

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация тормозной системы автомобиля КАМАЗ путем
разработки тормозного привода с пружинным
энергоаккумулятором

Обучающийся

А.С. Мельников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

доцент Д.А. Романов

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2023

Аннотация

Представлен дипломный проект на тему «Модернизация тормозной системы автомобиля КАМАЗ путем разработки тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором».

Актуальность данной темы обусловлена тем, что современные тенденции в автомобилестроении предъявляют повышенные требования к работе тормозных систем транспортного средства. Это требует применения узлов и агрегатов новых типов, работающих на иных механических принципах, нежели традиционные узлы, применяемых в рабочих тормозных системах. Для грузовых автомобилей это особенно актуально еще и по причине условий передвижения. В тяжелых дорожных условиях и в условиях транспортировки грузов особенно важна способность быстрой и контролируемой остановки автомобиля.

Дипломный проект состоит из следующих разделов: введение, шесть глав, раскрывающих тему проекта, заключения и списка использованных источников, включая иностранные. Графическая часть диплома представлена на десяти листах формата А1.

Целью дипломного проекта является модернизация тормозной системы автомобиля КАМАЗ путем разработки тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором на уровне технического проекта.

Логически структура дипломного проекта разделена на следующие части, связанные между собой: анализ существующих технических решений конструкции тормозных систем, тяговый расчет транспортного средства для которого разрабатывается тормозная система, силовые и прочностные расчеты узлов системы и элементов узлов, разработка технологического процесса изготовления тормозной системы, разработка безопасных условий труда на участке и экономическое обоснование эффективности проекта.

Модернизированная в рамках дипломного проекта конструкция тормозной системы обладает значительно более высокими

эксплуатационными характеристиками в сравнении с системами, применяемыми в серийных грузовых автомобилях в настоящее время. Внедрение конструкции в серийные транспортные средства не только позволит повысить их эксплуатационные качества, но и сформировать определенные конкурентные преимущества во всей продуктовой линейке автомобилей данного класса, производимых на территории России.

Отдельно необходимо отметить, что результаты выполненной работы в рамках дипломного проекта имеют не только теоретическое, но также обладают практическим значением. Разработанная конструкция может быть реализована в рамках серийного производства и использована на серийных автомобилях.

Annotation

A graduation project was presented on the topic "Modernization of the brake system of a KAMAZ vehicle by developing a brake drive with a spring energy accumulator."

The relevance of this topic is due to the fact that current trends in the automotive industry place increased demands on the operation of vehicle braking systems. This requires the use of new types of units and assemblies operating on other mechanical principles than traditional units used in service brake systems. For trucks, this is especially true also because of the conditions of movement. In difficult road conditions and in the conditions of transportation of goods, the ability to quickly and controlled stop the car is especially important.

The diploma project consists of the following sections: an introduction, six chapters that reveal the topic of the project, a conclusion and a list of sources used, including foreign ones. The graphic part of the diploma is presented on ten sheets of A1 format.

The purpose of the diploma project is to modernize the brake system of the KAMAZ vehicle by developing a brake actuator with a spring-loaded energy accumulator at the level of a technical project.

Logically, the structure of the graduation project is divided into the following parts, interconnected: analysis of existing technical solutions for the design of brake systems, traction calculation of the vehicle for which the brake system is being developed, power and strength calculations of system nodes and elements of nodes, development of a technological process for manufacturing a brake system, development of safe working conditions at the site and the economic justification for the effectiveness of the project.

The design of the brake system upgraded within the framework of the diploma project has significantly higher performance characteristics in comparison with the systems used in serial trucks at the present time. The introduction of the design into mass-produced vehicles will not only improve their performance, but

also create certain competitive advantages in the entire product line of vehicles of this class produced in Russia.

Separately, it should be noted that the results of the work performed within the framework of the graduation project are not only theoretical, but also have practical significance. The developed design can be implemented as part of mass production and used on mass-produced vehicles.

Содержание

Введение	8
1 Анализ объекта разработки дипломного проектирования	12
1.1 Анализ конструкции грузового автомобиля, принятой для модернизации	12
1.2 Анализ конструкции тормозной системы, принятой в качестве объекта разработки	15
1.3 Анализ конструкций тормозных камер с пружинным энергоаккумулятором	19
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	28
2.1 Исходные данные для расчета	28
2.2 Определение внешней скоростной характеристики двигателя	29
2.3 Расчет силового баланса	30
2.4 Расчет динамического фактора	32
2.5 Расчет мощностного баланса	33
2.6 Расчет ускорений транспортного средства	35
2.7 Расчет времени и пути разгона транспортного средства	37
3 Модернизация тормозной системы грузового автомобиля путем разработки пружинного энергоаккумулятора	42
3.1 Назначение, устройство и общая характеристика тормозной системы	42
3.2 Разработка системы управления работой энергоаккумулятора	44
3.3 Расчет прочности фиксирующего механизма	46
3.4 Расчет винтовой пары приспособления для механического растормаживания	49
3.5 Расчет заклепочного соединения направляющей поршня	51
3.6 Расчет заклепочного соединения корпуса электромагнита	52
4 Технологический раздел дипломного проекта	55
5 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности на участке сборки объекта дипломного проектирования	59

5.1 Характеристика участка сборки	59
5.2 Профессиональные риски, характерные для участка	61
5.3 Разработка мероприятий по снижению воздействия профессиональных рисков на работающих	65
5.4 Пожарная безопасность и противопожарные мероприятия на участке	69
5.5 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности участка	72
6 Расчет показателей экономической эффективности дипломного проекта .	74
6.1 Характеристика объекта анализа экономической эффективности	74
6.2 Расчет себестоимости нормо-часа работ сборочного участка	75
Заключение	84
Список используемой литературы и используемых источников	90
Приложение А Графики тягового расчета	93

Введение

Транспортная отрасль постоянно развивается, и одной из важных составляющих безопасности на дорогах является эффективная тормозная система автомобилей. Тормозная система играет ключевую роль в обеспечении безопасности и управляемости транспортного средства, особенно в случаях экстренного торможения. В связи с этим, постоянно идут работы по улучшению и модернизации тормозных систем автомобилей.

В данном дипломном проекте рассматривается модернизация тормозной системы автомобиля КАМАЗ путем разработки тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором. Традиционные тормозные системы КАМАЗ имеют некоторые недостатки, такие как длительное время реакции, повышенный износ тормозных колодок и неравномерность распределения тормозного усилия. Предлагаемая модернизация позволит решить эти проблемы и повысить эффективность и безопасность тормозной системы.

Тормозная система КАМАЗ включает в себя пневматическую систему, которая используется для активации тормозов. Основными компонентами тормозной системы являются тормозные цилиндры, регуляторы давления, клапаны и тормозные колодки. Тормозная система КАМАЗ обычно оснащается дисковыми или барабанными тормозами на всех колесах.

Одним из основных недостатков традиционных тормозных систем КАМАЗ является длительное время реакции. Задержка между нажатием на педаль тормоза и началом торможения может быть велика, особенно в случае экстренного торможения. Это может привести к увеличенному тормозному пути и повышенному риску аварийной ситуации.

Другой проблемой является неравномерность распределения тормозного усилия между колесами. В некоторых случаях, некоторые колеса могут быть сильнее задействованы в торможении, что приводит к неравномерному износу тормозных колодок и ухудшает управляемость автомобиля.

Основной принцип работы тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором заключается в использовании энергии, накопленной в пружине во время торможения, для дополнительного усиления тормозного усилия в случае экстренного торможения. Энергоаккумулятор позволяет существенно сократить время реакции и повысить точность дозировки тормозного усилия, а также снизить износ тормозных колодок.

Целью данного дипломного проекта является разработка и оптимизация конструкции тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором для автомобиля КАМАЗ. Для достижения этой цели необходимо выполнить ряд задач, включающих в себя:

- Изучение существующих тормозных систем и их недостатков;
- Определение требований и характеристик новой тормозной системы;
- Разработку конструкции тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором;
- Математическое моделирование и расчеты для оптимизации параметров;
- Разработка технологического процесса сборки энергоаккумулятора.

Ожидается, что разработка и внедрение тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором в автомобилях КАМАЗ позволит существенно улучшить эффективность и безопасность тормозной системы, а также снизить эксплуатационные расходы за счет уменьшения износа тормозных колодок. Таким образом, данный проект имеет практическую значимость и может быть применен в автомобильной промышленности для улучшения тормозных систем грузовых автомобилей.

Предлагаемая модернизация тормозной системы КАМАЗ путем разработки тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором будет направлена на устранение этих недостатков. Применение пружинного энергоаккумулятора позволит повысить скорость реакции системы, сократить

тормозной путь и обеспечить более равномерное распределение тормозного усилия между колесами.

Таким образом, модернизация тормозной системы КАМАЗ с использованием тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором будет иметь большое значение для повышения безопасности и эффективности транспортных средств КАМАЗ. Это также позволит снизить эксплуатационные расходы за счет снижения износа тормозных колодок и улучшения производительности тормозной системы.

Модернизация тормозной системы КАМАЗ с использованием тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором будет иметь положительный социальный эффект. Можно выделить ряд аспектов такого рода эффективности.

Более быстрая реакция системы и сокращение тормозного пути снижают вероятность аварийных ситуаций. Более эффективная и надежная тормозная система улучшит безопасность как для водителя, так и для окружающих участников дорожного движения. Быстрая реакция и более равномерное распределение тормозного усилия позволят снизить риск возникновения аварийных ситуаций и повысить управляемость автомобиля. Это будет способствовать снижению количества дорожно-транспортных происшествий и, как следствие, уменьшению количества пострадавших и погибших людей на дорогах.

Улучшенная тормозная система снизит износ тормозных колодок, что приведет к уменьшению затрат на их замену и обслуживание. Более эффективная тормозная система также улучшит экономию топлива, что позволит снизить расходы на его заправку.

Благодаря более эффективному использованию тормозной системы и уменьшению износа тормозных колодок, меньше будет выделяться вредных выбросов и частиц из тормозных механизмов, что будет положительно сказываться на экологической обстановке и качестве воздуха.

Наконец, улучшение безопасности на дорогах и снижение числа аварий приведет к повышению качества жизни людей, так как будет уменьшена угроза жизни и здоровью, а также снижено количество пробок и задержек на дорогах.

Таким образом, модернизация тормозной системы КАМАЗ с использованием тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором будет иметь значительный социальный эффект, способствуя улучшению безопасности на дорогах, снижению числа аварий, сокращению эксплуатационных расходов и улучшению экологической обстановки. Это важный шаг в развитии автомобильной индустрии, направленный на улучшение качества жизни людей и обеспечение более безопасной и экологически устойчивой транспортной системы.

1 Анализ объекта разработки дипломного проектирования

1.1 Анализ конструкции грузового автомобиля, принятой для модернизации

КамаЗ-43114 – это трехосный грузовик, известный с 1996 года и предлагающийся в двух модификациях: шасси и бортовой автомобиль. Основное эксплуатационное назначение автомобиля – перевозка штучных грузов и пассажиров в оборудованном КУНГе в тяжелых дорожных условиях. Общий вид автомобиля и его габаритные размеры представлены на рисунке 1.

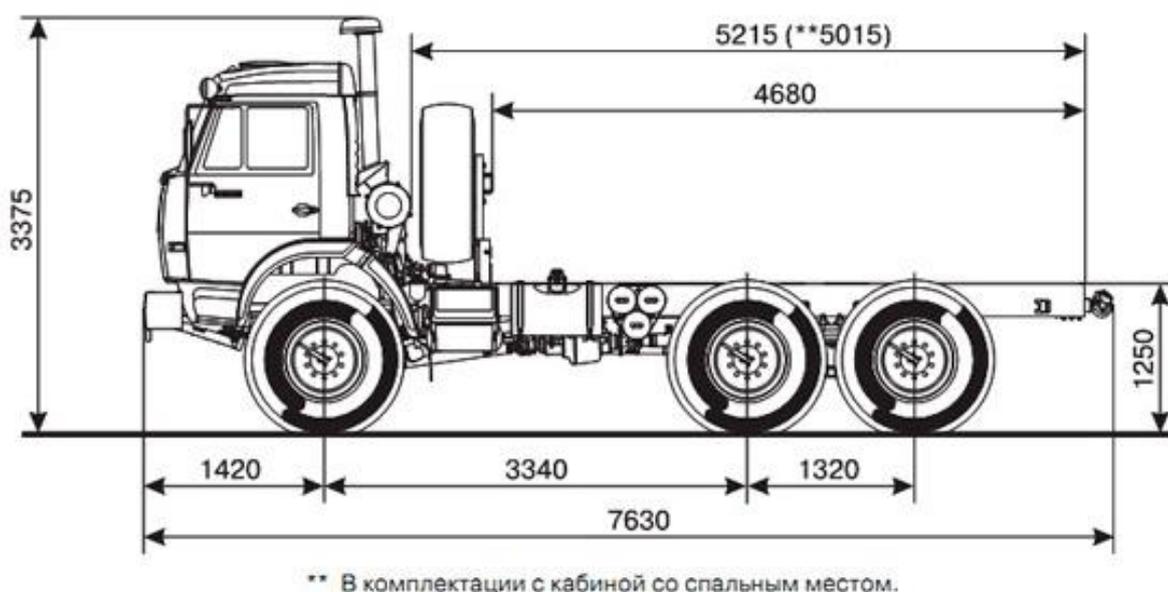


Рисунок 1 – Общий вид автомобиля КамАЗ-43114

Автомобиль КАМАЗ-43114 относится к классу грузовых автомобилей и является одним из наиболее популярных моделей в линейке КАМАЗ. Он предназначен для перевозки грузов на дорогах различной сложности и может использоваться в различных отраслях промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и других сферах.

Конструкция автомобиля КАМАЗ-43114 включает в себя грузовую платформу, которая предназначена для размещения и транспортировки грузов. Она имеет прочную и надежную конструкцию, способную выдерживать значительные нагрузки.

Автомобиль оснащен кабиной, которая обеспечивает комфорт и безопасность водителя. Кабина имеет просторный интерьер с эргономичным расположением элементов управления, обеспечивающими удобство водителя во время поездок на длительные расстояния.

КАМАЗ-43114 также оснащен мощным дизельным двигателем, который обеспечивает высокую производительность и маневренность на дороге. Двигатель соответствует экологическим нормам и обеспечивает экономичный расход топлива.

Автомобиль имеет переднюю подвеску с пружинами и амортизаторами, а задняя подвеска оснащена рессорами, что обеспечивает хорошую устойчивость и плавность хода.

Тормозная система КАМАЗ-43114 включает в себя пневматическую систему, которая обеспечивает эффективное торможение и безопасность на дороге. Она включает в себя тормозные цилиндры, регуляторы давления, клапаны и тормозные колодки.

Также стоит отметить, что КАМАЗ-43114 может быть дополнительно оснащен различными опциями и дополнительным оборудованием в зависимости от конкретных потребностей и требований заказчика. Конструкция автомобиля КАМАЗ-43114 сочетает в себе надежность, производительность, удобство и безопасность. Он является незаменимым инструментом для перевозки грузов и широко используется в различных отраслях экономики.

Технические характеристики автомобиля приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики автомобиля КамАЗ-43114

Весовые параметры и нагрузки	
Снаряженная масса а/м	9,2 т
Грузоподъемность а/м	6 т
Полная масса а/м	15,35 т
Полная масса прицепа	12 т (для бездорожья 7,5 т)
Полная масса автопоезда	27,35 (для бездорожья 22,85 т)
Двигатель	
Модель	740.31-240
Тип	дизельный
Максимальная полезная мощность	157 (225) кВт (л. с.)
Номинальная мощность, брутто	167 (240) кВт (л. с.)
Расположение и число цилиндров	V-образное, 8
Рабочий объем	10,85 кВт (л. с.)
Диаметр цилиндра и ход поршня	120/120 мм
Степень сжатия	16,5
Система питания	
Вместимость топливных баков	170+125 л
Сцепление	
Тип	фрикционное, сухое, двухдисковое
Привод	гидравлический с пневмоусилителем
Коробка передач	
Тип	механическая, десятиступенчатая
Управление	механическое, дистанционное

Продолжение таблицы 1

Тормоза	
Привод	пневматический
Размеры: диаметр барабана, мм	400
Ширина тормозных накладок, мм	140
Колеса и шины	
Тип колес	дисковые
Тип шин	пневматические, с регулированием давления
Размер обода	12,2-20,9 (310-533)
Размер шин	425/85 R21 (1260x425-533P)

Таким образом, можно сделать вывод о том, что тормозная система является ответственной системой, влияющей на безопасную эксплуатацию транспортного средства. Задачей дипломного проекта является усовершенствование конструкции тормозной системы с тем, чтобы повысить ее эффективность и надежность.

1.2 Анализ конструкции тормозной системы, принятой в качестве объекта разработки

Тормозная система КАМАЗ включает в себя пневматическую систему, которая обеспечивает эффективное торможение и безопасность на дороге. Она состоит из нескольких основных компонентов, включая тормозные цилиндры, регуляторы давления, клапаны и тормозные колодки.

Автомобили КАМАЗ обычно оснащаются пневматическими тормозными системами, которые используют пневматические тормозные камеры для преобразования давления воздуха в механическое усилие. Это позволяет передать усилие на тормозные колодки и обеспечить их прижатие к

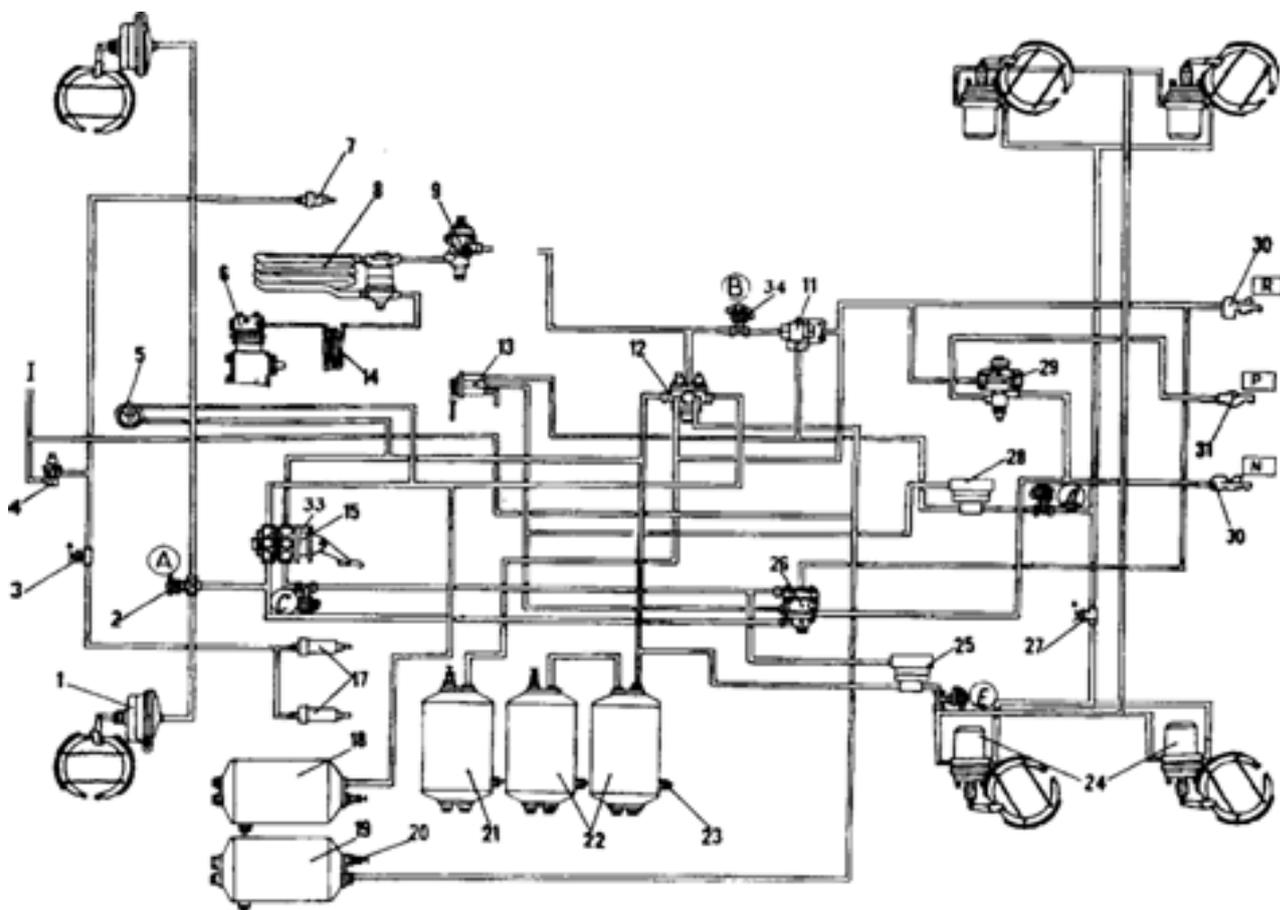
тормозным барабанам, чтобы остановить или замедлить движение автомобиля.

Регуляторы давления используются для поддержания оптимального давления в тормозной системе. Они контролируют давление воздуха, поступающего в тормозные цилиндры, чтобы обеспечить равномерное и эффективное торможение. Регуляторы давления также могут использоваться для корректировки баланса переднего и заднего тормозного усилия для достижения лучшей управляемости и равномерного износа тормозных колодок.

В тормозной системе КАМАЗ используются различные клапаны, включая клапаны регулирования давления, клапаны управления и клапаны блокировки. Клапаны регулирования давления контролируют распределение давления между передними и задними тормозными механизмами, а также между осью тягача и полуприцепом. Клапаны управления позволяют водителю активировать и контролировать процесс торможения, обеспечивая дополнительную безопасность и управляемость на дороге. Клапаны блокировки используются для предотвращения блокировки колес во время торможения, что помогает снизить риск скольжения и потери управляемости автомобилем.

Тормозные колодки КАМАЗ являются ключевым элементом тормозной системы. Они представляют собой металлические пластины, покрытые термостойким материалом (тормозной накладкой). Когда тормозная педаль нажимается, тормозные колодки притягиваются к тормозным дискам или барабанам, создавая трение, что замедляет или останавливает движение автомобиля.

Схема тормозной системы КамАЗ представлена на рисунке 2. На схеме обозначены основные узлы и элементы конструкции.



1 - тормозные камеры типа 24; 2 (А, В, С) - контрольные выходы; 3 - пневмоэлектрический выключатель клапана прицепа; 4 - кран управления вспомогательной тормозной системой; 5 - двухстрелочный манометр; 6 - компрессор; 7 - пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 8 - водоотделитель; 9 - регулятор давления; 11 - двухмагистральный перепускной клапан; 12-4-х контурный защитный клапан; 13 - кран управления стояночной тормозной системой; 14 - теплообменник; 15 - двухсекционный тормозной кран; 17 - пневмоцилиндры привода заслонок механизма вспомогательной тормозной системы; 18 - ресивер контура I; 19 - ресивер потребителей; 20 - выключатель сигнализатора падения давления; 21 - ресивер контура III; 22 - ресиверы контура II; 23 - кран слива конденсата; 24 - тормозные камеры типа 20/20 с пружинными энергоаккумуляторами; 25, 28 - ускорительные клапаны; 26 - клапан управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом; 27 - выключатель сигнализатора стояночной тормозной системы; 29 - клапан управления тормозными системами прицепа с однопроводным приводом; 30 - автоматические соединительные головки; 31 - соединительная головка типа А; R - к питающей магистрали двухпроводного привода; P - к соединительной магистрали однопроводного привода; N - к управляющей магистрали двухпроводного привода; 31- датчик падения давления в ресиверах I контура; 32- датчик падения давления в ресиверах II контура; 33-датчик стоп-сигнала; 34-кран экстренного растормаживания

Рисунок 2 – Тормозная система КамАЗ

Таким образом, тормозная система КАМАЗ является сложной и надежной системой, которая обеспечивает эффективное торможение и безопасность на дороге. Каждый компонент системы играет важную роль в обеспечении правильного функционирования тормозов и достижении оптимальной производительности транспортного средства.

С 2008 года автомобили КамАЗ оснащаются антиблокировочными системами (АБС). АБС КАМАЗ является электронной системой управления, которая непрерывно отслеживает частоту вращения колес и сравнивает ее с заданной нормой. При обнаружении нарушений частоты вращения колес, АБС регулирует давление в тормозных камерах, чтобы предотвратить блокировку колес и обеспечить оптимальную тормозную силу на каждом колесе. АБС позволяет водителю сохранить контроль над автомобилем во время торможения. Благодаря предотвращению блокировки колес, автомобиль остается управляемым и способным к маневрированию, что особенно важно в экстренных ситуациях или на скользком покрытии. АБС способствует сокращению тормозного пути, поскольку колеса не блокируются и продолжают вращаться, обеспечивая лучшее сцепление с дорогой. Это помогает уменьшить вероятность столкновений и аварийных ситуаций.

Блокировка колес приводит к преждевременному износу тормозных колодок. АБС предотвращает блокировку колес, что снижает износ и увеличивает срок службы тормозных колодок, что в свою очередь уменьшает эксплуатационные расходы. АБС значительно повышает безопасность на дороге, особенно в ситуациях экстренного торможения или на скользких дорогах. Она помогает предотвратить потерю управляемости и снизить риск столкновений, спасая жизни и предотвращая травмы.

В целом, антиблокировочная система КАМАЗ играет важную роль в обеспечении безопасности и эффективности тормозной системы. Она помогает снизить риск аварий, сохранить управляемость автомобиля и улучшить тормозные характеристики, что делает ее неотъемлемой частью современных грузовых автомобилей.

1.3 Анализ конструкций тормозных камер с пружинным энергоаккумулятором

Тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором (ПЭА) являются инновационным усовершенствованием тормозной системы автомобилей, включая КАМАЗ. Они предназначены для улучшения отклика и эффективности тормозной системы, особенно в экстренных ситуациях. Тормозные камеры с ПЭА имеют общие конструктивные элементы.

Основной элемент тормозной камеры – это цилиндрическая камера, которая является частью тормозной механизм автомобиля, обычно на колесе. Камера обычно выполнена из металла и имеет цилиндрическую форму с поршнем внутри.

Внутри тормозной камеры устанавливается пружинный энергоаккумулятор, который представляет собой устройство, преобразующее энергию сжатой пружины в динамическую энергию, используемую для усиления тормозного усилия. Принцип работы ПЭА состоит в том, что при нажатии на тормозную педаль, пружина сжимается, накапливая энергию, которая затем освобождается при активации тормозного механизма, усиливая тормозное давление.

Тормозные камеры с ПЭА также включают в себя клапаны и трубки, которые обеспечивают подачу сжатого воздуха в камеру и регулируют давление внутри камеры. Клапаны контролируют поток воздуха и направляют его в нужные направления для активации тормозного механизма.

Тормозные камеры, оснащенные пружинными энергоаккумуляторами, имеют следующие преимущества перед простыми тормозными камерами.

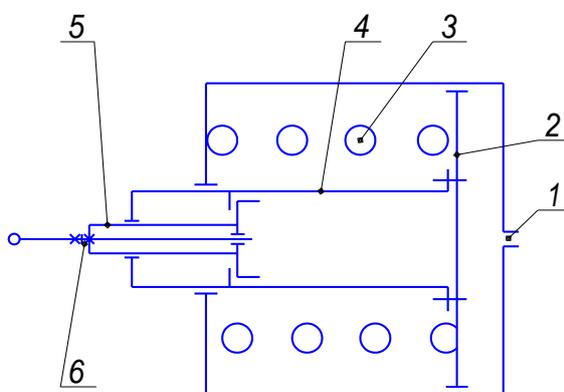
Тормозная система обеспечивает более быстрый отклик на нажатие тормозной педали, что позволяет сократить задержку между моментом нажатия педали и началом торможения. Это особенно важно в экстренных ситуациях, когда каждая миллисекунда имеет значение.

Применение пружинного энергоаккумулятора позволяет увеличить тормозное усилие, что повышает эффективность тормозной системы. Это особенно полезно для транспортных средств с большой массой или требующих дополнительного тормозного усилия для остановки.

Одним из преимуществ ПЭА является более равномерное распределение тормозного усилия между колесами. Это помогает улучшить управляемость автомобиля и предотвращает неравномерный износ тормозных колодок.

Различаются различные виды конструкции энергоаккумуляторов, которые мы рассмотрим в рамках анализа, производимого в дипломном проекте.

Одним из распространенных видов энергоаккумуляторов является энергоаккумулятор пружинно поршневого типа. Конструкция такого устройства представляет собой систему, состоящую из мощной силовой пружины и подвижного пневматического элемента. Типичная конструкция такого ПЭА показана на рисунке 3.



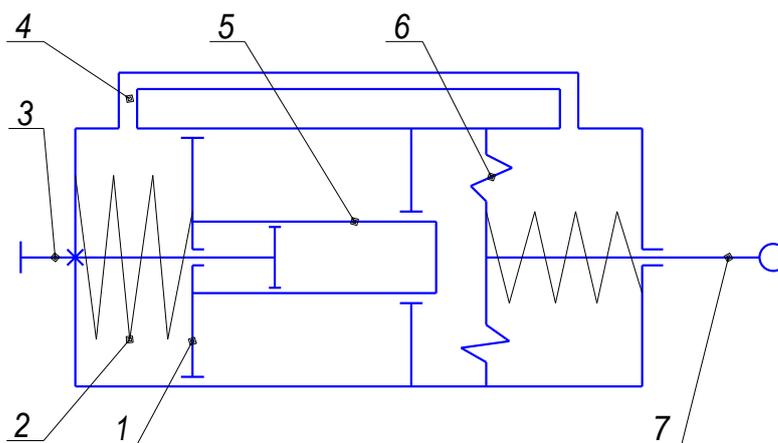
1 – вход для подвода сжатого воздуха; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – шток; 5 – толкатель; 6 – гайка растормаживания

Рисунок 3 – Энергоаккумулятор пружинно-поршневого типа

«В расторможенном состоянии на вход 1 подается сжатый воздух. Воздействуя на поршень 2, сжатый воздух воздействует на силовую пружину 3, вследствие чего шток 4 вместе с толкателем 5 находятся в крайнем левом

положении, сила на нем отсутствует и приводимый ПЭА тормоз растормаживается. При выпуске сжатого воздуха из входа 1 шток 4 под усилием пружины 3 перемещается вправо и толкателем 5, вставленным в отверстие штока, приводит в действие тормозной механизм. Таким образом, сила на штоке ПЭА создается силовой пружиной, а пневматический элемент ПЭА используется для удержания пружины в сжатом исходном состоянии при растормаживании. Для растормаживания при отсутствии сжатого воздуха следует отвернуть гайку 6 с контргайкой.» [3], [4]

Другим типом тормозных камер являются комбинированные камеры с энергоаккумуляторами. Схема конструкции тормозной камеры представлена на рисунке 4. Камеры такого типа применяются в конструкциях автомобилей ЗИЛ и КамАЗ ранних годов выпуска.



1 – поршень; 2 – силовая пружина; 3 – винт механического растормаживания; 4 – патрубок цилиндра; 5 – толкатель; 6 – диафрагма; 7 – шток

Рисунок 4 – Комбинированная камера с энергоаккумуляторами

«При выключенной стояночной тормозной системе сжатый воздух постоянно подводится в поршневое пространство пружинного энергоаккумулятора. Поршень 1 с толкателем 5 находятся в крайнем левом положении, силовая пружина полностью сжата.

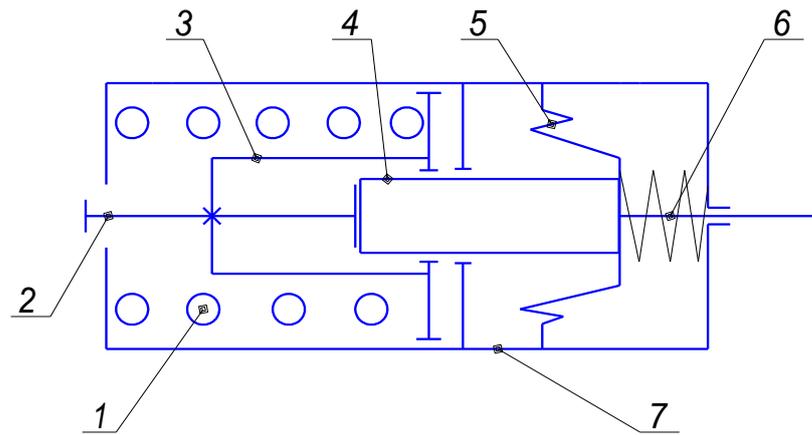
При торможении рабочей тормозной системы сжатый воздух от тормозного крана подается в полость над мембраной 6. Мембрана прогибаясь, воздействует через шток 7 на тормозной механизм. Таким образом торможение происходит так же, как с обычной тормозной камерой.

При включении запасной или стояночной тормозной системы, т. е. при выпуске воздуха в атмосферу с помощью ручного крана из-под поршня 1, пружина 2 возвращается в исходное положение, и поршень 1 перемещается вправо. Толкатель 5 воздействуя через мембрану на шток 7, который перемещаясь поворачивает рычаг тормозного механизма. Происходит затормаживание автомобиля.» [4], [24]

Известны ПЭА, в которых в случае отсутствия сжатого воздуха ручное винтовое приспособление позволяет растормозить энергоаккумулятор без сжатия силовой пружины. Принципиальная схема такой камеры приведена на рисунке 5.

«В случае отсутствия давления воздуха в пневмосистеме оттормаживание штока 6 становится невозможным. В таком случае энергоаккумулятор можно растормозить при помощи винтового приспособления. Для оттормаживания необходимо выкрутить винт 2, вследствие чего штанга поршня 4 смещается влево. Это обеспечивает оттормаживание штока 6.

Такой способ механического растормаживания позволяет ускорить растормаживание ПЭА вследствие облегчения процесса выкручивания винта 2. Эта цель достигается тем, что усилие пружины 1, передающееся через винт 2, способствует его выкручиванию из поршня 3. Однако такой тип камер имеет ряд недостатков. К ним относятся усложнение конструкции, увеличение металлоемкости, повышенные требования к прочности резьбового узла.» [4]

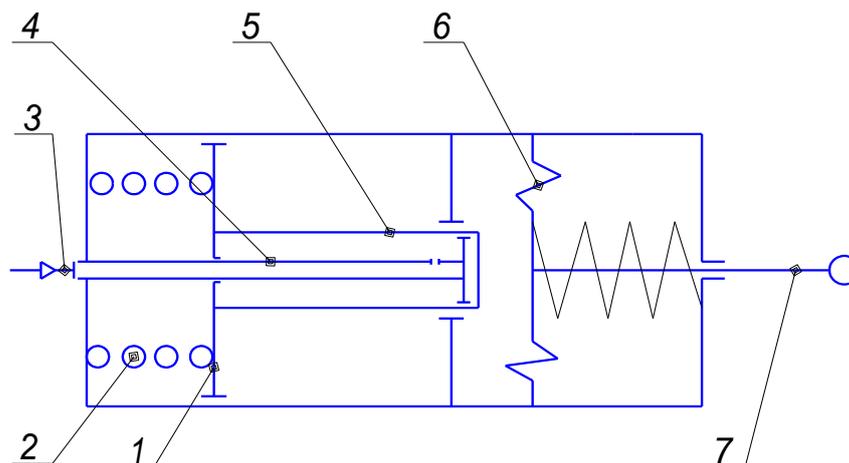


1 – силовая пружина; 2 – винт механического растормаживания; 3 – поршень пружины; 4 – штанга поршня; 5 – диафрагма; 6 – шток; 7 – корпус.

Рисунок 6 – Схема пружинного энергоаккумулятора с устройством механического растормаживания без деформации силовой пружины

Одним из недостатков камер с ПЭА является затруднительный процесс механического растормаживания. Для решения этой проблемы выполнялся поиск конструкторских решений, реализованных в форме описания изобретений. Одним из таких является описание к авторскому свидетельству № 3626605/27 «Тормозная камера оборудованная пружинным энергетическим аккумулятором с устройством растормаживания оборудованного гидравлическим приводом».

Целью изобретения является облегчение растормаживания путем исключения необходимости отдельного ручного управления устройствами растормаживания каждой тормозной камеры транспортного средства. На рисунке 7 показано устройство ПЭА с гидравлическим растормаживанием.



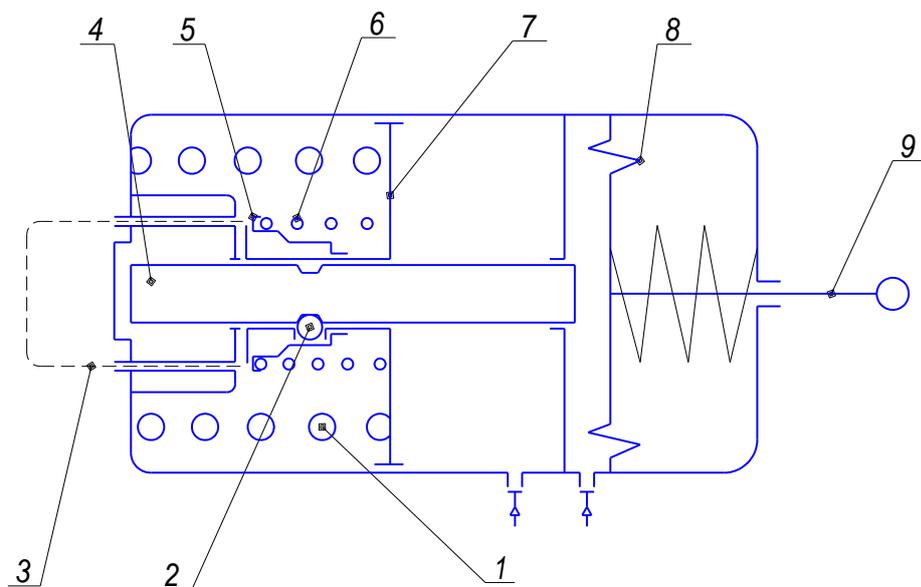
1 – поршень пружины; 2 – силовая пружина; 3 – поток из гидропривода; 4 – полый шток; 5 – полый цилиндр; 6 – диафрагма; 7 – шток

Рисунок 7 – Схема пружинного энергоаккумулятора с устройством гидравлического растормаживания

«В случае отказа пневматического тормозного привода давление под поршнем 1 отсутствует и шток 7 через полый цилиндр 5 и поршень 1 удерживается пружиной 2 в заторможенном положении. Для оттормаживания жидкость из открытого гидропривода через полый шток 4 подается в полость цилиндра 5. Под действием давления жидкости полый цилиндр 5 смещается влево и через поршень 1 сжимает пружину 2. Это обеспечивает оттормаживание штока 7.

Предлагаемая конструкция может облегчить растормаживание автомобиля в случае отказа пневмосистемы, однако требует наличия дополнительной гидравлической системы, что приводит к усложнению конструкции и технологии проведения технического обслуживания.» [4]

На автобусах устанавливаются тормозные камеры типа 12/20 с пружинным энергоаккумулятором производства Гродненского автоагрегатного завода модели 12.3519110. Схема пружинного аккумулятора показана на рисунке 8.



1 – силовая пружина; 2 – шарик; 3 – вилка механического растормаживания; 4 – толкатель; 5 – втулка фиксатора; 6 – пружина фиксатора; 7 – поршень; 8 – диафрагма; 9 – шток.

Рисунок 8 – Схема пружинного энергоаккумулятора типа 12/20 автобуса ЛиАЗ-5256

«При включении стояночного или запасного тормоза, т.е. при выпуске воздуха с помощью ручного тормоза из полости под поршнем 7, пружина разжимается и через поршень 7 и шарики 2 перемещает толкатель 4 энергоаккумулятора. В свою очередь толкатель 4 и диафрагму 8 давит на шток 9. Происходит затормаживание автобуса. В аварийном случае, если в пневматической системе (пневмоконтуре привода стояночных тормозов) упало давление, например, при разгерметизации системы, пружина 1 разожметсся, и произойдет автоматическое затормаживание автобуса. Для того, чтобы растормозить такой неисправный автобус (например, для буксировки), предусмотрено устройство механического растормаживания, состоящее из толкателя поршня 7, соединенного с толкателем 4 энергоаккумулятора с помощью трех шариков 2. Шарики удерживаются в отверстиях корпуса поршня и в канавке толкателя фиксирующей втулкой 5, поджатой пружиной 6.

Отверстие втулки выполнено ступенчатым таким образом, что при смещении втулки вдоль корпуса поршня шарики освобождаются и могут выйти из канавки толкателя, разъединив толкатель с поршнем. Пружина 6 удерживает фиксирующую втулку 5 от самопроизвольного смещения.» [4]

Тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором представляют собой важное усовершенствование тормозной системы, позволяющее повысить безопасность и эффективность автомобилей КамАЗ. Они обеспечивают более быстрый отклик, усиление тормозного усилия и лучшее распределение тормозного усилия, что делает их привлекательным выбором для грузовых автомобилей.

В первом разделе дипломного проекта произведен краткий обзор возможности разработки тормозной системы грузового автомобиля. В качестве автомобиля, выступающего объектом разработки взят автомобиль КамАЗ. В результате анализа конструкции транспортного средства и особенностей его эксплуатации, сформулировано техническое задание на проектирование тормозной системы, в котором изложены основные технические характеристики разрабатываемого объекта. В дальнейшем, в рамках дипломного проекта, нами будет рассматриваться разработка отдельных элементов механической части тормозной системы, в частности, необходимо разработать конструкцию тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором.

В результате анализа конструкции тормозной системы, сделаны выводы о типе тормозного механизма, типе привода и особенностях работы данной системы.

В результате проведенного анализа конструкций тормозных камер с пружинным энергоаккумулятором (ПЭА) можно сделать следующие выводы.

Тормозные камеры с ПЭА обеспечивают быстрый отклик и улучшенную скорость реакции на нажатие тормозной педали. Это позволяет сократить задержку между моментом нажатия педали и началом торможения, что особенно важно в экстренных ситуациях.

Применение пружинного энергоаккумулятора усиливает тормозное усилие, что повышает эффективность тормозной системы. Это особенно полезно для грузовых автомобилей с большой массой или требующих дополнительного тормозного усилия для остановки.

Тормозные камеры с ПЭА обеспечивают более равномерное распределение тормозного усилия между колесами, что улучшает управляемость автомобиля и предотвращает неравномерный износ тормозных колодок.

Внедрение тормозных камер с ПЭА в тормозную систему грузовых автомобилей, включая рассматриваемый автомобиль КамАЗ, может значительно повысить безопасность и эффективность транспортных средств. Они обеспечивают более быструю реакцию, усиление тормозного усилия и равномерное распределение тормозного давления, что способствует снижению риска аварийных ситуаций и повышает управляемость.

Тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором являются важным усовершенствованием тормозной системы, которое отличается высокой эффективностью и надежностью. Они представляют собой важное техническое решение для повышения безопасности и надежности грузовых автомобилей.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором являются перспективным направлением развития в области тормозных систем грузовых автомобилей. Их внедрение способно принести значительные преимущества в плане безопасности, эффективности и управляемости транспортных средств.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1 Исходные данные для расчета

«Тяговый расчет транспортного средства выполняется для уточнения мощностных параметров транспортного средства. Также тяговый расчёт выполняется для выбора необходимых параметров для расчёта тормозной системы автомобиля.» [1]

Исходные данные для производимого в разделе расчета представим в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для выполнения тягового расчета

Параметр	Значение	Размерность
Полная масса, M_a	15350	кг
Сухая масса, M_o	9200	кг
Максимальная скорость, V_{max}	105	км/ч
Мощность двигателя, N_{max}	157	кВт
Рабочая скорость, $V_{раб}$	1,1	м/с
Обороты максимальный мощности, n_{Nmax}	2600	об/мин
Минимальные обороты, n_{min}	600	об/мин
Максимальные обороты, n_{max}	2930	об/мин
Радиус колеса, r_k	0,508	м
Площадь лобовая, F	6	м ²
Гравитационная постоянная, g	9,81	м/с ²
Передаточное число главной передачи, $U_{гп}$	6,53	-
КПД трансмиссии, $\eta_{тр}$	0,82	-
Коэффициент сопротивления, K	0,65	-
Коэффициент сопротивления качения, f	0,02	-

В качестве исходных данных приняты параметры базового автомобиля, взятого в качестве базы для выполнения тягового расчета, а именно автомобиля КамАЗ.

2.2 Определение внешней скоростной характеристики двигателя

Тяговый расчет начинаем с расчета и графического построения внешней скоростной характеристики двигателя транспортного средства.

«Рассчитывают величины эффективной мощности N_e и крутящего момента T_e в зависимости от частоты вращения двигателя n_e , при полном открытии дроссельной заслонки или полной подаче топлива, по уравнениям:»

[5]

$$N_e = N \left[a \left(\frac{n_e}{N_n} \right) + b \left(\frac{n_e}{N_n} \right)^2 - c \left(\frac{n_e}{N_n} \right)^3 \right]_{max}, \text{ кВт} \quad (1)$$

$$T_e = 9550 \frac{N_e}{n_e}, \text{ Нм} \quad (2)$$

Расчёт значений мощности и крутящего момента выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчета значения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

n_e , об/мин	600	1000	1400	1800	2200	2600	2930
N_e , кВт	29,56	57,38	87,39	115,95	139,37	154	156,8
T_e , Нм	470,59	547,9	596,17	615,19	605,01	565,6	511,2

Также результаты расчета используются для построения диаграммы внешней скоростной характеристики, вынесенной на лист графической части.

2.3 Расчет силового баланса

«Силовой баланс строят, зная тяговую характеристику автомобиля и силы сопротивления дороги и воздуха.

Уравнение силового баланса имеет вид:» [7], [20]

$$P_T = P_{\partial} + P_{\varepsilon} + P_u \quad (3)$$

Произведем расчет тягового усилия на ведущих колесах:

$$P_T = \frac{T_{\varepsilon} \cdot U_K \cdot U_{\Gamma\Pi} \cdot U_{\partial}}{r_K} \cdot \eta_{\Gamma\Pi} \quad (4)$$

Рассчитаем силу сопротивления дорожного полотна:

$$P_{\partial} = G_a \cdot \psi \quad (5)$$

где ψ – коэффициент суммарного сопротивления дороги.

«Для горизонтальной дороги $\psi = f$ может быть определён по формуле:» [7]

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V_a^2}{20000} \right) \quad (6)$$

«где f_0 – коэффициент сопротивления качению для сухого асфальтового покрытия, при $V_a = 10 \dots 15$ км/ч;

V_a – скорость автомобиля, км/ч» [19]

Сила сопротивления воздуха рассчитывается по формуле:

$$P_{\varepsilon} = \frac{K \cdot F \cdot V_a^2}{13} \quad (7)$$

Скорость автомобиля на каждой передаче определяют по формуле:

$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{ГП} \cdot U_K \cdot U_d} \quad (8)$$

Расчёт значений скорости и тяговой силы на каждой из передач выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчёта значения приведены в таблице 4 и таблице 5.

Таблица 4 – Расчёт значений скорости и тяговой силы на каждой из передач

не, об/мин	600	1000	1400	1800	2200	2600	2930
V ₁	2,25	3,75	5,25	6,75	8,25	9,75	10,98
P _{T1}	38789,97	45168,52	49141,32	50708,37	49869,66	46625,21	42137,46
V ₂	2,75	4,59	6,43	8,27	10,11	11,95	13,46
P _{T2}	31647,06	36851,04	40092,28	41370,76	40686,5	38039,5	34378,13
V ₃	4,36	7,27	10,18	13,09	16,01	18,92	21,32
P _{T3}	19990,23	23277,38	25324,75	26132,32	25700,1	24028,08	21715,34
V ₄	5,34	8,91	12,48	16,04	19,61	23,17	26,11
P _{T4}	16319,57	19003,12	20674,54	21333,83	20980,97	19615,98	17727,91
V ₅	7,038873	11,73145	16,42404	21,11	25,80	30,50	34,37
P _{T5}	12400,89	14440,06	15710,14	16211,11	15942,99	14905,76	13471,05
V ₆	8,62607	14,37	20,12	25,87	31,62	37,37	42,12
P _{T6}	10119,12	11783,09	12819,47	13228,27	13009,48	12163,1	10992,38
V ₇	11,50	19,16	26,83	34,50	42,17	49,83	56,16
P _{T7}	7589,34	8837,31	9614,60	9921,20	9757,10	9122,32	8244,28
V ₈	14,07	23,46	32,84	42,23	51,61	61	68,74
P _{T8}	6200,44	7220,03	7855,07	8105,55	7971,49	7452,87	6735,52
V ₉	17,59	29,32	41,06	52,79	64,52	76,25	85,93
P _{T9}	4960,35	5776,02	6284,05	6484,44	6377,19	5962,30	5388,42
V ₁₀	21,59	35,98	50,38	64,77	79,16	93,56	105,43
P _{T10}	4042,68	4707,46	5121,50	5284,82	5197,41	4859,27	4391,56

Таблица 5 – Расчёт значений силы сопротивления воздуха и дорожного полотна в зависимости от скорости движения

Va	15	30	45	60	75	90	105
Pв	67,5	270	607,5	1080	1687,5	2430	3307,5
Pд	3541,569	3659,768	3856,765	4132,561	4487,155	4920,549	5432,741

Также результаты расчета используются для построения диаграмм силового баланса, выносимого на лист графической части.

2.4 Расчет динамического фактора

«Динамический фактор определяют при полной нагрузке автомобиля по формуле:» [1]

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_n} \quad (9)$$

Расчёт значений динамического фактора на каждой из передач в зависимости от скорости выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчета значения приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Расчёт значений динамического фактора на каждой из передач в зависимости от скорости

V ₁	2,250279	3,750465	5,250651	6,750837	8,251023	9,751209	10,98886
D ₁	0,221511	0,257922	0,280586	0,289504	0,284676	0,266102	0,240429
V ₂	2,758179	4,596965	6,435751	8,274537	10,11332	11,95211	13,46911
D ₂	0,180715	0,210411	0,228886	0,236141	0,232175	0,216989	0,196014
V ₃	4,366546	7,277577	10,18861	13,09964	16,01067	18,9217	21,3233
D ₃	0,114126	0,13284	0,144445	0,148941	0,146328	0,136605	0,123232

Продолжение таблицы 6

V ₄	5,348688	8,914479	12,48027	16,04606	19,61185	23,17765	26,11942
D ₄	0,093148	0,108386	0,1178	0,121391	0,119158	0,111101	0,100071
V ₅	7,038873	11,73145	16,42404	21,11662	25,8092	30,50178	34,37316
D ₅	0,070733	0,082228	0,089254	0,091814	0,089905	0,083529	0,074906
V ₆	8,62607	14,37678	20,1275	25,87821	31,62892	37,37964	42,12397
D ₆	0,05766	0,066936	0,072515	0,074396	0,07258	0,067067	0,059735
V ₇	11,50143	19,16904	26,83666	34,50428	42,1719	49,83951	56,1653
D ₇	0,043114	0,049838	0,053673	0,054618	0,052673	0,04784	0,041677
V ₈	14,07775	23,46291	32,84807	42,23324	51,6184	61,00357	68,74633
D ₈	0,03507	0,040289	0,04301	0,043233	0,040958	0,036186	0,030368
V ₉	17,59718	29,32864	41,06009	52,79155	64,523	76,25446	85,93291
D ₉	0,027797	0,031512	0,032998	0,032256	0,029286	0,024087	0,018121
V ₁₀	21,59163	35,98606	50,38048	64,7749	79,16933	93,56375	105,4391
D ₁₀	0,022288	0,024664	0,024899	0,022992	0,018943	0,012752	0,006032

Таким образом, расчет динамических характеристик выполнен.

2.5 Расчет мощностного баланса

«По аналогии с уравнением силового баланса уравнение мощностного баланса можно записать в следующем виде:» [1]

$$N_T = N_d + N_g + N_u \quad (10)$$

«Решить это уравнение можно графически, для чего построим график мощностного баланса. На этот график нанесём зависимости на всех передачах, мощности двигателя (N_B) на высшей передаче, мощности заданного дорожного сопротивления (N_d) и суммарной мощности дорожного и воздушного сопротивления ($N_d + N_B$) от скорости движения автомобиля.

Тяговая мощность определяется по уравнению:» [1]

$$N_T = N_E \cdot \eta_{TP} \quad (11)$$

«График тяговой мощности строится на каждой передаче в зависимости от скорости движения, соответствующей частоте вращения, для которой определялась мощность по скоростной характеристике.» [10]

«Мощности дорожного сопротивления и сопротивления воздуха рассчитывают в зависимости от скорости автомобиля по уравнениям:» [1]

$$N_d = \frac{P_d \cdot V_a}{3600} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot V_a}{3600}, \text{ кВт} \quad (12)$$

$$N_b = \frac{P_b \cdot V_a}{3600} = \frac{K \cdot F \cdot V_a^3}{46800}, \text{ кВт} \quad (13)$$

Расчёт значений мощностного баланса на каждой из передач в зависимости от скорости выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчета значения приведены в таблице 7 и таблице 8.

Таблица 7 – Расчёт значений мощностного баланса на каждой из передач

ne	N_T	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}
600	24,24	2,25	2,758	4,367	5,349	7,039	8,626	11,5	14,08	17,6	21,59
1000	47,05	3,75	4,597	7,278	8,914	11,73	14,38	19,17	23,46	29,33	35,99
1400	71,67	5,251	6,436	10,19	12,48	16,42	20,13	26,84	32,85	41,06	50,38
1800	95,08	6,751	8,275	13,1	16,05	21,12	25,88	34,5	42,23	52,79	64,77
2200	114,3	8,251	10,11	16,01	19,61	25,81	31,63	42,17	51,62	64,52	79,17
2600	126,3	9,751	11,95	18,92	23,18	30,5	37,38	49,84	61	76,25	93,56
2930	128,6	10,99	13,47	21,32	26,12	34,37	42,12	56,17	68,75	85,93	105,4

Таблица 8 - Изменение мощности сопротивления от скорости.

Va	15	30	45	60	75	90	105
Nв, кВт	0,281	2,25	7,594	18	35,16	60,75	96,47
Nд, кВт	14,76	30,5	48,21	68,88	93,48	123	158,5

2.6 Расчет ускорений транспортного средства

Произведем расчет ускорения транспортного средства на горизонтальном участке дороги:

$$j = \frac{D-\psi}{\delta} \cdot g, \text{ м/с}^2 \quad (14)$$

где j – ускорение автомобиля;

ψ – коэффициент сопротивления дороги, соответствующий расчётной скорости движения автомобиля;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

δ – коэффициент учёта вращающихся масс, определяемый по уравнению:

$$\delta = 1,03 + B \cdot U_K^2 \quad (15)$$

Для грузовых автомобилей значение $B = 0,04 - 0,05$.

Расчёт значений ускорений на каждой из передач в зависимости от скорости выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчета значения приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Расчёт значений ускорений на каждой из передач

V ₁	2,250279	3,750465	5,250651	6,750837	8,251023	9,751209	10,98886
j ₁	0,522699	0,617124	0,67588	0,698966	0,686384	0,638132	0,571473
V ₂	2,758179	4,596965	6,435751	8,274537	10,11332	11,95211	13,46911

Продолжение таблицы 9

j ₂	0,550911	0,652662	0,715926	0,740703	0,726993	0,674796	0,60276
V ₃	4,366546	7,277577	10,18861	13,09964	16,01067	18,9217	21,3233
j ₃	0,524291	0,628362	0,692732	0,717401	0,702368	0,647635	0,572592
V ₄	5,348688	8,914479	12,48027	16,04606	19,61185	23,17765	26,11942
j ₄	0,472815	0,57102	0,631403	0,653964	0,638703	0,58562	0,513354
V ₅	7,038873	11,73145	16,42404	21,11662	25,8092	30,50178	34,37316
j ₅	0,379187	0,464522	0,516103	0,533931	0,518006	0,468327	0,401932
V ₆	8,62607	14,37678	20,1275	25,87821	31,62892	37,37964	42,12397
j ₆	0,302904	0,376593	0,419951	0,43298	0,41568	0,368049	0,305922
V ₇	11,50143	19,16904	26,83666	34,50428	42,1719	49,83951	56,1653
j ₇	0,198577	0,254644	0,284729	0,288831	0,26695	0,219088	0,160041
V ₈	14,07775	23,46291	32,84807	42,23324	51,6184	61,00357	68,74633
j ₈	0,132588	0,175978	0,195527	0,191235	0,163102	0,111128	0,050302
V ₉	17,59718	29,32864	41,06009	52,79155	64,523	76,25446	85,93291
j ₉	0,068324	0,097202	0,103232	0,086414	0,046748	-	-
V ₁₀	21,59163	35,98606	50,38048	64,7749	79,16933	93,56375	105,4391
j ₁₀	0,016863	0,031187	0,021852	-	-	-	-

Время разгона определяют, зная ускорение и скорость автомобиля.

При ускоренном движении автомобиля ускорение равно:

$$j = \frac{dV_a}{3,6 \cdot dt} \quad (16)$$

«Так как отсутствует аналитическая связь между ускорением j и скоростью V_a , то решение проводим графоаналитическим методом, пользуясь графиком ускорения автомобиля. Кривую ускорений разобьём на ряд интервалов и предположим, что в каждом интервале скоростей автомобиль разгоняется с постоянным средним ускорением (j_{cp}). Величину определим по формуле:» [1]

$$j_{cp} = \frac{j_1 + j_2}{2} \quad (17)$$

где j_1, j_2 – ускорения соответственно в начале и конце интервала скорости (V_1, V_2).

2.7 Расчет времени и пути разгона транспортного средства

«Для точности расчётов интервал скорости берут равным 2 – 3 км/ч на первой передаче, 10 – 15 км/ч – на высшей передаче и 5 – 10 км/ч – на промежуточных передачах.

Если взять интервал скоростей от $V_1 - V_2$, например, то среднее ускорение на этом участке (j_{cp}) равно:» [1]

$$j_{cp} = \frac{V_2 - V_1}{3,6 \cdot \Delta t_1} = \frac{\Delta V_1}{3,6 \cdot \Delta t_1} \quad (18)$$

Следовательно, время разгона в том же интервале изменения скорости определяется как:

$$\Delta t_1 = \frac{V_2 - V_1}{3,6 \cdot j_{cp}} = \frac{\Delta V_1}{3,6 \cdot j_{cp}} \quad (19)$$

Пользуясь полученным выражением, определим время разгона и на всех других интервалах скоростей. Общее время разгона составит:

$$T = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n \quad (20)$$

Расчёт значений времени разгона в зависимости от скорости выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчета значения приведен в таблице 10. Также значения выносятся в соответствующей диаграмме на лист графической части.

Таблица 10 – Расчёт значений времени разгона в зависимости от скорости

V_a , км/ч	ΔV , км/ч	J_{cp} , м/с ²	Δt , с	T , с
0	0	0	0	195,7266
2	2	0,26	2,136752	
4	2	0,46	1,207729	
6	2	0,66	0,841751	
8	2	0,7	0,793651	
10	2	0,73	0,761035	
12	2	0,72	0,771605	
14	2	0,709	0,783576	
20	6	0,65	2,564103	
25	5	0,59	2,354049	
30	5	0,51	2,723312	
35	5	0,428	3,245067	
40	5	0,34	4,084967	
45	5	0,258	5,38329	
50	5	0,23	6,038647	
55	5	0,2	6,944444	
60	5	0,12	11,57407	
65	5	0,03	46,2963	
70	5	0,025	55,55556	
73	3	0,02	41,66667	

«По значениям Δt , определённым для различных скоростей, строим кривую времени разгона, начиная её от значения V_{min} , для которого $t = 0$. Для скорости V_2 откладывают значение Δt_1 ; для скорости V_3 – значение времени разгона ($\Delta t_1 + \Delta t_2$).

Время переключения передач ($t_{пп}$) не учитываются.

Путь разгона S зависит от скорости автомобиля и его времени разгона:» [1]

$$V_a = \frac{dS}{dt} \quad (21)$$

Тогда путь разгона, например, в интервале скоростей равен:

$$\Delta S_1 = \frac{V_{cp} \cdot \Delta t_1}{3,6} = \frac{V_{cp} \cdot \Delta V_1}{13 \cdot j_{cp}} \quad (22)$$

«Пользуясь полученным выражением, рассчитывают путь разгона на всех выбранных интервалах, начиная с V_{min} . Для последующих скоростей расчёт пути разгона ведётся аналогично времени разгона.» [15]

$$S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n \quad (23)$$

Расчёт значений пути разгона в зависимости от скорости выполнен с использованием пакета Microsoft Excel. Полученные в результате расчёта значения приведены в таблице 11. Также значения выносятся в соответствующей диаграмме на лист графической части.

Таблица 11 – Путь разгона автомобиля.

V_a , км/ч	V_{cp} , км/ч	Δt , с	ΔS , м	S , м
0	0	0	0	3233,208
2	1	2,136752	0,593542	
4	3	1,207729	1,006441	
6	5	0,841751	1,169098	
8	7	0,793651	1,54321	
10	9	0,761035	1,902588	
12	11	0,771605	2,357682	
14	13	0,783576	2,829581	
20	17	2,564103	12,10826	
25	22,5	2,354049	14,71281	

Продолжение таблицы 11

V_a , км/ч	$V_{ср}$, км/ч	Δt , с	ΔS , м	S , м
30	27,5	2,723312	20,80307	
35	32,5	3,245067	29,29575	
40	37,5	4,084967	42,55174	
45	42,5	5,38329	63,55273	
50	47,5	6,038647	79,6766	
55	52,5	6,944444	101,2731	
60	57,5	11,57407	184,8637	
65	62,5	46,2963	803,7551	
70	67,5	55,55556	1041,667	
73	71,5	41,66667	827,5463	

Результатом выполнения второго раздела дипломного проекта явился расчет тягово-динамических и экономических характеристик транспортного средства.

Нагрузка на автомобиль является важным фактором, влияющим на его тяговую способность. При расчете необходимо учитывать массу автомобиля, грузоподъемность, а также вес и расположение груза. Расчет массы автомобиля основывался на методических указаниях и указаниях, почерпнутых из специализированной литературы, также подтвержденной практическим опытом.

Мощность двигателя, рассчитанной из массы и заданных скоростных режимов, должна быть достаточной для обеспечения необходимой тяговой способности при заданных условиях эксплуатации автомобиля. Рассчитанная в разделе мощность 176 кВт соответствует мощности двигателя автомобиля КамАЗ, что косвенно свидетельствует о правильности выполненных расчетов, подкрепляемых практическими значениями.

Передачное число было выбрано таким образом, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между скоростью автомобиля и его тяговой способностью. При этом необходимо учитывать, что слишком высокое

передаточное число может привести к перегреву двигателя, а слишком низкое – к излишнему расходу топлива. Рассчитанное передаточное число обеспечивает движение автомобиля на скоростях, обозначенных в исходных данных. Расчёт динамических характеристики, приведенных в исходных данных также свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

Расход топлива также был рассчитан для подтверждения параметров транспортного средства при выполнении тягового расчета автомобиля. Он зависит от мощности двигателя, передаточного числа, нагрузки на автомобиль и других факторов. Графики расхода топлива, в зависимости от режима работы двигателя, приведен на листах графической части.

Таким образом, тяговый расчет автомобиля является важным этапом проектирования и эксплуатации транспортных средств. Он позволяет определить оптимальные параметры для обеспечения высокой тяговой способности и экономической эффективности автомобиля.

3 Модернизация тормозной системы грузового автомобиля путем разработки пружинного энергоаккумулятора

3.1 Назначение, устройство и общая характеристика тормозной системы

«Тормозная система предназначена для управляемого изменения скорости автомобиля, его остановки, а также удержания на месте длительное время за счет использования тормозной силы между колесом и дорогой. Тормозная сила может создаваться колесным тормозным механизмом, двигателем автомобиля (торможение двигателем), гидравлическим или электрическим тормозом-замедлителем в трансмиссии.

Для реализации указанных функций на автомобиле устанавливаются следующие виды тормозных систем: рабочая, запасная и стояночная.

Рабочая тормозная система обеспечивает управляемое уменьшение скорости и остановку автомобиля.

Запасная тормозная система используется при отказе и неисправности рабочей системы. Она выполняет аналогичные функции, что и рабочая система. Запасная тормозная система может быть реализована в виде специальной автономной системы или части рабочей тормозной системы (один из контуров тормозного привода).

Тормозные системы состоят из двух частей: тормозных механизмов и тормозного привода.» [1], [18]

Работа тормозных механизмов, которые размещаются в колесах и должны препятствовать их вращению, основанная на использовании трения, благодаря которому уменьшается число оборотов колес.

«Тормозной привод - это совокупность устройств, предназначенных для усиления и передачи тормозным механизмам воздействия водителя на педаль тормоза. Преимущественное распространение на легковых автомобилях получил гидравлический привод рабочей тормозной системы.» [22]

«Тормозные системы существенно влияют на безопасность движения автомобиля. Поэтому к тормозным системам, кроме общих требований к конструкции автомобиля, предъявляют

повышенные специальные требования. В соответствии с этими требованиями тормозные системы должны обеспечивать:

- минимальный тормозной путь или максимальное замедление при торможении;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания при торможении;
- пропорциональность между усилием на тормозной педали и тормозными силами на колесах автомобиля;
- легкость управления.

ABS предназначена обеспечить оптимальную тормозную эффективность (минимальный тормозной путь) при сохранении устойчивости и управляемости автомобиля.» [1], [17]

При работе ABS эффективность замедления автомобиля, кроме того, что управление не выходит из-под контроля водителя, остается выше, чем при торможении юзом. Испытаниями установлено, что на скользком покрытии тормозной путь автомобиля, оснащенного ABS, может быть на 15% короче, чем в обычной автомашины. Кроме того, износ протектора покрышек при использовании ABS уменьшается на 5...7%.

«Тормозное управление является важнейшей средства обеспечения активной безопасности автомобиля. Требования к тормозным системам регламентированы ГОСТ 22895-77 и международными правилами (Правила № 13 ЕЭК ООН). Требования к тормозным системам следующие:

- минимальной тормозной путь или максимально установившееся замедление в соответствии с требованиями ГОСТ 22895 - 77, чтобы пассажирских автомобилей категорий М1, М2, М3 и грузовых

автомобилей категорий N1, N2, N3 в зависимости от типа испытаний (0; I; II);

- сохранение устойчивости при торможении (критериям устойчивости служит линейное отклонение, угловое отклонение)
- стабильность тормозных свойств при неоднократном торможениях;
- минимальную час срабатывания тормозного привода;
- надежность всех элементов тормозных систем;
- основные элементы (тормозная педаль и ее крепления, главный тормозной цилиндр, тормозной кран и др) должны иметь гарантированную прочность, не должны выходить из строя в течение гарантированного ресурса; должна быть также предусмотрена сигнализация, оповещает водителя о неисправности тормозной системы.» [1], [14]

3.2 Разработка системы управления работой энергоаккумулятора

«Работа тормозной пневмокамеры с энергоаккумулятором должна производиться дистанционно из кабины. Для обеспечения этой функции, в кабине устанавливается распределительный кран, который отвечает за работу тормозной системы. Схема работы усовершенствованного пружинного энергоаккумулятора следующая:

- при штатном торможении поток сжатого воздуха от двухсекционного тормозного крана направляется в полость В воздействуя на диафрагму 7, при этом происходит перемещение штока и затормаживание автомобиля;
- стояночное торможение обеспечивается за счет энергии сжатой силовой пружины, при этом пружина воздействует на шток энергоаккумулятора через поршень 4 и связанный с ним толкатель 10, обеспечивая тем самым необходимое тормозное усилие;

– для выключения стояночного тормоза и начала движения необходимо перевести рукоятку крана стояночного тормоза в среднее положение, не допуская при этом полного перевода рукоятки крана в горизонтальное положение рисунок 9.» [13]

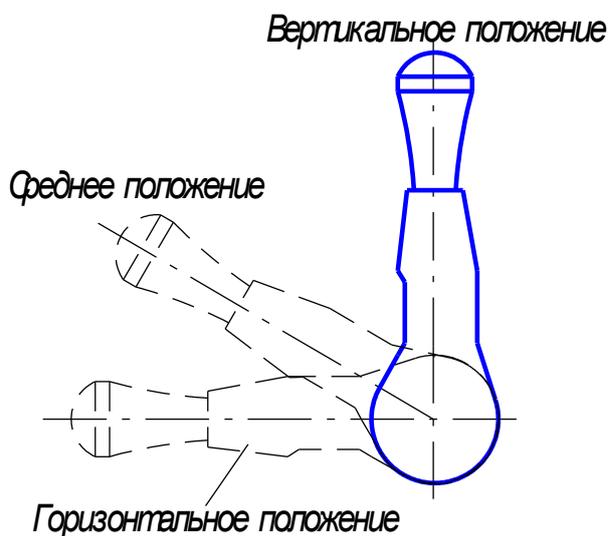


Рисунок 9 – Схема основных положений рукоятки крана стояночного тормоза

«При переводе рукоятки крана стояночного тормоза в среднее положение, в полость А пружинного энергоаккумулятора из ресиверов, через ускорительный клапан, нагнетается поток сжатого воздуха, который перемещает поршень 4 и вместе с ним сжимает силовую пружину 3 отключая стояночный тормоз. Перемещаясь в крайнее левое положение, поршень 4 передвигает упорные шарики 3 фиксирующего механизма в ту же сторону. При достижении упорными шариками диаметральной проточки в направляющей втулке фиксатора 13 происходит фиксация поршня 4 относительно втулки 13. Затем рукоятку крана стояночного тормоза необходимо перевести в вертикальное положение для выпуска сжатого воздуха из полости А. Об отключении стояночного тормоза сигнализирует контрольная лампа на панели приборов.» [4], [11]

«Для включения стояночного тормоза водителю необходимо поворотом рукоятки крана стояночного тормоза перевести ее из вертикального положения в горизонтальное, при этом произойдет нагнетание сжатого воздуха в полость А пружинного энергоаккумулятора. Процесс дополнительного нагнетания сжатого воздуха в пружинный энергоаккумулятор необходим для дополнительного сжатия силовой пружины и снижения сопротивления трения на перемещение распорного золотника 2. Одновременно с нагнетанием воздуха происходит подача сигнала в электронный блок управления от датчика, установленного в корпусе крана стояночного тормоза. Блок управления, получив сигнал из крана стояночного тормоза, подает ток на обмотку электромагнита 1. Сердечник электромагнита, втягиваясь перемещает распорный золотник 2 вправо, высвобождая тем самым запертые упорные шарики 14, при этом на панели приборов включается сигнал о возможности включить стояночный тормоз. Поворотом рукоятки крана стояночного тормоза в вертикальное положение водитель выпускает сжатый воздух из энергоаккумулятора, завершая включение стояночного тормоза;

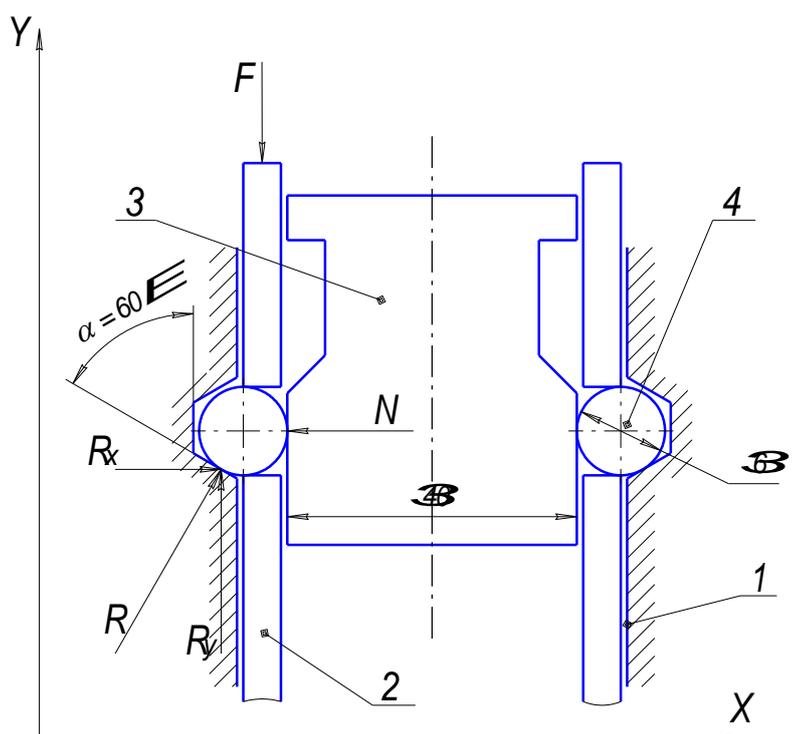
Конструкция тормозной камеры энергоаккумулятора остается без изменения. Без изменений остаются также способ подключения пружинного энергоаккумулятора к тормозным магистралям и его крепление к автомобилю.» [2]

Конструкция тормозного крана приводится на листе графической части дипломного проекта.

3.3 Расчет прочности фиксирующего механизма

«Фиксирующий механизм служит для удержания силовой пружины в сжатом положении. Таким образом детали механизма фиксации должны выдерживать значительные нагрузки в течении длительного времени. Детали фиксатора включают в себя цилиндрические и сферические поверхности, что

приводит к образованию высоконагруженных звеньев. Расчетная схема фиксирующего механизма приведена на рисунке 10.» [16]



1 – направляющая поршня (неподвижная деталь фиксатора); 2 – поршень; 3 – распорный золотник; 4 – распорный шарик.

Рисунок 10 – Расчетная схема фиксирующего механизма

Прочность и долговечность контактирующих поверхностей оценивают по контактным напряжениям. Расчетные контактные напряжения при касании в точке определяются по формуле:

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{F_n \cdot E_{np}^2}{\rho_{np}^2}} \leq [\sigma], \quad (24)$$

где F_n – сила прижатия, нормальная к поверхности контакта, в сжатом состоянии $F_n = 800 \text{ кг} = 7840 \text{ Н}$;

E_{np} – модуль упругости, для стали $E_{np} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

ρ_{np} – радиус кривизны поверхности контакта, м;

Радиус кривизны поверхности:

$$\rho_{np} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2}}, \quad (25)$$

где r_1, r_2 – радиусы поверхностей.

Определим силы действующие в механизме фиксатора. Для этого рассмотрим рисунок 5.1. Рассмотрим уравнения равновесия системы в проекциях на оси OX и OY:

$$\sum OX: R_x - N = 0, \quad (26)$$

$$R \cdot \cos \alpha - N = 0, \quad N = R \cdot \cos \alpha, \quad (27)$$

$$\sum OY: R_y - F = 0, \quad (28)$$

$$R \cdot \sin \alpha - F = 0, \quad R = \frac{F}{\sin \alpha}, \quad (29)$$

подставляя численные значения в выражения (5.3.1) и (5.4.1) получим

$$R = \frac{7840}{\sin 60^\circ} = 9052 \text{ Н},$$

$$N = 9052 \cdot \cos 60^\circ = 4526 \text{ Н}.$$

Условие прочности для кинематической пары 1 – 4:

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt[3]{\frac{R \cdot E_{np}^2}{n \cdot \rho_{np}^2}} \leq [\sigma], \quad (30)$$

где n – число опорных шариков.

$$\rho_{np} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{\infty}} = 3 \text{ мм},$$

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt[3]{\frac{9052 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{6 \cdot 3^2}} = 827 \text{ МПа},$$

«Для закаленной стали $[\delta_n] = 2000$ МПа, следовательно условие прочности выполняется. Кинематическая пара 1 – 4 наиболее нагружена по отношению к другим элементам, значит прочность остальных элементов обеспечивается.» [1]

3.4 Расчет винтовой пары приспособления для механического растормаживания

«Основным видом разрушения крепежных резьб является срез витков. В соответствии с этим основным критерием работоспособности и расчета для крепежных резьб являются прочность, связанная с напряжениями среза τ . Винт в соединении находится нагруженным растягивающей силой. Следовательно винт необходимо рассчитать по нормальным напряжениям растяжения. Тогда условие прочности при центральном растяжении примет вид:» [7]

$$\delta = \frac{4 * F}{\pi * d^2} \leq \delta_{\max}, \quad (31)$$

где F – усилие растяжения (усилие пружины в сжатом состоянии), Н;

d – диаметр винта, м;

δ_{\max} – максимальные напряжения растяжения, МПа.

Показатель максимального напряжения растяжения показывает максимально допустимые нагрузки с учетом коэффициента запаса прочности.

$$\delta_{\max} = \frac{[\delta]}{k}, \quad (32)$$

где $[\delta]$ – предельные напряжения при растяжении, МПа,

для стали Ст.3 $[\delta] = 100$ МПа;

k – коэффициент запаса, при переменной нагрузке $k = 1,5 \dots 1,8$.

Подставляя выражение (4.7) в (4.6) получим

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot k \cdot F}{\pi \cdot [\delta]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5 \cdot 7840}{\pi \cdot 100 \cdot 10^6}} \approx 0,012 \text{ м},$$

Принимаем диаметр винта $d = 12$ мм.

Расчет длины резьбы в крышке электромагнита ведем по условию прочности резьбы на срез:

$$\tau = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m} \leq \tau_{\max}, \quad (33)$$

«где d – диаметр резьбы, м;

H – длина резьбы, м;

K – коэффициент полноты резьбы, для прямоугольной резьбы $K = 0,87$ »

K_m – коэффициент неравномерности нагрузки, для прямоугольной резьбы $K_m = 0,65$;

τ_{\max} – максимальные напряжения сдвига, МПа.» [6]

$$\tau_{\max} = \frac{[\tau]}{K_1}, \quad (34)$$

где $[\tau]$ – предельное напряжение среза, для стали Ст. 3, $[\tau] = 100$ МПа;

K_1 – коэффициент запаса прочности,

$K_1 = 1,8 \dots 2,0$

подставляя выражение (4.9) в (4.8) получим:

$$H \geq \frac{K_1 \cdot F}{\pi \cdot d \cdot K \cdot K_m \cdot \tau_{\max}} = \frac{2 \cdot 7840}{\pi \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 10^6} \approx 0,008 \text{ м,}$$

окончательно принимаем $H = 8$ мм.

3.5 Расчет заклепочного соединения направляющей поршня

«Направляющая поршня соединена с цилиндром энергоаккумулятора при помощи заклепочного соединения. В расторможенном положении поршень энергоаккумулятора передает направляющей поршня усилие от сжатой силовой пружины. При этом заклепочное соединение будет испытывать растягивающие нагрузки. Следовательно заклепки необходимо рассчитывать по нормальным напряжениям растяжения. Тогда условие прочности при центральном растяжении примет вид:» [7]

$$\delta = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot d^2} \leq \delta_{\max}, \quad (35)$$

где N – усилие приходящееся на одну заклепку, Н;

d – диаметр заклепки, м;

δ_{\max} – максимальные напряжения растяжения, МПа.

$$\delta_{\max} = \frac{[\delta]}{K}, \quad (36)$$

где $[\delta]$ – предельные напряжения при растяжении, МПа,

для стали Ст.3 $[\delta] = 100$ МПа;

K – коэффициент запаса, при переменной нагрузке $K = 1,8 \dots 2$.

Усилие приходящееся на одну заклепку определяется отношением усилия силовой пружины в деформированном состоянии к числу заклепок в соединении:

$$N = \frac{F}{n}, \quad (37)$$

где F – усилие пружины, Н,

в сжатом состоянии $F = 800 \text{ кг} = 7840 \text{ Н}$ (с. 169 [1]);

n – число заклепок.

$$\delta = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot n} \leq \frac{[\delta]}{k}, \quad (38)$$

Откуда

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot k \cdot F}{\pi \cdot n \cdot [\delta]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 7840}{\pi \cdot 5 \cdot 100 \cdot 10^6}} = 0,0059 \text{ м} = 5,9 \text{ мм},$$

Принимаем $d = 6 \text{ мм}$.

3.6 Расчет заклепочного соединения корпуса электромагнита

«Корпус электромагнита нагружен воспринимает периодические нагрузки, в виде момента сопротивления от вывинчивания винта механического растормаживания. Заклепочное соединение в собранном состоянии воспринимает нагрузку аналогично болтовому соединению поставленному без зазора. При расчете прочности соединения не учитывают силы трения в стыке. Стержень рассчитывают по напряжениям среза.» [21]

Условие прочности по напряжениям среза:

$$\tau = \frac{F_t}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot i} \leq \tau_{\max}, \quad (39)$$

где F_t – окружная сила, Н;

d – диаметр заклепки, мм;

i – число заклепок.

$$F_t = \frac{T_T}{r_3}, \quad (40)$$

где T_T – момент сопротивления вывинчиванию от сил трения, Нм;
 r_3 – осевой радиус заклепок, м.

$$T_T = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \left[\left(\frac{D_{cp}}{d_2} \right) \cdot f + tg(\psi + \varphi) \right], \quad (41)$$

где F – осевое усилие от силовой пружины, Н;

f – коэффициент трения;

d_2 – средний диаметр резьбы, мм;

ψ – угол подъема резьбы, $\psi = 3^\circ$ для крепежных резьб;

φ – угол трения в резьбе, $\varphi = 10^\circ$ для крепежных резьб;

Подставляя численные значения в выражение (41) получаем:

$$T_T = 0,5 \cdot 7840 \cdot 11,5 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\left(\frac{10,5}{11,5} \right) \cdot 0,2 + tg(3 + 10) \right] = 19,6 \text{ Н.}$$

Из выражения (41) имеем:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot K_1 \cdot T_T}{\pi \cdot i \cdot r_3 \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 19,6}{\pi \cdot 5 \cdot 38 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,0035 \text{ м,}$$

Принимаем диаметр заклепок $d = 4$ мм.

Была выполнена конструкторская проработка отдельных узлов энергоаккумулятора тормозной системы транспортного средства. В результате проведенного расчета энергоаккумулятора можно сделать следующие выводы.

Определенный тип энергоаккумулятора был выбран для конкретных условий и требований. Расчет позволил определить параметры, такие как емкость и жесткость пружины, необходимые для достижения требуемого уровня тормозного усилия. Подобранный энергоаккумулятор позволяет накапливать энергию в виде сжатой пружины и освободить ее при активации

тормозной системы. Это позволяет усилить тормозное усилие и улучшить отклик системы на нажатие тормозной педали.

Расчитанный энергоаккумулятор обеспечивает достаточную жесткость пружины для надлежащего функционирования тормозной системы. Жесткость пружины должна быть достаточной, чтобы обеспечить достаточное тормозное усилие, но не слишком высокой, чтобы избежать излишнего нагружения тормозного механизма.

Расчет также позволяет определить требуемую емкость энергоаккумулятора, чтобы накопить достаточную энергию для обеспечения требуемого уровня тормозного усилия. Правильно подобранная емкость позволяет достичь оптимальной работы тормозной системы.

Результаты расчета энергоаккумулятора подтверждают его эффективность и способность повысить эффективность и безопасность тормозной системы. Он позволяет сократить задержку между моментом нажатия педали и началом торможения, а также усиливает тормозное усилие и равномерно распределяет его на колесах.

Таким образом, проведенный расчет энергоаккумулятора подтверждает его значимость и целесообразность в контексте тормозных систем. Правильно подобранный энергоаккумулятор способен повысить эффективность, управляемость и безопасность грузовых автомобилей.

Также в результате выполнения конструкторских расчетов установлено, что требования к выполнению условия обеспечения запаса прочности деталями механизма выполняются.

4 Технологический раздел дипломного проекта

В технологическом разделе дипломного проекта рассматривается технологический процесс обслуживания модернизированной тормозной системы. В первую очередь это связано с необходимостью регулярного обслуживания системы, прошедшей модернизацию.

«В процессе эксплуатации тормозного пневмопривода происходит изнашивание его сопрягающихся и трущихся частей, изменяются величины зазоров и натягов. В результате снижаются тормозные качества и надежность автомобиля в целом. Для своевременного обнаружения неисправностей и восстановления работоспособности автомобиля, необходимо регулярно производить работы по техническому обслуживанию и ремонту тормозного пневмопривода.» [8], [15]

Технологическая карта представлена в таблице 12, а также на листе графической части.

Таблица 12 – Технологическая карта обслуживания тормозной системы

Наименование операции, перехода	Исполнитель	Инструмент, оборудование	Трудоемкость чел.-мин	Примечание
1 Постановка автомобиля на пост				
1.1 Установить автомобиль на осмотровую канаву поста	Водитель	-	2,0	Сообразно габаритам поста
1.2 Установить противооткатные башмаки под колеса	Слесарь ТО и Р	башмак	0,5	Предусмотреть возможность отката в обе стороны движения

Продолжение таблицы 12

Наименование операции, перехода	Исполнитель	Инструмент, оборудование	Трудоемкость чел.-мин	Примечание
2. Произвести диагностирование тормозной системы				
2.1 Проверить угол поворота рукоятки крана стояночного тормоза	Слесарь ТО и Р	-	1,5	До срабатывания датчика поворота, величина угла срабатывания должна быть в пределах 10...12 градусов от ее горизонтального положения
2.2 Проверить время запаздывания отключения напряжения питания энергоаккумулятора	Слесарь ТО и Р	Таймер	2,0	Время запаздывания отключения питания должно составлять 4...5 секунд после перевода рукоятки крана в вертикальное положение
2.3 Проверить величину свободного хода педали тормоза	Слесарь ТО и Р	Устройство «пневмонога»	3,5	Свободный ход педали тормоза должен быть в пределах 23...30 мм. Заедания не допускаются
2.4 Проверить давление воздуха в пневмосистеме и падение давления при одном нажатии на педаль тормоза	Слесарь ТО и Р	Манометр, ключ 12	4,0	Давление воздуха в пневмосистеме тормозного привода должно быть в пределах 0,5...0,75 МПа. Падение давления воздуха при одном нажатии на педаль тормоза не должна превышать 0,07 МПа
2.5 Проверить величину хода штоков тормозных камер	Слесарь ТО и Р	Линейка	2,0	Ход штоков тормозных камер допускается 15...25 мм
3 Регулировочные работы				

Продолжение таблицы 12

Наименование операции, перехода	Исполнитель	Инструмент, оборудование	Трудоемкость чел.-мин	Примечание
3.1 Отрегулировать тормоза на максимальную одновременность срабатывания	Слесарь ТО и Р	Ключ 19	5,0	Регулировку производить червяком регулировочного рычага. Зазоры между колодками и тормозными барабанами – 0,4 мм у разжимного кулака и 0,2 мм у осей колодок
3.2 Проверить величину хода штоков тормозных камер	Слесарь ТО и Р	Линейка	2,0	Ход штоков тормозных камер допускается 15 – 25 мм
3.3 Отрегулировать тормоза на максимальную силу торможения и минимальную неравномерность срабатывания	Слесарь ТО и Р	Ключ 19, набор щупов	7,5	Зазоры между колодками и тормозными барабанами – 0,4 мм у разжимного кулака и 0,2 мм у осей колодок
3.4 Проверить действие стояночного тормоза и суммарную тормозную силу на колесах заднего моста	Слесарь ТО и Р	Динамометр, ключ 19	12,0	Суммарная тормозная сила на колесах должна быть не менее 8160 Н

В результате анализа технологического процесса обслуживания тормозной системы КамАЗ можно сделать следующие выводы.

Обслуживание тормозной системы КамАЗ является важной частью общего технического обслуживания автомобиля. Регулярное обслуживание и проверка тормозной системы помогают обеспечить ее надлежащую работу и безопасность на дороге.

Технологический процесс обслуживания тормозной системы КамАЗ включает несколько этапов, таких как визуальный осмотр, проверка тормозной жидкости, регулировка и замена тормозных колодок, проверка и регулировка тормозных механизмов.

Визуальный осмотр позволяет выявить видимые повреждения, износ или проблемы с тормозной системой. Это включает проверку состояния тормозных колодок, дисков или барабанов, тормозных шлангов, трубок и соединений.

Регулировка и замена тормозных колодок также являются неотъемлемой частью обслуживания тормозной системы. Необходимо проверить износ колодок и при необходимости заменить их. Также может потребоваться регулировка тормозных механизмов для обеспечения равномерного и эффективного торможения.

При выполнении технологического процесса обслуживания тормозной системы КамАЗ необходимо соблюдать все требования, предписанные производителем и руководством по эксплуатации. Это включает использование правильных инструментов, оборудования и запасных частей, а также соблюдение правил безопасности.

В целом, технологический процесс обслуживания тормозной системы КамАЗ является важным аспектом поддержания работоспособности и безопасности автомобиля. Регулярное обслуживание тормозной системы помогает предотвратить возможные проблемы и повысить надежность тормозов. Важно следовать рекомендациям производителя и правилам безопасности при выполнении обслуживания.

5 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности на участке сборки объекта дипломного проектирования

5.1 Характеристика участка сборки

Согласно полученному заданию при выполнении дипломного проекта, выполнена разработка сложного технического устройства – гусеничного транспортного средства повышенной проходимости. Как любое техническое устройство, оно должно производиться на специализированном сборочном участке обученным персоналом при соблюдении норм и требований безопасности труда.

В рамках раздела нами исследуется сборочный участок, на котором осуществляется технологический процесс сборки 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.

Освещение участка – естественное. Участок имеет ленточное остекление, которое выступает в качестве источника света. Искусственное освещение на участке выполнено светодиодными панелями нейтрального белого света. Дополнительное освещение на рабочих местах, которые требуют наличия света, выполнено светодиодными источниками точечного света.

Электрическое питание осуществляется промышленной сетью трехфазного тока. Заземление сети типа TS-C. Оборудование, требующее питания напряжением 380 (400) В запитывается от трехфазной сети. Подвод питания производится кабелем КГ, размещение кабеля в открытом лотке, подвод от лотка в гофро-рукаве. Каждое оборудование запитывается от электрошита собственной линией, защищенной автоматическим выключателем, номинала соответствующего мощности оборудования. Оборудование, требующее напряжения 220 (240) В запитывается от фаз вводной сети, распределение производится по трем фазам согласно мощности однофазного оборудования. Освещение участка также осуществляется однофазной сетью 220 (240) В.

Вентиляция на участке осуществляется естественным приточно-вытяжным способом. Циркуляция воздуха производится через вентиляционные короба, выполненные из оцинкованного стального листа. Подвод воздуха осуществляется через вентиляционные дефлекторы. Принудительная вытяжка на участках с избыточным выделением тепла и продуктов горения производится также посредством вентиляционных коробов, в качестве вентиляторов применяются роторные вентиляторы с диаметром воздуховода 250 мм.

Для выполнения задания, в рамках раздела по безопасности объекта дипломного проекта, требуется разработать рекомендации по обеспечению безопасности на сборочном участке. Для этого необходимо выявить опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на участке. Выявление комплекса опасных и вредных производственных факторов позволит разработать рекомендации по их нейтрализации.

5.2 Профессиональные риски, характерные для участка

Весь комплекс профессиональных рисков имеет строгую классификацию, принятую в справочной литературе и стандартах. Приведем ряд цитат из стандарта ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», которые относятся непосредственно к рассматриваемому сборочному участку.

«Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;

- факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного относительно высокоинтенсивного воздействия» [12]

«Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека, на участке можно отметить:

- факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);

- факторы, приводящие к несмертельным травмам.

Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения, на участке можно отметить:

- факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;

- факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;

- факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой

деятельности (плохая организация работ, низкая культура безопасности и т.п.);

– факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего (плохое самочувствие работника, нахождение работника в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения или абсистенции, потеря концентрации внимания работниками и т.п.)» [23]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их изменения во времени подразделяют, на участке можно отметить:

- на постоянные, в том числе квазипостоянные;
- переменные, в том числе периодические;
- импульсные, в том числе регулярные и случайные.» [25]

«Опасные и вредные производственные факторы по характеру их действия во времени подразделяют:

- на постоянно действующие;
- периодически действующие, в том числе интермиттирующие;
- аperiodически действующие, в том числе стохастические.

Опасные и вредные производственные факторы по непосредственности своего воздействия подразделяют:

- на непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека;
- опосредованно воздействующие на организм занятого трудом человека через другие порождаемые ими и непосредственно воздействующие на организм занятого трудом человека факторы.

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по источнику своего происхождения подразделяют:

- на природные (включая климатические и погодные условия на рабочем месте);
- технико-технологические;
- эргономические (то есть связанные с физиологией организма

человека).

Опасные и вредные производственные факторы производственной среды по природе их воздействия на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, воздействие которых носит физическую природу;
- факторы, воздействие которых носит химическую природу;
- факторы, воздействие которых носит биологическую природу.» [12]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;

- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации; повышенным уровнем локальной вибрации;

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся

повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума;
повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука);

- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;
- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;

- повышенная яркость света;
- пониженная световая и цветовая контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенная пульсация светового потока» [12]

«Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия на организм человека, подразделяют:

- на физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;
- нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса.

Физические перегрузки подразделяют:

- на статические, связанные с рабочей позой;
- динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза;
- динамические нагрузки, связанные с повторением стереотипных рабочих движений.

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:» [12]

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;

- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

«Нервно-психические перегрузки подразделяют:

- монотонность труда, вызывающая монотонию;
- эмоциональные перегрузки.» [23]

Характерные для рассматриваемого сборочного участка профессиональные риски являются общими для большинства промышленных предприятий отрасли автомобилестроения. Следовательно, нейтрализация этих факторов возможна при условии применения СИЗ, применяемых на предприятиях промышленного производства. Рекомендации по применению СИЗ в соответствии с фактором опасности приведены в таблице 1.

5.3 Разработка мероприятий по снижению воздействия профессиональных рисков на работающих

«Для предотвращения угроз профессиональной безопасности при управлении профессиональными рисками необходимо применять ко всем видам деятельности, связанными с опасностями, средства оперативного контроля. В качестве примеров выбора дополнительных мер управления профессиональными рисками можно рассмотреть:

- модификацию конструкции, позволяющую ликвидировать опасность, например, использование механических подъемных устройств для исключения профессионального риска, связанного с ручными подъемными операциями;
- замену опасного материала на менее опасный или уменьшение энергии системы (например, снижение усилий, силы тока, давления, температуры и т.п.);

- средства коллективной защиты: сигнализации, предупредительные надписи и знаки безопасности, маркировка пешеходных дорожек и т.д.;
- административные меры управления: процедуры обеспечения безопасности, проверки оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, инструктажи по охране труда и т.д.;
- обеспечение работника дополнительными средствами индивидуальной защиты: очки защитные, средства защиты органов слуха, щитки защитные лицевые, респираторы, перчатки и т.д.» [23]

«Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональными рисками, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, заведующий обеспечивает:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.» [12]

Методы и средства снижения профессиональных рисков, типичных для моторного участка, сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
Факторы, приводящие к заболеваниям	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания

Продолжение таблицы 13

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Факторы, порождаемые физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды;» [12]	Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.) Модификация конструкции с целью снижения рисков	Применение низковольтных ламп в сетях освещения Использование спецодежды
«Факторы, порождаемые химическими и физико-химическими свойствами используемых или находящихся в рабочей зоне веществ и материалов;» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Использование спецодежды Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания
«Факторы, порождаемые социально-экономическими и организационно-управленческими условиями осуществления трудовой деятельности» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда	Не предусмотрено
«Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

Продолжение таблицы 13

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
«Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования)» [12]	Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда	Защитные перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники. Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве
Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей» [12]	«Применение средств индивидуальной защиты, изолирующих от негативного воздействия окружающей среды Административные меры обеспечения безопасности труда» [12]	Защитные и вибропоглощающие перчатки, нарукавники. Наколенники и налокотники.
Отсутствие или недостаток необходимого освещения	«Обеспечение индивидуальных средств освещения рабочего места Разработка и прокладка осветительных сетей» [12]	Индивидуальные переносные фонари и осветительные лампы
«Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;» [12]	«Административные меры обеспечения безопасности труда Механизация работ Внедрение в рабочий процесс машин и механизмов, заменяющих ручной труд» [12]	Проведение инструктажа по правилам ТБ на производстве

Продолжение таблицы 13

Вид выявленного вредного производственного фактора	Методы и средства снижения или устранения вредного производственного фактора	Используемые СИЗ
«Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса» [12]	Административные меры обеспечения безопасности труда Разработка рациональных режимов труда и отдыха Материальная компенсация вредных условий труда Обеспечение смены рода деятельности в течении дня	Не предусмотрено

«Основным организационно-техническим мероприятием по снижению воздействия профессиональных рисков будет являться применение средств индивидуальной защиты (СИЗ). Несмотря на то, что СИЗ способны в значительной степени компенсировать воздействие профессиональных рисков, наибольший эффект в сфере охраны труда может быть достигнут при комбинировании применения СИЗ и мероприятий административного характера, направленных на стимулирование работающих к более внимательному отношению к тем профессиональным рискам, которые присутствуют на участке.» [23]

5.4 Пожарная безопасность и противопожарные мероприятия на участке

Одной из основных технологических операций на сборочном участке будет являться сварка, которая может производиться как посредством электродуговой сварки, так и при помощи газовой сварки. Для данного вида технологической операции характерна высокая температура и образование искр, капель расплавленного металла и продуктов горения. В совокупности все это создает источник повышенной пожарной опасности, поскольку также на участке неизбежно присутствуют горючие и легковоспламеняющиеся

вещества. Все это в совокупности делает пожарную опасность наиболее значимым фактором в обеспечении безопасности труда на участке. Для нейтрализации фактора пожарной опасности требуется разработка комплекса мероприятий по обеспечению мер пожарной безопасности на сборочном участке.

В таблице 14 приводятся факторы пожарной опасности и выполнена их классификация в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия.

Таблица 14 – Классификация факторов пожарной опасности объекта дипломного проектирования (сборочного участка)

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
<p>«А – горение твердых веществ</p> <p>A1 – горение твердых материалов, сопровождаемое тлением</p> <p>A2 – горение твердых материалов, не сопровождаемое тлением» [12]</p>	<p>«горючие твердые вещества, ветошь и обтирочный материал искры от режущего абразивного инструмента, открытое пламя газовых горелок, электрическая дуга, искры» [12]</p>	<p>«Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения» [12]</p>	<p>«Все виды огнетушащих веществ: вода, пена, порошки, хладоны» [12]</p>
<p>«В – горение жидких веществ</p> <p>B2 – горение неполярных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и плавящихся при нагреве веществ» [12]</p>	<p>«топливо, мазут, консистентные смазки и технические жидкости» [12]</p>	<p>«Задымление помещения, высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объемное горение, взрыв» [12]</p>	<p>«пена; тонкораспыленная вода; хладоны; огнетушащие порошки общего назначения; аэрозольное пожаротушение и инертные разбавители: N₂, CO₂, и т.п.» [12]</p>

Продолжение таблицы 14

Класс пожара	Источник пожарной опасности	Опасные факторы пожара	Способ тушения
«С - горение газообразных горючих веществ» [12]	сварочные газы, метан	«Высокая температура открытого пламени, низкая концентрация кислорода, выброс токсических веществ продуктов горения, объёмное горение, взрыв» [12]	«объёмное тушение и флегматизация газовыми составами; огнетушащие порошки общего назначения; пены, вода (для охлаждения оборудования)» [12]

«Для обеспечения пожарной безопасности на участке, требуется принятие противопожарных мероприятий, имеющих как организационный, так и инженерный характер. К таковым мероприятиям на участке сборки будут относиться:

- разработка комплекса норм и правил по обращению с горючими веществами и правил поведения персонала при проведении огневых работ и работ, связанных с горючими материалами;
- проведение регулярного инструктажа работников, с целью доведения информации о правилах проведения работ, связанных с горючими материалами и соблюдения норм пожарной безопасности;
- организация внутрипроизводственной пожарной охраны, осуществляющей функции надзора за соблюдением норм и правил по обращению с горючими веществами, а также норм и правил соблюдения противопожарной безопасности;
- организация хранения горючих и пожароопасных материалов в соответствии с их физико-химическими и противопожарными свойствами;
- оснащение участка средствами наблюдения и сигнализации за пожарной ситуацией, проведение инструктажа персонала о поведении в

случае срабатывания пожарной сигнализации;

– оснащение участков средствами первичного пожаротушения в соответствии с классом возможного пожара.» [23]

Разработанные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны дополняться средствами пожарного оповещения и средствами первичного пожаротушения. Для каждой из рабочих зон участка необходимо проектирование системы оповещения персонала, а также разработка плана эвакуации в случае возникновения чрезвычайной ситуации и плана размещения информационных табличек и извещателей.

5.5 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности участка

Рассматриваемый в рамках дипломного проектирования сборочный участок не является субъектом промышленного производства, чья деятельность представляет опасность для окружающей среды. Но отходы, которые образуются в процессе сборки транспортного средства, могут представлять определенную угрозу для окружающей среды и людей, при условиях неправильной их утилизации или при неправильной организации складирования отходов производства. Для сборочного производства в целом характерным является определенный набор факторов общего характера, представляющих угрозу безопасности окружающей среды:

– обрезки резинового листового материала, а также листовых материалов, имеющих длительный срок разложения;

– смывы с рук рабочих, содержащие остатки ГСМ и остатки растворителей;

– пыль металлическая и абразивная, которая образуется при пилении и разделке материалов;

– обтирочный материал, применяемый для удаления загрязнений.

«В качестве мероприятий, обеспечивающих требования экологической

безопасности, принимаются следующие:

- утилизация отходов в соответствии с классами опасности;
- очистка сточных вод перед сливом их в канализационный коллектор от остатков ГСМ и растворителей;
- соблюдение требований, предъявляемых к размещению, строительству и эксплуатации потенциально опасных объектов, а также к осуществлению потенциально опасной деятельности» [23]

В процессе анализа опасных и вредных производственных факторов были выявлены наиболее характерные для рассматриваемого в рамках дипломного проекта участка сборки. Выявленные факторы позволили сформировать комплекс мероприятий организационного характера, направленных на их нейтрализацию или снижения уровня воздействия на рабочих. Также для снижения уровня воздействия ряда опасных и вредных производственных факторов были подобраны средства индивидуальной защиты рабочих. Определены факторы пожарной опасности на участке, в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия. Разработаны мероприятия по снижению уровня пожарной опасности организационного и технического характера. Произведено выявление факторов воздействия сборочного участка на окружающую среду. Предложены мероприятия организационного характера, направленные на снижение воздействия деятельности предприятия, среди которых такие, как внедрение отдельного сбора отходов, применение систем очистки сточных вод, учет внешних факторов при организации и планирования участка. На основании проведенного анализа факторов и комплекса предложенных мероприятий можно сделать вывод о выполнении задания в рамках раздела по безопасности жизнедеятельности и охраны труда на участке.

6 Расчет показателей экономической эффективности дипломного проекта

6.1 Характеристика объекта анализа экономической эффективности

В экономическом разделе дипломного проекта производится анализ деятельности сборочного участка и рассчитывается стоимость нормо-часа работы данного участка. Выбор обусловлен тем, что расчёт самой конструкции транспортного средства в рамках производимой разработки является объёмным и сложным, по своим параметрам, значительно выходящим за границы, обозначенные в рамках дипломного проектирования. Вместе с тем, расчет себестоимости нормо-часа сборочного участка позволит оценить стоимость произведенного изделия, поскольку сборочные работы составляют наиболее значительную часть полной себестоимости изделия.

Сборочное производство предназначено для проведения работ по окончательной сборке изделия с последующей передачей их на товарный склад готовой продукции. Сборочный цех расположен в отдельном помещении, оснащенным необходимым оборудованием для проведения сборочно-монтажных работ, включая подъёмно-транспортное оборудование. Поскольку сборка изделия, разрабатываемого в рамках дипломного проекта, относится к изделиям опытно-промышленного назначения, участок предполагает проведение сборки единичного или мелкосерийного производства продукции. 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.

Освещение участка – естественное. Участок имеет ленточное остекление, которое выступает в качестве источника света. Искусственное

освещение на участке выполнено светодиодными панелями нейтрального белого света. Дополнительное освещение на рабочих местах, которые требуют наличия света, выполнено светодиодными источниками точечного света.

Электрическое питание осуществляется промышленной сетью трехфазного тока. Заземление сети типа TS-C. Оборудование, требующее питания напряжением 380 (400) В запитывается от трехфазной сети. Подвод питания производится кабелем КГ, размещение кабеля в открытом лотке, подвод от лотка в гофро-рукаве. Каждое оборудование запитывается от электрощита собственной линией, защищенной автоматическим выключателем, номинала соответствующего мощности оборудования. Оборудование, требующее напряжения 220 (240) В запитывается от фаз вводной сети, распределение производится по трем фазам сообразно мощности однофазного оборудования. Освещение участка также осуществляется однофазной сетью 220 (240) В.

На участке работает персонал, имеющий квалификацию слесаря-сборщика. Поскольку на участке сборка производится по циклу единичного и мелкосерийного производства, требуется наличие слесарей высокой квалификации, способных выполнять работы различного спектра. В соответствии с этими требованиями, квалификация слесарей – V или VI разряда.

Исходя из приведенных исходных данных, необходимо выполнить расчет себестоимости нормо-часа работы сборочного цеха.

6.2 Расчет себестоимости нормо-часа работ сборочного участка

Расчет себестоимости нормо-часа работ производится исходя из размещенного на участке оборудования. Амортизационные отчисления на оборудование, размещенное на участке сборки являются неотъемлемой частью расчета себестоимости нормо-часа работы участка. Перечень оборудования участка приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений на оборудование участка

Наименование оборудования	Марка	Стоимость, руб	Кол-во	Норма отчислений %	Отчисления, руб
Подъемник двухстоечный электромеханический	ЭМП-2500	350 000,00	3	14,30	150 150,00
Транспортировочная тележка	Реммаш	25 500,00	1	11,00	2 805,00
Стапель сборочный	самоизг.	600 000,00	2	6,30	75 600,00
Кран-балка	ЭК-1000	50 000,00	1	14,30	7 150,00
Стол сварочный	ЭЛПром	112 000,00	1	3,20	3 584,00
Аппарат сварочный TIG	Сварог-2100	210 000,00	1	16,00	33 600,00
Станок вертикально-сверлильный	К-310	42 000,00	1	14,30	6 006,00
Станок токарный	16К20	1 400 000,00	1	8,20	114 800,00
Станок фрезерный	Jet JMD-26X2	1 900 000,00	1	8,20	155 800,00
Кран-тележка передвижной	КС-1500	60 000,00	1	14,30	8 580,00
Стеллаж	б/н	12 000,00	6	3,20	2 304,00
Верстак слесарный	б/н	25 000,00	6	3,20	4 800,00
Тумба инструментальная	ТМ-600	32 000,00	6	5,50	10 560,00
Контейнер	б/н	6 500,00	1	5,00	325,00
ИТОГО					576 064,00

В таблице 1 рассчитанная общая стоимость амортизационных отчислений на оборудование установленное на сборочном участке. Также сам участок нуждается в амортизации, поскольку площадь участка подвержена износу, само помещение нуждается в ремонте и обслуживании. Амортизация площади сборочного участка рассчитывается по формуле 42.

$$A_{пл} = \frac{S_{пл} \cdot Ц_{пл} \cdot Н_{а}}{100}, \quad (42)$$

где $S_{пл}$ – площадь сборочного участка, $S_{пл} = 320 \text{ м}^2$;

$Ц_{пл}$ – кадастровая цена одного квадратного метра площади помещения, $Ц_{пл} = 5500 \text{ руб}$;

$Н_{а}$ – норма амортизации площадей помещения, $Н_{а} = 2,5\%$.

$$A_{пл} = \frac{171 \cdot 4000 \cdot 2,5}{100} = 17100 \text{ руб}$$

Расчет затрат на электрическую энергию на участке также является частью расчета себестоимости нормо-часа. В расчет затрат на электроэнергию включается расчет стоимости электроэнергии, потребляемой оборудованием и электроэнергией, расходуемой на освещение и работу климатического оборудования. Расчет стоимости затрат на электроэнергию производится по формуле 43. Расчет сведен в таблицу 16.

$$P_{э} = \frac{M_{д} \cdot T \cdot K_{о} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п} \cdot Ц_{эл}}{\eta \cdot 60}, \quad (43)$$

«где $M_{д}$ – мощность электродвигателей оборудования, кВт;

T – годовой фонд времени работы участка, $T = 2030 \text{ ч}$;

$K_{о}$ – коэффициент одновременности работы двигателей оборудования, принимаем для участка $K_{о} = 0,4$;

$K_{м}$ – коэффициент загрузки двигателей по мощности, принимаем $K_{м} = 0,7$;

K_v – коэффициент загрузки двигателей по времени, принимаем $K_v = 0,35$;

K_p – коэффициент сетевых потерь, принимаем $K_p = 1,05$;

$C_{э}$ – цена 1 кВт-ч электроэнергии, $C_{э} = 4,56$ руб;

η – КПД двигателей оборудования участка, $\eta = 0,75$.» [9], [20]

Таблица 16 – Расчет затрат на электрическую энергию

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Кол-во	Км	Кв	η	Сумма затрат, руб
Подъемник двухстоечный электромеханический	2,5	3	0,85	0,10	0,75	3 304,68
Кран-балка	0,35	1	0,75	0,10	0,75	136,07
Аппарат сварочный TIG	5,5	1	0,80	0,35	0,85	7 043,88
Станок вертикально-сверлильный	2,5	1	0,60	0,45	0,75	3 499,07
Станок токарный	12	1	0,60	0,70	0,70	27 992,56
Станок фрезерный	10,5	1	0,75	0,70	0,70	30 616,87
ИТОГО						72 593,13

Отдельно производится расчет стоимости электроэнергии на освещение участка. Расчет производится по формуле 44.

$$R_{св} = (M_{св} \cdot n \cdot T \cdot Код \cdot K_v \cdot K_p \cdot C_{э}) / \eta, \quad (44)$$

где $M_{св}$ – мощность светильника, $M_{св} = 95$ Вт;

n – количество светильников на участке, $n = 60$;

T – годовой фонд времени работы светильников, $T = 2440$ ч;

Код – коэффициент одновременной работы светильников, Код = 0,85;

K_v – коэффициент времени работы освещения, принимаем $K_v = 0,75$;

K_p – коэффициент сетевых потерь, принимаем $K_p = 1,05$;

$C_{э}$ – цена 1 кВт-ч электроэнергии, $C_{э} = 4,56$ руб;

η – КПД светильников, $\eta = 0,75$.

$$P_{св} = \frac{0,095 \cdot 60 \cdot 2440 \cdot 0,85 \cdot 0,75 \cdot 1,05 \cdot 4,56}{0,75} = 56602,78 \text{ руб}$$

Общие затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле 45.

$$P = P_{\text{Э}} + P_{\text{св}} \quad (45)$$

$$P = 72593,13 + 56602,78 = 18846,29 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы на сборочном участке зависит от нескольких факторов. Ключевым является количество произведенной продукции, которое определяет объем работы и, соответственно, количество отработанных часов. Для начала необходимо определить базовую ставку заработной платы. Обычно она определяется исходя из минимальной зарплаты в регионе, учитывая опыт и квалификацию работника. Затем к этой ставке добавляется премия за выполненный объем работы, которая может составлять до 50% от базовой ставки.

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. Расчет заработной платы на сборочном участке приведен в таблице 17. Расчет выполняется по формуле 46.

$$\text{Озп} = \text{Ст} \cdot \text{Т} \cdot \left(1 + \frac{\text{Дп}}{100}\right), \quad (46)$$

где Ст – тарифная ставка, в соответствии с разрядом, руб;

Т – годовой фонд рабочего времени, чел-час;

Дп – коэффициент премиальных доплат.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы на сборочном участке

Квалификация работника	Число работников, чел	Часовая тарифная ставка, руб	Годовой фонд рабочего времени, чел/час	Сумма, руб
Слесарь по сборке автотранспортных средств, V разряда	6	300,00	1840	690 000,00
Слесарь по сборке автотранспортных средств, VI разряда	6	337,50	1840	776 250,00
Мастер участка	2	355,00	1840	816 500,00
ИТОГО				2 282 750,00

Дополнительная зарплата работников на участке рассчитывается по формуле 47.

$$\text{Дзп} = \text{Озп} \cdot \text{Кд}/100, \quad (47)$$

где Кд - коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, Кд = 8%.

$$\text{Дзп} = 2282750 \cdot \frac{8}{100} = 182\,620 \text{ руб}$$

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 48.

$$O_{\text{ФМС}} = (O_{\text{Зп}} + D_{\text{Зп}}) \cdot K_{\text{соц}}, \quad (48)$$

где $K_{\text{соц}}$ – норма отчислений на страховые взносы, $K_{\text{соц}} = 0,3$.

$$O_{\text{ФМС}} = (2282750 + 182620) \cdot 0,3 = 739611,00 \text{ руб}$$

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

$$O_{\text{т}} = O_{\text{Зп}} + D_{\text{Зп}} + O_{\text{ФМС}}, \quad (49)$$

$$O_{\text{т}} = 2282750 + 182620 + 739611 = 3\,204\,981 \text{ руб}$$

Кроме рассчитанных затрат, на участке присутствуют затраты на расходные материалы, которые используются при работе участка и обеспечивают работоспособность установленного на участке оборудования. Материалы используются в технологических процессах сборки изделий. Расчет стоимости затрат на материалы приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет стоимости материалов

Наименование материалов	Кол-во	Стоимость	Сумма
Обтирочные материалы, кг	60	125,00	7 500,00
Обезжириватель, л	25	200,00	5 000,00

Продолжение таблицы 18

Наименование материалов	Кол-во	Стоимость	Сумма
Консистентная смазка, кг	20	350,00	7 000,00
Жидкая смазка, кг	35	400,00	14 000,00
Абразивные материалы, кг	12	310,00	3 720,00
Проволока сварочная, кг	65	250,00	16 250,00
Круги абразивные зачистные, шт	450	110,00	49 500,00
Круги абразивные отрезные, шт	600	75,00	45 000,00
Фторопласт, кг	120	210,00	25 200,00
Черный металл, кг	850	90,00	76 500,00
Вода технологическая, м3	350	3,20	1 120,00
Прокладочный материал, м2	20	1 250,00	25 000,00
ИТОГО			275 790,00

Также при расчете себестоимости нормо-часа следует учитывать величину накладных расходов. Для сборочного участка принимаем величину накладных расходов в размере 125% от затрат на оплату труда.

$$H_p = 1,25 \cdot O_t \quad (50)$$

$$H_p = 1,25 \cdot 3\,204\,981 = 4\,006\,226,25 \text{ руб}$$

При расчете нормо-часа необходимо учитывать фонд времени работы сборочного участка. Исходя из технологии сборочных работ, фонд рабочего времени составит для участка сборки 45800 чел-ч. Суммарные затраты на сборочном участке, согласно произведенным расчетам сведены в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на участке сборки

Наименование статьи затрат	Сумма
Амортизационные отчисления на оборудование	576 064,00
Амортизационные отчисления на площадь	17 100,00
Общие затраты на электроэнергию	18 846,29
Затраты на оплату труда	3 204 981,00
Стоимость расходных материалов	275 790,00
Накладные расходы	4 006 226,25
ИТОГО	8 099 007,54

Стоимость нормо-часа рассчитывается по формуле 51.

$$C_{нч} = C_{общ} / T_{уч}, \quad (51)$$

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

$T_{уч}$ – фонд рабочего времени составит для участка сборки, чел-ч,

$$C_{нч} = 8\,099\,007,54 / 45\,800 = 176,83 \text{ руб}$$

Результатом выполнения раздела явился расчет себестоимости нормо-часа. Расчет производился на основании анализа комплекса затрат, которые несет участок в процессе реализации процесса сборки готового изделия. Учтены затраты на потреблённые энергоресурсы, затраты на заработную плату и накладные работы, связанные в первую очередь с управленческими издержками. В результате расчета была определена стоимость нормо-часа работы участка, которая составляет 176,83 рубля, что в целом отражает затраты на сборку в среднем по рынку. Рассчитанная величина нормо-часа может быть использована при расчете себестоимости производства изделий различной трудоемкости сборки.

Заключение

В первом разделе дипломного проекта произведен краткий обзор возможности разработки тормозной системы грузового автомобиля. В качестве автомобиля, выступающего объектом разработки взят автомобиль КамАЗ. В результате анализа конструкции транспортного средства и особенностей его эксплуатации, сформулировано техническое задание на проектирование тормозной системы, в котором изложены основные технические характеристики разрабатываемого объекта. В дальнейшем, в рамках дипломного проекта, нами будет рассматриваться разработка отдельных элементов механической части тормозной системы, в частности, необходимо разработать конструкцию тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором.

В результате анализа конструкции тормозной системы, сделаны выводы о типе тормозного механизма, типе привода и особенностях работы данной системы.

В результате проведенного анализа конструкций тормозных камер с пружинным энергоаккумулятором (ПЭА) можно сделать следующие выводы.

Тормозные камеры с ПЭА обеспечивают быстрый отклик и улучшенную скорость реакции на нажатие тормозной педали. Это позволяет сократить задержку между моментом нажатия педали и началом торможения, что особенно важно в экстренных ситуациях.

Применение пружинного энергоаккумулятора усиливает тормозное усилие, что повышает эффективность тормозной системы. Это особенно полезно для грузовых автомобилей с большой массой или требующих дополнительного тормозного усилия для остановки.

Тормозные камеры с ПЭА обеспечивают более равномерное распределение тормозного усилия между колесами, что улучшает управляемость автомобиля и предотвращает неравномерный износ тормозных колодок.

Внедрение тормозных камер с ПЭА в тормозную систему грузовых автомобилей, включая рассматриваемый автомобиль КамАЗ, может значительно повысить безопасность и эффективность транспортных средств. Они обеспечивают более быструю реакцию, усиление тормозного усилия и равномерное распределение тормозного давления, что способствует снижению риска аварийных ситуаций и повышает управляемость.

Тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором являются важным усовершенствованием тормозной системы, которое отличается высокой эффективностью и надежностью. Они представляют собой важное техническое решение для повышения безопасности и надежности грузовых автомобилей.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что тормозные камеры с пружинным энергоаккумулятором являются перспективным направлением развития в области тормозных систем грузовых автомобилей. Их внедрение способно принести значительные преимущества в плане безопасности, эффективности и управляемости транспортных средств.

Результатом выполнения второго раздела дипломного проекта явился расчет тягово-динамических и экономических характеристик транспортного средства.

Нагрузка на автомобиль является важным фактором, влияющим на его тяговую способность. При расчете необходимо учитывать массу автомобиля, грузоподъемность, а также вес и расположение груза. Расчет массы автомобиля основывался на методических указаниях и указаниях, почерпнутых из специализированной литературы, также подтвержденной практическим опытом.

Мощность двигателя, рассчитанной из массы и заданных скоростных режимов, должна быть достаточной для обеспечения необходимой тяговой способности при заданных условиях эксплуатации автомобиля. Рассчитанная в разделе мощность 176 кВт соответствует мощности двигателя автомобиля

КамАЗ, что косвенно свидетельствует о правильности выполненных расчетов, подкрепляемых практическими значениями.

Передаточное число было выбрано таким образом, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между скоростью автомобиля и его тяговой способностью. При этом необходимо учитывать, что слишком высокое передаточное число может привести к перегреву двигателя, а слишком низкое – к излишнему расходу топлива. Рассчитанное передаточное число обеспечивает движение автомобиля на скоростях, обозначенных в исходных данных. Расчёт динамических характеристики, приведенных в исходных данных также свидетельствует о правильности произведенных расчетов.

Расход топлива также был рассчитан для подтверждения параметров транспортного средства при выполнении тягового расчета автомобиля. Он зависит от мощности двигателя, передаточного числа, нагрузки на автомобиль и других факторов. Графики расхода топлива, в зависимости от режима работы двигателя, приведен на листах графической части.

Таким образом, тяговый расчет автомобиля является важным этапом проектирования и эксплуатации транспортных средств. Он позволяет определить оптимальные параметры для обеспечения высокой тяговой способности и экономической эффективности автомобиля.

В третьем разделе дипломного проекта была выполнена конструкторская проработка отдельных узлов энергоаккумулятора тормозной системы транспортного средства. В результате проведенного расчета энергоаккумулятора можно сделать следующие выводы.

Определенный тип энергоаккумулятора был выбран для конкретных условий и требований. Расчет позволил определить параметры, такие как емкость и жесткость пружины, необходимые для достижения требуемого уровня тормозного усилия. Подобранный энергоаккумулятор позволяет накапливать энергию в виде сжатой пружины и освободить ее при активации тормозной системы. Это позволяет усилить тормозное усилие и улучшить отклик системы на нажатие тормозной педали.

Рассчитанный энергоаккумулятор обеспечивает достаточную жесткость пружины для надлежащего функционирования тормозной системы. Жесткость пружины должна быть достаточной, чтобы обеспечить достаточное тормозное усилие, но не слишком высокой, чтобы избежать излишнего нагружения тормозного механизма.

Расчет также позволяет определить требуемую емкость энергоаккумулятора, чтобы накопить достаточную энергию для обеспечения требуемого уровня тормозного усилия. Правильно подобранная емкость позволяет достичь оптимальной работы тормозной системы.

Результаты расчета энергоаккумулятора подтверждают его эффективность и способность повысить эффективность и безопасность тормозной системы. Он позволяет сократить задержку между моментом нажатия педали и началом торможения, а также усиливает тормозное усилие и равномерно распределяет его на колесах.

Таким образом, проведенный расчет энергоаккумулятора подтверждает его значимость и целесообразность в контексте тормозных систем. Правильно подобранный энергоаккумулятор способен повысить эффективность, управляемость и безопасность грузовых автомобилей.

Также в результате выполнения конструкторских расчетов установлено, что требования к выполнению условия обеспечения запаса прочности деталями механизма выполняются.

В результате анализа технологического процесса обслуживания тормозной системы КамАЗ можно сделать следующие выводы.

Обслуживание тормозной системы КамАЗ является важной частью общего технического обслуживания автомобиля. Регулярное обслуживание и проверка тормозной системы помогают обеспечить ее надлежащую работу и безопасность на дороге.

Технологический процесс обслуживания тормозной системы КамАЗ включает несколько этапов, таких как визуальный осмотр, проверка

тормозной жидкости, регулировка и замена тормозных колодок, проверка и регулировка тормозных механизмов.

Визуальный осмотр позволяет выявить видимые повреждения, износ или проблемы с тормозной системой. Это включает проверку состояния тормозных колодок, дисков или барабанов, тормозных шлангов, трубок и соединений.

Регулировка и замена тормозных колодок также являются неотъемлемой частью обслуживания тормозной системы. Необходимо проверить износ колодок и при необходимости заменить их. Также может потребоваться регулировка тормозных механизмов для обеспечения равномерного и эффективного торможения.

При выполнении технологического процесса обслуживания тормозной системы КамАЗ необходимо соблюдать все требования, предписанные производителем и руководством по эксплуатации. Это включает использование правильных инструментов, оборудования и запасных частей, а также соблюдение правил безопасности.

В целом, технологический процесс обслуживания тормозной системы КамАЗ является важным аспектом поддержания работоспособности и безопасности автомобиля. Регулярное обслуживание тормозной системы помогает предотвратить возможные проблемы и повысить надежность тормозов. Важно следовать рекомендациям производителя и правилам безопасности при выполнении обслуживания.

В процессе анализа опасных и вредных производственных факторов были выявлены наиболее характерные для рассматриваемого в рамках дипломного проекта участка сборки. Выявленные факторы позволили сформировать комплекс мероприятий организационного характера, направленных на их нейтрализацию или снижения уровня воздействия на рабочих. Также для снижения уровня воздействия ряда опасных и вредных производственных факторов были подобраны средства индивидуальной защиты рабочих.

Определены факторы пожарной опасности на участке, в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Приведены факторы, наиболее характерные для сборочного участка рассматриваемого предприятия. Разработаны мероприятия по снижению уровня пожарной опасности организационного и технического характера. Произведено выявление факторов воздействия сборочного участка на окружающую среду.

Предложены мероприятия организационного характера, направленные на снижение воздействия деятельности предприятия, среди которых такие, как внедрение раздельного сбора отходов, применение систем очистки сточных вод, учет внешних факторов при организации и планирования участка. На основании проведенного анализа факторов и комплекса предложенных мероприятий можно сделать вывод о выполнении задания в рамках раздела по безопасности жизнедеятельности и охраны труда на участке.

Результатом выполнения экономического раздела явился расчет себестоимости нормо-часа. Расчет производился на основании анализа комплекса затрат, которые несет участок в процессе реализации процесса сборки готового изделия. Учтены затраты на потреблённые энергоресурсы, затраты на заработную плату и накладные работы, связанные в первую очередь с управленческими издержками. В результате расчета была определена стоимость нормо-часа работы участка, которая составляет 176,83 рубля, что в целом отражает затраты на сборку в среднем по рынку. Рассчитанная величина нормо-часа может быть использована при расчете себестоимости производства изделий различной трудоемкости сборки.

На основании изложенного, можно сделать вывод о достижении целей, поставленных в ходе выполнения дипломного проекта.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматические системы транспортных средств: учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-571-4.
2. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : учебное пособие / Д. А. Едимичев, А. Н. Минкин, С. Н. Масаев [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-4289-0.
3. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет : учебное пособие / Е.В. Березина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-018271-1.
4. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. — 3-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 655 с.
5. Богатырев, А. В. Электронные системы мобильных машин : учебное пособие / А.В. Богатырев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» по технологической операции, видам работ, оборудованию, производственному цеху, участку»
7. Круглик, В. М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта : учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 260 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006953-1.
8. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутьков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 506 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/974. - ISBN 978-5-16-006053-8.

9. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

10. Маркина, А. А. Теория движения колесных машин : учебное пособие / А. А. Маркина, В. В. Давыдова ; М-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-7996-3263-2.

11. Набоких, В. А. Датчики автомобильных электронных систем управления и диагностического оборудования : учебное пособие / В.А. Набоких. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 239 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014160-2.

12. Новиков, В. В. Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств : монография / В. В. Новиков, И. М. Рябов, К. В. Чернышев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 384 с. - ISBN 978-5-9729-0634-5.

13. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

14. Песков, В. И. Конструкция автомобильных трансмиссий : учебное пособие / В.И. Песков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 146 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016247-8..

15. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

16. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

17. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и мотоцикла : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

18.Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

19.Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

20.Экономика организаций автомобильного транспорта : учебное пособие / Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская, Т. Л. Якубовская, М. М. Кисель. - Минск : РИПО, 2022. - 215 с. - ISBN 978-985-895-035-4.

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

22.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.

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

24.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.

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

Приложение А
Графики тягового расчета

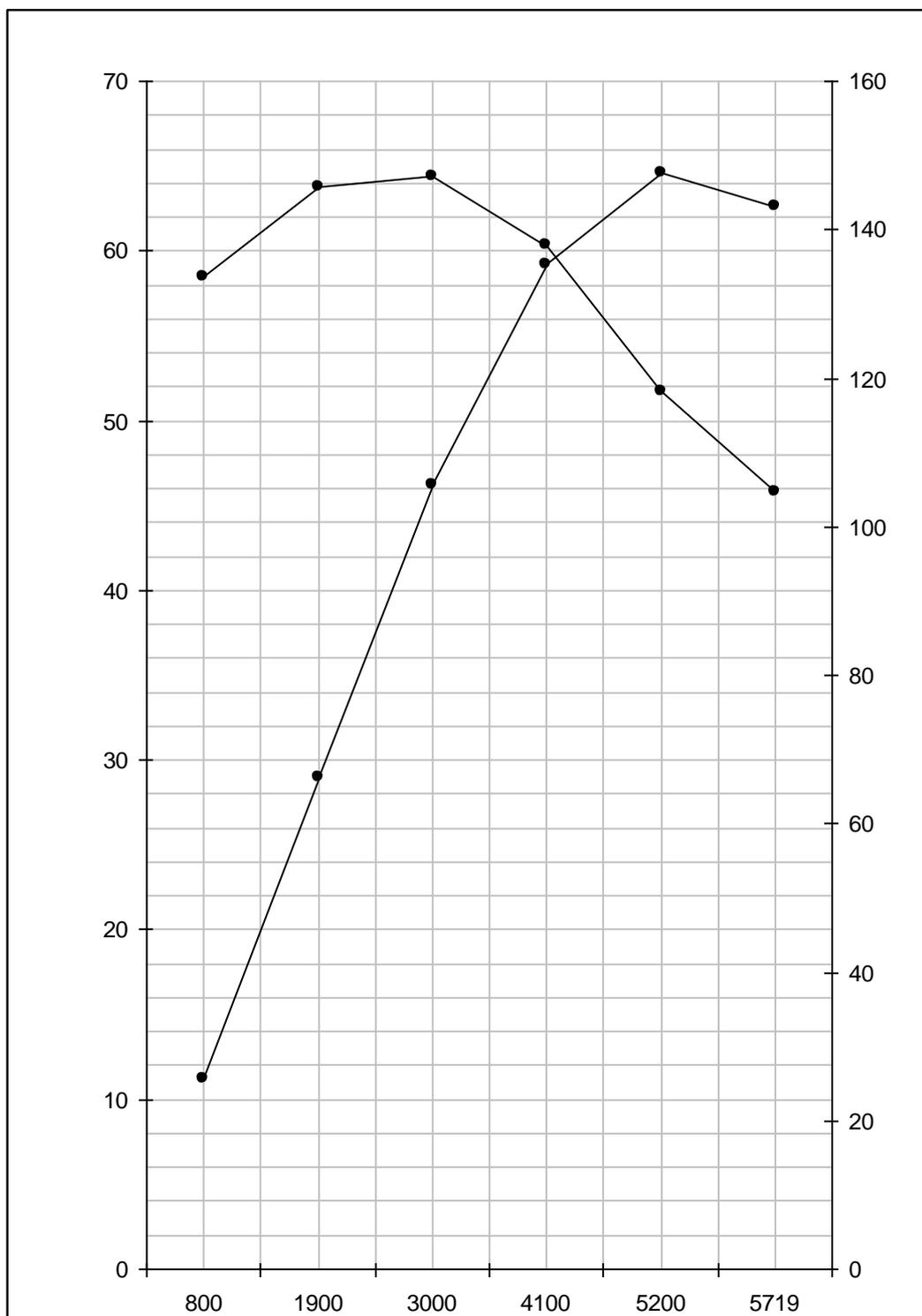


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

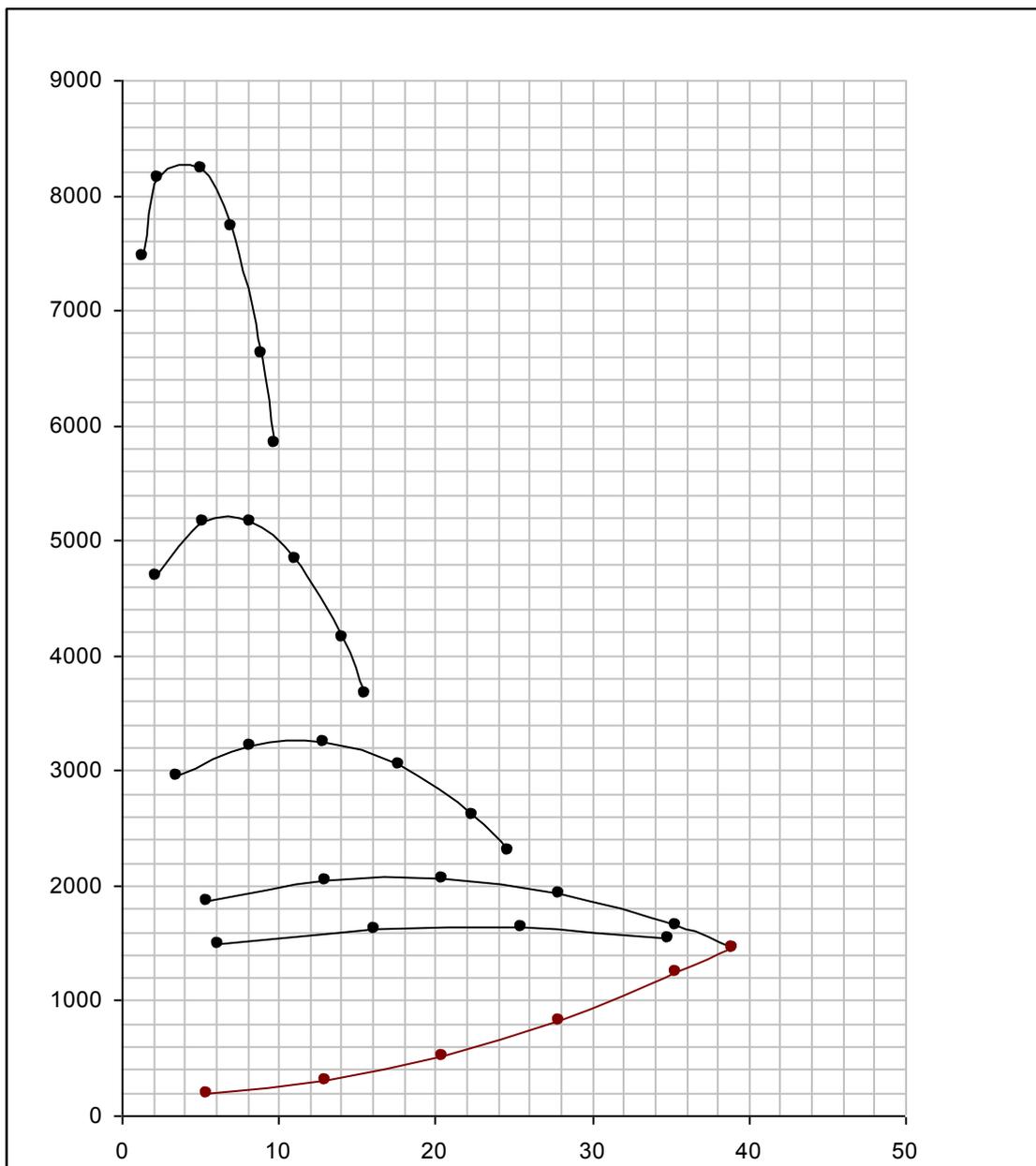


Рисунок А2 – Тяговый баланс автомобиля

Продолжение Приложения А



Рисунок А3 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

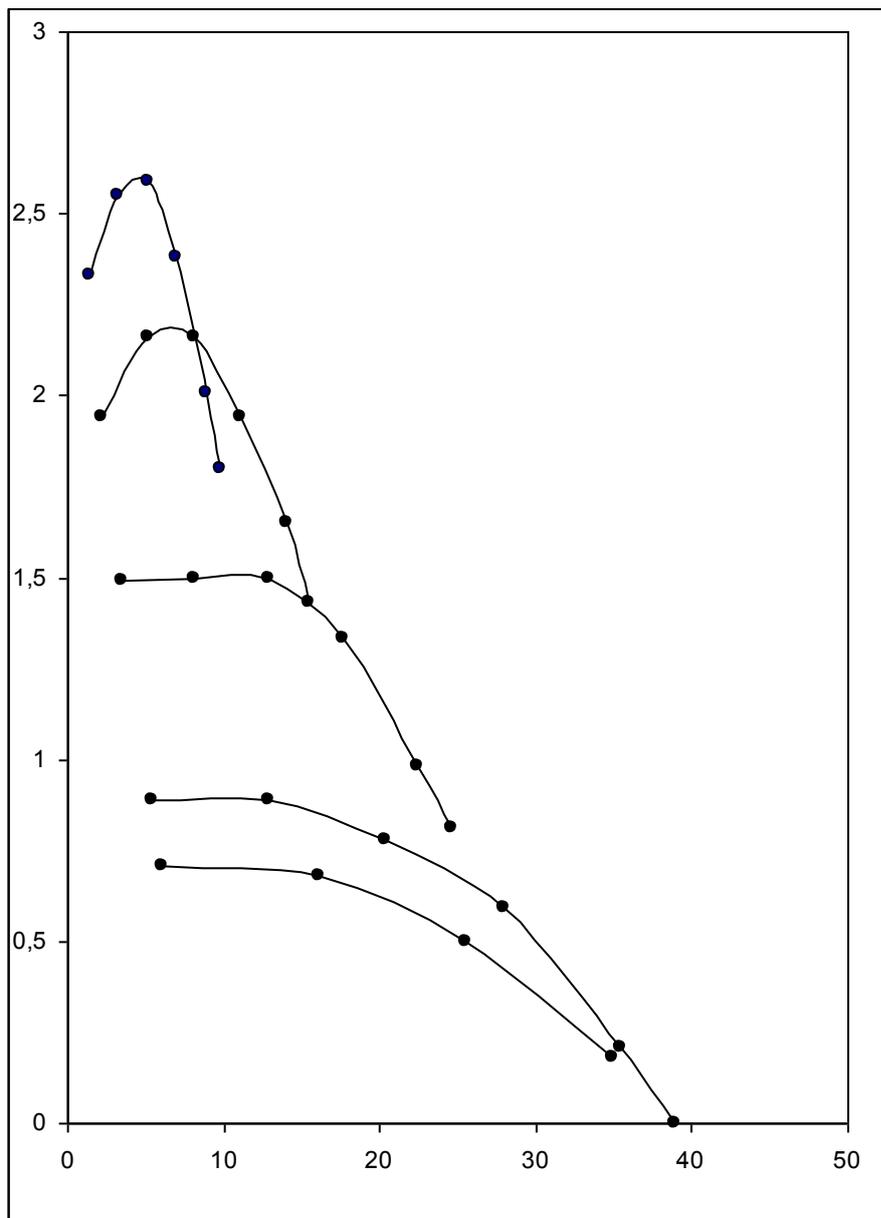


Рисунок А4 – Ускорения автомобиля

Продолжение Приложения А

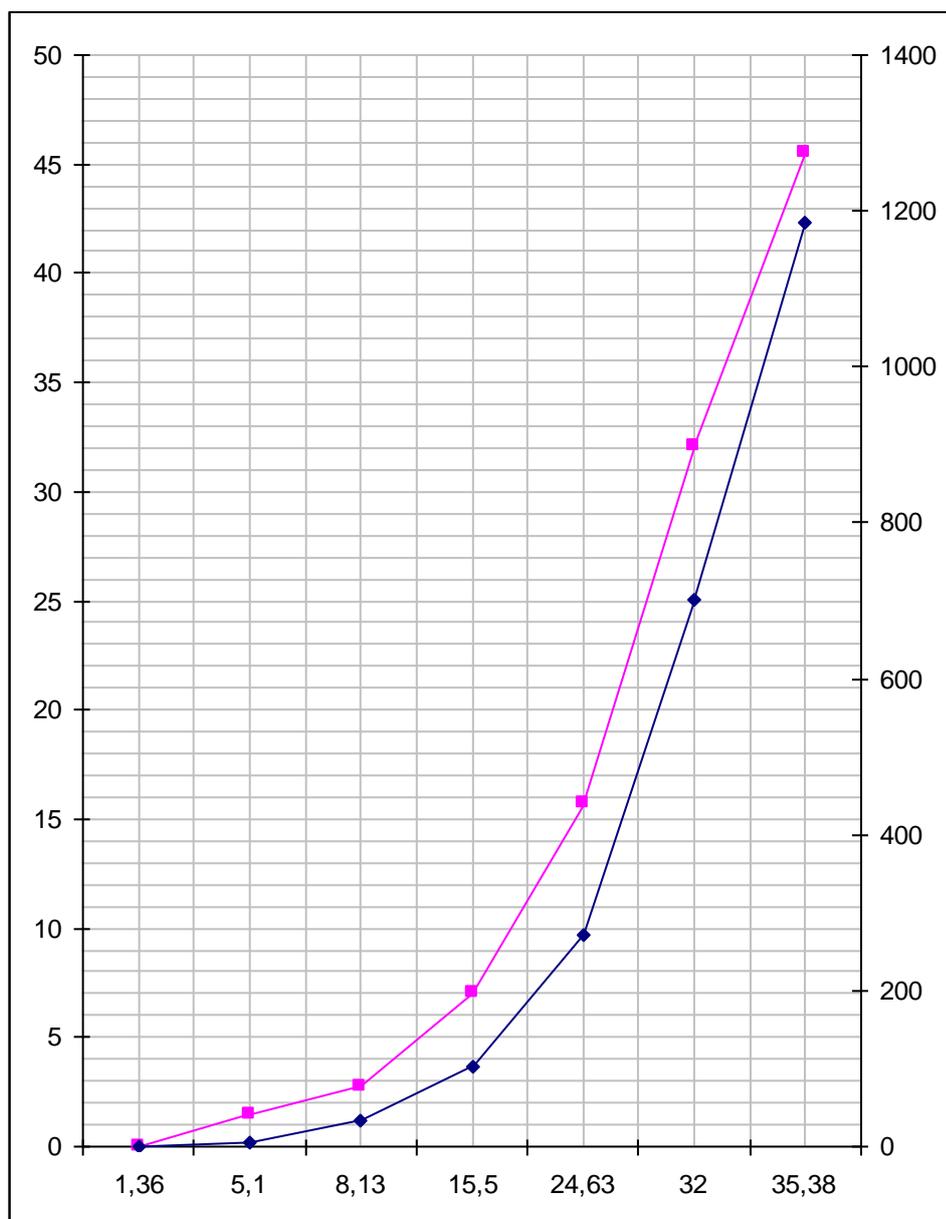


Рисунок А5 – Время и путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

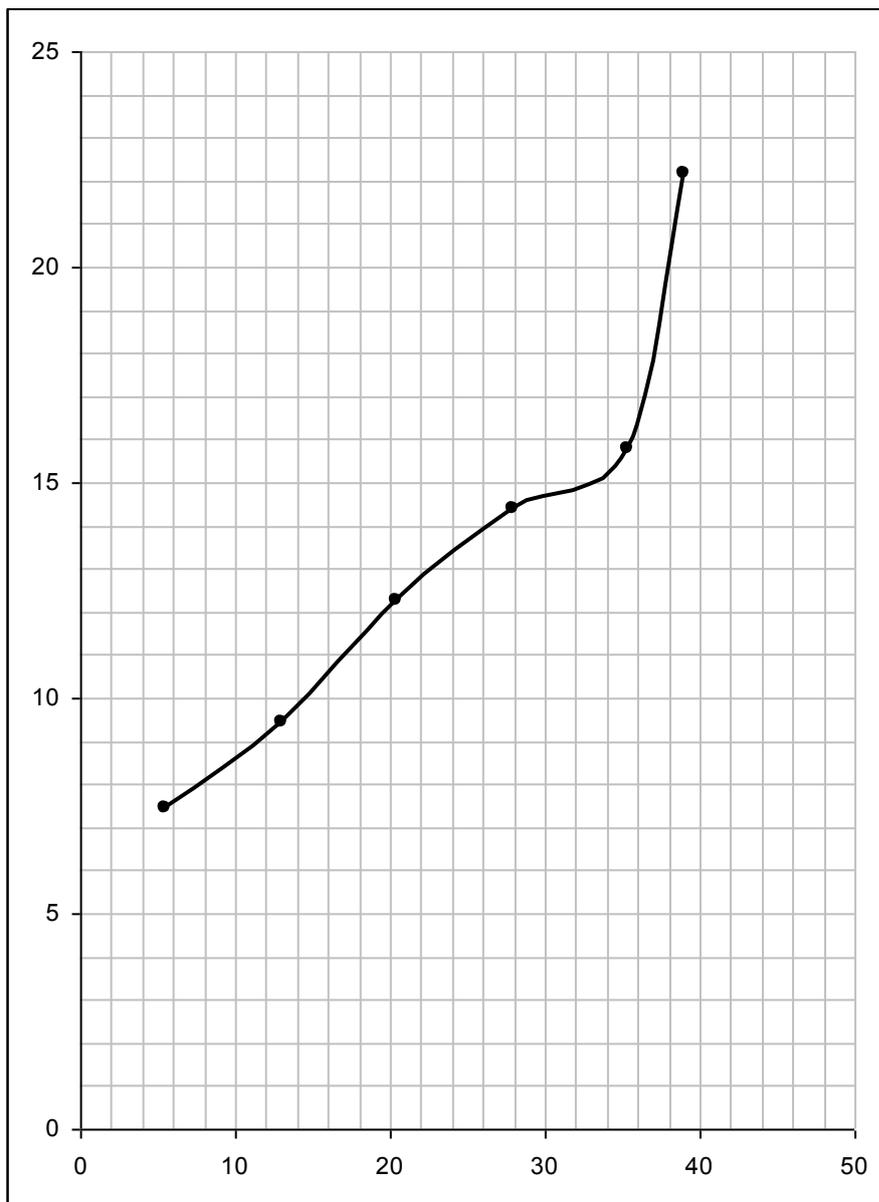


Рисунок А8 – Топливо-экономическая характеристика