выдвижными или винтовыми опорами для точной подгонки высоты площадки под различные модели грузовых автомобилей;
- модульные подъёмники состоят из отдельных соединяемых секций, что упрощает хранение и транспортировку, при этом возможна компоновка под нестандартные технологические схемы и различные виды

работ;

- гидравлические и механические подъёмники используют гидроцилиндры или передачу типа винт-гайка для подъема и фиксации агрегатов, повышая плавность регулировки и снижая трудоёмкость операций.

Научная новизна разработки заключается в следующем:

- в ходе выполнения ВКР были разработаны методы расчета оптимальной геометрии опорной фермы с учётом многоточечного распределения нагрузок, позволяющие снизить массы конструктивных элементов на 15–20 %;

- была предложена интегрированная система контроля положения агрегата с использованием датчиков наклона и сдвига, обеспечивающая автоматическую синхронизацию работы гидроцилиндров;

- выполнена кинематическая схема универсального крепления адаптеров для различных типов двигателей и трансмиссий, сокращающая время переналадки между ремонтами на 30 %.

Практическая новизна разработки заключается в следующем:

- разработанный образец стойки продемонстрировал повышение производительности труда в среднем на 25 % за счёт сокращения операций по ручной подгонке и перекомпоновке оборудования;

- в конструкцию будет производиться внедрение элементов модульности и регулировки, что позволило бы СТО с ограниченной площадью организовать эффективную ремонтную яму без необходимости перепланировки помещения;

- снижение массы стойки упрощает её размещение и техническое обслуживание, а унифицированные крепёжные элементы обеспечивают быструю замену изношенных деталей.

Таким образом, предложенная в дипломном проекте канавная стойка сочетает в себе достижения научных исследований и решения практических задач современной ремонтной инфраструктуры грузового транспорта. В последующих главах работы будут подробно рассмотрены методы расчёта

конструктивных элементов, технология изготовления и результаты стендовых испытаний.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, шести основных разделов (обзор конструкции канавного подъёмника, расчет производственного участка на уровне технического проекта, конструкторский раздел, технологический раздел, безопасность объекта дипломного проекта, экономическая эффективность объекта дипломного проекта), выводов и списка использованной литературы. Разработка чертежей конструкции будет производиться на уровне технического проекта. Разработка может быть внедрена в производство при условии доработки и адаптации конструкции под мелкосерийное производство.

В заключении будут подведены итоги проведённых исследований и даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию конструкции подъёмного устройства.

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;
- 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;
- занесение выполненных работ, расходных материалов и времени.

Техническое оснащение участка текущего ремонта включает следующие категории оборудования.

- двух- и четырёхстоечные 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

Классификация оборудования	Наименование оборудования	Марка	Площадь, м ²	Кол-во	Итого площадь, м ²
Основное рабочее оборудование	Устройство промывки системы смазки	133 МЦКБ	0,3	1	0,3
	Устройство промывки системы охлаждения	135 МЦКБ		1	0,3
	Устройство заправки пластичной смазкой	SCSY	0,25	1	0,25
	Подъемник электрогидравлический	KPN-327	2,4	5	12,0
	Сварочный аппарат полуавтоматической сварки	Кемпри	0,06	1	0,06
	Канавный подъемник	самоизг	1,2	1	1,25
Вспомогательное оборудование	Бак для сбора масла	Сорокин Инструмент	0,1	1	0,1
	Кран-балка	КБЭ-1,0	-	2	-
	Кран-тележка	б/н.	0,1	1	0,1
	Тележка слесаря	Сорокин Инструмент	0,35	7	3,15
Оборудование для хранения и складирования	Верстак слесарный	КО-390	1,3	2	2,6
	Контейнер для мусора		0,8	1	0,8
	Шкаф инструментальный	КО-390	0,25	4	1,0
	Стеллаж для деталей	б/н	0,86	2	1,72
	ИТОГО, м ²				23,6

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 простоям 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 — 35 367 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	22988,6	12
Регулировочные работы	35	12378,5	6
ИТОГО	100	35367	18

Следовательно, исходя из общей численности, явочное число рабочих принято в количестве 18 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

Кп – коэффициент плотности расстановки оборудования, Кп = 4,5

Фавт – площади горизонтальной проекции автомобиля, м², Фавт = 22

Тогда фактическая площадь участка составит.

$$F_y = (22 \cdot 3 + 23,6) \cdot 4,5 = 403,2 \text{ м}^2$$

Учитывая необходимость конструкции здания из стандартизированных сборных железобетонных элементов, окончательно принимаем площадь участка 324 м², формируемой сеткой колонн 18 м по пролету и общей длине участка здания 18 м с шагом колонн 6м.

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 разрабатываемой канавной стойки

2.1 Обоснование проведения подбора оборудования

Для эффективной организации ремонтного участка важно правильно подобрать подъемно-транспортное оборудование, обеспечивающее безопасную и быструю подачу и монтаж тяжёлых узлов и агрегатов автомобилей. В качестве примера рассмотрим канавную стойку – универсальное средство для удержания и перемещения грузов в пределах ремонтной зоны.

В настоящий момент демонтаж агрегатов (редукторов, КПП, мостов и др.) на ремонтном участке выполняется преимущественно вручную с применением гидравлических домкратов и подкатных кранов. Это приводит комплексу производственных издержек, а именно:

- продолжительным простоям техники в цехе (до 4–6 ч на один агрегат);
- повышенному риску травматизма обслуживающего персонала;
- износу эргономики рабочего места и снижению мотивации бригад;
- росту производственных затрат на демонтаж и повторные узкоспециализированные услуги сторонних подрядчиков.

Технические требования, предъявляемые к канавной стойке:

- грузоподъёмность не менее 1 т (с учётом массы средних агрегатов);
- возможность регулировки высоты захвата и поворота агрегата на 360°;
- компактные габариты для установки в канаве глубиной 1,5–1,8 м;
- модульное крепление к боковым стенкам смотровой канавы;
- гидравлический или электрогидравлический привод с системой аварийного блокирования и защитой от перегрузки;
- удобные точки крепления цепей/строп для быстрой фиксации агрегата.

На основании проведенного анализа технико-экономических показателей, требований безопасности и производственной практики, разработка и внедрение канавной стойки для демонтажа агрегатов является целесообразной и экономически оправданной мерой. Инвестиции окупятся в течение одного года, при этом снизятся операционные риски и повысится эффективность ремонтного участка. Рекомендуется включить в план капитальных вложений разработку канавной стойки с последующим обучением персонала и адаптацией технологического процесса.

2.2 Анализ конструкций канавной стойки

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

Одним из таких устройств будет являться канавный подъемник серии GHSP4/GHSLP30 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Канавный подъемник серии GHSP4/GHSLP30

Подъемник серии GHSP4/GHSLP30 предназначен для работы с агрегатами грузовых автомобилей и автобусов. Размещается на бортах осмотровой канавы с возможностью горизонтального перемещения. Характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики подъемника серии GHSP4/GHSLP30

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, кг	4000 - 30000
Время подъема, сек	36
Высота подъема, мм	650
Высота платформы, мм	98
Перекрываемая канава, мм	1100

На рисунке 2 представлен канавный подъёмник ПК-10, также предназначенный для работы с грузовым транспортом и пассажирскими автобусами. Подъемник оснащен колесами, позволяющими перемещать его по дну осмотровой канавы. Характеристики конструкции приводятся в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики подъёмника ПК-10

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, т	10
Рабочий ход, мм	900
Габаритные размеры, мм	1565x760x410
Масса, кг	510



Рисунок 2 – Канавный подъемник ПК-10

Также аналогом разрабатываемой конструкции будет являться канавный навесной ножничный гидроподъемник ПНК – 10, предназначенный для вывешивания мостов автомобилей с нагрузкой на ось до 10 т (рисунок 3).

Канавный навесной ножничный гидроподъемник для вывешивания мостов автомобилей с нагрузкой на ось до 10 т. Регулировка по ширине канавы 900-1200 мм. Привод пневмогидравлический. Передвижные сменные упоры позволяют поднимать автомобили с различной конфигурацией днища или рамы.



Рисунок 3 – Канавный подъемник ПНК-10

Таблица 5 – Характеристики канавного подъёмника ПНК-10

Характеристика	Значение
Грузоподъемность, т	10
Высота подъема, мм	500
Проездная высота, мм	138
Габариты подъемника, мм	555x1000x1060
Масса, кг	220

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 канавной стойки», был выполнен анализ различных конструкций канавных подъемников, в котором сравнивались три варианта конструкции.

Конструкция подъёмника ПНК-10 обладает невысокой стоимостью, но ограничена по максимальной грузоподъёмности и требует частого

технического обслуживания. Конструкция канавного подъёмника серии GHSP4/GHSLP30 демонстрирует хорошую жесткость и устойчивость, однако имеет сложную сборку и наибольшее число узлов, что повышает трудоёмкость монтажа и риски отказов. Конструкция канавного подъёмника ПК-10 сочетает в себе простоту, надёжность и достаточный запас прочности для заявленных нагрузок.

В модели ПК-10 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 ПК-10 унифицированы и легко подгоняются под различные параметры приямка (глубину 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 канавного подъёмника ПК-10 признана наиболее оптимальной для применения в условиях автомобильных сервисных предприятий.

3 Разработка конструкции стойки канавной для работ по снятию агрегатов грузовых автомобилей

3.1 Техническое задание на разработку стойки канавной

В рамках выпускной квалификационной работы производится разработка гидравлической телескопической стойки для демонтажа деталей и агрегатов грузовых автомобилей, предназначенной для работы в канаве. Стойка обеспечивает удобный и безопасный подъём грузов весом до 1000 кг на высоту до 800 мм.

«Данное изделие относится к гаражному оборудованию, в частности к устройствам для облегчения проведения работ под рамой автомобиля. Предназначается для вывешивания над осмотровой канавой постов главным образом грузовых автомобилей, с нагрузкой на ось до 3.5 т. Изделие будет применяться при температурном интервале –5 до +50°С, 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 стойки:

- Грузоподъемность: 1000 кг (с запасом прочности не менее 15%);
- Высота подъема: 800 мм (с возможностью регулировки высоты);
- Тип подъёмного механизма: Гидравлический;
- Тип конструкции: Телескопическая, обеспечивающая компактность в сложенном состоянии;
- Перемещение по канаве: По направляющим, установленным на бортах канавы. Необходимо предусмотреть механизм фиксации стойки на направляющих;
- 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:** 2000x1500x1000 мм;

- **Масса стойки:** 110 кг

- **Устойчивость:** Стойка должна быть устойчива к опрокидыванию при максимальной нагрузке;

- **Эргономичность:** Обеспечение комфортной работы оператора.

Требования к функциональности конструкции стойки:

- 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 канавной стойки:

- 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 стойки.

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 гидравлической телескопической стойки для демонтажа деталей и агрегатов грузовых автомобилей, предназначенной для использования в условиях автосервиса или ремонтной зоны. Стойка обеспечивает безопасный и эффективный подъём грузов весом до 1000 кг на высоту до 800 мм.

Технические характеристики изделия:

- Грузоподъемность: 1000 кг (с запасом прочности не менее 15%).
- Высота подъема: 800 мм (регулируемая).
- Тип подъёмного механизма: Гидравлический, с ручным управлением (возможны варианты с электрогидравлическим или пневмогидравлическим управлением по отдельному запросу).
- Тип конструкции: Телескопическая, обеспечивающая компактность при хранении и транспортировке.
- Перемещение по канаве: По направляющим, устанавливаемым на бортах канавы. Направляющие будут выполнены из износостойкого материала (например, закаленной стали). Система фиксации на направляющих обеспечит надежное и безопасное положение стойки.
- 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:
- Блокировку от случайного опускания.
- Предохранительный клапан от перегрузок.
- Система 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).
- Масса стойки: (будет определена на этапе проектирования, но предполагается минимально возможная масса при сохранении необходимой прочности и безопасности).
- Управление: Простое и интуитивное управление с помощью ручного рычага (для гидравлического варианта). Для электрогидравлических и пневмогидравлических вариантов предусмотрена соответствующая система управления.

Конструктивная схема изделия

- Каркас стойки: сварная конструкция из труб и листового проката S235 JR (или аналог), устойчивая к изгибу и крутящему моменту.
- Телескопическая колонна: 2–3 последовательно выдвигающихся профиля круглого сечения.
- Гидроцилиндр: встроенный внутрь колонны или смонтированный снаружи с компенсатором давления.
- Система перемещения в канаве: две опорные каретки с роликами по направляющим, зафиксированные на нижней части каркаса стойки.
- Гидропривод: гидронасос; маслonaпорные и сливные трубопроводы в бронепокрытии; резьбовые соединения по DIN.

Прототипом разрабатываемой конструкции будет являться ряд существующих устройств для подъема автомобилей. Одним из таких устройств будет являться канавный подъемник серии GHSP4/GHSLP30.

«В разрабатываемой конструкции будут использованы ряд конструктивных 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

Усилие подъема определяется из характеристик рассмотренных аналогов, т.е. 1000 кг, что отражает общую тенденцию в развитии техники данного класса. Произведем подбор подъемного устройства, исходя из изложенных технических характеристик. Так как в устройстве отсутствуют рычажные механизмы, грузоподъемность устройства будет определяться только грузоподъемностью гидростойки. В качестве подъемного устройства принимаем стойку ОМА-606, грузоподъемность 1000 кг.

Определим реакции в опорах и построим эпюру распределения изгибающей нагрузки (рисунок 4).

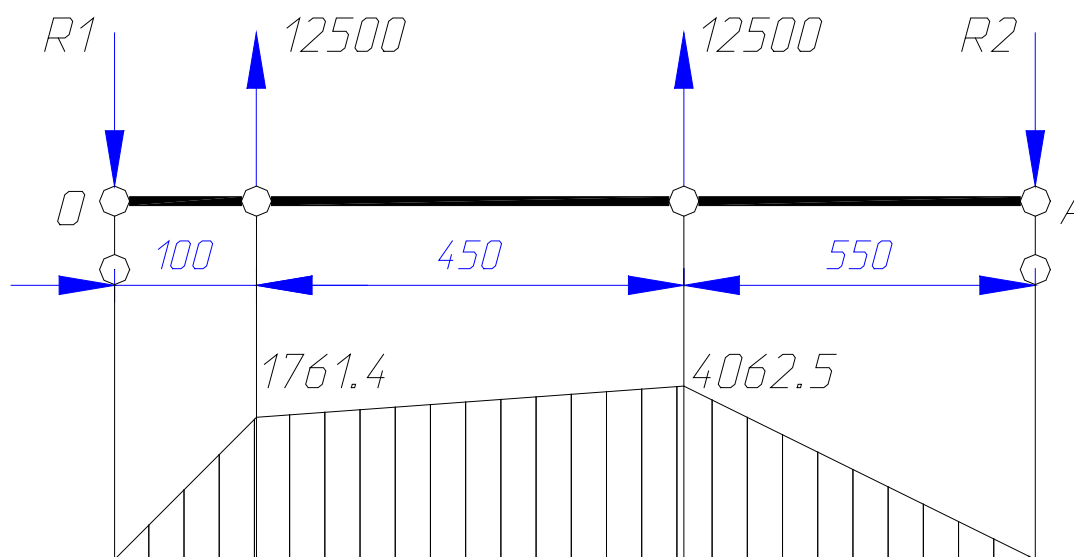


Рисунок 4 – Эпюра нагружения рамы стойки

Определим реакцию в точках опирания, исходя из эпюры нагружения по рисунку 4.

$$\begin{cases} 0.1 \cdot 12500 + 0.55 \cdot 12500 - 1.1 \cdot R_2 = 0 \\ -0.55 \cdot 12500 - 1.0 \cdot 12500 + 1.1 \cdot R_1 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8125 = 1.1 \cdot R_2 \\ 19375 = 1.1 \cdot R_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_2 = 7386.4 \\ R_1 = 17613.6 \end{cases}$$

«Произведем расчет на прочность трубы рамы, исходя из рассчитанной величины максимального изгибающего момента. $M_{\max} = 4062,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$, балка рамы – труба $\varnothing 64$, $W = 34,8 \cdot 10^{-6}$.

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W \quad (2)$$

$$\sigma_{\max} = 4062,5 / 34,8 \cdot 10^{-6} = 116,7 \text{ МПа} < [\sigma_T] = 200 \text{ МПа}$$

Условия прочности удовлетворяют характеристикам материала, даже с условием обеспечения запаса прочности.» [17]

«Произведем расчет подшипников качения колес рамы, приняв, что масса распределена равномерно по всем четырем колесам, а максимальная скорость перемещения подъемника составляет 8 км/ч. Также при расчете подшипников колеса, принимаем, что подшипники колеса воспринимают только радиальную нагрузку, осевую ввиду ее малой величины опускаем. Производим выбор подшипника по коэффициенту работоспособности, тыс.» [20]

$$C_p = Q \cdot (n \cdot Lh)^{0.3} \quad (3)$$

«где $Q = F_r \cdot k_k \cdot k_\delta \cdot k_T$ – приведенная нагрузка к условной радиальной, кгс

n – частота вращения, об/мин

$L_h = 8000$ – задаваемая долговечность подшипника, час

$F_r = 17,5$ кгс» [20]

«Определим частоту вращения колеса, исходя из скорости перемещения $v_{\max} = 8$ км/ч $\approx 2,5$ м/сек и диаметра колеса $d = 0,15$ м.» [5]

$$n = \omega \cdot 30 / \pi, \quad (4)$$

где $\omega = v \cdot 2 / d$, $v = 5$ м / сек на ободе колеса.

$$n = 5 \cdot 30 \cdot 2 / 3.14 \cdot 0.15 = 636,9 \approx 640 \text{ об/мин}$$

$$Q = 17,5 \cdot 1,35 \cdot 1,5 \cdot 1 = 35,4$$

$$C_p = 35,4 \cdot (640 \cdot 8000)^{0,3} = 3,645 \text{ тыс}$$

Расчетным характеристикам удовлетворяют подшипники скольжения, выполненные из оловянистой бронзы.

Таким образом, произведен расчет базовых элементов конструкции, остальные элементы будут подобраны, согласно габаритно-мощностным показателям.

В результате выполнения конструкторского раздела ВКР, были сформулированы требования к функциональности стойки: грузоподъемность 1000 кг, высота подъема до 800 мм, возможность перемещения по направляющим в смотровой канаве. Определены габаритные и эксплуатационные параметры, а также требования к безопасности и эргономике при обслуживании грузовых автомобилей. Выбрана схема гидравлической телескопической стойки с двумя выдвижными секциями, что

обеспечивает компактность в сложенном состоянии и стабильность при максимальном выдвижении.

Разработаны основные узлы: гидроцилиндр подъема, базовый корпус с направляющими, поворотная опорная плита, фиксаторы положения. Предложены материалы и покрытия: сталь 45 ХН с антикоррозионным покрытием; уплотнения гидроцилиндра – фторопластовые.

Выполнен расчёт статических нагрузок на все элементы конструкции при грузоподъемности 1000 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 в смотровых канавах. В разделе выполнены все ключевые этапы преддизайнерской подготовки – от постановки технических требований до расчётно-конструкторской проверки прочности. Конструкция канавной стойки обладает заданными характеристиками, соответствует нормам безопасности и готова к опытно-конструкторским испытаниям. Результаты в виде чертежей представлены на листах графической части ВКР.

4 Технологический процесс снятия коробки переключения передач автомобиля ГАЗ С41R3

4.1 Условия работы агрегата

«Коробка передач служит для изменения по величине и направлению передаваемого крутящего момента, длительного разъединения двигателя и трансмиссии во время стоянки или при движении автобуса по инерции, а также для движения автобуса задним ходом. В зависимости от условий эксплуатации сопротивление движению может изменяться в сравнительно широком диапазоне, что вызывает необходимость увеличения или уменьшения силы тяги на колесах. Различная сила тяги на колесах при работе двигателя на режиме заданной мощности может быть получена изменением соотношения между частотами вращения коленчатого вала и ведущих колес с помощью коробки передач».[17]

«Все узлы и детали коробки передач при движении автомобиля испытывают значительную постоянную нагрузку. Прежде всего, это касается передаваемого от коленчатого вала двигателя к колесам крутящего момента. Нагрузку от моментов воспринимается в основном валами коробки передач и подшипниками. При работе в зацеплении также знакопеременным нагрузкам подвергаются зубья шестерен, что приводит к их разрушению. При больших величинах крутящего момента и при наличии проскальзывания в зоне контакта зубьев, возникает износ трения, а при более значительных нагрузках – выкрашивание металла. Подобному виду разрушения подвержены не только зубья шестерен, но и синхронизаторы. Кроме вышеперечисленных нагрузок, следует добавить дополнительные неблагоприятные моменты, сопутствующие зимней эксплуатации, когда наблюдается дефицит смазки в зонах трения ввиду загустевания масла в коробке передач, что снижает его антифрикционные свойства. Низкие температуры также увеличивают

хрупкость металла, что увеличивает вероятность поломки отдельных элементов при работе в зимних условиях.»[9], [17]

4.2 Неисправности коробки передач

Ниже перечислены типовые неисправности механической коробки передач ГАЗ С41R3 с указанием основных причин и характерных признаков, которые для удобства восприятия сводятся в таблицу 6

Таблица 6 – Наиболее характерные неисправности

Симптомы неисправностей	Характер и причины неисправностей
Шум при работе	Характер: вой, гул или писк на одних или всех передачах. Причины: износ зубьев колес, подшипников первичного/вторичного вала, недостаток или загустевание масла, смещение зацепления.
Затруднённое включение передач	Характер: «тяжело» входит передача, стуки при включении, «провал» в нейтраль. Причины: износ или заедание синхронизаторов, искривление/износ вилок переключения, раздутые втулки осей вилок, недостаток смазки в узлах вилок.
Самовыключение передачи под нагрузкой	Характер: передача внезапно «выбивает» и коробка становится на нейтраль. Причины: износ или поломка собачек муфты, излишний зазор в зацеплении колес, ослабление торцевых болтов на шлицевых соединениях.
Пробуксовка или «проскальзывание» шестерен	Характер: двигатель набирает обороты, а скорость не растёт. Причины: поломка или сильный износ зубьев шестерни, разрушение демпферных пружин (если предусмотрены), снижение межосевого зазора.
Подтёки масла	Характер: следы масла на картере, на стыках корпуса. Причины: износ маслосъёмных колец / сальников первичного или вторичного вала, неплотная установка пробок или крышек, трещины в картере.
Избыточный люфт вала или шестерен	Характер: ощутимый продольный или радиальный люфт на первичном/вторичном валах, стуки при переключении или во время движения. Причины: износ подшипников и втулок, ослабление стопорных колец, износ торцевых поверхностей шестерён.

Продолжение таблицы 6

Симптомы неисправностей	Характер и причины неисправностей
Перегрев коробки передач	Характер: запах гари, изменение цвета и вязкости масла, при длительной езде температура корпуса превышает номинальную. Причины: недостаток или неправильный тип масла, забитый вентиляционный клапан, повышенные трения из-за износа подшипников/зубьев.
Затруднение включения задней передачи	Характер: нужна высокая сила на рычаге, хруст при попытке встать на «R». Причины: износ или поломка шестерни заднего хода, деформация направляющей вилки, ослабление или обрыв фиксатора синхронизатора.
Удары и рывки при переключениях	Характер: резкие толчки при включении любой передачи. Причины: износ демпферных элементов (гасителей колебаний), люфт в механизме переключения, засорение канала подвода масла к синхронизаторам.
Стук при нейтральном положении	Характер: металлический стук при отпуске педали сцепления на нейтрали. Причины: изношенные подшипники первичного вала, ослабленные крепления картерных половин, деформация шестерён заднего ряда.

Для точной диагностики каждой из перечисленных неисправностей рекомендуется:

- проверить уровень и состояние трансмиссионного масла;
- провести визуальный осмотр корпуса и герметичности сальников;
- прослушать коробку при разных режимах работы (разные передачи, холостые обороты, нагрузка);
- при необходимости разобрать и измерить зазоры в подшипниках, износ зубьев и состояние синхронизаторов.

4.3 Разработка технологического процесса снятия и установки коробки передач автомобиля ГАЗ С41R3

Подготовка к операции демонтажа коробки передач включает подбор инструментов, оборудования и расходных материалов.

Инструменты и оборудование:

- подъемник или смотровая яма;
- набор ключей (рожковые, торцевые, накидные);
- головки с трещоткой;
- динамометрический ключ;
- специальный съемник для коробки передач (если потребуется);
- домкрат;
- подставки для автомобиля;
- емкость для масла;
- ветошь;
- защитные средства (перчатки, очки).

Расходные материалы:

- новое трансмиссионное масло (соответствующее спецификации);
- прокладка картера сцепления;
- прокладка коробки передач (при необходимости);
- новые крепежные элементы (при необходимости).

Снятие коробки передач производится в следующей последовательности.

- установка автомобиля на подъемник или осмотровую канаву, необходимо надежно зафиксировать автомобиль;
- открыть сливную пробку картера коробки передач и слить масло в подготовленную емкость;
- отсоединить карданный вал от фланца коробки передач. Закрепить карданный вал во избежание его повреждений;
- отсоединить тросы выбора передач и троса заднего хода;
- отсоединить все шланги, которые подключены к коробке передач (например, гидропривод выключения сцепления, датчики);
- отсоединить тяги переключения передач от коробки передач;
- отсоединить стартер;
- отсоединить все электрические разъемы от коробки передач;
- аккуратно открутить болты крепления коробки передач к блоку

двигателя, возможно, потребуется использование специального съемника, чтобы избежать повреждения коробки, запомнить порядок и местоположение болтов для последующей установки;

- с помощью подъемника или домкрата осторожно снять коробку передач с двигателя, возможна необходимость частичного демонтажа некоторых элементов подвески двигателя или выхлопной системы для облегчения доступа.

Установка коробки передач производится в следующей последовательности.

- проверить состояние прокладок и крепежных элементов. При необходимости заменить изношенные детали;

- установить коробку передач на двигатель, совместив отверстия для болтов;

- затянуть болты крепления коробки передач к двигателю в указанном в руководстве по ремонту порядке и моментом затяжки;

- подключить все шланги и электрические разъемы;

- подключить тяги переключения передач;

- подключить тросы управления коробкой передач;

- подключить стартер;

- подключить карданный вал к фланцу коробки передач;

- залить в коробку передач необходимое количество трансмиссионного масла (соответствующее спецификации);

- проверить уровень масла, проверить работу коробки передач, переключая передачи.

В завершении операции сборки следует убедиться в правильности установки и работоспособности коробки передач и убрать все инструменты и материалы.

Технологический процесс оформляется в виде технологической карты, которая выносится на лист графической части.

В результате анализа конструктивных особенностей коробки передач автомобиля ГАЗ С41R3 и условий её обслуживания была разработана оптимальная маршрутная карта технологического процесса съёма и установки агрегата, включающая три основные группы операций: подготовительные, основные и заключительные.

Для каждого этапа процесса определён детализированный перечень операций и рекомендован необходимый инструмент и приспособления (домкрат, страховочные опоры, ключи динамометрические, подъёмник двигателя 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: герметичность масляной системы, момент затяжки болтовых соединений, правильность установки вала первичного и вторичного, что гарантирует соблюдение требований качества и надёжности при последующей эксплуатации. Разработаны и описаны меры по обеспечению безопасности труда: обязательная фиксация автомобиля на стойках, 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

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
Устройство вывода выхлопных газов	Grac	35 000	1	10,0	3 500

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
Комплекс компьютерной диагностики двигателя с комплектом накладных датчиков для топливопроводов Ø 4,5 мм, 6 мм и 7 мм	б/н	125 000	2	8,0	20 000
Устройство для проверки углов установки передних колес	Сорокин	25 000	8	14,5	29 000
Подъемник двухстоечный	Сорокин	650 000	1	15,0	97 500
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 «С_{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 условиях непрерывного роста парка грузовых автомобилей и ужесточения требований к качеству и скорости их технического обслуживания, вопросы оптимизации ремонтно-технических работ приобретают особую значимость. Одним из ключевых элементов материально-технической базы СТО и ремонтных мастерских являются канавные стойки – устройства, обеспечивающие безопасное и удобное проведение работ по демонтажу и сборке агрегатов с днища автомобиля.

Современные решения не всегда удовлетворяют возросшим потребностям в универсальности, мобильности, эргономичности и безопасности труда. В связи с этим разработка усовершенствованной канавной стойки представляется актуальной как с точки зрения научных исследований, так и в практической плоскости.

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 канавной стойки», был выполнен анализ различных конструкций канавных подъемников, в котором сравнивались три варианта конструкции.

Конструкция подъемника ПНК-10 обладает невысокой стоимостью, но ограничена по максимальной грузоподъёмности и требует частого технического обслуживания. Конструкция канавного подъемника серии GHSP4/GHSLP30 демонстрирует хорошую жесткость и устойчивость, однако имеет сложную сборку и наибольшее число узлов, что повышает трудоёмкость монтажа и риски отказов. Конструкция канавного подъемника ПК-10 сочетает в себе простоту, надёжность и достаточный запас прочности для заявленных нагрузок.

В модели ПК-10 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 ПК-10 унифицированы и легко подгоняются под различные параметры приямка (глубину 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 канавного подъемника ПК-10 признана наиболее оптимальной для применения в условиях автомобильных сервисных предприятий.

В результате выполнения конструкторского раздела ВКР, были сформулированы требования к функциональности стойки: грузоподъемность 1000 кг, высота подъема до 800 мм, возможность перемещения по направляющим в смотровой канаве. Определены габаритные и эксплуатационные параметры, а также требования к безопасности и эргономике при обслуживании грузовых автомобилей. Выбрана схема гидравлической телескопической стойки с двумя выдвижными секциями, что обеспечивает компактность в сложенном состоянии и стабильность при максимальном выдвижении.

Разработаны основные узлы: гидроцилиндр подъема, базовый корпус с направляющими, поворотная опорная плита, фиксаторы положения. Предложены материалы и покрытия: сталь 45 ХН с антикоррозионным покрытием; уплотнения гидроцилиндра – фторопластовые.

Выполнен расчёт статических нагрузок на все элементы конструкции при грузоподъемности 1000 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 в смотровых канавах. В разделе выполнены все ключевые этапы преддизайнерской подготовки – от постановки технических требований до расчётно-конструкторской проверки прочности. Конструкция канавной стойки обладает заданными характеристиками, соответствует нормам безопасности и готова к опытно-конструкторским испытаниям

В результате анализа конструктивных особенностей коробки передач автомобиля ГАЗ С41R3 и условий её обслуживания была разработана оптимальная маршрутная карта технологического процесса съёма и установки

агрегата, включающая три основные группы операций: подготовительные, основные и заключительные.

Для каждого этапа процесса определён детализированный перечень операций и рекомендован необходимый инструмент и приспособления (домкрат, страховочные опоры, ключи динамометрические, подъёмник двигателя 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: герметичность масляной системы, момент затяжки болтовых соединений, правильность установки вала первичного и вторичного, что гарантирует соблюдение требований качества и надёжности при последующей эксплуатации. Разработаны и описаны меры по обеспечению безопасности труда: обязательная фиксация автомобиля на стойках, 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.

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.

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. Болштынский, 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