

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)

13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Альтернативные источники энергии транспортных средств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Проектирование участка дооснащения легковых автомобилей
оборудованием подачи компримированного природного газа

Обучающийся

А.В. Воробьев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилев

(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

Данная выпускная квалификационная работа посвящена разработке специализированного участка по установке газобаллонного оборудования (ГБО) на легковые автомобили с целью перевода их на использование компримированного природного газа (КПГ).

Создание эффективного производственного участка по дооснащению автомобилей системой подачи КПГ, обеспечивающего экономию эксплуатационных расходов и снижение негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду.

Основные задачи работы:

- анализ текущего состояния российского рынка газового оборудования: выявление тенденций развития технологий и перспектив перехода автомобилей на альтернативные виды топлива;
- выбор оптимальных решений монтажа и подбора оборудования: разработка технологических карт процесса переоборудования автомобилей различными системами ГБО;
- разработка проектной документации производства: проектирование участка с соблюдением норм безопасности и стандартов качества, необходимых для успешной интеграции новой технологии;
- оценка технико-экономической целесообразности проекта: проведение расчетов капиталовложений, операционных затрат и определение срока окупаемости внедряемого участка;
- обоснование экологической значимости мероприятий: демонстрация преимуществ использования КПГ для снижения уровня токсичных выбросов транспортных средств.

Реализация предложенного проекта способствует повышению конкурентоспособности российских автомобильных сервисов, снижает нагрузку на традиционные топливные ресурсы и положительно влияет на состояние окружающей среды.

Abstract

This final qualification work is devoted to the development of a specialized site for the installation of gas cylinder equipment (GCE) on cars in order to convert them to use compressed natural gas (CNG).

Creation of an effective production site for retrofitting cars with a CNG supply system, ensuring savings in operating costs and reducing the negative impact of motor vehicles on the environment.

Main objectives of the work:

- analysis of the current state of the Russian gas equipment market: identifying trends in the development of technologies and prospects for the transition of cars to alternative fuels;
- selection of optimal solutions for installation and selection of equipment: development of process maps for the process of re-equipping cars with various GCE systems;
- development of design documentation for production: design of the site in compliance with safety standards and quality standards necessary for the successful integration of new technology;
- assessment of the technical and economic feasibility of the project: calculations of capital investments, operating costs and determination of the payback period of the implemented site;
- justification of the environmental significance of the measures: demonstration of the advantages of using CNG to reduce the level of toxic emissions from vehicles.

The implementation of the proposed project contributes to increasing the competitiveness of Russian automobile services, reduces the burden on traditional fuel resources and has a positive effect on the environment.

Содержание

Введение	6
1 Рабочий проект участка дооснащения легковых автомобилей оборудованием подачи компримированного природного газа	8
1.1 Описание производимых на участке дооснащения работ	8
1.2 Оборудование, размещенное на участке	10
1.3 Персонал, работающий на участке	112
1.4 Расчет площади участка	13
2 Подбор аналогов для подъёмника, используемого на участке дооснащения	15
2.1 Обоснование проведения подбора оборудования	15
2.2 Анализ конструкций подъёмника, используемого на участке дооснащения	17
3 Разработка технологического процесса установки газобаллонного оборудования на автомобиль	22
3.1 Описание производимой работы и условий ее проведения	22
3.2 Разработка пошагового технологического процесса монтажа ГБО на легковой автомобиль	23
4 Безопасность объекта дипломного проектирования. Безопасность участка сборки	27
4.1 Краткая техническая характеристика объекта дипломного проектирования	27
4.2 Профессиональные риски объекта дипломного проектирования	30
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	32
4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сборки	34
4.5 Обеспечение экологической безопасности	37
5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка сборки	39
5.1 Описание участка и производимых работ	39

5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на сборочном участке	40
5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на сборочном участке	42
5.4 Расчет затрат на электрическую энергию на участке сборки	44
5.5 Расчет затрат на заработную плату персонала	46
Заключение	50
Список используемой литературы и используемых источников	54

Введение

Переход на альтернативные виды топлива является одной из ключевых тенденций развития транспортной отрасли, обусловленной стремлением снизить расходы на эксплуатацию автотранспортных средств и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Газобаллонное оборудование (ГБО), использующее природный газ, представляет собой перспективное решение для грузовых автомобилей благодаря своей доступности, высокой энергоэффективности и экологичности.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности транспортного сектора, уменьшения зависимости от традиционных видов моторного топлива и минимизации негативного влияния автотранспортных средств на окружающую среду. Использование компримированного природного газа (КПГ) является одним из эффективных способов решения указанных проблем благодаря своей доступности, низкой стоимости и высокой экологичности.

Целью настоящего дипломного проекта является разработка и обоснование проектирования участка по дооснащению легковых автомобилей газобаллонным оборудованием (ГБО), предназначенным для подачи КПГ.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ современного состояния рынка газобаллонного оборудования в России и выявить перспективы его дальнейшего развития;
- обосновать выбор оптимального типа системы ГБО и разработать схему её установки на различные марки автомобилей;
- выполнить расчеты необходимой площади участка, подобрать оборудование и материалы, необходимые для реализации проекта;
- определить организацию работ и разработать техническую документацию на монтаж ГБО;

- рассчитать экономические показатели эффективности внедрения проекта, определить срок окупаемости и предложить мероприятия по улучшению экономики предприятия;
- оценить влияние переход на КППГ на экологические характеристики автомобиля;
- подготовить рекомендации по организации обслуживания и ремонта установленного оборудования.

Методы исследования включают теоретический анализ научно-технических публикаций, нормативной документации и патентных материалов, статистическое исследование динамики спроса на услуги переоборудования автомобилей, аналитико-прогностические методики оценки эффективности инвестиционных проектов, моделирование процессов установки и расчета производительности участка.

Научная новизна работы определяется разработкой рациональной концепции проектирования участка по установке ГБО на транспортные средства, учитывающей современные требования безопасности, экологии и ресурсосбережения.

Практическая значимость проекта заключается в создании готовой технической документации, позволяющей организовать участок по установке газобаллонного оборудования, способствующий экономии ресурсов, снижению издержек владельцев транспортных средств и достижению устойчивого развития транспортной инфраструктуры страны.

Таким образом, выполненный проект представляет собой комплексное решение проблемы перевода легковых автомобилей на экологически чистое топливо и обладает значительной практической ценностью для организаций, занимающихся модернизацией автопарка и внедрением новых энергосберегающих технологий. Графическая часть выпускной квалификационной работы представлена на шести листах формата А1.

1 Рабочий проект участка дооснащения легковых автомобилей оборудованием подачи компримированного природного газа

1.1 Описание производимых на участке дооснащения работ

Участок дооснащения легковых автомобилей оборудованием подачи компримированного природного газа представляет собой специализированное техническое помещение, предназначенное для оснащения автомобилей дополнительным оборудованием, позволяющим использование природного газа в качестве моторного топлива. Участок оснащен необходимым оборудованием и инструментами для качественного выполнения технологических операций по установке и настройке газобаллонного оборудования (ГБО). Рассмотрим подробнее организацию такого участка.

На участке размещаются следующие элементы инфраструктуры:

- подъемники или домкраты для подъема автомобилей;
- станки для резки металла, сварки и гибки металлических деталей;
- электроинструменты (шлифмашины, дрели, болгарки) для обработки поверхностей и крепежа;
- газовая арматура, шланги и фитинги, необходимые для сборки и подключения газовых магистралей;
- диагностическое оборудование для проверки работоспособности узлов и механизмов;
- компьютеризированные рабочие станции для программирования и настройки электронного оборудования.

Условия на участке должны соответствовать нормативам охраны труда и промышленной безопасности.

- наличие вентиляции и вытяжных устройств для удаления вредных веществ и предотвращения скопления взрывоопасных газов.
- средства индивидуальной защиты работников (перчатки, защитные очки, спецодежда).

- регулярное обслуживание и профилактические осмотры технологического оборудования.

Процесс переоборудования начинается с диагностики автомобиля и выбора подходящего комплекта ГБО. Затем проводятся подготовительные мероприятия: демонтаж штатных деталей, подготовка поверхности кузова, разметка мест крепления новых агрегатов. После завершения подготовки приступают к монтажу основных элементов системы.

Дооснащение легковых автомобилей системой подачи сжатого природного газа (КПГ) включает следующие этапы и виды работ:

- Диагностика автомобиля — проверка технического состояния транспортного средства, оценка возможности установки газобаллонного оборудования (ГБО).

- Подготовка документации — оформление необходимых документов и согласование проекта переоборудования.

- Установка газового баллона: выбор места монтажа, фиксация баллонов согласно нормам безопасности.

- Монтаж газовой магистрали: прокладка трубопроводов высокого давления от баллонов до двигателя.

- Подключение системы питания газом: установка редуктора-испарителя, фильтра грубой очистки, электромагнитных клапанов.

- Настройка топливной аппаратуры: подключение электроники управления подачей топлива (газовые форсунки), настройка блока управления ГБО.

- Проведение испытаний: проверка герметичности системы, контроль утечек газа, тестирование функционирования всех компонентов ГБО.

- Регулировка и калибровка: настройка оптимальных режимов переключения между бензином и газом, проведение тест-драйва.

- Оформление документов: выдача сертификата соответствия установленным требованиям и внесение изменений в паспорт транспортного средства.

Для успешного выполнения указанных видов работ необходим квалифицированный персонал, обладающий знаниями и опытом в области автосервиса и эксплуатации газовых установок.

Участок дооснащения легковых автомобилей оборудованием подачи компримированного природного газа является важной частью современной автомобильной промышленности, направленной на повышение экологической чистоты и экономичности автомобильного парка страны. Эффективная организация производства позволяет значительно сократить сроки и стоимость работ, обеспечивая высокое качество продукции и комфорт конечных пользователей.

1.2 Оборудование, размещенное на участке

Автомобили, оснащённые системой подачи компримированного природного газа (КПГ), представляют собой перспективное направление развития транспортного сектора, позволяющее существенно снизить затраты на топливо и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Однако процесс переоборудования транспортных средств требует специализированного оборудования и строгого соблюдения технологических норм.

Участок дооснащения легковых автомобилей легкового автомобиля оборудованием подачи КПГ представляет собой производственную зону, оборудованную необходимыми инструментами и устройствами для установки газобаллонного оборудования (ГБО). Основными элементами оснащения являются стенды проверки герметичности газовых магистралей, сварочные аппараты для монтажа трубопроводов, компрессоры высокого давления,

заправочное оборудование, контрольно-измерительные приборы и средства индивидуальной защиты персонала.

Оснастка включает специализированные инструменты для сборки и регулировки компонентов ГБО, измерительное оборудование для настройки электронной системы управления двигателем, монтажные приспособления и технологические карты операций. Правильное сочетание современного оборудования и качественной оснастки обеспечивает высокую производительность труда, безопасность рабочих процессов и качество конечного продукта — надёжность и эффективность установленного газобаллонного оборудования.

Оборудование, которое размещается на участке дооснащения, приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование участка дооснащения легковых автомобилей оборудованием подачи компримированного природного газа

Группа оборудования	Наименование технологического оборудования участка	Марка, модель	Площадь, м ²	Кол-во	Итого площадь, м ²
Подъёмное оборудование	Подъемник 4-х стоечный (3500кг)	KPN-350	6,50	1	6,5
Оборудование для хранения и складирования Оборудование для хранения и складирования	Верстак слесарный КО-390	самоизг.	2,50	1	2,5
	Ящик для размещения инструмента	КО-390	0,426	4	3,4
	Стеллаж	ИП-56	2,25	3	6,8
	Ящик для размещения оборудования	б/н	1,2	2	2,4
	Стол	К-3768	0,475	1	0,5
	Тележка	б/н	1,65	1	1,7
	Верстак	КО-389	1,26	3	3,8
ИТОГО					27,6

Данное оснащение создаёт прочную основу для следующего этапа разработки – прямого проектирования испытательного стенда и отработки методики проведения испытаний.

1.3 Персонал, работающий на участке

Точное обоснование численности производственного персонала на участке дооснащения легковых автомобилей является ключевым фактором обеспечения заданных темпов и качества проведения испытаний. Недокомплект специалистов приводит к простоем оборудования и срывам сроков проведения испытаний, 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 испытательных работ, гарантировать своевременное выполнение плановых заданий и соблюдение технологической дисциплины.

В рамках раздела будут рассмотрены исходные данные для расчёта численности (в том числе фонд рабочего времени участка — 4000 человеко-часов), нормативы времени на операции подготовительных и испытательных работ, а также применяемые коэффициенты учёта непроизводительного времени и резервов. На основании этих показателей будет определено оптимальное количество испытателей и операторов соответствующих квалификационных разрядов, что обеспечит эффективное функционирование испытательного участка в заданном режиме работы. Расчет численности персонала приводится в таблице 2

Указанное распределение по видам работ стоит считать условным, поскольку работы производятся как совокупность одного производственного процесса.

Таблица 2 – Численность рабочих на участке дооснащения легковых автомобилей

Виды работ	%	Трудоемкость, чел-час	Число рабочих явочное, чел
Монтажные работы	65	2600	2
Подготовительные и испытательные работы	35	1400	1
ИТОГО	100	4000	3

Следовательно, исходя из общей численности, явочное число рабочих принято в количестве 3 человек. Работа осуществляется посменно в случае проведения испытаний непрерывного цикла.

1.4 Расчет площади участка

Цель расчёта площади участка дооснащения легковых автомобилей — обеспечить компактное, но при этом безопасное и удобное размещение всех элементов технологического процесса: 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 площади участка дооснащения легковых автомобилей выполняется по формуле:

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

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

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

Тогда фактическая площадь участка составит.

$$F_y = 32,5 \cdot 4,5 = 146,2 \text{ м}^2$$

В результате проведённых расчётов испытательного участка 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 испытательные стенды, 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 подъёмника, используемого на участке дооснащения

2.1 Обоснование проведения подбора оборудования

Перевод грузового автомобиля на газовое топливо требует специальных технических решений для безопасного и надежного крепления газовых баллонов. Рассмотрим особенности установки баллонных емкостей отдельно для двух видов топлива – сжиженного природного газа (СПГ) и сжатого природного газа (КПГ).

При выборе аналога двухстоечного подъемника для легковых автомобилей важно учитывать ряд ключевых характеристик, обеспечивающих безопасность, надежность и удобство эксплуатации. Современные модели предлагают различные варианты исполнения — механические, гидравлические и электромеханические системы подъема, отличающиеся грузоподъемностью, скоростью подъема и степенью автоматизации процессов обслуживания транспортных средств. Подбор оптимального решения зависит от конкретных условий мастерской, интенсивности использования оборудования и бюджета владельца автосервиса.

Двухстоечные автомобильные подъёмники используются повсеместно в автосервисах и автомастерских благодаря своей универсальности и удобству эксплуатации. Однако выбор подходящего устройства требует учёта ряда факторов и соблюдения определённых стандартов качества и безопасности. Вот ключевые требования, предъявляемые к таким устройствам:

- грузоподъёмность должна соответствовать максимальному весу обслуживаемых автомобилей;
- высота подъёма должна быть достаточной для выполнения различных ремонтных работ (например, замена масла, диагностика подвески);

- тип привода может быть гидравлический, механический, электрический. Гидравлика обеспечивает плавность хода и надёжность, электромеханика отличается компактностью и экономичностью;
- система синхронизации колонн необходима для равномерного распределения нагрузки между двумя стойками;
- автоматическое отключение при превышении допустимой массы автомобиля;
- дополнительная функциональность в виде интегрированных инструментов диагностики и ремонтные платформы.

Требования безопасности включают следующие технические характеристики подъемника:

- наличие защитной блокировки против случайного опускания;
- автоматическая остановка при достижении максимальной высоты;
- устойчивость конструкций и антикоррозионная обработка деталей;
- сертификация соответствия стандартам безопасности (например, ГОСТ Р МЭК 60204-1–2007).

При подборе двухстоечного подъёмника среди множества предложений рынка рекомендуется обращать внимание на следующие аспекты. Необходимо выбрать устройство, подходящее именно для легковых автомобилей вашей клиентской базы (седаны, хэтчбеки, кроссоверы и др.). Обратите внимание на скорость подъёма, наличие специальных функций для облегчения ремонта (например, встроенная система диагностики электроники автомобиля). Рассмотрите стоимость покупки, затраты на обслуживание и энергопотребление устройства.

Таким образом, правильный подбор двухстоечного подъёмника позволит значительно повысить производительность и комфорт работы сотрудников вашего автосервиса, обеспечить максимальную безопасность и сократить расходы на техническое обслуживание.

2.2 Анализ конструкций подъёмника, используемого на участке дооснащения

Перед выбором двухстоечного подъёмника для автосервиса целесообразно провести сравнительный анализ представленных на рынке моделей. Данный раздел посвящен изучению технических характеристик, преимуществ и недостатков наиболее популярных аналогов, что позволяет определить оптимальную конструкцию, соответствующую вашим требованиям по грузоподъёмности, надежности, функциональности и стоимости.

В качестве базового оборудования принимаем подъёмник ПГН 2-4,0, рисунок 1.



Рисунок 1 – Подъёмник 2-х стоечный 4,0т, ПГН2-4.0(М)

«Электрогидравлический подъемник «Станкоимпорт» ПГН2-4.0 (М) 380В предназначен для подъема автомобилей на определенную высоту с целью их ремонта и обслуживания. Используется в автосервисах, автомастерских и гаражах.» [3]

Технические характеристики подъёмника приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики подъёмника ПГН2-4.0

Технический параметр	Значение
Грузоподъемность	4000 кг
Напряжение питания	380В
Объем бака гидронасоса	10 л.
Мощность	2,2 кВт
Лапы	Двухсекционные
Длина передних лап	705–1045 мм
Длина задних лап	990–1460 мм
Снятие стопоров	на 2 колоннах
Высота подъема	110–1800 мм
Общая высота	2824 мм
Время подъема	51 сек.
Общая ширина	3380 мм
Ширина между стоек	2820 мм
Ширина проезда	2560 мм

Другим аналогом, обнаруженным в ходе проведения анализа, является подъемник NUSSBAUM Power Lift SPL 3000, рисунок 2.

«Двухстоечный электрогидравлический подъемник асимметричной конструкции для общих сервисных работ и обслуживания легковых автомобилей различных классов. С двумя гидроцилиндрами и тросовой синхронизацией.» [4]



Рисунок 2 – Подъёмник 2-х стоечный NUSSBAUM Power Lift SPL 3000

Технические характеристики подъёмника приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики подъёмника NUSSBAUM Power Lift SPL 3000

Технический параметр	Значение
Грузоподъёмность, кг	3000
Мощность электродвигателя, кВт	3
Высота подъёма, мм	1840/2100
Минимальный клиренс обслуживаемого автомобиля, мм	120
Расстояние между колоннами, мм	2652
Габаритная высота, мм	4060/3620

Еще один аналог оборудования, обнаруженный в ходе проведения анализа: подъёмник Werther 300S EV (OMA 504AV), рисунок 3.



Рисунок 3 – Подъёмник 2-х стоечный Werther 300S EV (OMA 504AV)

«Beissbarth 300SEV - электромеханический двухстоечный подъемник с верхней синхронизацией и асимметричным расположением стоек. Предназначен для подъема легковых автомобилей общей снаряженной массой до 3 тонн.» [15]

Технические характеристики подъемника приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики подъемника Werther 300S EV (OMA 504AV)

Технический параметр	Значение
Грузоподъемность, кг	3000
Синхронизация	Верхняя
Время подъема, сек	55

Продолжение таблицы 5

Технический параметр	Значение
Время опускания, сек	50
Высота, мм	4315
Ширина, мм	3260-3900
Расстояние между стойками, мм	2155-2795
Высота подъема, мм	1885
Высота подхвата, мм	95

Подводя итоги анализа различных аналогов двухстоечных автомобильных подъёмников, можно сделать следующие выводы:

Важно учитывать специфику автосервиса, интенсивность использования оборудования и планируемый бюджет. Для небольших мастерских подойдут компактные и недорогие модели, тогда как крупным предприятиям лучше выбирать профессиональные устройства с высокой производительностью и расширенными функциями.

Основными критериями выбора являются грузоподъемность, высота подъёма, устойчивость конструкции, тип привода, простота монтажа и ухода, а также степень защиты от аварийных ситуаций. Современные тенденции показывают рост спроса на автоматизированные и многофункциональные подъёмники, оснащённые системами самодиагностики и управления процессом техобслуживания транспортного средства.

Анализ показал, что каждая марка имеет свои особенности и преимущества, однако лидером становится та конструкция, которая сочетает оптимальное соотношение цены, качества материалов и функциональных возможностей.

Таким образом, грамотный подход к выбору аналога двухстоечного подъёмника позволит существенно повысить эффективность работы автосервиса, обеспечивая безопасность персонала и долговечность оборудования.

3 Разработка технологического процесса установки газобаллонного оборудования на автомобиль

3.1 Описание производимой работы и условий ее проведения

«Работы по монтажу газобаллонного оборудования (ГБО) на легковые автомобили представляют собой комплекс мероприятий, направленных на установку системы подачи газа взамен бензина или дизельного топлива. Функциональная схема выполнения работ по переводу АТС для работы на ГСН и испытаниям газотопливных систем представлена на рисунке 4.» [13]

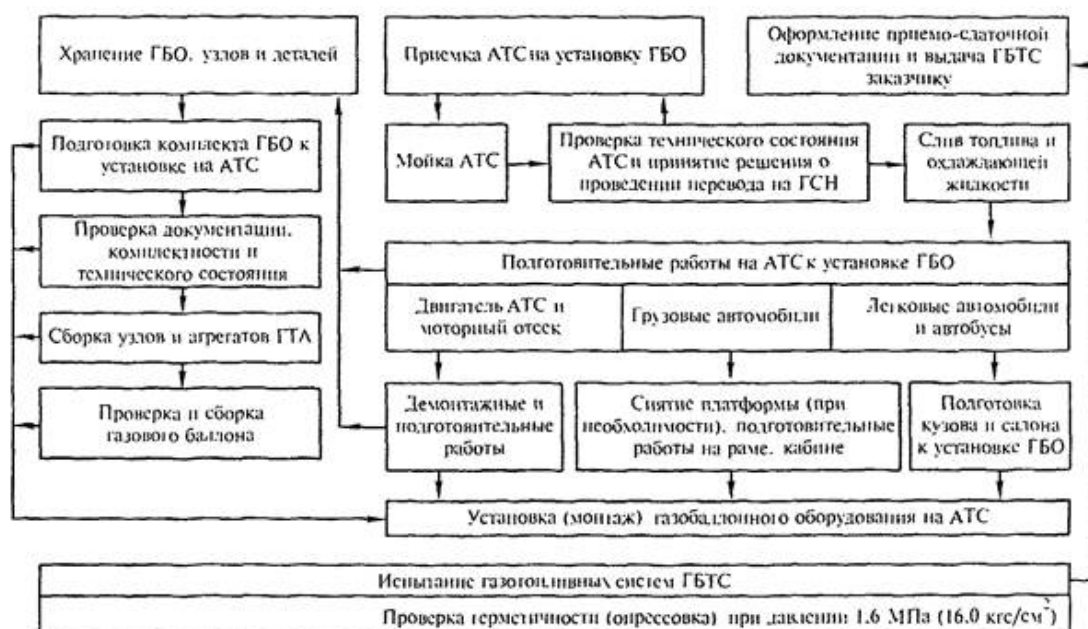


Рисунок 4 – Функциональная схема выполнения работ по переводу АТС для работы на ГСН и испытаниям газотопливных систем

Работы требуют высокой квалификации специалистов, поскольку неправильная установка может привести к утечкам газа и взрывам. Использование газа позволяет значительно снизить расходы на топливо, особенно при больших пробегах грузовых автомобилей. Газ является экологически чистым видом топлива, снижающим выброс вредных веществ в

атмосферу. Правильно установленное ГБО увеличивает ресурс двигателя благодаря меньшему износу деталей.

Таким образом, монтаж ГБО на легковые автомобили представляет собой сложный процесс, требующий профессионального подхода и соблюдения норм безопасности.

3.2 Разработка пошагового технологического процесса монтажа ГБО на легковой автомобиль

Разработка технологической карты монтажа газобаллонного оборудования (ГБО) на легковой автомобиль направлена на обеспечение четкой последовательности действий, соблюдение технических требований и правил безопасности. Документ описывает порядок подготовки транспортного средства, установки комплектующих элементов, подключения электрооборудования и настройки системы. Технологическая карта предназначена для организации эффективного процесса монтажа, минимизации рисков и повышения качества выполненных работ. Разработанная технологическая карта представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Технологическая карта монтажа ГБО на легковой автомобиль

Наименование перехода	Исполнитель	Время, чел-час	Технические требования
Операция: Сборка агрегатов и узлов ГБО			
1 Осуществить подборку агрегатов и узлов газотопливной аппаратуры (газовых редукторов, испарителя газа, газового фильтра, газового и бензинового электромагнитного клапана и т.п.)	Слесарь 4-го и 5-го разряда	0,3	В соответствии с перечнем деталей и узлов комплекта ГТА и требованиями инструкций по установке ГБО на АТС

Продолжение таблицы 6

1.1 Снять защитный колпачок с отверстий (штуцеров) агрегатов и узлов ГТА и установить необходимые штуцеры и переходники, кронштейны крепления	Слесарь 4-го разряда	0,1	-
1.2 Установить ниппельные соединения на газовые трубопроводы высокого давления. Установить герметизирующие и защитные кожухи, сигнализаторы утечки газа на трубопроводы высокого давления	Слесарь 4-го разряда	0,1	Уплотнительные кольца беспрокладочных ниппельных соединений должны устанавливаться на расстоянии 1,5 - 2,0 мм от концов трубопроводов. Герметизирующие кожухи должны быть гофрированные. Медные трубопроводы должны иметь защитный кожух
1.3 Произвести подбор деталей и узлов ГТА по группам для установки на двигатель, кабину (салон), раму и т.п.	Слесарь 4-го разряда	0,1	Подбор деталей и узлов по группам установки их на АТС должен осуществляться в соответствии с требованиями инструкции по монтажу ГТА предприятия-изготовителя комплекта ГБО
2 Установить на газовый баллон блок арматуры	Слесарь 4-го разряда	0,4	Установку производить согласно инструкции по монтажу предприятия-изготовителя ГБО
3 Направить проверенный и подготовленный комплект ГБО на участок по монтажу ГБО на АТС	Слесарь 4-го разряда	0,1	Необходимо использовать грузоподъемные механизмы (кран-балка и т.п.) и специализированные тележки
Операция: Монтаж газовых баллонов и деталей газотопливной аппаратуры			
1 Установить кронштейны крепления баллона на раму	Слесарь 5-го разряда	0,2	Кронштейны должны быть установлены в соответствии с требованиями инструкции по монтажу предприятия-изготовителя ГБО

Продолжение таблицы 6

1.2 Поместить баллон в ложементы кронштейнов, установить хомуты и затянуть их болтами	Слесарь 5-го разряда	0,25	Между хомутами, ложементами и поверхностью баллона должны быть мягкие прокладки. Момент затяжки болтов хомутов крепления должен регламентироваться инструкцией по монтажу ГБО или находиться в пределах 15 - 20 Н'м (1,5 - 2,0 кгс'м). Не допускается затяжка хомутов до соприкосновения концов
1.3 Установить заправочное устройство с наполнительным вентилем и магистральный вентиль (при его наличии)	Слесарь 5-го разряда	0,15	Расположение заправочного устройства и магистрального вентиля должно регламентироваться инструкцией по монтажу ГБО
1.4 Соединить баллон газовым трубопроводом высокого давления с заправочным устройством	Слесарь 5-го разряда	0,1	Крепление трубопровода должно осуществляться при помощи беспрокладочных ниппельных соединений
1.5 Проложить магистральный трубопровод от баллона к ГТА в моторном отсеке	Слесарь 5-го разряда	0,5	Газовый трубопровод должен быть цельным по конструкции и прокладывается в лонжероне рамы автомобиля, минуя нагреваемые места от системы выпуск ОГ двигателя. Крепления необходимо осуществлять по месту, но на расстоянии не более 800 мм между точками крепления

Разработанная технологическая карта монтажа газобаллонного оборудования (ГБО) на легковой автомобиль обеспечивает чёткую последовательность операций, позволяющую качественно и эффективно

установить систему питания газом. Карта учитывает требования нормативных документов, рекомендации производителей оборудования и специфику конструкции транспортных средств.

Следование карте гарантирует выполнение следующих ключевых моментов:

- правильная подготовка автомобиля перед началом монтажа;
- грамотное размещение и крепление газового баллона;
- безопасная прокладка магистралей и подключение элементов системы;
- настройка оптимальной работы двигателя на газовом топливе;
- соблюдение мер безопасности при проведении монтажных работ.

Применение разработанной технологической карты способствует повышению надёжности, экономичности и экологичности эксплуатации грузового транспорта с установленным ГБО.

4 Безопасность объекта дипломного проектирования. Безопасность участка сборки

4.1 Краткая техническая характеристика объекта дипломного проектирования

В дипломном проекте рассматривается вопрос проектирования узла транспортного средства. Для запуска разрабатываемого изделия в производство требуется проведение сборочных работ установочной партии. В условиях среднесерийного производства подобные работы производятся на участках механической сборки опытно-промышленного производства (ОПП). Результатом является доведение технологичности конструкции и разработка технологии сборки в привязке к реальной оснастке сборочного производства. В данном разделе дипломного проекта нами рассматривается комплекс вопросов обеспечения производственной и экологической безопасности участка сборки, на котором производится сборка установочного изделия, разрабатываемого в рамках дипломного проекта.

Рассмотрим особенности разрабатываемой конструкции. Изделие представляет собой сложный технический объект, доработанный и модернизированный в рамках дипломного проекта. Изделие выполнено преимущественно из стали конструкционной, обрабатываемой и свариваемой на оборудовании, не требующем применения специальных материалов и сред. В конструкции изделия применяются комбинированные материалы и их сочетания, например металл-полимер и композитные материалы, механическая обработка которых требует применения средств индивидуальной защиты (СИЗ).

«В рамках раздела нами исследуется сборочный участок, на котором осуществляется технологический процесс сборки узлов транспортного средства. Сборочный участок является основным местом осуществления технологической операции сборки и относится к мелкосерийному

производству. В первую очередь это означает, что данный участок, являясь частью опытно-промышленного производства, не ориентирован на специализированные работы, а занят в широком спектре выполняемых производственных функций. Оборудование, которое находится на участке – универсальное. Оборудование группируется по своему функционалу – сварочное, металлорежущее, шлифовальное и т.п.

Зоны выполнения работ, связанных с избыточным тепловыделением, выделением продуктов горения или ультрафиолетового излучения, таких как сварка на стапеле, зона термической обработки металла отделяются от основного помещения защитными экранами и оснащаются вытяжкой. Те же ограждения применяются для групп оборудования, чья работа связана с повышенным шумом, например абразивно-режущие станки.

Половое покрытие на всем участке выполнено из каучуковой плитки. Термические зоны имеют половое покрытие из наливного термостойкого полимера.» [19]

В таблице 7 приведены общие характеристики участка механической сборки ОПП.

Таблица 7 – Общие технические характеристики участка

Наименование технической характеристики участка	Значение характеристики
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.3
Степень огнестойкости	I
Класс конструктивной пожарной опасности	C0
Степень долговечности здания	II
Уровень ответственности здания	II
Электроснабжение участка	трехфазная, 400В
Выделенная мощность, кВА	40

В таблице 8 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 8 – Осуществляемые на участке технологические процессы и операции

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции и, вида выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
Заготовительные операции	Резка металла, раскрой профтрубы	Слесарь 5-го разряда	Ленточная пила ПЛ-3500, торцевая абразивная пила PRN-320	Сталь конструкционная в ассортименте
Операции механической обработки	Опиловка торцев, токарные работы, фрезерные работы, шлифовка	Слесарь 6-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM FVV-210 38301300	Сталь конструкционная в ассортименте
Сварочная операция	Сварка труб каркаса	Сварщик 6-го разряда	Аргонодуговой сварочный инвертор Aurora PRO INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet	Сталь конструкционная в ассортименте
Сборочная операция	Сборка	Слесарь-механик 6-го разряда	Пост сборки узлов и агрегатов	-
Подготовка к окраске	Шпатлевка, зачистка, шлифовка	Маляр 6-го разряда	Шлифовальная машина, круги шлифовальные различной зернистости	Круги войлочные, пасты шлифовальные и полировочные
Окраска изделия	Нанесение лакокрасочного покрытия	Маляр 6-го разряда	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	Нитроэмаль быстросохнущая

Далее определяем перечень опасных факторов, вызываемых производимыми работами.

4.2 Профессиональные риски объекта дипломного проектирования

«Идентификация профессиональных рисков на участке механической сборки включает в себя систематический анализ всех потенциальных опасностей, которые могут привести к травмам, заболеваниям или другим негативным последствиям для здоровья работников.» [7] Этот процесс должен учитывать специфику выполняемых работ, используемое оборудование, материалы и рабочую среду.

Проведение регулярной идентификации профессиональных рисков является важнейшим элементом системы управления охраной труда и позволяет создать безопасные условия труда для работников и предотвратить несчастные случаи и профессиональные заболевания.

В таблице 9 приведены профессиональные риски для участка механической сборки.

Таблица 9 – Профессиональные риски для участка механической сборки

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Механическая обработка деталей и изделий из металла	Повышенный уровень шума,	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM FVV-210 38301300
	Карборундовая пыль	Материал шлифовальных камней и дисков
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры

Продолжение таблицы 9

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Механическая обработка деталей и изделий из металла	Статическая нагрузка	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPRON FVV-210 38301300
	Шум	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPRON FVV-210 38301300
	Ультразвук	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPRON FVV-210 38301300
	Вибрации	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPRON FVV-210 38301300
Сварка	Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Сварочный аппарат
	Искры, брызги расплавленного металла	Материал детали
	Электромагнитные поля	Сварочный аппарат
	Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества	Материал детали
	Шум	Сварочный аппарат
	Ультразвук	Сварочный аппарат
	Статическая нагрузка	Сварочный аппарат
Подготовка к окраске и окраска	Испарение токсичных веществ	Нитроэмаль быстросохнущая
	Статическая нагрузка	Краскопульт безвоздушного распыления Graco

«Результатом идентификации профессиональных рисков является формирование методов для снижения или нейтрализации негативного воздействия на рабочих.» [7]

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение профессиональных рисков на участке механической сборки – это комплекс мер, направленных на минимизацию вероятности возникновения опасных ситуаций и уменьшение тяжести последствий в случае их возникновения. Выбор методов и средств зависит от конкретных выявленных рисков.

В качестве методов снижения профессиональных рисков можно определить следующие основные категории:

- Инженерно-технические методы и средства, к которым относятся автоматизация процессов с заменой ручного труда на механизированный и автоматизированный, выбор инструмента, минимизирующего физическую нагрузку на работника, оптимизация последовательности операций, использование более безопасных методов сборки, внедрение технологий, уменьшающих выделение вредных веществ и т.д.;
- Организационные методы и средства, к которым относятся разработка инструкций по охране труда, обучение и инструктаж работников, контроль за соблюдением правил охраны труда, регулярное техническое обслуживание и ремонт оборудования, проверка систем безопасности, оценка рисков при внедрении новых технологий, оборудования или изменении технологических процессов и т.д.;
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ), к которым относятся респираторы, маски для защиты от пыли, газов и паров, защита органов зрения, защита органов слуха, защита рук, защита ног и т.д.;
- Медико-профилактические мероприятия, к которым относятся предварительные и периодические медицинские осмотры.

Методы снижения выявленных профессиональных рисков представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Использования специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использования специальной одежды. Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания.	Спецовка, защитные очки, защитные перчатки, специальные ботинки.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Мелкодисперсная пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов, наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение длительного воздействия. Обеспечение технических перерывов в работе	Противошумы. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надеты совместно.

«Важно помнить, что снижение профессиональных рисков – это непрерывный процесс, требующий постоянного внимания и совершенствования. Необходимо регулярно проводить оценку рисков, контролировать эффективность применяемых мер и корректировать их при необходимости.» [7]

4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сборки

«Обеспечение пожарной безопасности на участке сборки — это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения пожара и обеспечение безопасности людей и имущества в случае его возникновения.» [7]

«В таблице 11 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19]

Таблица 11 – Идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара

Наименование участка	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный участок	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влажность, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влажность, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	В – горение жидкостей	Натуральные и синтетические масла, лакокрасочные изделия.	Пары легковоспламеняющихся жидкостей, которые взрываются при смешении с воздухом

«В таблице 12 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [19]

Таблица 12 – Средства пожаротушения и противопожарное оборудование

Средства пожаротушения	Противопожарное оборудование
Первичные средства пожаротушения	Огнетушитель, бочка с водой, ткань асбестовая, ящики с песком
Мобильные средства пожаротушения	Пожарный автомобиль
Установки пожаротушения	Автоматические установки пожаротушения
Средства пожарной автоматики	приборы приемно-контрольные пожарные приборы управления пожарные технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные системы передачи извещений о пожаре
Пожарное оборудование	Модуль порошкового пожаротушения
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, самоспасатели изготовленные из подручных средств, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки), средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.)
Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Немеханизированный: пожарная багра, топор, лом. Механизированный: гидронасос, силовой режущий узел.
Пожарная сигнализация, связь и оповещение	Система оповещения о пожаре, сигнализация

«В соответствии с видами выполняемых заготовительных, обрабатывающих и сборочных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 13 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.» [19]

Таблица 13 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сваривание металлических труб	Сварка	Отсутствие рядом с электродами сварки легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Шлифование сварных соединений	Шлифовка	Отсутствие рядом с работающей шлифовальной машиной легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Отсутствие рядом открытого огня.

«Организационные мероприятия для участка механической сборки включают следующие мероприятия:

- назначение ответственных лиц за пожарную безопасность;
- разработка инструкций по пожарной безопасности;
- проведение противопожарных тренировок;
- сотрудничество с пожарной охраной.

Примеры таких мероприятий будет являться:

- установка огнетушителей класса А, В, С и Е вблизи мест хранения горючих материалов и электрооборудования;» [18]
- обучение персонала правилам пользования огнетушителями;
- размещение планов эвакуации на видных местах;
- регулярная проверка состояния электропроводки и электрооборудования.

4.5 Обеспечение экологической безопасности

«Обеспечение экологической безопасности сборочного участка – это комплекс мер, направленных на минимизацию негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду и здоровье человека.

В таблице 14 приведена идентификация негативных экологических факторов, возникающих при создании проектируемого объекта. На основании идентификации разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.» [18]

Таблица 14 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование технического объекта разработки	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Агрегат транспортного средства	Сталь конструкционная в ассортименте, сплавы цветных металлов, полимерные материалы, шлифовальные материалы, окрасочные материалы	Испарений из емкостей для хранения химических веществ. Газообразные выделения сварки. Пыль с поверхности, сыпучих строительных материалов	Изменение качества воды, вызванное выбросами нефтепродукт ов и тяжелых металлов	Загрязнение. Вторичное засоление и заболачивание. Отчуждение земель производства

Внедрение комплексных мер по обеспечению экологической безопасности сборочного участка позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду, сохранить природные ресурсы и улучшить условия труда работников. Кроме того, это способствует повышению имиджа предприятия и его конкурентоспособности.

В разделе безопасности объекта дипломного проекта разработаны мероприятия обеспечения безопасности на участке механической сборки автомобильных агрегатов, относящихся к опытно-промышленному производству и предназначенному для сборки установочной партии автомобильных агрегатов, разработанных в ходе выполнения конструкторского раздела дипломного проекта.

В разделе «Безопасность объекта дипломного проектирования» были рассмотрены вопросы обеспечения промышленной безопасности, обучение персонала безопасным методам работы и организация эргономичных рабочих мест. Для обеспечения пожарной безопасности предусмотрены установка автоматической системы пожаротушения, организация эвакуационных выходов и обучение персонала действиям в случае пожара. В целях минимизации негативного воздействия на окружающую среду предусмотрены система очистки сточных вод и организация сбора и утилизации отходов производства. Принятые меры соответствуют требованиям ГОСТ 12.0.004-2015 и обеспечивают допустимый уровень риска для работников и окружающей среды. Таким образом, проект участка механической сборки редукторов разработан с учетом всех необходимых требований безопасности и обеспечивает безопасные условия труда, пожарную безопасность и охрану окружающей среды.

5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка сборки

5.1 Описание участка и производимых работ

Рассматриваемый в данном разделе дипломного проекта участок сборочных работ – это специализированная зона на автомобильном предприятии, где осуществляется сборка различных агрегатов, таких как двигатели, коробки передач, мосты, рулевые механизмы и другие. Организация и оснащение участка зависят от типа собираемых агрегатов, объема производства и степени автоматизации, поскольку предполагает предсерийную штучную сборку. В дипломном проекте мы рассматриваем участок сборки автомобильных агрегатов, на котором производится предсерийная сборка автомобильных узлов, в том числе сборка узла, принятого к разработке в рамках дипломного проекта.

Участок организован по принципу поточности, где каждый рабочий пост выполняет определенную операцию в процессе сборки. Это может быть линейная, U-образная или другая конфигурация, обеспечивающая оптимальное перемещение деталей и агрегатов. Важным аспектом является эргономика рабочих мест, обеспечивающая удобство и безопасность работы персонала. Участок должен быть хорошо освещен, вентилируем и иметь достаточное пространство для маневрирования оборудования и перемещения работников.

Оборудование участка включает в себя следующие позиции:

- сборочные стенды и конвейеры, которые обеспечивают фиксацию агрегата в процессе сборки и его перемещение между рабочими постами. Могут быть стационарными или подвижными, ручными или автоматизированными;
- подъемно-транспортное оборудование: Краны, тельферы, штабелеры, транспортировочные тележки используются для перемещения крупногабаритных и тяжелых деталей и агрегатов;

- инструмент и приспособления: Специализированный ручной и пневматический инструмент (гайковерты, шуруповерты, ключи), а также специальные приспособления, обеспечивающие точность и эффективность сборочных операций;

- контрольно-измерительное оборудование: Приборы для контроля параметров собираемых агрегатов (например, динамометрические ключи, индикаторы часового типа, измерительные приборы для проверки зазоров и натягов).

В соответствии с технологическим процессом, на участке производятся следующие виды работ, связанные с предсерийной сборкой автомобильных агрегатов:

- очистка, мойка, контроль качества и комплектности деталей;
- соединение деталей в соответствии с технологической документацией, что может включать в себя запрессовку, сварку, пайку, резьбовые соединения и другие операции;

- проверка соответствия собранного агрегата техническим требованиям, что может включать в себя проверку геометрических параметров, герметичности, функционирования и т.д.;

- проверка работоспособности агрегата на специальных стендах в условиях, близких к реальным;

- подготовка собранного агрегата к хранению и транспортировке.

На участке сборочных работ заняты квалифицированные рабочие (слесари-сборщики), контролеры, наладчики.

5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на сборочном участке

К расходным материалам относят различные материалы и малоценные быстроизнашивающиеся изделия, используемые в работе сборочного участка.

В работе принимаем их количество, усредненное в годовом исчислении.
Перечень материалов приводится в таблице 15.

Таблица 15 – Расходные материалы сборочного 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
Паста шлифовальная, кг	5	2250	11 250
Подшипники, шт	750	75	56 250
Прокладочный материал, кг	10	15	150
Круги абразивные зачистные, шт	550	95	52 250
Круги абразивные отрезные, шт	1250	35	43 750
Растворитель, л	12	350	4 200
Шкурка абразивная в ассортименте, м ²	40	325	13 000
Проволока сварочная, кг	750	130	97 500
Прочее	-	-	15 000
ИТОГО			1 723 100

Расчет количества расходных материалов производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^m V_M^i \cdot C_M^i \quad (2)$$

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

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

Расчет по всем видам материалов также приводится в таблице 15.

5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на сборочном участке

Расчет амортизационных отчислений на сборочном 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.

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 16.

Таблица 16 – Амортизационные отчисления участка сборки

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Число единиц оборудования	Норма отчислений, %	Отчисления, руб
Стапель сборочный	с/и	3 500 000	4	14,3	2 002 000
Станок токарный	JET BD-11G	3 700 000	1	10,5	388 500

Продолжение таблицы 16

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Число единиц оборудования	Норма отчислений, %	Отчисления, руб
Станок фрезерный	VISPROM FVV-210 38301300	2 800 000	1	10,5	294 000
Настольно-сверлильный станок	2М112	275 000	1	14,3	39 325
Пресс гидравлический	ПГ-10000	75 000	1	14,3	10 725
Кран-балка	75-256	150 000	1	10,0	15 000
Аргонодуговой сварочный инвертор	Aurora PRO INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet	95 000	2	10,0	19 000
Стол сварочный	с/и	125 000	2	8,0	20 000
Верстак слесарный	Сорокин	25 000	8	14,5	29 000
Краскопульт безвоздушного распыления	Graco	35 000	1	10,0	3 500
Камера окрасочная	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 сборки

Расчет затрат на электроэнергию на сборочном 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

$$\text{Эл} = \sum_{i=1}^m \frac{M_i \cdot T_{\text{маш}}^i \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}}{\eta_i \cdot 60} \quad (3)$$

«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» [8]

Расчет затрат на электроэнергию приводится в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет затрат на электроэнергию участка сборки.

Наименование оборудования	Марка	Мощность, кВт	Число единиц оборудования	КПД	Сумма, руб
Ленточная пила 0	ПЛ-350	2,0	1	0,8	3 325,14
Торцевая абразивная пила	PRN-320	3,5	1	0,8	5 819,00
Станок токарный	JET BD-11G	7,5	1	0,7	14 250,60
Станок фрезерный	VISPROM FVV-210 38301300	5,5	1	0,7	10 450,44
Настольно-сверлильный станок	2M112	1,2	1	0,65	2 455,49
Пресс гидравлический	ПГ-10000	0,5	1	0,8	831,29
Кран-балка	75-256	0,75	1	0,8	1 246,93
Аргонодуговой сварочный инвертор	Aurora PRO INTER TIG 200 AC/DC PULSE Mosfet	6,5	2	0,7	24 701,04
Краскопульт безвоздушного распыления	Graco	0,5	1	0,85	782,39
Камера окрасочная	Сорокин	4,5	1	0,85	7 041,47
ИТОГО					70 903,77

Расход на электроэнергию на освещение помещения рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{св} = \frac{M_{св} \cdot n \cdot T \cdot K_{од} \cdot K_{с} \cdot K_n \cdot C_{э}}{\eta} \quad (4)$$

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

Общие расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\Theta = \Theta_{\text{л}} + \Theta_{\text{св}} \quad (5)$$

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

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 сборочном 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 18.

Таблица 18 – Расчет заработной платы персонала на участке сборки

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
Слесарь-механик 6-го разряда	8	385,5	1840	7 093 200,00
Сварщик 6-го разряда	2	410	1810	1 855 250,00
Мастер участка	2	470	1840	2 162 000,00
Маляр	2	410	1810	1 855 250,00
ИТОГО				22 625 700,00

Дополнительная зарплата работников на участке рассчитывается по формуле:

$$\text{Дзп} = \text{Озп} \cdot \text{Кд} / 100, \quad (6)$$

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

$$Дзп = 22\,625\,700 \cdot \frac{8}{100} = 1\,810\,056 \text{ руб}$$

«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]

$$О_{ФМС} = (Озп + Дзп) \cdot Ксоц, \quad (7)$$

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

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

«Затраты на оплату труда определяются как сумма затрат на основную, дополнительную зарплату и затраты на страховые взносы.» [8]

$$От = Озп + Дзп + О_{ФМС}, \quad (8)$$

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

Сводная калькуляция затрат приводится в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на участке сборки

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.

$$\text{НЧ} = C_{\text{общ}} / T_{\text{уч}}, \quad (9)$$

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

$T_{\text{уч}}$ – 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 сборки автомобильных агрегатов 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 сборки, которая составила 855,16 рублей. Полученное значение себестоимости нормо-часа обусловлено прежде всего высокой стоимостью специализированного оборудования и высокой квалификацией слесарей-сборщиков. Рассчитанное значение себестоимости нормо-часа будет использовано для определения экономической эффективности проекта.

Заключение

Переход на альтернативные виды топлива является одной из ключевых тенденций развития транспортной отрасли, обусловленной стремлением снизить расходы на эксплуатацию автотранспортных средств и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Газобаллонное оборудование (ГБО), использующее природный газ, представляет собой перспективное решение для грузовых автомобилей благодаря своей доступности, высокой энергоэффективности и экологичности.

Актуальность темы дипломного проектирования определяется возрастающими требованиями к экологической безопасности транспортных средств, изменениями ценовых условий на традиционные виды топлива и законодательными инициативами, стимулирующими переход на экологически чистые виды топлива.

В результате проведённых расчётов испытательного участка 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 испытательные стенды, 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.

Подводя итоги анализа различных аналогов двухстоечных автомобильных подъёмников, можно сделать следующие выводы:

Важно учитывать специфику автосервиса, интенсивность использования оборудования и планируемый бюджет. Для небольших мастерских подойдут компактные и недорогие модели, тогда как крупным предприятиям лучше выбирать профессиональные устройства с высокой производительностью и расширенными функциями.

Основными критериями выбора являются грузоподъемность, высота подъёма, устойчивость конструкции, тип привода, простота монтажа и ухода, а также степень защиты от аварийных ситуаций. Современные тенденции показывают рост спроса на автоматизированные и многофункциональные подъёмники, оснащённые системами самодиагностики и управления процессом техобслуживания транспортного средства.

Анализ показал, что каждая марка имеет свои особенности и преимущества, однако лидером становится та конструкция, которая сочетает оптимальное соотношение цены, качества материалов и функциональных возможностей.

Таким образом, грамотный подход к выбору аналога двухстоечного подъёмника позволит существенно повысить эффективность работы автосервиса, обеспечивая безопасность персонала и долговечность оборудования.

Разработанная технологическая карта монтажа газобаллонного оборудования (ГБО) на автомобиль обеспечивает чёткую последовательность операций, позволяющую качественно и эффективно установить систему питания газом. Карта учитывает требования нормативных документов, рекомендации производителей оборудования и специфику конструкции транспортных средств.

Следование карте гарантирует выполнение следующих ключевых моментов:

- правильная подготовка автомобиля перед началом монтажа;
- грамотное размещение и крепление газового баллона;
- безопасная прокладка магистралей и подключение элементов системы;
- настройка оптимальной работы двигателя на газовом топливе;
- соблюдение мер безопасности при проведении монтажных работ.

Применение разработанной технологической карты способствует повышению надёжности, экономичности и экологичности эксплуатации грузового транспорта с установленным ГБО.

В разделе «Безопасность объекта дипломного проектирования» были рассмотрены вопросы обеспечения промышленной безопасности, обучение персонала безопасным методам работы и организация эргономичных рабочих мест. Для обеспечения пожарной безопасности предусмотрены установка автоматической системы пожаротушения, организация эвакуационных выходов и обучение персонала действиям в случае пожара. В целях минимизации негативного воздействия на окружающую среду предусмотрены система очистки сточных вод и организация сбора и утилизации отходов производства. Принятые меры соответствуют требованиям ГОСТ 12.0.004-2015 и обеспечивают допустимый уровень риска для работников и окружающей среды. Таким образом, проект участка механической сборки редукторов разработан с учетом всех необходимых требований безопасности и обеспечивает безопасные условия труда, пожарную безопасность и охрану окружающей среды.

В экономическом разделе была проведена работа по определению себестоимости нормо-часа на участке испытаний 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

испытательного участка. 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 (5,71%). Остальные расходы приходятся на цеховые и общезаводские расходы. В результате расчетов определена себестоимость нормо-часа на участке сборки, 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

22.Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

23.Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ – Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021.— 350 с.

24.G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

25.Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

26.Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.