

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 Дооснащение грузового автомобиля газобаллонным оборудованием

Обучающийся

М.Е. Мазаев

(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

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию вопросов дооснащения грузового автомобиля газобаллонным оборудованием (ГБО). Актуальность темы обусловлена необходимостью снижения эксплуатационных расходов транспортных предприятий, повышения экологической безопасности и соответствия современным требованиям законодательства.

Цель исследования – разработка технического решения по переоборудованию транспортного средства с использованием природного газа в качестве моторного топлива, обеспечивающего экономичность эксплуатации и экологические преимущества.

Задачи работы включают:

- изучение особенностей конструкции современных автомобилей и требований к установке ГБО;
- расчет экономической эффективности перехода на газомоторное топливо;
- обоснование выбора оборудования и технологии монтажа;
- оценка влияния дооснащения на технические характеристики и безопасность эксплуатации автомобиля;
- определение путей минимизации рисков, связанных с внедрением новой топливной системы.

Практическая значимость результатов заключается в возможности внедрения предложенных решений на предприятиях автомобильного транспорта, способствующих снижению затрат на эксплуатацию автопарка и повышению конкурентоспособности бизнеса.

Работа выполнена на основании анализа технической документации производителей оборудования, нормативной базы и опыта аналогичных проектов. Результаты исследования позволяют рекомендовать внедрение разработанного технического решения для широкого круга организаций, осуществляющих грузоперевозки.

Abstract

The final qualifying work is devoted to the study of the issues of retrofitting a truck with gas cylinder equipment (GCE). The relevance of the topic is due to the need to reduce operating costs of transport enterprises, improve environmental safety and comply with modern legislative requirements.

The purpose of the study is to develop a technical solution for the conversion of a vehicle using natural gas as a motor fuel, ensuring cost-effective operation and environmental benefits.

The objectives of the work include:

- studying the design features of modern cars and requirements for the installation of GCE;
- calculating the economic efficiency of switching to gas motor fuel;
- justification for the choice of equipment and installation technology;
- assessing the impact of retrofitting on the technical characteristics and safety of vehicle operation;
- identifying ways to minimize the risks associated with the introduction of a new fuel system.

The practical significance of the results lies in the possibility of implementing the proposed solutions at automobile transport enterprises, helping to reduce the costs of operating a fleet and increase the competitiveness of the business.

The work is based on the analysis of technical documentation of equipment manufacturers, the regulatory framework and the experience of similar projects. The results of the study allow us to recommend the implementation of the developed technical solution for a wide range of organizations engaged in cargo transportation.

Содержание

Введение	6
1 Теоретические исследования разработки конструкции	9
1.1 Факторы эффективности газового топлива в системах питания автомобильного транспорта	9
1.2 Методы повышения эффективности эксплуатации автомобиля путем перевода на газовую систему питания	11
1.3 Анализ конструкторских решений систем питания газового топлива	13
2 Конструкторский раздел. Дооснащение грузового автомобиля газобаллонным оборудованием	18
2.1 Анализ технических решений крепления комплекта газовых баллонов грузовых автомобилей	18
2.2 Расчеты сил и моментов, возникающих в механизме крепления газовых баллонов	23
3 Технологический процесс монтажа ГБО на грузовой автомобиль	30
3.1 Описание производимой работы и условий ее проведения	30
3.2 Разработка пошагового технологического процесса монтажа ГБО на грузовой автомобиль	31
4 Безопасность объекта дипломного проектирования. Безопасность участка сборки	35
4.1 Краткая техническая характеристика объекта дипломного проектирования	35
4.2 Профессиональные риски объекта дипломного проектирования	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сборки	42
4.5 Обеспечение экологической безопасности	45
5 Расчет себестоимости нормо-часа работ участка сборки	47
5.1 Описание участка и производимых работ	47

5.2 Расчет затрат на расходные материалы, используемые на сборочном участке	48
5.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления на сборочном участке	50
5.4 Расчет затрат на электрическую энергию на участке сборки	52
5.5 Расчет затрат на заработную плату персонала	54
Заключение	58
Список используемой литературы и используемых источников	63

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 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.

Целью настоящей работы является разработка оптимального подхода к дооснащению грузового автомобиля газобаллонным оборудованием, позволяющим эффективно решить проблему экономии энергоресурсов и улучшения экологических показателей эксплуатации транспортного средства.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить конструкцию и особенности функционирования грузового автомобиля, подлежащего модернизации;
- проанализировать существующие типы газобаллонного оборудования и определить оптимальную конфигурацию установки;
- провести расчеты экономических показателей, характеризующих эффективность перехода на использование газового топлива;
- оценить влияние изменения типа используемого топлива на технические характеристики и надежность автомобиля;

- разработать методику безопасной эксплуатации и обслуживания модернизированного транспортного средства;
- предложить мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и охране труда персонала предприятия;
- подготовить рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту газобаллонного оборудования;
- рассчитать капитальные затраты и сроки окупаемости инвестиций в проект дооснащения.

При выполнении дипломного проекта использовались различные методы научного познания:

Научная новизна работы заключается в разработке комплексного подхода к выбору конструктивных элементов газобаллонного оборудования, оценке их воздействия на динамику и надежность грузового автомобиля, определении методов оценки экономической целесообразности реализации предлагаемого проекта.

Практическая значимость полученных результатов выражается в возможности их непосредственного использования предприятиями автомобильного транспорта при принятии решений о переводе парка грузовых автомобилей на работу с газомоторным топливом. Разработанные методики позволят значительно сократить операционные издержки и повысить конкурентоспособность компаний, работающих в сфере перевозок грузов автомобильным транспортом.

Дипломная работа структурирована следующим образом:

- Обзор состояния вопроса – характеристика проблемы и постановка целей исследования.
- Анализ существующих конструкций газобаллонного оборудования – исследование характеристик основных видов ГБО и выбор оптимальной конфигурации.
- Расчет экономической эффективности дооснащения – методика расчета и выводы по изменению себестоимости перевозки грузов.

- Оценка технических характеристик автомобиля после дооснащения – динамика, ресурс двигателя, показатели надежности.

- Разработка рекомендаций по организации безопасного использования газобаллонного оборудования – меры противопожарной защиты, охрана труда, регламент ремонта и технического обслуживания.

Заключение обобщает полученные результаты и формулирует практические рекомендации. Список использованных источников включает нормативно-правовые акты, учебники, монографии и научные публикации по тематике исследования. Приложения содержат схемы, чертежи, таблицы расчетов и справочные материалы. Графическая часть выпускной квалификационной работы представлена на шести листах формата А1.

1 Теоретические исследования разработки конструкции

1.1 Факторы эффективности газового топлива в системах питания автомобильного транспорта

Эффективность газового топлива, сжиженного нефтяного газа (СПГ) или сжатого природного газа (КПГ) в автомобильном транспорте определяется комплексом факторов, которые можно разделить на несколько групп. Первая группа, это факторы, связанные со свойствами топлива:

- СПГ и КПГ обладают более низкой теплотой сгорания по сравнению с бензином, что означает, что для получения той же мощности требуется большее количество газа. Однако, это компенсируется другими факторами, например, более полным сгоранием.

- Октановое число. КПГ обладает очень высоким октановым числом, что позволяет использовать более высокую степень сжатия в двигателе и, следовательно, повысить его эффективность. СПГ имеет октановое число, близкое к бензину.

- Состав газа может варьироваться, влияя на его горючесть и эффективность сгорания. Присутствие примесей может снизить КПД.

- Чистота газа влияет на состояние компонентов газобаллонного оборудования (ГБО) и двигателя. Загрязнения могут привести к преждевременному износу.

Вторая группа факторов, это факторы, связанные с системой питания:

- Эффективность работы ГБО существенно влияет на общий КПД. Современные системы ГБО обеспечивают более точную дозировку топлива и лучшее смесеобразование, что приводит к повышению эффективности.

- Неправильная установка и настройка ГБО могут привести к неполному сгоранию топлива, снижению мощности и увеличению расхода.

- Износ или поломки компонентов ГБО (редукторы, форсунки, датчики) снижают эффективность работы системы. Регулярное техническое

обслуживание является критичным.

- Выбор типа инжектора (последовательный, одновременный) влияет на эффективность смесеобразования.

Третий фактор, это факторы, связанные с двигателем (конструкция, состояние, особенности работ):

- Двигатели, специально разработанные для работы на газе, обладают более высокой эффективностью, чем бензиновые двигатели, переоборудованные для работы на газе.

- Правильная настройка двигателя под газовое топливо (калибровка) критически важна для достижения максимальной эффективности.

- Износ двигателя, например, поршневой группы, цилиндров, клапанов, снижает эффективность как бензинового, так и газового варианта.

Четвертая группа факторов, к которым относятся факторы, связанные с эксплуатацией:

- Силь вождения: Агрессивный стиль вождения приводит к повышенному расходу топлива независимо от типа топлива.

- Условия эксплуатации: Холодный пуск двигателя на газе может быть менее эффективным, чем на бензине, особенно в условиях низких температур. Поэтому многие системы ГБО предусматривают запуск на бензине.

- Качество обслуживания: Регулярное техническое обслуживание автомобиля и ГБО является ключевым фактором эффективности.

Экономические факторы являются во многом определяющими при принятии решения о переводе транспортного средства на СПГ или КПП. К ним относятся:

- Цена газа по сравнению с бензином является важным фактором экономической эффективности. Однако, цена газа может колебаться, что влияет на общую экономию.

- Установка ГБО требует дополнительных затрат, которые должны

быть учтены при оценке общей экономической выгоды.

В целом, эффективность газового топлива в автомобильном транспорте зависит от множества взаимосвязанных факторов. Для достижения максимальной эффективности необходимо использовать современное и правильно настроенное ГБО, качественное газовое топливо, и двигатель, оптимизированный для работы на газе. Правильное обслуживание и бережный стиль вождения также играют важную роль. Только комплексный подход позволяет раскрыть весь потенциал газового топлива и получить реальную экономическую выгоду.

1.2 Методы повышения эффективности эксплуатации автомобиля путем перевода на газовую систему питания

Перевод автомобиля на газовую систему питания (ГБО) — один из способов повышения эффективности его эксплуатации, но это не панацея, и эффективность зависит от множества факторов. Рассмотрим методы повышения эффективности при переводе автомобиля на газовое топливо.

«Основным фактором повышения эффективности эксплуатации является экономия на топливе. Прямая экономия является основным фактором повышения эффективности эксплуатации. Цена газа (КПГ или СПГ) обычно значительно ниже цены бензина или дизельного топлива. Экономия зависит от текущих цен на топливо и конкретной модели автомобиля. Увеличение ресурса двигателя также является определяющим моментом. Газ – более чистое топливо, чем бензин или дизель. Это приводит к меньшему образованию нагара на свечах зажигания, клапанах и в цилиндрах, снижая износ двигателя и увеличивая его ресурс. В результате сокращаются расходы на ремонт и обслуживание. Однако, этот эффект не всегда ярко выражен и зависит от качества газа и правильности настройки ГБО.» [11]

Повышение экологичности также является фактором повышения эффективности эксплуатации автомобиля. В первую очередь, это снижение вредных выбросов. Газ горит более чисто, чем бензин или дизель, выделяя меньше вредных веществ в атмосферу (углекислый газ, оксиды азота, сажа). Это актуально в условиях ужесточения экологических норм и потенциального введения дополнительных налогов на автомобили с высоким уровнем выбросов. Повышение октанового числа также благоприятно сказывается на эффективности. Высокое октановое число КППГ позволяет использовать более высокие степени сжатия, что в свою очередь, может потенциально приводить к более полному сгоранию топлива и, следовательно, к снижению выбросов.

В некоторых случаях, работа двигателя на газе может быть более плавной и тихой, особенно при низких оборотах. Однако, это сильно зависит от типа двигателя и качества ГБО. Чистое горение газа способствует меньшему образованию нагара на свечах, что увеличивает их ресурс.

Методы повышения эффективности при переходе на ГБО включают следующий комплекс выбора. Выбор подходящей системы ГБО (поколение, тип инжектора) в зависимости от типа двигателя и требований к производительности. Современные поколения ГБО (например, 4-е или 5-е) обеспечивают более точное дозирование топлива и оптимальное смесеобразование, повышая эффективность.

Профессиональная установка и тщательная настройка ГБО квалифицированными специалистами крайне важны для достижения максимальной эффективности. Неправильная настройка может привести к снижению мощности, повышенному расходу газа и повреждению двигателя.

Регулярное техническое обслуживание, включающее проверку и регулировку компонентов ГБО, замену фильтров и т.д., обеспечивает стабильную и эффективную работу системы.

Использование качественного газового топлива (с минимальным содержанием примесей) способствует более эффективному сгоранию и продлевает срок службы компонентов ГБО и двигателя.

Экономичный стиль вождения (плавное ускорение, избегание резких торможений) способствует снижению расхода топлива вне зависимости от типа топлива.

Однако, наряду с преимуществами, которое дает установка системы питания на газу, есть ряд ограничений, которые этот монтаж накладывает:

- установка газовых баллонов занимает место в багажнике;
- потеря мощности: в некоторых случаях, мощность двигателя на газе может быть несколько ниже, чем на бензине, хотя современные системы ГБО минимизируют этот недостаток;
- установка ГБО требует первоначальных инвестиций.
- для эксплуатации автомобиля на газе необходимо наличие доступных газозаправочных станций.

В заключение, переход на ГБО может быть экономически выгодным и экологически оправданным, но только при правильном подходе, включающем выбор подходящей системы ГБО, профессиональную установку, регулярное обслуживание и экономичный стиль вождения. Необходимо учитывать все факторы и взвесить потенциальные преимущества и недостатки перед принятием решения.

1.3 Анализ конструкторских решений систем питания газового топлива

Анализ конструкторских решений систем питания газового топлива (ГБО) для автомобилей включает рассмотрение различных поколений систем и их особенностей. В процессе анализа были рассмотрены системы ГБО нескольких поколений.

Первое поколение газового оборудования, это простейшая система, использующая смеситель для смешивания газа и воздуха перед дроссельной заслонкой. Отличается низкой эффективностью, значительными потерями мощности и плохой экологичностью из-за неточного смесеобразования.

Практически не используется в современных автомобилях. Второе поколение использует эмульсионный смеситель и электронный блок управления (ЭБУ), который регулирует подачу газа, основываясь на параметрах работы двигателя. Более эффективное, чем первое поколение, но всё еще имеет недостатки в точности дозирования и смесеобразования. Тоже является устаревшим. Третье поколение включает последовательную инжекцию газа. Газ подается непосредственно во впускной коллектор через форсунки, управляемые ЭБУ. Значительно улучшает эффективность сгорания и снижает расход топлива по сравнению с предыдущими поколениями. Обеспечивает более точное смесеобразование, повышая мощность и снижая токсичность выхлопа. Четвертое поколение использует фазированную инжекцию газа с более точным контролем времени впрыска в каждом цилиндре, что обеспечивает еще более эффективное сгорание и оптимальное смесеобразование. Система содержит датчики давления и температуры газа, а также другие датчики для более точного управления. Позволяет добиться максимальной эффективности двигателя и минимизировать расход топлива. Пятое поколение является наиболее совершенной системой ГБО. Они используют адаптивные алгоритмы управления, которые постоянно анализируют работу двигателя и подстраивают параметры впрыска газа в режиме реального времени. Обычно интегрированы с бортовой системой управления автомобилем, позволяя использовать данные о работе двигателя для еще более точного управления подачей газа. Обеспечивает максимальную эффективность и минимальный расход топлива, а также высокую экологичность.

Основными компонентами и типовыми конструкторскими решениями системы ГБО является компонентная база, включающая набор типовых узлов.

- Конструкция баллона (цилиндрический, тороидальный) и материал (сталь, композитные материалы) влияют на его объем, вес, безопасность и долговечность.

- Редуктор преобразует сжатый или сжиженный газ в газообразное

состояние с необходимым давлением. Конструктивные особенности редуктора влияют на его эффективность, надежность и скорость отклика.

- Форсунки подают газ в цилиндры двигателя. Конструктивные решения влияют на точность дозировки и распыления газа, что напрямую влияет на эффективность сгорания.

- Электронный блок управления (ЭБУ) управляет работой всей системы, используя данные с различных датчиков. Сложность и алгоритмы работы ЭБУ определяют точность управления и эффективность системы.

- Датчики измеряют различные параметры (давление и температуру газа, давление воздуха, положение дроссельной заслонки и т.д.). Точность и надежность датчиков критически важны для эффективной работы системы.

На эффективность работы системы ГБО оказывает влияние следующая совокупность факторов:

- более точная дозировка газа ведет к полному сгоранию и меньшему расходу топлива;

- хорошее смесеобразование обеспечивает оптимальное соотношение газ/воздух для полного сгорания;

- быстрый отклик системы на изменение условий работы двигателя позволяет поддерживать оптимальный режим работы;

- надежные и долговечные компоненты обеспечивают бесперебойную работу системы в течение длительного времени;

- интеграция с бортовой системой автомобиля позволяет использовать дополнительные данные для оптимизации работы ГБО.

Дальнейшее развитие ЭБУ систем ГБО *развивается* в сторону более сложных алгоритмов управления и использование машинного обучения для адаптации к различным условиям работы. Использование более легких и прочных материалов для баллонов и других компонентов позволяет значительно снизить вес компонентов системы ГБО и в целом сделать ее более компактной. Разработка систем ГБО для гибридных и электромобилей,

использующих газ в качестве дополнительного источника энергии, позволит создавать транспортные средства на альтернативных источниках энергии.

В заключение, эффективность систем ГБО постоянно улучшается благодаря развитию конструкторских решений и технологий. Современные системы ГБО обеспечивают высокую эффективность, надежность и экологичность, делая использование газового топлива в автомобильном транспорте всё более привлекательным.

В результате анализа конструктивных решений систем питания автомобилей на газовом топливе и оценки эффективности их внедрения, можно сделать следующие выводы.

Прослеживается четкая тенденция к повышению эффективности систем ГБО с каждым поколением. Переход от простых смесительных систем к системам с фазированной и адаптивной инжекцией газа значительно улучшил точность дозирования топлива, качество смесеобразования и, как следствие, экономичность и экологичность автомобилей. Качество компонентов ГБО (редуктор, форсунки, ЭБУ, датчики) и точность их работы критически важны для достижения максимальной эффективности. Современные системы с высокоточными датчиками и сложными алгоритмами управления обеспечивают оптимальное соотношение "газ-воздух" в широком диапазоне рабочих режимов двигателя.

Экономическая эффективность перевода автомобилей на газовое топливо напрямую зависит от разницы в цене газа и бензина/дизеля, стоимости установки и обслуживания ГБО, а также от пробега автомобиля. При низкой цене газа и значительном годовом пробеге, экономия может быть существенной. Однако, необходимо учитывать первоначальные инвестиции в установку ГБО.

Использование газового топлива заметно снижает выбросы вредных веществ в атмосферу по сравнению с бензином и дизельным топливом. Это делает газовые автомобили более экологически чистым вариантом транспорта, что особенно актуально в условиях ужесточения экологических норм.

Дальнейшее развитие систем ГБО будет направлено на повышение эффективности, надежности и интеграции с другими системами автомобиля (например, гибридные силовые установки). Ожидается совершенствование алгоритмов управления, использование новых материалов и технологий, а также расширение функциональности систем, например, дистанционный мониторинг состояния ГБО.

Правильная установка, настройка и регулярное техническое обслуживание ГБО квалифицированными специалистами являются залогом его эффективной и безопасной работы. Несоблюдение этих условий может привести к снижению эффективности, повреждению двигателя и созданию опасных ситуаций.

В целом, внедрение систем питания на газовом топливе является перспективным направлением, способствующим повышению экономической эффективности и экологичности автомобильного транспорта. Однако, для достижения максимальной отдачи необходимо использовать современные системы ГБО и обеспечивать их квалифицированное обслуживание.

В рамках выполнения дипломного проекта нами будет производиться разработка конструкции системы газобаллонного оборудования и технологии ее установки на автомобиль. Это позволит значительно расширить линейку двигателей транспортных средств и их функционал.

2 Конструкторский раздел. Дооснащение грузового автомобиля газобаллонным оборудованием

2.1 Анализ технических решений крепления комплекта газовых баллонов грузовых автомобилей

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).

Баллоны для СПГ представляют собой криогенные емкости, способные выдерживать низкие температуры жидкого газа (-162°C). Для предотвращения повреждений материала стенок используются теплоизолирующие оболочки, обеспечивающие поддержание низких температур внутри резервуара.

Криобаллоны устанавливаются между рамами шасси грузовика, фиксируясь посредством кронштейнов и стальных ремней. Такой способ позволяет сохранить пространство кузова и обеспечить устойчивость груза.

Баллоны на крыше кабины водителя. Устанавливаются сверху над кабиной на специальные опоры и фиксаторы, обеспечивая возможность увеличения объема перевозимого топлива без уменьшения полезного пространства в кузове.

Крепление в межколесном пространстве. Подходит для крупногабаритных транспортных средств, позволяя разместить дополнительный объем топливных баков вдоль продольной оси рамы авто.

Емкости для КПГ изготавливаются из высокопрочных материалов (углеродистая сталь, композитные материалы), выдерживающих высокое давление (до 20 МПа). Обычно применяются цилиндрические формы.

Наиболее распространённый вариант размещения цилиндров за последней осью автомобиля. Используются металлические хомуты, скобы и болтовое соединение с рамой транспортного средства.

Бортовая установка применяется также бортовое размещение баллонов сбоку или сзади фургона, фиксируемых специальными скобами и стяжками.

Установка под днищем автомобиля позволяет освободить полезный объём кузова, размещая баллоны под автомобилем, крепятся мощными металлическими лентами или крепежными узлами.

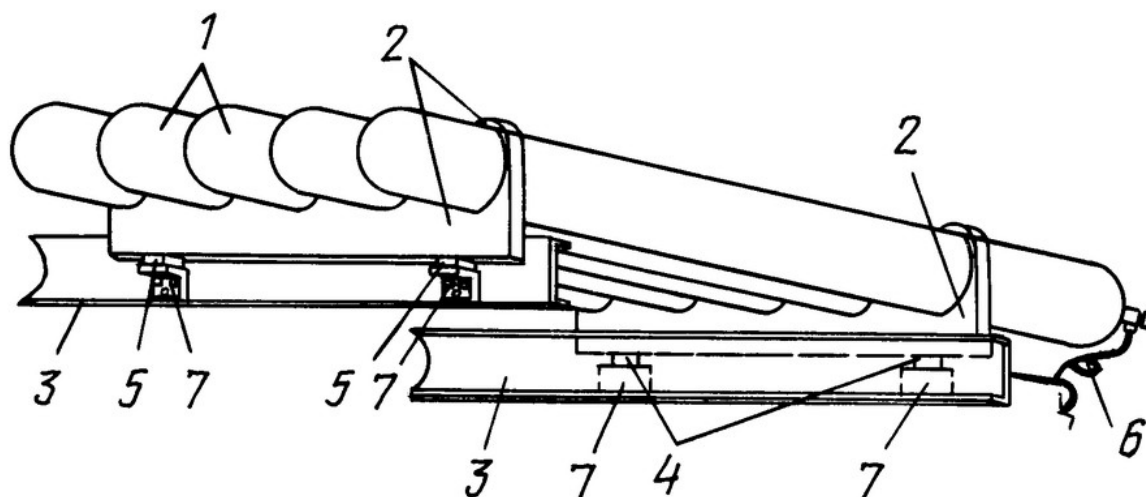
Таким образом, выбор метода крепления зависит от типа используемого газового топлива, конструктивных особенностей самого автомобиля и требуемого объёма заправляемого топлива. Важно учитывать нормы безопасности и требования нормативных документов, регламентирующих установку оборудования для перевозки газов автомобильным транспортом.

«Известные схемы расположения газовых баллонов за кабиной транспортного средства, в отличие от вариантов их расположения на крыше, позволяют избежать повышения центра тяжести транспортного средства, дополнительной нагрузки на каркас весом газовых баллонов, их арматуры и элементов крепления (в том числе инерционными силами), а также увеличения габаритной высоты транспортного средства.

Повышение эксплуатационных качеств конструкции, обеспечение ее простоты и снижение металлоемкости обеспечивается тем, что устройство для крепления газовых баллонов за кабиной транспортного средства, содержащее жестко связанные с его рамой поперечные брусья с расположенными на них ложементами, и элементы фиксации газовых баллонов в ложементах, отличается тем, что оно снабжено одним или несколькими продольными несущими брусьями, расположенными ниже осей баллонов и жестко связанными с поперечными брусьями и ложементами.

Существует устройство для крепления газовых баллонов отличающееся тем, что ложемент с крепежными элементами газовых баллонов прикреплен к лонжерону с трубопроводами посредством не менее двух шарниров с жесткими

связями, а ложемент с другой стороны газовых баллонов прикреплен к противоположному лонжерону рамы автомобиля при помощи не менее двух шарниров с упругими связями, при этом трубопроводы газовых коммуникаций выполнены в виде пружинных петель, с возможностью перемещения их креплений в пределах упругих деформаций самих трубопроводов (рисунок 1).» [4]



1 - газовые баллоны; 2 - ложемент; 3 – лонжерон; 4,5 – шарнир; 6 - трубопроводы; 7 - кронштейн

Рисунок 1 – Устройство для крепления газовых баллонов

«Устройство для крепления газовых баллонов 1 содержит ложементы 2 с крепежными элементами (например, хомутами), прикрепленные к лонжеронам 3 рамы автомобиля с помощью шарниров (4 и 5) с жесткими связями 4 и упругими связями 5. К лонжерону 3, к которому прикреплены газовые трубопроводы 6, ложемент 2 прикреплен с помощью не менее чем двух шарниров 4 с жесткими связями, а ложемент 2 с другой стороны газовых баллонов 1 прикреплен к противоположному лонжерону 3 рамы автомобиля при помощи не менее двух шарниров 5 с упругими связями. Трубопроводы (магистраль) 6 газовых коммуникаций выполнены в виде пружинных петель с возможностью перемещения их креплений в пределах упругих деформаций

самых трубопроводов и прикреплены к лонжерону 3 рамы автомобиля. Ложементы 2 с крепежными элементами газовых баллонов 1 могут быть утоплены между лонжеронами 3 рамы автомобиля, и прикреплены к лонжеронам 3 рамы автомобиля при помощи шарниров 4 и 5 (соответственно) при помощи кронштейнов 7, которые жестко прикреплены к лонжеронам 3. Шарниры с жесткими связями 4 могут быть выполнены в виде поворотных петель с одной степенью свободы. Шарниры с упругими связями 5 могут быть аналогичными шарнирам с упругими связями крепления двигателя, кабины и т.п. (и иметь три степени свободы небольших смещений). Между ложементами 2 и лонжеронами 3 рамы автомобиля должен быть зазор, обеспечивающий их взаимные небольшие перемещения относительно друг друга.

При движении автомобиля по неровным поверхностям происходит закручивание рамы и ее лонжеронов 2, при этом возникает их угловое перемещение друг против друга. Эти небольшие перемещения лонжеронов 2 рамы автомобиля не будут воздействовать на газовые баллоны 1, так как они будут компенсированы шарнирами 4 и 5 устройства.» [2]

«Метан — природный газ. Простейший углеводород без цвета и запаха. Чтобы почувствовать его утечку, в него добавляют одоранты, которые придают ему запах газа. Он плохо растворяется в воде, при этом гораздо легче воздуха.

Транспортируют метан под давлением в 230 атмосфер. Такое высокое давление требуется для того, чтобы в один литр объема поместилось достаточно газа для сравнимого с бензином расхода при работе двигателя. Без этих мер объем газового баллона пришлось бы увеличить в тысячу раз.

Чтобы выдержать высокое давление метан хранят в более толстостенных баллонах. Такая тара весит гораздо больше, чем баллоны для пропана, а значит, использование метана в легковых автомобилях не так удобно.» [1]

На рисунке 2 показан пример установки газобаллонного оборудования на грузовой автомобиль под метан, используемый в качестве топлива.



Рисунок 2 – Седельный тягач КамАЗ-65116 на КПП/СПГ с криобаком для сжиженного метана

Переоборудование грузового автомобиля под использование сжатого природного газа (метана) подразумевает применение специализированных устройств и элементов системы газобаллонного оборудования (ГБО). Метановое оборудование значительно отличается от традиционных установок на пропане или бензине, поскольку метан хранится в сжатом виде под высоким давлением (около 20–25 МПа), что предъявляет особые требования к монтажу и надежности компонентов.

В системах ГБО с использованием метана применяются специальные прочные баллоны высокого давления, выполненные из легированной стали или современных композитов, рассчитанные на длительную эксплуатацию и защиту от коррозии. Количество и расположение баллонов определяется объемом необходимого запаса хода и конструктивными особенностями автомобиля.

При установке газовых баллонов на грузовом автомобиле важно выбрать оптимальное место, учитывая следующие факторы:

- газовые баллоны должны располагаться вдали от источников тепла и механических воздействий. Оптимальным местом являются задняя часть рамы автомобиля или специальное отделение в кузове;
- необходимо предусмотреть удобный доступ к оборудованию для регулярного технического осмотра и ремонта;
- распределение веса баллонов должно соответствовать рекомендациям производителя автомобиля, чтобы избежать ухудшения управляемости и устойчивости машины;
- баллоны должны быть защищены от воздействия влаги, пыли и механических повреждений.

Правильная установка ГБО на метане обеспечит экономию расходов на топливо, экологичность и надежность работы автомобиля.

2.2 Расчеты сил и моментов, возникающих в механизме крепления газовых баллонов

Механизм крепления газовых баллонов является ключевым элементом, обеспечивающим надежную фиксацию и безопасность эксплуатации баллонного оборудования на транспортном средстве. Правильный расчет нагрузок и усилий, действующих на конструкцию, имеет первостепенное значение для проектирования долговечного и устойчивого механизма крепления.

Цель настоящего раздела заключается в проведении детального анализа сил и моментов, возникающих в процессе эксплуатации, и разработке рекомендаций по выбору оптимальных материалов и конструкций крепления, обеспечивающих высокую степень безопасности и эффективности функционирования системы хранения и транспортировки газа.

Исходные данные для расчета: масса баллона 50,6 кг. Схема болтового соединения приводится на рисунке 3.

«Для крепления баллона используется 2 болта М14, материал Сталь3пс $[\sigma] = 160$ МПа. Нагрузка на одну шпильку будет действовать 15,6 кг $F = 156$ Н.» [18]

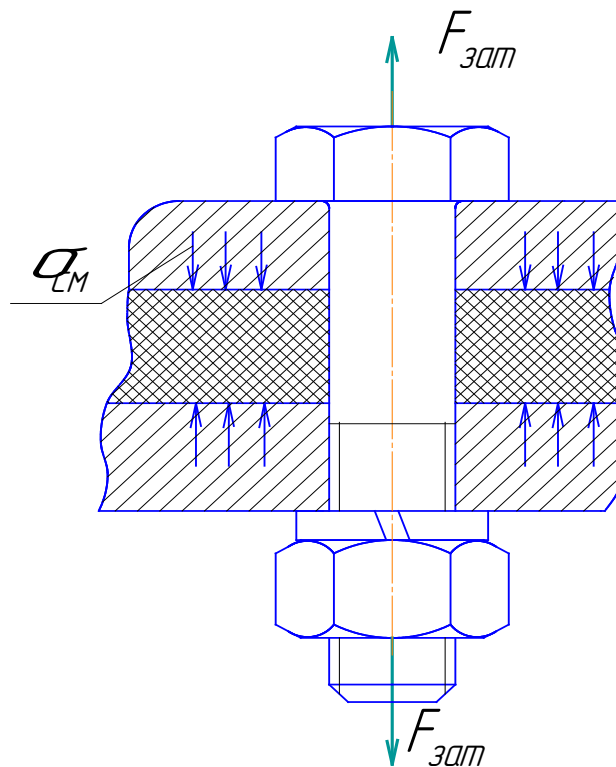


Рисунок 3 – Схема нагрузки болтового соединения

«Напряжение на разрыв определяется по формуле

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma] \quad (1)$$

где F – нагрузка на болт, Н;

A – площадь сечения болта, м^2 ;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение на разрыв, МПа.» [5]

Площадь сечения болта определяется по формуле

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (2)$$

где d - диаметр болта, м.

$$A = \frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4} = 153,86$$

$$\sigma = \frac{156}{153,86 \cdot 10^{-6}} = 1,014 \cdot 10^6 \frac{H}{м^2} = 1,01 МПа$$

При пятикратных нагрузках напряжение будет равно

$$\sigma = 1,01 \cdot 5 = 5,05 \text{ МПа.}$$

Условия прочности выполняются.

На рисунке 4 приводится схема болтового соединения при расчете на срез.

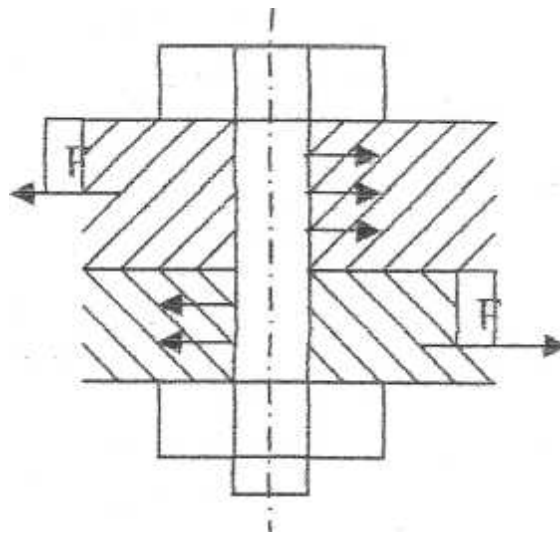


Рисунок 4 – Схема болтового соединения при расчете на срез

«Для конструкции к раме автомобиля используют 4 болта М14, материал Сталь 3пс, у которой $\sigma_T = 22$ МПа. Исходные данные для расчета: вес конструкции с баллонами 190 Н. Нагрузка составит для одного болта:

$$P = \frac{M}{n}, \quad (3)$$

где М - вес конструкции с баллонами, Н;

п - количество болтов» [20]

$$P = \frac{190}{3} = 63,5 \text{ кг.}$$

«Допустимая нагрузка на болт определится

$$Q = \frac{\pi d_p^2}{4} \cdot [\zeta]_p \cdot \theta + \frac{\pi d_e^2}{4} \cdot [\tau]_{cp}, \quad (4)$$

где d_p - расчетный диаметр болта, м;

d_e - диаметр стержня в опасном сечении, м;

$[\zeta]_p$ - допустимое напряжение при растяжении, МПа;

θ - коэффициент трения, $\theta = 0,15-0,2$, принимаем $\theta = 0,18$;

$[\tau]_{cp}$ - допустимое напряжение среза, МПа.

Расчетный диаметр болта определится

$$d_p = d - 0,94S, \quad (5)$$

где d - наружный начальный диаметр резьбы; d = 14 мм;

S - шаг резьбы, принимаем S=1,25 мм.

$d_p = 14 - 0,94 \cdot 1,25 = 12,825$ мм.» [20]

«Допустимое напряжение $[\zeta]_p$, выбранное в зависимости от предела текучести ζ_T материала определится

$$[\varsigma]_p = \frac{\varsigma_T}{n}, \quad (6)$$

где n - коэффициент безопасности, $n=1,5-3$.

$$[\varsigma]_p = \frac{22}{2,5} = 8,8 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение на срез определится

$$[\tau]_{cp} = (0,2 - 0,3)\varsigma_T, \quad (7)$$

$$[\tau]_{cp} = 0,25 \cdot 22 = 5,5 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется т.к. $5,5 < 8,8 \text{ МПа.}$ » [9]

«Крепежная лента состоит из двух частей, ленты и приваренного резьбового соединения, которые сварены между собой при помощи ручной электродуговой сварки электродами Э42.

Исходные данные для расчета:

- Масса одного баллона, $P' = 50,6 \text{ кг};$
- Количество баллонов – 3 шт.

Находим допускаемое усилие для соединения

$$P = 0,7 \cdot k \cdot L \cdot [\tau]_{cp}, \quad (8)$$

где k – катет шва, $k = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м};$

L – общая длина сварочного шва, $L = 0,048 \text{ м};$

$[\tau]_{cp}$ – допускаемое напряжение на срез, МПа.» [14]

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma]_p, \quad (9)$$

«где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение на растяжение для Сталь 3, $[\sigma]_p = 140$ МПа.

$$[\tau] = 0,6 \cdot 140 = 84 \text{ МПа;} \gg [7]$$

$$P_1 = 0,7 \cdot 84 \cdot 10^6 \cdot 0,004 \cdot 3,14 \cdot 0,048 = 35449,3 \text{ Н.}$$

Действующая нагрузка на шов, Н

$$P_2 = 700 \cdot 2 + 41,1 = 1441,1 \text{ Н}$$

Условие прочности выполняется.

В результате расчета элементов крепления деталей газового оборудования автомобиля, проведенного в рамках дипломного проекта, получены следующие выводы.

Проведенные расчеты подтвердили достаточную прочность и надежность выбранных конструктивных решений для крепления элементов газобаллонного оборудования (ГБО). Полученные значения напряжений и деформаций находятся в допустимых пределах, что гарантирует безопасную эксплуатацию автомобиля. Это подтверждается значениями коэффициентов запаса прочности, превышающими установленные нормативы.

Расчеты позволили оптимизировать конструкцию элементов крепления, минимизируя вес и стоимость при сохранении необходимых показателей прочности и надежности. Возможно, были предложены альтернативные варианты креплений, демонстрирующие улучшенные характеристики.

Расчеты обосновали выбор материалов для элементов крепления, учитывая их прочностные характеристики, устойчивость к коррозии и воздействию вибраций. Возможно, был проведен сравнительный анализ различных материалов, демонстрирующий преимущества выбранного варианта.

Расчеты учли влияние внешних факторов, таких как вибрации, динамические нагрузки и температурные колебания, на прочность элементов крепления. Была продемонстрирована способность конструкции выдерживать эти нагрузки.

В процессе работы над дипломным проектом возможно уточнение и/или корректировка методики расчета элементов крепления, что повысило точность и достоверность полученных результатов. На основании проведенных расчетов сформулированы рекомендации по практической реализации проекта, включая выбор типоразмеров крепежных элементов, технологии их изготовления и монтажа. Необходимо отметить, что расчеты выполнены с использованием определенных упрощающих допущений. Это может повлиять на точность полученных результатов. Для повышения точности необходимо проведение экспериментальных исследований.

В заключение, проведенный расчет элементов крепления деталей газового оборудования автомобиля подтвердил работоспособность и безопасность выбранной конструкции. Результаты дипломного проекта могут быть использованы при проектировании и изготовлении систем ГБО для грузового автомобиля, а также при разработке аналогичных конструкций для других транспортных средств. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование методики расчета и проведение экспериментальной проверки полученных результатов.

3 Технологический процесс монтажа ГБО на грузовой автомобиль

3.1 Описание производимой работы и условий ее проведения

Работы по монтажу газобаллонного оборудования (ГБО) на грузовые 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 5.

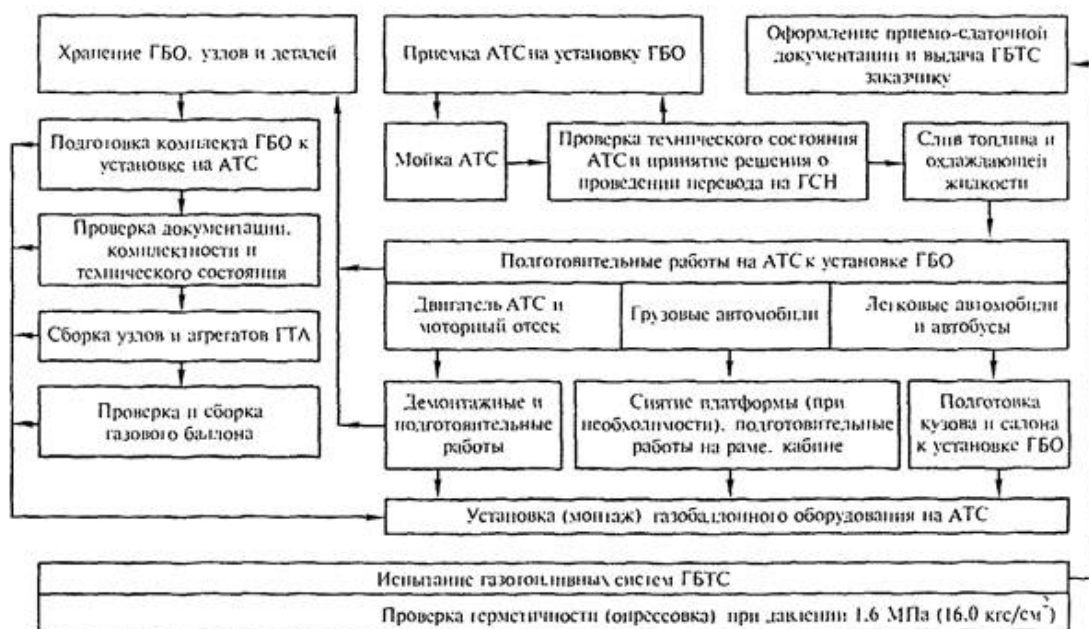


Рисунок 5 – Функциональная схема выполнения работ по переводу АТС для работы на ГСН и испытаниям газотопливных систем

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 грузовые автомобили представляет собой сложный процесс, требующий профессионального подхода и соблюдения норм безопасности.

3.2 Разработка пошагового технологического процесса монтажа ГБО на грузовой автомобиль

Разработка технологической карты монтажа газобаллонного оборудования (ГБО) на грузовой 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 1.

Таблица 1 – Технологическая карта монтажа ГБО на грузовой 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 1

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 1

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 грузовой 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 6 приведены общие характеристики участка механической сборки ОПП.

Таблица 6 – 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 7 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 7 – 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. 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 8 приведены профессиональные риски для участка механической сборки.

Таблица 8 – 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

	Статическая нагрузка	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM FVV-210 38301300
	Шум	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM FVV-210 38301300
	Ультразвук	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM FVV-210 38301300
	Вибрации	Торцевая абразивная пила PRN-320, Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115, станок токарный JET BD-11G, станок фрезерный VISPROM 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.

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	Использование специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использование 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.

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.

«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 влага, 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 влага, 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.» [18]

Примеры таких мероприятий будет являться:

- установка огнетушителей класса А, В, С и Е вблизи мест хранения горючих материалов и электрооборудования;
- 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:

$$M = \sum_{i=1}^m V_M^i \cdot C_M^i \quad (58)$$

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

Станок фрезерный	VISPROМ 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	$A_{пл} = \frac{S_{пл} * Ц_{пл} * Н_{а}}{100}$ $A_{пл} = \frac{160 * 15000 * 2,5}{100}$				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

$$\text{Эл} = \sum_{i=1}^m \frac{M_i \cdot T_{\text{маш}}^i \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}}{\eta_i \cdot 60} \quad (59)$$

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

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:

$$\mathcal{E}_{св} = \frac{M_{св} \cdot n \cdot T \cdot K_{од} \cdot K_{с} \cdot K_n \cdot C_{э}}{\eta} \quad (60)$$

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

Общие расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\Theta = \Theta_{\text{л}} + \Theta_{\text{св}} \quad (61)$$

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

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:

$$\text{Дзп} = \text{Озп} \cdot \text{Кд} / 100, \quad (62)$$

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]

$$О_{ФМС} = (Озп + Дзп) \cdot Ксоц, \quad (63)$$

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.

$$От = Озп + Дзп + О_{ФМС}, \quad (64)$$

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

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.

$$\text{НЧ} = C_{\text{общ}} / T_{\text{уч}}, \quad (65)$$

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. На основании выполненных расчетов можно сделать выводы о выполнении задачи в рамках текущего раздела дипломного 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 анализа конструктивных решений систем питания автомобилей на газовом топливе и оценки эффективности их внедрения, можно сделать следующие выводы.

Прослеживается четкая тенденция к повышению эффективности систем ГБО с каждым поколением. Переход от простых смесительных систем к системам с фазированной и адаптивной инжекцией газа значительно улучшил точность дозирования топлива, качество смесеобразования и, как следствие, экономичность и экологичность автомобилей. Качество компонентов ГБО (редуктор, форсунки, ЭБУ, датчики) и точность их работы критически важны для достижения максимальной эффективности. Современные системы с высокоточными датчиками и сложными алгоритмами управления обеспечивают оптимальное соотношение "газ-воздух" в широком диапазоне рабочих режимов двигателя.

Экономическая эффективность перевода автомобилей на газовое топливо напрямую зависит от разницы в цене газа и бензина/дизеля,

стоимости установки и обслуживания ГБО, а также от пробега автомобиля. При низкой цене газа и значительном годовом пробеге, экономия может быть существенной. Однако, необходимо учитывать первоначальные инвестиции в установку ГБО.

Использование газового топлива заметно снижает выбросы вредных веществ в атмосферу по сравнению с бензином и дизельным топливом. Это делает газовые автомобили более экологически чистым вариантом транспорта, что особенно актуально в условиях ужесточения экологических норм.

Дальнейшее развитие систем ГБО будет направлено на повышение эффективности, надежности и интеграции с другими системами автомобиля (например, гибридные силовые установки). Ожидается совершенствование алгоритмов управления, использование новых материалов и технологий, а также расширение функциональности систем, например, дистанционный мониторинг состояния ГБО.

Правильная установка, настройка и регулярное техническое обслуживание ГБО квалифицированными специалистами являются залогом его эффективной и безопасной работы. Несоблюдение этих условий может привести к снижению эффективности, повреждению двигателя и созданию опасных ситуаций.

В целом, внедрение систем питания на газовом топливе является перспективным направлением, способствующим повышению экономической эффективности и экологичности автомобильного транспорта. Однако, для достижения максимальной отдачи необходимо использовать современные системы ГБО и обеспечивать их квалифицированное обслуживание.

В рамках выполнения дипломного проекта нами будет производится разработка конструкции системы газобаллонного оборудования и технологии ее установки на автомобиль. Это позволит значительно расширить линейку двигателей транспортных средств и их функционал.

В результате расчета элементов крепления деталей газового оборудования автомобиля, проведенного в рамках дипломного проекта, получены следующие выводы.

Проведенные расчеты подтвердили достаточную прочность и надежность выбранных конструктивных решений для крепления элементов газобаллонного оборудования (ГБО). Полученные значения напряжений и деформаций находятся в допустимых пределах, что гарантирует безопасную эксплуатацию автомобиля. Это подтверждается значениями коэффициентов запаса прочности, превышающими установленные нормативы.

Расчеты позволили оптимизировать конструкцию элементов крепления, минимизируя вес и стоимость при сохранении необходимых показателей прочности и надежности. Возможно, были предложены альтернативные варианты креплений, демонстрирующие улучшенные характеристики.

Расчеты обосновали выбор материалов для элементов крепления, учитывая их прочностные характеристики, устойчивость к коррозии и воздействию вибраций. Возможно, был проведен сравнительный анализ различных материалов, демонстрирующий преимущества выбранного варианта.

Расчеты учли влияние внешних факторов, таких как вибрации, динамические нагрузки и температурные колебания, на прочность элементов крепления. Была продемонстрирована способность конструкции выдерживать эти нагрузки.

В процессе работы над дипломным проектом возможно уточнение и/или корректировка методики расчета элементов крепления, что повысило точность и достоверность полученных результатов. На основании проведенных расчетов сформулированы рекомендации по практической реализации проекта, включая выбор типоразмеров крепежных элементов, технологии их изготовления и монтажа. Необходимо отметить, что расчеты выполнены с использованием определенных упрощающих допущений. Это может повлиять

на точность полученных результатов. Для повышения точности необходимо проведение экспериментальных исследований.

В заключение, проведенный расчет элементов крепления деталей газового оборудования автомобиля подтвердил работоспособность и безопасность выбранной конструкции. Результаты дипломного проекта могут быть использованы при проектировании и изготовлении систем ГБО для грузового автомобиля, а также при разработке аналогичных конструкций для других транспортных средств. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование методики расчета и проведение экспериментальной проверки полученных результатов.

Разработанная технологическая карта монтажа газобаллонного оборудования (ГБО) на грузовой 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.