

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 Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ

Обучающийся

А.И. Лобачев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. пед. наук, доцент А.В. Кириллова (Егорова)

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

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Тольятти 2024

Аннотация

Темой изложенного в расчетно-пояснительной записке дипломного проекта работы является «Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ».

Актуальность темы «Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ» обосновывается несколькими факторами.

Во-первых, разработка новых и совершенствование существующих систем пассивной безопасности, таких как подушки безопасности, содействуют в снижении травматизма и смертности в ДТП, что является актуальной задачей в сфере автотранспорта. Работа над разработкой подушек безопасности предполагает внедрение новейших технологий, материалов и конструкций, что способствует технологическому развитию и инновациям в автомобильной отрасли.

Во-вторых, в условиях строгих норм и требований к пассивной безопасности автотранспорта, разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ является необходимым шагом для соответствия стандартам и обеспечения безопасности водителей и пассажиров. Внедрение собственных разработок в области безопасности автомобилей позволяет компании повысить свою репутацию как производителя, уделяющего внимание безопасности, и повысить свою конкурентоспособность на рынке.

Структура дипломного проекта разделена на несколько связанных между собой разделов, а именно: введение, шесть глав, раскрывающих тему дипломного проекта, заключение и список использованных источников информации, включая иностранные. Инженерно-графический раздел выпускной квалификационной работы изложен на 10 листах формата А1.

Цель дипломного проекта по теме «Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ» заключается в разработке и внедрении подушек безопасности для грузового автомобиля позволит повысить безопасность,

надежность и функциональность данного автомобиля, что делает его более конкурентоспособным и современным на рынке.

Логическая структура дипломного проекта представляет совокупность ряда проведенных исследований, а именно:

- анализ конструкции систем пассивной безопасности, в том числе, применяемых на грузовых автомобилях;
- формирование предложений по разработке конструкции подушек безопасности для автомобиля КамАЗ;
- проведение необходимых конструкторских расчетов;
- разработка необходимых технологических операций сборки разработанной подушки безопасности;
- разработка требований по безопасности организации и проведению сборочных работ;
- расчет экономического эффекта от внедрения конструкции в производство;
- формирование заключения по результатам проделанной работы.

Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ позволит в первую очередь повысить безопасность транспортного средства. Предложенные конструкторские и технологические решения носят не только теоретические предложения, но могут быть реализованы на практике, что повысит потребительскую привлекательность автомобиля.

Abstract

The topic of the thesis project outlined in the explanatory note is “Development of airbags for KAMAZ vehicles.”

The relevance of the topic “Development of airbags for KAMAZ vehicles” is justified by several factors.

Firstly, the development of new and improvement of existing passive safety systems, such as airbags, help reduce injuries and mortality in road accidents, which is an urgent task in the field of motor transport. The development of airbags involves the introduction of the latest technologies, materials and designs, which contributes to technological development and innovation in the automotive industry.

Secondly, in the context of strict standards and requirements for passive vehicle safety, the development of airbags for KAMAZ vehicles is a necessary step to meet the standards and ensure the safety of drivers and passengers. The introduction of its own developments in the field of automobile safety allows the company to enhance its reputation as a manufacturer that pays attention to safety and increase its competitiveness in the market.

The structure of the diploma project is divided into several interconnected sections, namely: introduction, six chapters revealing the topic of the diploma project, conclusion and a list of information sources used, including foreign ones. The engineering and graphic section of the final qualifying work is presented on 10 sheets of A1 format.

The goal of the diploma project on the topic “Development of airbags for KAMAZ vehicles” is to develop and implement airbags for a truck that will improve the safety, reliability and functionality of this vehicle, which will make it more competitive and modern in the market.

The logical structure of the diploma project represents the totality of a number of studies conducted, namely:

- analysis of the design of passive safety systems, including those used on trucks;
- formation of proposals for the development of airbag designs for KamAZ vehicles;
- carrying out the necessary design calculations;
- development of the necessary technological operations for assembling the developed airbag;
- development of requirements for the safety of the organization and assembly work;
- calculation of the economic effect from introducing the design into production;
- drawing up a conclusion based on the results of the work done.

The development of airbags for KAMAZ vehicles will primarily improve the safety of the vehicle. The proposed design and technological solutions are not only theoretical proposals, but can be implemented in practice, which will increase the consumer attractiveness of the car.

Содержание

Введение	8
1 Теоретические исследования объекта проектирования	11
1.1 Понятия и элементы пассивной безопасности транспортных средств	11
1.2 Эволюция систем безопасности автомобилей	15
1.3 Оценка пассивной безопасности автомобилей с помощью манекенов	18
1.4 Порядок проведения сертификационных испытаний грузовых автомобилей на безопасность	21
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	26
2.1 Исходные данные для расчета	26
2.2 Определение внешней скоростной характеристики двигателя	27
2.3 Расчет силового баланса	28
2.4 Расчет динамического фактора	29
2.5 Расчет мощностного баланса	30
2.6 Расчет ускорений транспортного средства	32
3 Разработка подушек безопасности для автомобиля КамАЗ	36
3.1 Устройство и принцип работы подушек безопасности транспортных средств	36
3.2 Разработка кинематической схемы проектируемого устройства	40
3.3 Конструкторские расчёты элементов системы безопасности	45
4 Разработка технологического процесса монтажа подушек безопасности	53
5 Безопасность и экологичность участка механической сборки	57
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта	57
5.2 Идентификация профессиональных рисков	60
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	61

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	63
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	67
6 Экономический раздел дипломного проекта	69
6.1 Техничко-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта	69
6.2 Расчет затрат и экономической эффективности	70
6.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции ...	76
Заключение	81
Список используемой литературы и используемых источников	87
Приложение А Графики тягового расчета	91

Введение

Данный дипломный проект выполнен на тему «Разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ». Рассматриваемое транспортное средство относится к категории N₃, в которую включаются грузовые транспортные средства полной массой свыше 12 тонн.

В современном мире безопасность на дорогах остается одним из приоритетных направлений в автомобильной индустрии. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) часто являются причиной тяжелых травм и даже гибели людей, поэтому разработка и совершенствование систем пассивной безопасности, включая подушки безопасности, играют ключевую роль в защите жизни и здоровья водителей и пассажиров.

Данный дипломный проект посвящен разработке подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ с целью повышения уровня пассивной безопасности и снижения последствий ДТП. Компания КАМАЗ, как ведущий производитель грузовых автомобилей в России, придает особое значение инновациям и технологическому развитию, в том числе в области безопасности. Разработка новых и совершенствование существующих систем пассивной безопасности, таких как подушки безопасности, содействуют в снижении травматизма и смертности в ДТП, что является актуальной задачей в сфере автотранспорта. Работа над разработкой подушек безопасности предполагает внедрение новейших технологий, материалов и конструкций, что способствует технологическому развитию и инновациям в автомобильной отрасли.

В условиях строгих норм и требований к пассивной безопасности автотранспорта, разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ является необходимым шагом для соответствия стандартам и обеспечения безопасности водителей и пассажиров. Внедрение собственных разработок в области безопасности автомобилей позволяет компании повысить свою репутацию как производителя, уделяющего

внимание безопасности, и повысить свою конкурентоспособность на рынке. Разработка безопасных автомобильных систем способствует общественной безопасности, снижению риска травматизма и гибели на дорогах, что имеет важное социальное значение. Таким образом, разработка подушек безопасности для автомобилей КАМАЗ не только является актуальной темой с точки зрения безопасности на дорогах и технологического прогресса, но и имеет важное социальное и экономическое значение для общества в целом.

Пассивная безопасность автомобилей представляет собой совокупность элементов и систем, предназначенных для минимизации последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и защиты пассажиров в случае аварий.

Основные элементы пассивной безопасности автомобилей включают в себя несколько различных элементов.

Подушки безопасности (airbags). Это один из наиболее важных элементов пассивной безопасности. Подушки безопасности разворачиваются при сильном ударе или столкновении, чтобы предотвратить контакт пассажиров с жесткими элементами салона и уменьшить вероятность получения серьезных травм.

Ремни безопасности являются фундаментальным элементом пассивной безопасности. Они предотвращают перемещение пассажиров при аварии, удерживая их на месте и снижая вероятность получения тяжелых травм.

Штатные системы крепления детских кресел. Для обеспечения безопасности маленьких пассажиров в автомобиле необходимы специальные системы крепления детских кресел, уменьшающие риск травм в случае ДТП.

Зоны деформации кузова. Конструкция автомобилей предусматривает специальные зоны, способные поглощать энергию столкновения и смягчать удар, защищая пассажиров.

Системы предотвращения опрокидывания. Для грузовых автомобилей, таких как КАМАЗ, важны системы предотвращения опрокидывания, которые помогают предотвратить опасные сценарии при экстремальных маневрах.

Эти элементы и системы работают во взаимодействии друг с другом, создавая интегрированную систему пассивной безопасности, цель которой - защита жизни и здоровья пассажиров в случае аварийных ситуаций на дороге.

В данном проекте будет осуществлен анализ существующих систем подушек безопасности, их характеристик и применения, а также проведена разработка новых концепций и технических решений для интеграции подушек безопасности в автомобили КАМАЗ. Планируется исследование материалов, конструкций и технологий, а также проведение испытаний с целью обеспечения максимальной эффективности и надежности системы безопасности.

Данное исследование не только способствует улучшению безопасности на дорогах, но и способствует технологическому развитию автомобильной отрасли, повышению конкурентоспособности компании КАМАЗ и обеспечению соответствия высоким стандартам безопасности.

1 Теоретические исследования объекта проектирования

1.1 Понятия и элементы пассивной безопасности транспортных средств

«Пассивная безопасность предполагает совокупность таких свойств автомобиля, которые снижают вероятность нанесения и тяжесть травм водителю и пассажирам в случае столкновения автомобиля с внешним препятствием (внутренняя безопасность), а также пешеходам, велосипедистам и мотоциклистам (скутеристам) при наезде на них (внешняя безопасность)» [3]

«Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий, в которых пострадали или погибли люди, показал, что наиболее вероятным местом, которым сталкивается автомобиль, является передняя левая (точнее водительская) сторона – 32% (рисунок 1). А если учесть ДТП средней и правой передней частями автомобиля – то это все 64%. Таким образом, лобовое столкновение является наиболее вероятным. Опрокидывание случается лишь в 10% ДТП, хотя вероятность гибели людей при этом во много раз больше. Высока вероятность тяжелых последствий и при ударе сбоку.» [1]

Вероятность получения травм водителем и пассажиром при ДТП зависит от множества факторов, включая тип столкновения, скорость автомобиля, наличие или отсутствие систем пассивной безопасности, а также другие обстоятельства. При фронтальном столкновении вероятность получения травм у водителя и пассажира велика, особенно если они не пристегнуты ремнями безопасности. В таком случае возможны серьезные травмы головы, шеи, грудной клетки и конечностей. В случае бокового столкновения вероятность получения травм у пассажиров увеличивается из-за отсутствия защиты зоны деформации кузова. Травмы при таких

столкновениях могут включать повреждения органов внутреннего дыхания, травмы грудной клетки и таза.

«При перевороте автомобиля вероятность травм у водителя и пассажиров также высока. Водители и пассажиры, не пристегнутые ремнями безопасности, могут получить травмы головы, шеи и позвоночника из-за сильного удара или сброса силы при опрокидывании.» [16]

Использование систем пассивной безопасности, таких как подушки безопасности, ремни безопасности и зоны деформации кузова, значительно снижает вероятность серьезных травм при различных типах столкновений. Эти элементы помогают поглощать энергию удара и предотвращать перемещение пассажиров, что существенно уменьшает риск получения серьезных повреждений.

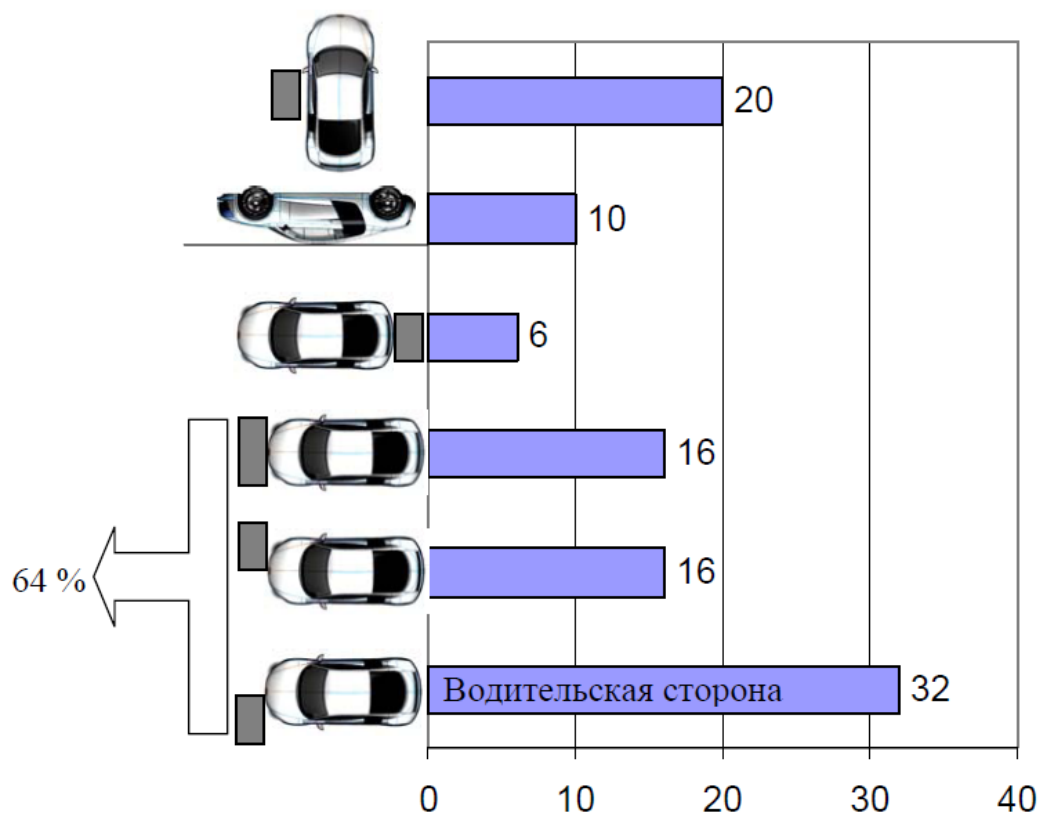


Рисунок 1 – Распределение ДТП, в которых были пострадавшие или погибшие, по виду столкновения, %

Тяжесть ДТП с транспортным средством может быть определена различными факторами.

Основным фактором, влияющим на тяжесть последствий, остается скорость транспортных средств. Чем выше скорость столкновения, тем более серьезные последствия могут быть как для участников ДТП, так и для самого транспортного средства. Высокая скорость увеличивает кинетическую энергию и силу удара, что делает ДТП более тяжелым.

Вторым по значимости фактором является направление удара при ДТП. Различные типы столкновений, такие как фронтальное, боковое, заднее столкновение или переворот, могут иметь различные степени тяжести. Например, фронтальное столкновение обычно считается наиболее опасным. Угол, под которым происходит столкновение, может существенно влиять на тяжесть последствий ДТП. Например, боковое столкновение под прямым углом обычно лучше поглощается кузовом, чем под острым углом.

Наличие и правильное использование систем *passivnoy* безопасности, таких как ремни безопасности, подушки безопасности и др., могут значительно снизить тяжесть последствий ДТП. Дорожные условия, такие как состояние дороги, видимость, наличие препятствий и дорожных знаков, также могут повлиять на тяжесть ДТП. Наличие дефектов в техническом состоянии транспортного средства, таких как неисправности тормозной системы или шин, также может существенно повлиять на тяжесть ДТП.

Учитывая эти факторы, важно соблюдать правила дорожного движения, обеспечивать техническую исправность автомобиля и использовать все доступные средства пассивной безопасности для минимизации последствий возможных ДТП.

«Статистический анализ ДТП показал, что в большинстве случаев водители предпринимают экстренное торможение, но полностью загасить скорость не успевают. Поэтому краш-тесты проводят на скорости 56...64 км/ч – это та скорость, до которой успевают замедлиться автомобили.» [2]

«Пассивная безопасность автомобилей включает в себя различные направления и технологии для защиты пассажиров в случае аварии. Вот несколько основных направлений, по которым реализуется пассивная безопасность автомобилей:» [23]

- создание более прочной и жесткой конструкции рамы и кузова автомобиля, что способствует поглощению энергии столкновения и защите пассажиров;

- ремни безопасности являются одним из самых важных средств пассивной безопасности, они предотвращают перемещение пассажиров во время аварии и уменьшают вероятность серьезных травм;

- подушки безопасности (пассажирские и водительские) активируются при сильном столкновении, чтобы предотвратить травмы головы и торса у пассажиров;

- современные автомобили имеют зоны деформации, которые специально разработаны для поглощения энергии столкновения и снижения воздействия на пассажиров;

- специальные стекла (например, лобовое стекло) могут быть разработаны таким образом, чтобы предотвратить разрушение и обеспечить безопасность пассажиров при аварии;

- системы управления стабильностью помогают предотвратить потерю управления автомобилем в экстремальных ситуациях, что способствует снижению риска возникновения ДТП;

- двери и специально разработанные сиденья также могут способствовать пассивной безопасности автомобиля, предотвращая попадание пассажиров в опасные ситуации во время ДТП.

Коллективно эти элементы пассивной безопасности помогают уменьшить травматизм при авариях и обеспечить большую защиту для пассажиров.

«Для создания зон кузова с программируемым деформированием используют разные материалы: например, предел прочности листовой стали

разных элементов конструкции кузова колеблется в пределах от 140 до 1200 МПа, изменяется толщина элементов, сечение, конфигурация. Некоторые зоны специально ослабляются, некоторые усиливаются.

Однако проблему можно решить только комплексно: создается зона распределения и перераспределения нагрузки от бампера на оба лонжерона автомобиля, усилители крыльев, поперечины и т. д. Зона размещения людей, напротив, должна выдержать все удары без существенных деформаций, обеспечивая жизненное пространство внутри автомобиля. Удерживающие системы – ремни безопасности, преднатяжители ремней – должны обеспечить синхронное замедление автомобиля и пассажиров. Лучших результатов можно добиться за счет применения многоточечных ремней безопасности, устанавливаемых на спортивных автомобилях.» [4]

«Перераспределение энергии удара обеспечивают такие системы, как ограничители усилия на ремни, подушки безопасности (одно- или двух уровневые, фронтальные и боковые, «шторки» и поясные, коленные и т.д.)» [21]

1.2 Эволюция систем безопасности автомобилей

«Разумеется, первое автомобильное оборудование и специальные устройства, создавались с учетом здравого смысла и соответствовали уровню развития автомобильных технологий. На первых порах автомобиль обзавелся ацетиленовым освещением кузова, а также примитивной тормозной системой с «башмаками». Но эта система плохо совмещалась с резиновыми шинами, поэтому авто вскоре стали оснащать сначала ленточными, затем и барабанным тормозами, которые срабатывали только на задних колесах. Тормозная система на все четыре колеса начала устанавливаться только с 1910-х годов.» [4].

Эволюция систем безопасности автомобилей является удивительным примером технологического развития, направленного на защиту жизни и здоровья пассажиров и участников дорожного движения.

Один из первых значительных шагов в области безопасности автомобилей было внедрение трехточечных ремней безопасности в 1959 году. Это был ключевой момент, который сократил риск получения серьезных травм во время аварии.

«В начале 50-х годов прошлого века многие автопроизводители начали проводить краш-тесты своих автомобилей. В те же годы появились первые ремни безопасности, которыми стали оснащать салоны автомобилей Ford. Любопытно заметить, что первый патент на автомобильный ремень был выдан ещё в 1885 г. американцу Эдварду Клэгхорну, который изобрел двухточечный ремень безопасности. В 1956 г. вскоре после того, как двухточечный ремень безопасности получил свое широкое распространение, автомобили марки Volvo стали комплектоваться более надежными трехточечными ремнями безопасности. Затем такие ремни сделали «подвижными», что улучшило уровень комфорта и безопасности пассажиров. В 1984 г. на ремнях безопасности стали устанавливать преднатяжитель (пиротехническое устройство давления), который позволял человеку в салоне автомобиля не чувствовать скованность и дискомфорт и одновременно повышал степень безопасности ремня в аварийной ситуации.» [16]

В 1970-х годах начали появляться первые системы пассивной безопасности в виде подушек безопасности. Эта технология стала стандартом в современных автомобилях и существенно уменьшила травматизм при фронтальных столкновениях.

«Такие системы были введены компанией General Motors в 1973 г. и служили они для того, чтобы предотвратить ущерб, который возникает у водителя автомобиля при резком ударе корпусом о рулевое колесо, а также обеспечить и пассажирам более уверенную защиту в момент аварии. В 1986

г. компания Audi представила систему защиты Proconten, которая в случае столкновения включала одновременно и подушку безопасности и задействовала ремни, чем и гарантировала защиту от травм и повреждений. Дальнейшее совершенствование подушек безопасности привело к появлению в салоне автомобиля боковых подушек безопасности, шторок безопасности, аэрбега для защиты колен.» [16]

Системы управления стабильностью: В начале 2000-х годов системы управления стабильностью (ESP) стали широко распространены в автомобилях. Они помогают предотвратить потерю управления в экстремальных ситуациях и снизить вероятность опрокидывания. С развитием технологий появились активные системы безопасности, такие как системы предупреждения о столкновении, адаптивный круиз-контроль, системы помощи при парковке и т.д. Они помогают предотвратить аварии и снизить риск травм.

Современные автомобили проектируются с учетом зон деформации, которые способствуют поглощению энергии при столкновениях и защите пассажиров.

«Для того, чтобы снизить ущерб, возникновение которого не избежать при лобовом столкновении, особое внимание уделялось материалам, из которых производители изготавливали переднюю часть кузова автомобиля, деформирующуюся в момент сильного удара. Многие другие опции и системы были призваны сохранять жизнь людям, находящимся в салоне автомобиля. В 1966 г. на моделях марки Mercedes стали устанавливать рулевые колонки особого типа, которые в момент аварии не наносили водителю сильного ущерба. В 1971 г. на автомобилях Saab начали применять энергопоглощающее лобовое стекло, а в 1977 г. в дверях модели Saab 99 стали устанавливать боковые защитные балки. Подголовники, которые защищают шею водителя и пассажиров в момент столкновения, появились в 1968 г. в салоне автомобилей Volvo. И только в 1995 г.

подголовники улучшили уровень своей безопасности, стали активными. В таком виде их можно было увидеть на автомобиле Saab 9–5.» [16]

Сегодня автомобили оснащены целым комплексом технологий пассивной и активной безопасности, включая системы автоматического торможения, контроля слепых зон, уведомления о выходе из полосы движения и многие другие.

Эти шаги постепенно повышали уровень безопасности автомобилей и сделали их более надежными для пассажиров и всех участников дорожного движения.

1.3 Оценка пассивной безопасности автомобилей с помощью манекенов

Оценка пассивной безопасности автомобилей с помощью манекенов является обычной практикой в автомобильной промышленности и научных исследованиях.

«Критерий, характеризующий способность организма переносить определенную перегрузку в течение заданного промежутка времени без получения тяжелых и необратимых травм, называется переносимость перегрузок. Переносимость может быть глобальной и локальной. Глобальной называется нагрузка, воспринимаемая всем организмом (например, в самолете, в тренировочной центрифуге). Локальные нагрузки встречаются чаще – удар какой-либо частью тела о препятствие.

При ДТП на человека действуют, главным образом, локальные нагрузки, связанные с взаимодействием различных частей организма с удерживающими системами, в первую очередь, ремнями безопасности. Глобальные нагрузки значительно меньше локальных, и поэтому их, как правило, не учитывают (рисунок 2).» [7]

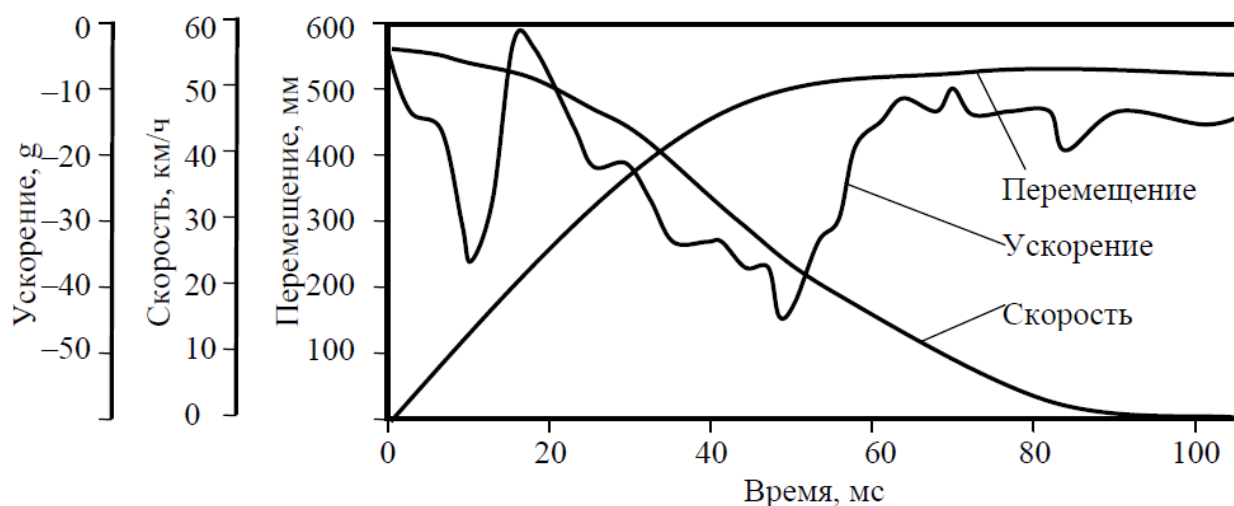


Рисунок 2 – Ускорение, скорость и перемещение основания средней стойки (со стороны удара) легкового автомобиля при испытании на пассивную безопасность по Правилу № 94 ЕЭК ООН

«Длительность действия нагрузки – чрезвычайно важный фактор при ударном взаимодействии (рисунок 3). Короткие по длительности нагрузки (а, следовательно, характеризующиеся малой амплитудой перемещений частей организма) воспринимаются как вибрация. Такие нагрузки живой организм переносит относительно легко. Начиная с некоторой длительности ударной нагрузки повреждения становятся необратимыми.

Для головы человека критической считается нагрузка около 80g при длительности воздействия более 3 мс: если нагрузка не превысит 72g, то вероятность травм низкая, если превысит 88g, то тяжелые травмы неминуемы.» [8]

Для оценки пассивной безопасности автомобилей специалисты проводят краш-тесты с использованием манекенов, которые моделируют поведение человеческого тела во время аварии. Эти тесты могут быть фронтальными, боковыми, перекатными или другими, в зависимости от того, какие типы аварий рассматриваются. Манекены оснащены датчиками, которые могут измерять уровень силы удара, давления на грудную клетку,

повреждения головы и другие параметры, позволяющие судить о вероятности получения серьезных травм человеком в реальной ситуации.

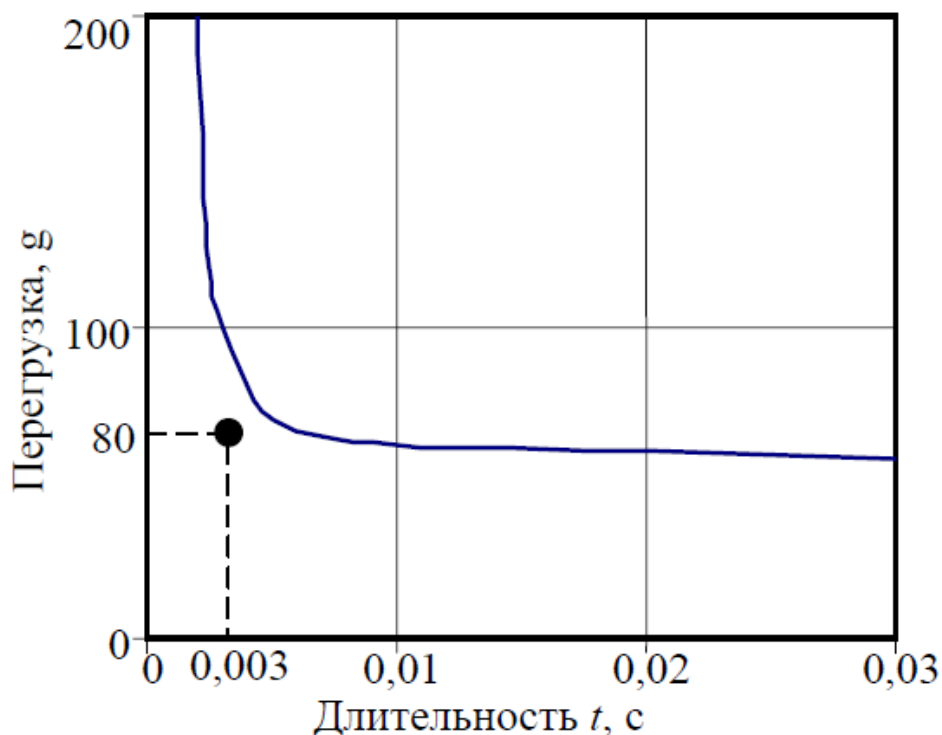


Рисунок 3 – Зависимость предельно допустимого среднего замедления головы человека от продолжительности удара

Полученные данные с манекенов позволяют провести детальный анализ того, как автомобиль ведет себя в аварийных ситуациях и насколько эффективны его системы пассивной безопасности. Эти данные помогают проектировщикам улучшать конструкцию автомобилей для повышения уровня защиты. Многие страны имеют стандарты безопасности для автомобилей, которые включают требования к пассивной безопасности. Оценка пассивной безопасности с помощью манекенов позволяет производителям автомобилей удостовериться, что их продукция соответствует этим стандартам.

В целом, оценка пассивной безопасности автомобилей с помощью манекенов является важным этапом в процессе разработки и улучшения

систем безопасности, помогая создавать более безопасные автомобили для пассажиров и участников дорожного движения.

1.4 Порядок проведения сертификационных испытаний грузовых автомобилей на безопасность

«На внутреннюю пассивную безопасность при сертификации грузовые автомобили испытывают по Правилу ЕЭК ООН №29.

Кроме того, предъявляются требования к внешней безопасности:

- Правилем ЕЭК ООН №58 к задней противоподкатной защите;
- Правилем ЕЭК ООН №61 к выступам на задней панели кабины;
- Правилем ЕЭК ООН №73 к боковой противоподкатной защите;
- Правилем ЕЭК ООН №93 к передней противоподкатной защите;
- Глобальное Правило ООН № 1 (будет введено взамен правила ЕЭК ООН №11 с 1.01.2014 для автомобилей категорий N2 и N3) – Требования к замкам и петлям дверей.» [15]

Процесс сертификационных испытаний грузовых автомобилей на безопасность обычно состоит из нескольких этапов.

Производитель или владелец грузового автомобиля представляет все необходимые документы, включая техническую документацию и предыдущие результаты испытаний (если таковые имеются), для начала процесса сертификации.

Производитель или владелец грузового автомобиля представляет все необходимые документы, включая техническую документацию и предыдущие результаты испытаний (если таковые имеются), для начала процесса сертификации.

Этап статических испытаний может включать в себя изучение конструкции грузовика, его систем безопасности, тормозных систем, рамы и других элементов, чтобы убедиться, что они соответствуют установленным стандартам безопасности.

При проведении динамических испытаний грузовой автомобиль подвергается различным видам испытаний на специальных трассах, включая тесты торможения, устойчивости, управляемости и другие, чтобы проверить его поведение в различных ситуациях на дороге.

Испытания на устойчивость к переворачиванию проверяют способность грузовика противостоять опасности переворачивания в различных условиях движения.

Испытания на ударопрочность направлены на оценку способности автомобиля защитить водителя и пассажиров в случае аварийного столкновения.

«Удар по кабине спереди осуществляется плитой, подвешенной на маятнике. Ударная плита маятника должна иметь массу 1500 ± 250 кг. Ударная поверхность должна иметь ширину 2500 мм, а высоту 800 мм. Края закруглены радиусом не менее 15 мм.

Радиус маятника (от точки подвеса до геометрического центра плиты) 3500 мм. Подвес плиты выполнен на двух двутаврах высотой сечения 100 мм с расстоянием между осями не менее 1000 мм.

Взаимное положение маятника и автомобиля.

При вертикальном положении плиты маятника автомобиль должен касаться ее выступающей частью (рисунок 4). Центр масс маятника должен находиться ниже точки R водительского сидения на 150 мм, но не выше 1400 мм от земли. Вертикальная ось симметрии маятника должна совпадать с продольной вертикальной плоскостью симметрии автомобиля.» [16]

После завершения всех испытаний проводится анализ полученных данных и результатов, чтобы убедиться, что автомобиль соответствует стандартам и требованиям безопасности.

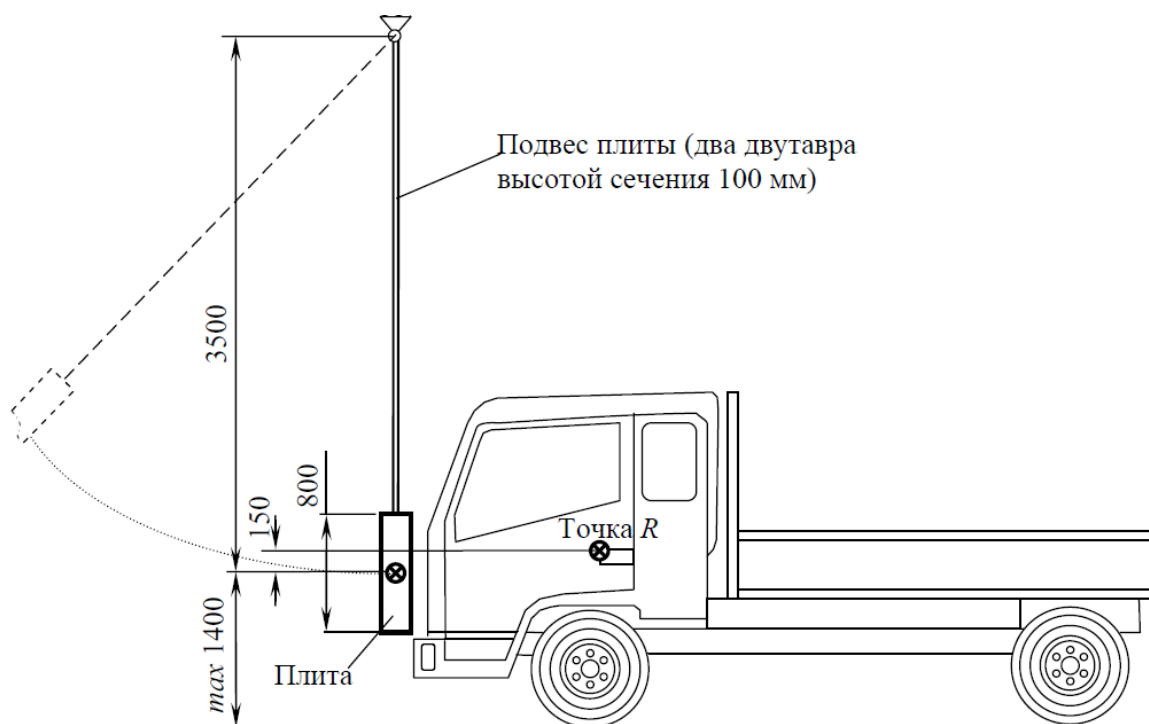


Рисунок 4 – Схема маятника и установки автомобиля при испытании по правилу ЕЭК ООН №29

После успешного прохождения всех испытаний и утверждения результатов производится выдача сертификата, подтверждающего соответствие грузового автомобиля установленным стандартам безопасности.

Этот процесс обеспечивает безопасность грузовых автомобилей на дорогах и устанавливает высокие стандарты для защиты водителей, пассажиров и других участников дорожного движения.

Таким образом, для дипломного проекта, в результате которого будет произведена разработка подушек безопасности для грузового автомобиля КамАЗ, можно сформулировать следующие задачи, которые должны быть решены для достижения цели дипломного проектирования:

- изучение и анализ существующих требований и стандартов безопасности для подушек безопасности в грузовых автомобилях;

- изучение конструкции и особенностей автомобиля для определения оптимального размещения и конфигурации подушек безопасности;

- разработка концепции и проектирование системы подушек безопасности, включая выбор типа подушек, датчиков, систем активации и интеграцию с другими системами автомобиля;

- создание компьютерных моделей и проведение симуляций для оценки эффективности подушек безопасности в различных сценариях аварийных ситуаций;

- изготовление прототипа системы подушек безопасности и проведение испытаний на специальных стендах и тестовых площадках для проверки их работоспособности и соответствия стандартам безопасности;

- обработка полученных данных, анализ результатов испытаний и подготовка отчета о проделанной работе, полученных результатах и рекомендациях для дальнейшего совершенствования системы безопасности.

В ходе выполнения первого раздела дипломного проекта были рассмотрены и проанализированы основные требования к пассивной безопасности в автомобильной промышленности. Эти требования определяют стандарты и нормы, которым должны соответствовать системы пассивной безопасности (passive safety) для обеспечения защиты водителя и пассажиров в случае аварийной ситуации. Были рассмотрены основные элементы пассивной безопасности, включая подушки безопасности, ремни безопасности, кузов автомобиля и другие конструктивные решения, направленные на минимизацию травм при дорожно-транспортных происшествиях.

В процессе разработки были определены и сформулированы основные задачи проекта, включая анализ требований и стандартов безопасности, исследование технических характеристик грузового автомобиля КамАЗ, проектирование системы подушек безопасности,

моделирование и симуляция, изготовление и тестирование прототипа, оценка эффективности и анализ результатов.

В ходе работы над проектом подчеркнута важность разработки и внедрения современных систем пассивной безопасности в грузовые автомобили, таких как КамАЗ, для снижения вероятности возникновения серьезных травм и повышения общего уровня безопасности на дорогах. Проект представляет собой важный шаг в области совершенствования пассивной безопасности грузовых автомобилей и имеет перспективы для дальнейшего развития и внедрения в производство, с целью улучшения безопасности участников дорожного движения и снижения последствий дорожно-транспортных происшествий.

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 1. В качестве исходных данных приняты параметры базового автомобиля, взятого в качестве базы для выполнения тягового расчета, а именно автомобиля КамАЗ-62255. Внешний вид транспортного средства представлен на рисунке 5.» [2]

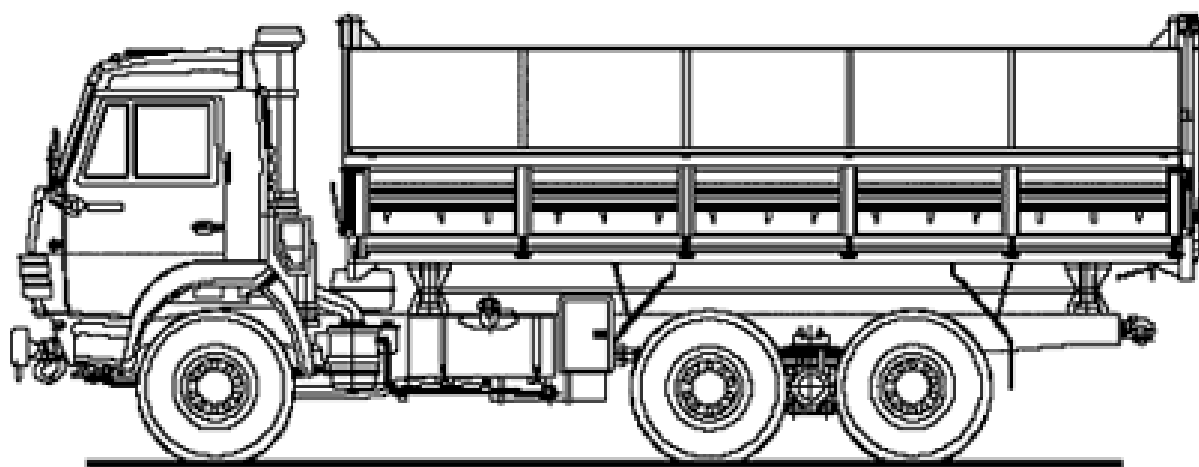


Рисунок 5 – Автомобиль КамАЗ-62255

Таблица 1 – Исходные данные для выполнения тягового расчета

Параметр	Значение	Размерность
Полная масса, M_a	15350	кг
Сухая масса, M_0	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	-
Параметр	Значение	Размерность
Коэффициент сопротивления, K	0,65	-
Коэффициент сопротивления качения, f	0,02	-

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 (таблица 2):» [5]

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

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

Таблица 2 – 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]

$$P_T = P_d + P_v + P_i \quad (3)$$

Произведем расчет тягового усилия на ведущих колесах:

$$P_T = \frac{T_e \cdot U_K \cdot U_{ГП} \cdot U_d}{r_K} \cdot \eta_{ТР} \quad (4)$$

Рассчитаем силу сопротивления дорожного полотна:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (5)$$

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:

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

Скорость автомобиля на каждой передаче определяют по формуле:

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

Расчет по формулам (3)-(8) представлен в приложении А в виде графиков тягового расчета и на листе графической части дипломного проекта.

2.4 Расчет динамического фактора

«Динамический фактор определяют при полной нагрузке автомобиля по формуле, Расчет приводится в таблице 3:» [1], [17]

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

Таблица 3 - 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
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

2.5 Расчет мощностного баланса

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

$$N_T = N_d + N_B + N_{и} \quad (10)$$

«Решить это уравнение можно графически, для чего построим график мощностного баланса. На этот график нанесём зависимости на всех передачах, мощности двигателя (N_в) 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]

«Эффективная мощность двигателя (N_e) строится в зависимости от скорости только на высшей передаче.

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 приведен в таблице 4 и таблице 5.» [2]

Таблица 4 – 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

Продолжение таблицы 4

ne	NT	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
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 5 - 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:» [2]

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

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 приведен в таблице 6.» [2]

Таблица 6 - 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
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).

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании автомобиля, поскольку он определяет способность транспортного средства развивать необходимую мощность для обеспечения требуемой производительности. В рамках дипломного проекта он выполняется для подтверждения заявленных тягово-мощностных характеристик автомобиля, взятого для модернизации. Для автомобиля КамАЗ тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автомобиля, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автомобиля, но и его эксплуатационные характеристики, такие как динамика разгона, максимальная скорость, экономичность и поведение на различных участках дороги. Важно учитывать не только тяговые характеристики двигателя, но и передачи, дифференциала и других компонентов трансмиссии, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между мощностью и моментом на колесах.

Для дипломного проекта тяговый расчет имеет практическое значение, так как с его помощью становится возможным рассчитать силы и

моменты, приходящиеся на ведущие мосты транспортного средства. В совокупности с расчетом эксплуатационной нагрузки, эти данные будут являться основой для проведения дальнейших конструкторских расчетов по датчикам подушки безопасности, разрабатываемых в соответствии с полученным заданием.

Проведенная расчетная работа играет важную роль в проектировании и оптимизации ходовых качеств автомобиля, что в конечном итоге повлияет на его эффективность, надежность и удовлетворенность пользователей. Регулярное совершенствование методов расчета и анализа проведенных расчетов позволит улучшить качество и конкурентоспособность автомобиля на современном рынке транспортных средств.

Результаты выполнения тягового расчета в виде графиков представлены в Приложении А и на листе графической части дипломного проекта.

3 Разработка подушек безопасности для автомобиля КамАЗ

3.1 Устройство и принцип работы подушек безопасности транспортных средств

Подушки безопасности (airbags), являются важным элементом системы пассивной безопасности в транспортных средствах.

Система подушек безопасности включает в себя датчики (например, акселерометры), которые мгновенно реагируют на силу удара или столкновения. Эти датчики связаны с центральным контроллером, который принимает данные от датчиков и инициирует активацию подушек.

Основные компоненты подушки безопасности включают инфлятор, который заполняет подушку газом в случае активации, и наполнитель (например, нейлоновая ткань), обеспечивающий структурную целостность. Газовый генератор (инфлятор) запускает процесс заполнения подушки газом в течение миллисекунд, что позволяет подушке развернуться и амортизировать удар.

При столкновении датчики регистрируют изменение скорости и ускорения транспортного средства. Если эти параметры превышают пороговые значения, контроллер инициирует активацию подушек безопасности. Инфлятор запускает химическую реакцию, генерируя газ (чаще всего азот), который быстро наполняет подушку. Это происходит за доли секунды, чтобы предотвратить удар водителя или пассажиров о жесткие части автомобиля при столкновении.

Подушка безопасности наполняется достаточно быстро, чтобы успеть амортизировать удар и смягчить его последствия для людей внутри автомобиля. После активации подушки она медленно спускается, обеспечивая дополнительную защиту в случае последующих столкновений.

Использование подушек безопасности в транспортных средствах существенно помогает снизить травматизм и повысить шансы на выживание при дорожно-транспортных происшествиях.

«Изначально вариантов наполнения колокола подушки было несколько. Например, некоторые инженеры предлагали закачивать в колокол газ, который хранился бы под высоким давлением в баллоне. Но принцип пиротехнического наполнения подушки перевесил. Именно он позволил надуть её мгновенно - всего за 30...50 тысячных доли секунды. И пока инженеры нашли необходимое горючее, которое при небольших размерах заряда срабатывало как надо, они многое перепробовали, в том числе и ракетное топливо. Сегодня в подушках в качестве пиропатрона используются компактные и лёгкие «таблетки» из кристаллического вещества - азиды натрия (NaN_3). Если соединение при помощи электрического тока нагреть до температуры выше 330°C , оно начнёт разлагаться на азот и натрий со скоростью, которая позволяет наполнять колокол подушки и доводить давление газов в нём до рабочей величины всего за 0,025...0,05 секунды.» [16]

«Особые требования к боковым подушкам предъявляются на открытых автомобилях. Отсутствие жёсткой крыши и стоек заставляет монтировать их в верхней части дверей и делать более прочными.» [22]

Примером монтажа боковой подушки безопасности в автомобиле со складной крышей может являться подушка безопасности, устанавливаемая в автомобиле Мерседес. Пример такой подушки представлен на рисунке 6.

«Срабатывание подушки опасно резким скачком давления, который может привести к травмированию барабанных перепонок и контузии. Ведь раскрытие колокола (иногда одновременно нескольких) происходит в небольшом замкнутом пространстве автомобильного салона. Подходов к решению этой проблемы несколько. Например, скорость вылета подушки снижают до определённого предела, чтобы хоть какая-то часть вытесняемого воздуха смогла сравниться через неплотности салона. Второй,

достаточно действенный способ, - применение подушек относительно небольшого объёма. Но в некоторых случаях проблем с барабанными перепонками и контузией не избежать, всё зависит от индивидуальных особенностей человека и размера машины.» [23]



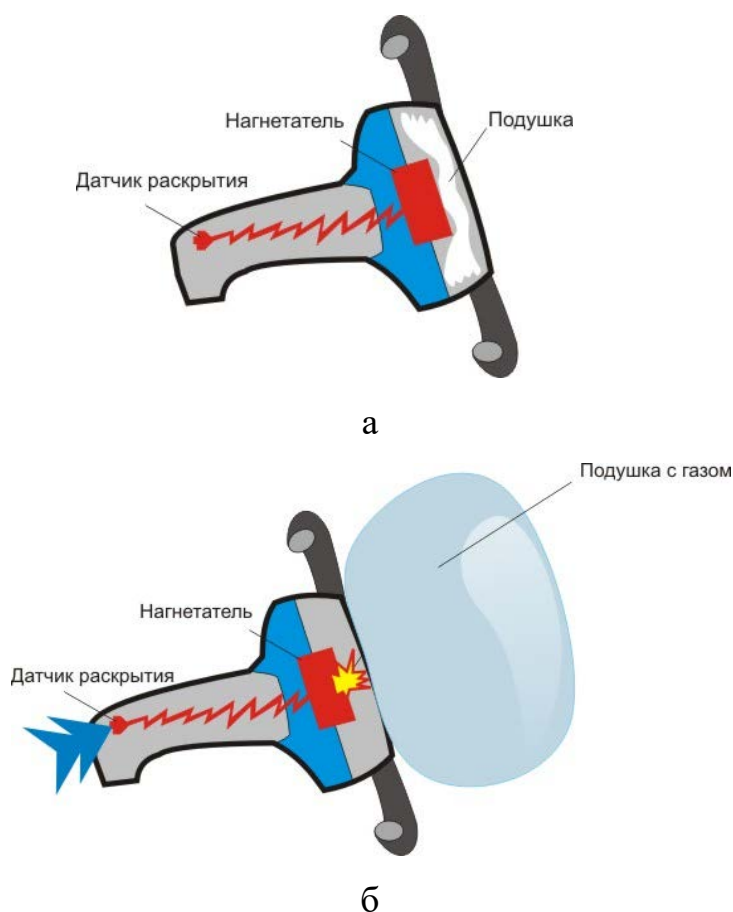
Рисунок 6 – Установка подушек безопасности в двери автомобиля

Грузовой автомобиль КамАЗ не оснащается подушками безопасности. Учитывая возросшее число автомобильных аварий, а также тот факт, что водители грузовых автомобилей при ДТП получают не меньшие повреждения в сравнении с водителями легковых автомобилей, предлагается оснастить транспортное средство подушками, размещаемыми в руле и ремнях безопасности.

«Материал – подушка сделана из тонкой нейлоновой ткани, которая упакована в руле (консоли) или передней панели, или чаще всего в сиденье или двери, рисунок 7.

Датчики – встроенный датчик дает сигнал надуть подушку. Накачивание подушки воздухом происходит автоматически, когда сила столкновения равна силе удара автомобиля о кирпичную стену со скоростью 10...15 миль в час (16...24 км/ч). Происходит смещение массы, что замыкает электрический контакт, и это дает сигнал датчикам, что произошла авария. Датчики получают сигнал от акселерометра (измеритель скорости), встроенного в микрочип.

Химическая реакция - система накачивания подушки работает за счет химической реакции азида натрия (NaN_3) с азотнокислым калием (KNO_3), в результате чего вырабатывается газообразный азот. Горячее дутье азотом и надувает подушку.» [15]



а – до раскрытия; б – во время раскрытия

Рисунок 7 – Принцип работы подушки безопасности, установленной на руле

3.2 Разработка кинематической схемы проектируемого устройства

«Как было отмечено ранее, для конструкции устройства нами была принята схема размещения подушек безопасности в ремнях. Для грузового автомобиля данная схема будет являться наиболее простой, поскольку позволит уменьшить объём подушки безопасности для пассажиров и сделать срабатывание подушки менее травмирующим.» [6]

«Идея подушек безопасности в ремнях не нова – пример тому недавний немецкий концепт Mercedes-Benz ESF 2009. Но, американцы опередили – Ford заявил о серийном оснащении такими ремнями задний ряд сидений своих будущих моделей» [9]

«По данным The Detroit News, разработка отличается встроенной цилиндрической подушкой длиной от пряжки до плеча, которая выскакивает в случае серьезной аварии. При этом надувается такая подушка более «мягко», нежели обычный «эйрбэг». Надувные ремни равномерно распределяют нагрузку на грудную клетку пассажиров. Кроме того, разработчики утверждают, что, по результатам исследований, надувные ремни безопасности оказались более удобными, чем обычные» [10].

Принцип работы надувного ремня безопасности можно представить в виде рисунка 8.



Рисунок 8 – Принцип работы надувного ремня безопасности

«Принцип действия этих ремней похож на схему работы обычного эйрбега. В случае аварии датчики обнаруживают серьёзную перегрузку, блок управления включает газогенератор, который раздувает многослойный ремень (с липучками для швов) почти в три раза против обычной ширины. Так уменьшается нагрузка на грудную клетку (рисунок 9)» [11]



Рисунок 9 – Демонстрация срабатывания надувного ремня безопасности

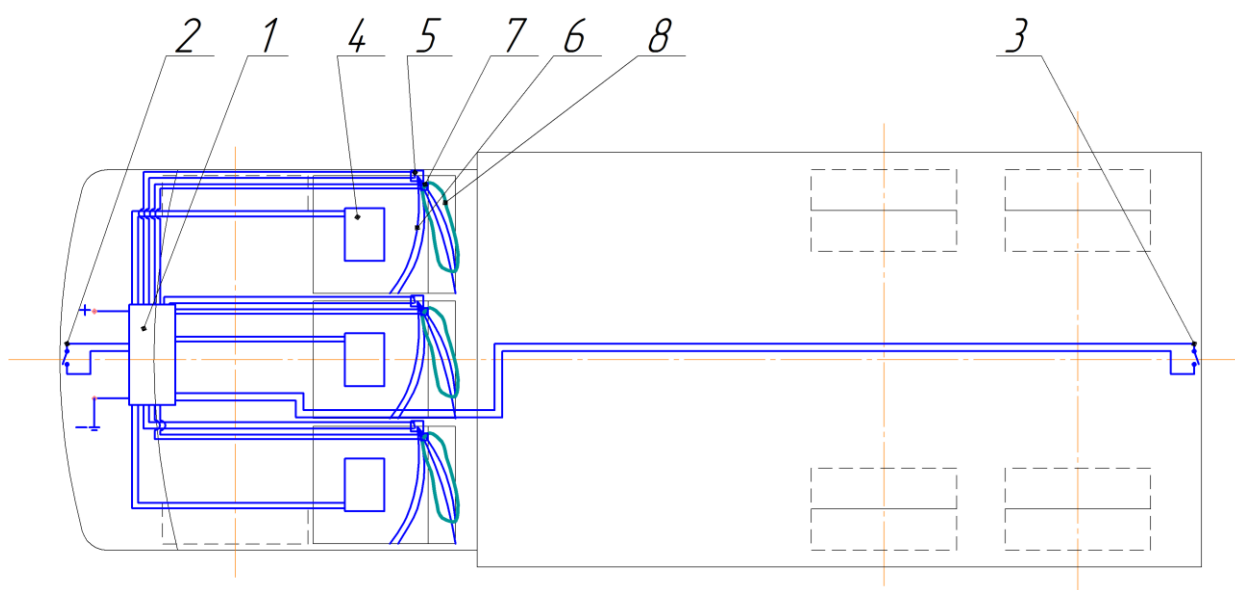
«Поскольку современные манекены не в состоянии показать все преимущества надувного ремня против плоского, важная часть исследовательской работы пришлась на компьютерное моделирование, воспроизводившее деформацию мягких тканей человека при подобном ударе.

В практических тестах мерседесовские испытатели отметили более мягкий край нового ремня (в исходном, ещё не надутом положении) и лёгкость его застёгивания, ни в малейшей степени не уступающую простоте

использования ремня обычного. Кстати, объявление о надувных ремнях последовало всего через несколько месяцев после анонса Мерседесом ещё одного любопытного новшества - активных замков ремней.

Итак, устанавливаем надувные ремни на автомобиль категории N₃. Данных ремней необходимо установить три, так как в автомобиле имеется три сидения (одно водительское и два пассажирских).» [16]

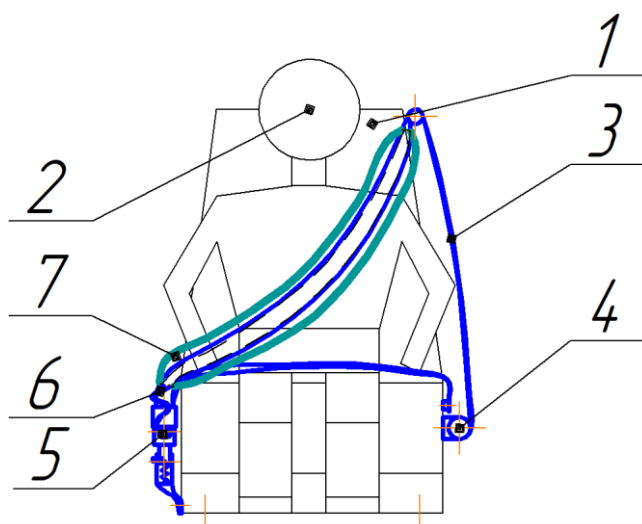
Принципиальная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 10.



1 – блок управления; 2 – датчик лобового удара; 3 – датчик удара сзади; 4 – датчики веса; 5 – датчики замка ремней безопасности; 6 – ремни безопасности; 7 – пиротехнические патроны (газогенераторы); 8 – подушки безопасности (встроены в ремень)

Рисунок 10 – Схема разрабатываемых подушек безопасности

Для более подробного понимания принципа работы разрабатываемых подушек безопасности ниже предоставим структурную схему устройства (рисунок 11).

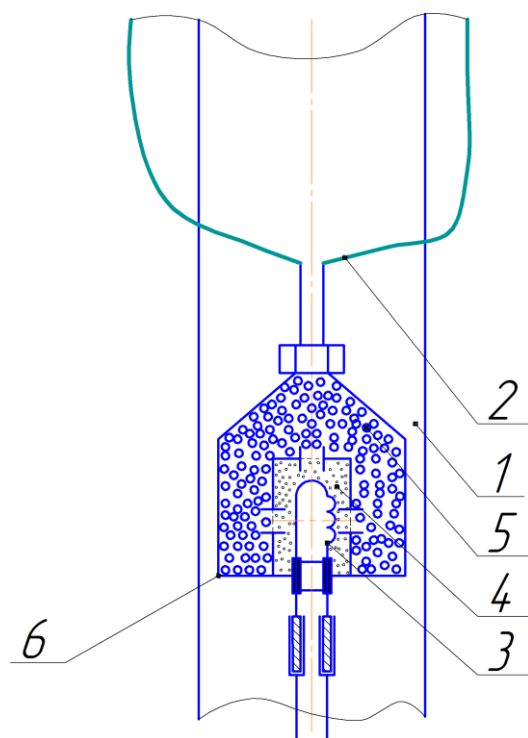


1 – кресло водителя; 2 – манекен человека; 3 – ремень безопасности; 4 – катушка ремня безопасности; 5 – замок ремня безопасности с преднатяжителем; 6 – пиротехнический патрон (газогенератор); 7 – подушка безопасности (встроена в ремень)

Рисунок 11 – Структурная схема устройства

Схема пиропатрона, вызывающего срабатывание подушек, представлена на рисунке 12.

«Подушки изготавливаем из нейлона толщиной 0,45...0,55 мм, который для герметичности покрывали слоем резины или силикона. Объем подушки безопасности составляет 15,0 л. В качестве заряда будем использовать азид натрия (NaN_3), который при сгорании превращается в безвредные для человека азот и углекислый газ. Причём «таблетки» из этого кристаллического вещества получаются весьма компактными и лёгкими. Фиксировать подушку на ремне необходимо при помощи специального клея.» [16]



1 – ремень безопасности; 2 – подушка безопасности; 3 – активатор запала; 4 – запал пороховой; 5 – заряд (азид натрия (NaN₃)); 6 – корпус газогенератора

Рисунок 12 – Схема газогенератора

«Работает конструкция следующим образом: при лобовом или заднем ударе срабатывает передний или задний датчик 2, 3 (рисунок 10), который в свою очередь посылает сигнал на блок управления 1. Далее при благоприятных условиях (имеется пассажир на сидении и ремень безопасности пристёгнут) сигнал поступает на пиротехнический патрон 6 (рисунок 11). В патроне имеется (рисунок 12) активатор запала 3, он нагревается и воспламеняет запал пороховой 4, запал воспламеняется и зажигает заряд азида натрия 5. В данном случае выделяется азот и углекислый газ, которые наполняют подушку безопасности.» [16]

«Накачивание подушки воздухом происходит автоматически, когда сила столкновения равна силе удара автомобиля о кирпичную стену со скоростью 10...15 миль в час (16...24 км/ч). Происходит смещение массы,

что замыкает электрический контакт, и это дает сигнал датчикам, что произошла авария. Датчики получают сигнал от акселерометра (измеритель скорости), встроенного в микрочип. Подушка наполняется за 0,25 с. Для данной подушки необходимый объем составляет 15 литров. Для заполнения его газа необходимо 40 граммов азид натрия (NaN_3). Для сравнения: для раскрытия 80 литровой подушки водителя необходимо 240 граммов, для раскрытия подушки безопасности пассажира объемом 130 литров необходимо 400 граммов.

Ещё один неоспоримый плюс нашей конструкции: громкий хлопок, раздающийся в момент раскрытия подушек безопасности, может стать причиной долговременной потери слуха для 17% водителей и пассажиров, находящихся во время аварии в салоне автомобиля. В нашем же случае хлопок этот значительно меньше, да и внутрисалонное давление из-за небольшого объёма разрабатываем подушки поднимается не значительно.

Давление, создаваемое газогенератором в момент удара, может достигать до 4,0 бар. Что соответствует 4-м атмосферам, $4,0 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,40 \text{ МПа}$. Все последующие прочностные расчёты будем вести с запасом.» [18]

3.3 Конструкторские расчёты элементов системы безопасности

Расчётную схему штуцера можно представить в виде рисунка 13.

«Основным критерием работоспособности резьбовых соединений является прочность. Все стальные болты, винты, шпильки изготавливают равнопрочными на разрыв стержня по резьбе, на срез резьбы и на отрыв головки, поэтому расчёт на прочность резьбового соединения обычно производят только по одному основному критерию работоспособности – прочности нарезной части стержня» [11].

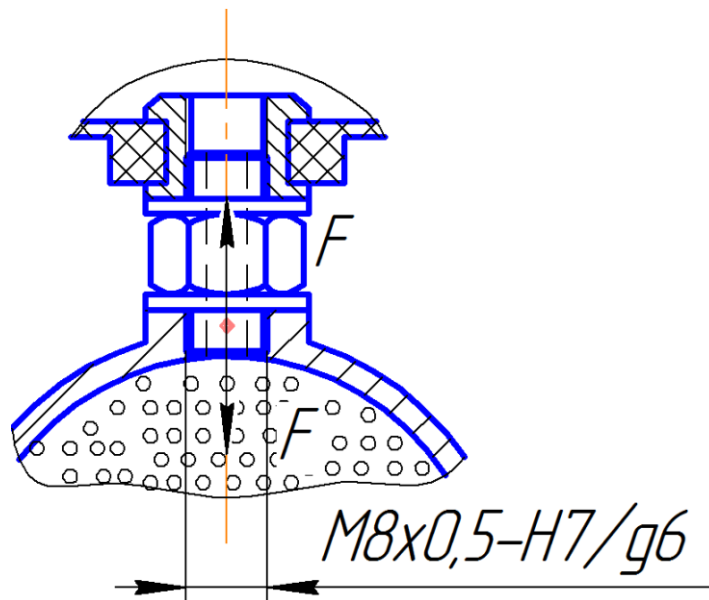


Рисунок 13 – Расчётная схема резьбового соединения

Усилие затяжки резьбового соединения равно:

$$F_{зат} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (18)$$

«где $F_{зат}$ – сила затяжки соединения, Н;

F – сдвигающая сила, у стали 40 при резьбе M8x0,5,

$F = 8,50$ МПа [12];

i – число стыков, $i = 1$ » [11], [17]

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 8,5}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н.}$$

Определяем прочность штуцера:

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (19)$$

где d_1 – внутренний диаметр, мм.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (20)$$

«где σ_T – класс прочности, $\sigma_T = 900,0$ МПа [19];

S – запас прочности, $S = 1,5 \dots 2,5$, принимаем $S = 2,5$ » [19];

$$[\sigma] = \frac{900}{2,5} = 360,0 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ.}} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 7,0^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа.}$$

Прочность соединения в допустимых пределах.

Расчётную схему резьбового соединения отводящего штуцера и втулки подушки безопасности можно представить в виде рисунка 14.

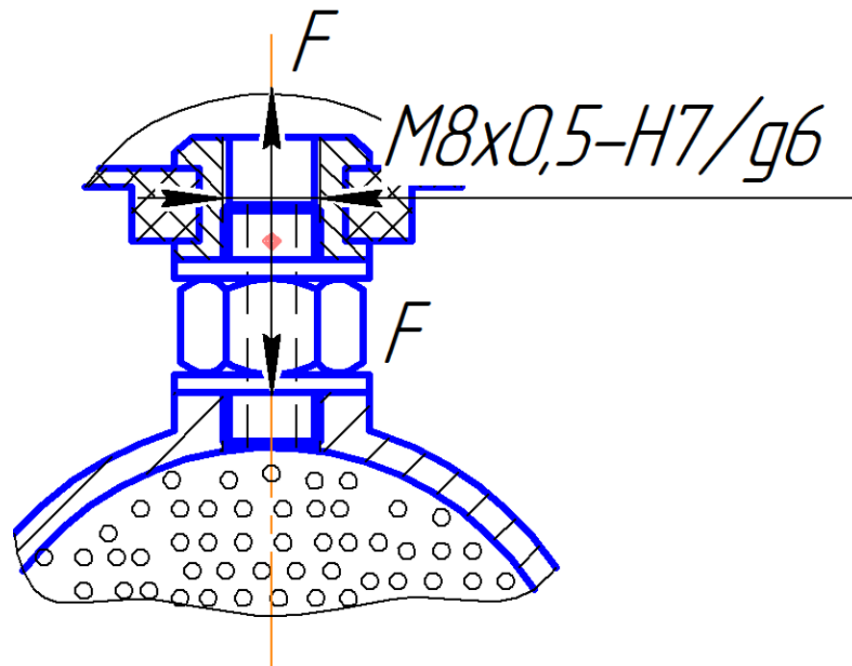


Рисунок 14 – Расчётная схема резьбового соединения

Усилие затяжки резьбового соединения:

$$F_{зат} = \frac{K_{CL} \cdot F}{f \cdot i}, \quad (21)$$

«Где $F_{зат}$ – сила затяжки соединения, Н;

F – сдвигающая сила, у стали 40 при резьбе М8х0,5,

$F = 8,50$ МПа;

i – число стыков, $i = 1$.» [12]

$$F_{зат} = \frac{2 \cdot 8,5}{0,20 \cdot 1} = 85,0 \text{ Н.}$$

Определяем прочность штуцера:

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{\pi \cdot d_1^2 / 4} \leq [\sigma], \quad (22)$$

где d_1 – внутренний диаметр, мм.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (23)$$

«Где σ_T – класс прочности, $\sigma_T = 900,0$ МПа [19];

S – запас прочности, $S = 1,5 \dots 2,5$, принимаем $S = 2,5$ » [19];

$$[\sigma] = \frac{900}{2,5} = 360,0 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{ЭКВ.} = \frac{1,3 \cdot 85,0}{3,14 \cdot 7,0^2 / 4} = 2,87 \text{ МПа} \leq [360,0] \text{ МПа.}$$

Прочность соединения в допустимых пределах.

«Для расчета воздухопровода определяем внутренний диаметр подводящих труб для подачи сжатого воздуха:» [15]

$$d_{BH} = 1,13 \cdot \sqrt{Q_{C.HOM} / V_{ж}}, \quad (24)$$

«Где $Q_{C.HOM}$ - номинальная подача воздуха, м²/сек;

$V_{ж}$ – скорость потока воздуха, м/сек, $V_{ж} = 500$ м/сек.» [15]

Внутренний диаметр воздухопровода:

$$d_{BH} = 1,13 \cdot \sqrt{1,4 / 500} = 0,006 \text{ м.}$$

«Округляем внутренний диаметр трубопровода до ближайшего значения из ряда условных проходов. Принимаем: $d_{BH} = 6,0$ мм.

Для нагнетательного воздухопровода рекомендуем бесшовный материал из латуни.» [15], [24]

Определяем максимальное рабочее давление:

$$P_{max} = (1,1 \dots 1,15) \cdot P_{ном}. \quad (25)$$

Максимальное рабочее давление:

$$P_{max} = (1,1 \dots 1,15) \cdot 14 = 15,40 \dots 16,10 \text{ МПа.}$$

Принимаем $P_{max} = 16,0$ МПа.

Определяем толщину стенки воздухопровода:

$$\delta_T = P_{max} \cdot d_{BH} / (2 \cdot [\delta]_p), \quad (26)$$

где $[\delta]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, МПа.

«Принимаем $[\delta]_p = 140$ МПа» [13].

Толщина стенки воздухопровода:

$$\delta_T = 16 \cdot 0,006 / (2 \cdot 140) = 0,00034 \text{ м.}$$

Полученное значение округляем до ближайшего целого из ряда размеров. Принимаем $\delta_T = 4,0 \text{ мм}$.

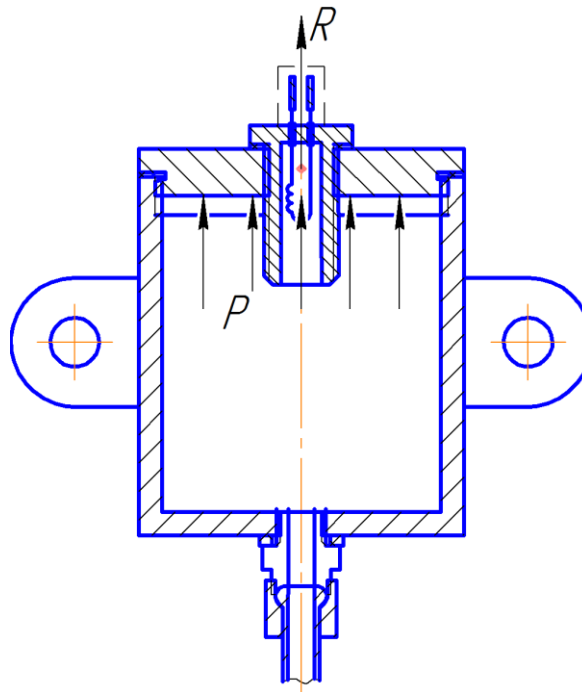
Определяем наружный диаметр:

$$d_H = d_{BH} + 2 \cdot \delta_T. \quad (27)$$

Наружный диаметр равен:

$$d_H = 6 + 2 \cdot 4 = 14,0 \text{ мм.}$$

В пиропатроне давление может достигать до 1,0 МПа. Данное давление воспринимается крышкой (рисунок 15).



P – давление в пиропатроне; R – результирующая сила, действующая на крышку

Рисунок 15 – Схема действия сил на крышку пиропатрона

Результирующую силу можно найти по выражению:

$$R = P \cdot F_{кр.}, \quad (28)$$

«где P – давление, действующее в пиропатроне, $P = 1,0$ МПа;

$F_{кр.}$ - площадь крышки пиропатрона, m^2 .» [12], [24]

Площадь крышки пиропатрона находим из выражения:

$$F_{кр.} = \pi \cdot R^2, \quad (29)$$

где R – радиус крышки пиропатрона, $R = 0,026$ м.

$$F_{кр.} = 3,14 \cdot 0,026^2 = 0,002123 \text{ м}^2.$$

Тогда:

$$R = 1,0 \cdot 10^6 \cdot 0,002123 = 2123,0 \text{ Н.}$$

«Крышка имеет резьбу М52х0,5.

При статической нагрузке прочность резьбового соединения можно оценить по формуле:» [12], [24]

$$\sigma = \frac{4 \cdot R}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma], \quad (30)$$

«где σ - напряжение, возникающее при приложении нагрузки, МПа;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение для стали 40Х крышки, МПа;

d_1 - внутренний диаметр резьбы, $d_1 = 51,0$ мм = 0,051 м.

Допустимое напряжение на растяжение определяют по формуле» [12]

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (31)$$

«Где σ_T - предел текучести, $\sigma_T = 900,0$ МПа [12];

S – коэффициент запаса прочности, S = 1,5...2,5» [12]

$$[\sigma] = \frac{900,0}{2,0} = 450,0 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 2123,0}{3,14 \cdot 0,051^2} = 5,16 \text{ МПа.}$$

$[\sigma] = 450,0 \text{ МПа} > \sigma = 5,16 \text{ МПа}$ – условие выполняется.

В ходе проектирования подушек безопасности для автомобиля КамАЗ были применены передовые технологии и инженерные решения, способствующие повышению эффективности системы пассивной безопасности (passive safety).

Разработка включала в себя внедрение инновационных материалов и компонентов, что позволило создать современные и надежные подушки безопасности, встраиваемые в ремень безопасности соответствующие современным стандартам безопасности. д: Процесс разработки подушек безопасности для автомобиля КамАЗ предполагал комплексный подход к анализу, проектированию и испытаниям, что обеспечило высокий уровень качества и надежности готовой системы. В ходе проекта особое внимание уделялось соответствию разрабатываемых подушек безопасности автомобиля КамАЗ международным и национальным стандартам безопасности, что гарантирует их правильное функционирование в различных ситуациях. Разработанные подушки безопасности для автомобиля КамАЗ способствуют существенному повышению уровня пассивной безопасности и защите жизни и здоровья водителей и пассажиров при дорожно-транспортных происшествиях.

4 Разработка технологического процесса монтажа подушек безопасности

Разработанная конструкция подушек безопасности предполагает установку их на ремни безопасности. Установка подушек безопасности будет производиться на три ремня – водительский и два пассажирских. В рамках раздела необходимо произвести разработку технологической карты и технологической схемы сборки подушек безопасности.

«Операционно-технологическая карта отражает последовательность операций технического обслуживания или отдельных видов работ по этим воздействиям по агрегату, системе автомобиля.

Постовая технологическая карта отражает последовательность операций технического обслуживания по агрегатам, системам, которые выполняются на одном из постов технического обслуживания.

В соответствии с требованиями операционно-технологическая и постовая технологическая карты выполняются по форме 1,1а, 2 и 2а МУ-200 РСФСР-12-0139-81, таблица 7.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения технического обслуживания.

Технологические карты составляются на:

- определенный вид работ технического обслуживания;
- специализированный пост зоны технического обслуживания (постовая карта);
- специализированное переходящее звено рабочих при методе универсальных постов;
- операцию технического обслуживания;
- операции, выполняемые одним или несколькими рабочими (карта на рабочее место).» [14], [25]

Таблица 7 – Технологическая карта монтажа подушек безопасности

№ пер	Наименование операции / перехода	Содержание операций, переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, чел-мин
1. Монтаж датчиков на автомобиль				
005	Установка модуля управления	1. Установить модуль управления 2. Закрепить модуль гайками 3. Протянуть провода к датчикам	Ключи 13...14 Ключи 12...14	4,45
010	Установить датчик лобового удара	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 13...14 Ключи 12...14	3,20
015	Установить датчик удара сзади	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 13...14 Ключи 12...14	3,20
020	Установить в сидение водителя датчик веса	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14 Клей 88НП	2,20
021	Установить в сидение пассажира 1 датчик веса	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14 Клей 88НП	2,20
022	Установить в сидение пассажира 2 датчик веса	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14 Клей 88НП	2,20
025	Установить датчик на замок ремня безопасности водителя	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14	2,20
026	Установить датчик на замок ремня безопасности пассажира 1	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14	2,20
027	Установить датчик на замок ремня безопасности пассажира 2	1. Установить датчик на подготовленное место 2. Закрепить датчик винтами 3. Подключить датчик к проводу	Ключи 12...14	2,20

Продолжение таблицы 7

2. Монтаж подушек безопасности				
030	Установить газогенератор на ремень водителя	1. Установить газогенератор на ремень 2. Закрепить газогенератор винтами 3. Подключить газогенератор к проводу активации	Ключи 10...12 Клей 88НП	3,1
031	Установить газогенератор на ремень пассажира 1	1. Установить газогенератор на ремень 2. Закрепить газогенератор винтами 3. Подключить газогенератор к проводу активации	Ключи 10...12 Клей 88НП	3,1
032	Установить газогенератор на ремень пассажира 2	1. Установить газогенератор на ремень 2. Закрепить газогенератор винтами 3. Подключить газогенератор к проводу активации	Ключи 10...12 Клей 88НП	3,1
035	Установить штуцер на газогенератор ремня водителя	1. Установить медную прокладку 2. Ввернуть штуцер	Ключи 13...14	0,25
036	Установить штуцер на газогенератор ремня пассажира 1	1. Установить медную прокладку 2. Ввернуть штуцер	Ключи 13...14	0,25
037	Установить штуцер на газогенератор ремня пассажира 2	1. Установить медную прокладку 2. Ввернуть штуцер	Ключи 13...14	0,25
040	Установить подушку на ремень водителя	1. Установить емкость подушку на втулку 2. Приклеить поверхность ёмкости подушки к ремню безопасности	Клей 88НП	0,52
041	Установить подушку на ремень пассажира 1	1. Установить емкость подушку на втулку 2. Приклеить поверхность ёмкости подушки к ремню безопасности	Клей 88НП	
042	Установить подушку на ремень пассажира 2	1. Установить емкость подушку на втулку 2. Приклеить поверхность ёмкости подушки к ремню безопасности	Клей 88НП	

В процессе разработки технологии сборки подушек безопасности КамАЗ были учтены основные этапы и последовательность операций для эффективной и качественной сборки. Были оптимизированы методы и инструменты с учетом особенностей конструкции и требований к надежности тормозной системы.

Разработанная технология направлена на обеспечение высокой точности сборки деталей подушек безопасности, обеспечивающих пассивную безопасность транспортного средства для исключения возможных дефектов и системы на протяжении всего срока эксплуатации. Были разработаны рекомендации по контролю качества на различных этапах сборки для предотвращения возможных ошибок и повышения надежности работы тормозов.

Технология сборки подушек безопасности КамАЗ разработана с учетом экономических аспектов, направленных на оптимизацию времени и затрат на процесс сборки. Были предложены рекомендации по рационализации рабочих операций и использованию ресурсов с целью повышения эффективности и экономичности процесса сборки. В целом, разработанная технология сборки подушек безопасности КамАЗ представляет собой важный этап в создании качественной и надежной системы пассивной безопасности, обеспечивая безопасность и комфорт в эксплуатации автомобиля.

5 Безопасность и экологичность участка механической сборки

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта

В рамках выполнения дипломного проекта рассматривается технологический процесс сборки узлов и агрегатов транспортного средства, а также операции связанные с заготовительными и сборочно-сварочными работами по раме транспортного средства. Для осуществления данного технологического процесса, для его безопасной организации при производстве необходимо рассмотреть комплекс факторов, оказывающих влияние на рабочих, занятых при осуществлении комплексного технологического процесса сборки. Рассмотрим основные моменты, связанные с особенностями проведения технологического процесса, а также характеристики участка, на котором осуществляется технологическая операция.

Рама изделия, проектируемого в рамках дипломного проекта, представляет собой, изготовленную из стального проката различного сортамента. Материал труб – сталь 20 и сталь 20кп.

«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.» [19]

Общие технические характеристики участка приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Общие технические характеристики сборочного участка

Наименование технической характеристики участка	Значение характеристики
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.3
Степень огнестойкости	I
Класс конструктивной пожарной опасности	С0
Степень долговечности здания	II
Уровень ответственности здания	II
Электроснабжение участка	трехфазная, 380В
Выделенная мощность, кВА	25

Основные технологические операции, осуществляемые на сборочном участке, осуществляются в рамках технологического процесса. Основными этапами процесса сборки будут являться:

- заготовительные операции;
- операции черновой механической обработки;
- операции чистовой механической обработки;
- сварочные операции;
- сборочные операции из корпусных изделий и сборочных единиц;
- окрашивание или нанесение защитных покрытий.

В таблице 9 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 9 – Осуществляемые на участке технологические процессы и операции

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции и, вида выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование устройство, приспособление	Материал, вещества
Заготовительная операция	Резка профильной трубы	Слесарь 5-го разряда	Торцевая абразивная пила PRN-320	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Черновая механическая обработка	Подрезка стыков	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Чистовая механическая обработка	Шлифовка	Слесарь 5-го разряда	Угловая шлифовальная машина Bosch PWS 650-115	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20к
Сварочная операция	Сварка труб каркаса	Сварщик	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Сборочная операция	Сборка	Слесарь-сборщик	Стапель сборки	Сталь 3, Сталь 20, Сталь 20кп
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Окраска	Маляр	Краскопульт безвоздушного распыления Graco	Эмаль ЭЦ

Таким образом, определен перечень технологических операций, осуществляемых на участке. Далее следует определить перечень опасных и вредных факторов, воздействующих на работников, исходя из означенного перечня технологических операций.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Процесс механической обработки заготовок, изготовления узловых конструкций и окончательная сборка сопряжены с различными профессиональными рисками для работников. Рассмотрим основные угрозы, с которыми сталкиваются сотрудники на участке механической сборки, и выявим способы их предотвращения для обеспечения безопасности и здоровья персонала на производстве. Идентификация профессиональных рисков приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Идентификация профессиональных рисков

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Заготовительные работы и механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Карборундовая пыль	Материал шлифовальных камней и дисков
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
	Вибрации	Угловая шлифовальная машина

Продолжение таблицы 10

Сварка	Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Сварочный аппарат
	Искры, брызги расплавленного металла	Материал детали
	Электромагнитные поля	Сварочный аппарат
	Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества	Материал детали
	Шум	Сварочный аппарат
	Ультразвук	Сварочный аппарат
	Статическая нагрузка	Сварочный аппарат
Чистовая механическая обработка	Повышенный уровень шума,	Угловая шлифовальная машина
	Металлическая и абразивная пыль	Материал детали и шлифовального диска
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Угловая шлифовальная машина
	Шум	Угловая шлифовальная машина
	Ультразвук	Угловая шлифовальная машина
Нанесение защитного слоя на металлическую раму	Испарение токсичных веществ	Эмаль ЭЦ
	Статическая нагрузка	Краскопульт безвоздушного распыления Graco

Выявленные профессиональные риски позволят разработать методы для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В современных условиях охраны труда и производственной безопасности важно не только осознавать возможные профессиональные риски на рабочем месте, но и активно принимать меры по их снижению и

предотвращению. Рассмотрим разнообразные методы и средства, которые могут быть использованы для сокращения возможных опасностей на участке механической сборки. Будут определены как технические аспекты, включающие внедрение безопасного оборудования и технологий, так и организационные меры, такие как обучение персонала, разработка процедур безопасной работы и поощрение соблюдения правил безопасности. Определим средства персональной защиты, необходимость профилактических медицинских осмотров и других методов, направленных на создание безопасной и здоровой рабочей среды для сотрудников участка механической сборки.

«Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда». Методы, приведённые в таблице 11, соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора.» [19]

Таблица 11 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Использования специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использования специальной одежды. Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания.	Спецовка, защитные очки, защитные перчатки, специальные ботинки.

Продолжение таблицы 11

Электромагнитные поля	Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;	Очки и спецодежда, выполненная их металлизированной ткани.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Мелкодисперсная пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов, наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение длительного воздействия. Обеспечение технических перерывов в работе	Противошумы. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надеты совместно.

Обозначенные методы снижения профессиональных рисков позволяют значительно снизить воздействие на работающих и повысить общий уровень безопасности на производстве.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В обеспечении пожарной безопасности технического объекта заключается один из важнейших аспектов обеспечения надежной и безопасной работы предприятия. Пожарная безопасность является неотъемлемой частью общей системы безопасности и требует комплексного

подхода и постоянного контроля. Понимание и строгое соблюдение мер по обеспечению пожарной безопасности являются ключевым элементом для защиты жизни и имущества на техническом объекте.

«В таблице 12 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19]

Таблица 12 – Идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара

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

«В таблице 13 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [19]

Таблица 13 – Средства пожаротушения и противопожарное оборудование

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

«В соответствии с видами выполняемых изготовительных,

обрабатывающих и сборочных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 14 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.» [19]

Таблица 14 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

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

Обеспечение пожарной безопасности на техническом объекте является фундаментальным аспектом правильной эксплуатации и защиты от чрезвычайных ситуаций. Ключевыми мерами являются обучение персонала безопасным методам действий в случае пожара, регулярные проверки систем пожарной сигнализации и тушения, а также строгое соблюдение норм и требований пожарной безопасности. Важно помнить о необходимости планирования и проведения учений по эвакуации персонала для минимизации потенциальных угроз. Обеспечение пожарной безопасности на техническом объекте требует постоянного внимания, проактивного подхода и готовности к действиям в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность участка сборки должна обеспечиваться в рамках общей экологической безопасности всего предприятия. Обеспечение экологической безопасности на техническом объекте является необходимым условием для соблюдения экологических стандартов, минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду и предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций.

«В таблице 15 приведена идентификация негативных экологических факторов, возникающих при создании проектируемого объекта. На основании идентификации разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.» [19]

Таблица 15 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование технического объекта разработки	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Рама сборочного стапеля	Сталь 20. Сварка, шлифовка, окраска.	Испарений из емкостей для хранения химических веществ. Газообразные выделения сварки. Пыль с поверхности, сыпучих строительных материалов	Изменение качества воды, вызванное выбросами нефтепродуктов и тяжелых металлов	Загрязнение. Вторичное засоление и заболачивание. Отчуждение земель производства

Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

На основании изложенного, можно сделать вывод о выполнении задач в рамках выполнения раздела безопасность и экологичности участка.

6 Экономический раздел дипломного проекта

6.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта

Технико-экономическое обоснование является важной частью любого проекта, включая проектирование технического устройства в рамках дипломного проекта. Оно включает в себя анализ технической и экономической целесообразности выполняемого проекта.

Объектом дипломного проектирования является новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Разрабатываемый агрегат представляет собой сложное техническое устройство, предназначенное для установки на транспортное средство с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик, а также функциональности. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Разрабатываемый в рамках дипломного проекта агрегат дает транспортному средству новый функционал, который включает дополнительные режимы работы, расширенные возможности управления транспортным средством, интеграцию с другими системами и устройствами транспортного средства. Последующая разработка узла может иметь потенциал для дальнейшего развития и модернизации, что сделает транспортные средства, оснащенные данным техническим устройством, более конкурентоспособными на рынке. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Техническая целесообразность разработки нового вида конструкции продиктована требованиями, предъявляемым к современным образцам техники. Так, в конструкции узла применены конструкторские решения, которые позволяют снизить вес конструкции, в первую очередь за счет применения более легких материалов и за счет конструкторских решений, позволяющих уменьшить массу детали без снижения ее прочностных характеристик. Также общий вес конструкции удалось уменьшить за счет более рациональной компоновки деталей.

Расширение функционала автомобиля произведено за счет реализации в ходе конструкторской разработки функционала, ранее не применявшегося в данном типе транспортного средства.

6.2 Расчет затрат и экономической эффективности

В рамках раздела экономической эффективности дипломного проектирования требуется произвести расчет себестоимости конструкции узла и расчет отпускной цены проектируемой конструкции. Расчет стоимости изготовления конструкции рассчитывается по формуле:

$$C = M + \Pi_{и} + Z_{осн} + Z_{доп} + СС + И_{цех} + И_{зав} + НР \quad (32)$$

где M – затраты на материалы конструкции, руб.;

$\Pi_{и}$ – затраты на покупные изделия, используемые в конструкции, руб.;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата рабочих, руб.;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата рабочих, руб.;

CC – отчисления на социальное страхование, $CC = 30\%$;

$И_{цех}$ – общецеховые издержки, $И_{цех} = 85\%$;

$И_{зав}$ – общезаводские издержки, $И_{зав} = 110\%$;

$НР$ – накладные расходы, $НР = 7,5\%$

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции, рассчитаны в таблице 16. Расчет материальных затрат производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n \quad (33)$$

где M_n – количество материала, ед;

C_n – цена материала за единицу, руб.;

k_3 – коэффициент затрат на транспортировку и доставку, $k_3 = 0,15$

Таблица 16 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Количество материала	Цена единицы материала	Сумма, руб.
Грунтовка	0,20	150,00	30,00
Краска	0,20	725,00	145,00
Круг сортовой Сталь 45, d = 120		125,00	0,00
Круг сортовой Сталь 45, d = 60	3,50	120,00	420,00
Круг, бронза	0,50	750,50	375,25
Листовой металл, h = 2	5,50	110,00	605,00
Трубный прокат, d = 32	2,00	320,00	640,00
Труба медная	0,75	850,00	637,50
Тросик	2,00	75,00	150,00
Прочие			2 250,00
ИТОГО			5 252,75
Транспортно-заготовительные расходы			787,91
ВСЕГО			6 040,66

Статья, учитывающая затраты на покупные изделия и полуфабрикаты, используемые в изготавливаемой конструкции, рассчитываются по формуле:

$$\Pi_i = \sum_{i=1}^n \Pi_{i_n} \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n \Pi_{i_n} \cdot C_n \quad (34)$$

где Π_{i_n} – количество покупных изделий, ед;

C_n – цена за единицу покупного изделия, руб.;

k_3 – коэффициент затрат на транспортировку и доставку, $k_3 = 0,1$

Для удобства проведения расчетов по затратам на закупку и доставку покупных изделий конструкции, сведем их в таблицу 17.

Таблица 17 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование и вид покупного изделия	Количество покупных изделий	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Болты М6х15	24	6,50	156,00
Винты М10	20	10,00	200,00
Датчик ЭИИ-35 ТУ 38769 - 85	2	3 500,00	7 000,00
Лампа контрольная	4	85,00	340,00
Прочие			2 000,00
ИТОГО			9 696,00
Транспортно-заготовительные расходы			290,88
ВСЕГО			9 986,88

Наряду с затратами на материалы и покупные изделия, при изготовлении новой конструкции предприятие несет издержки также на заработную плату, как основную, так и дополнительную. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{Ti} \cdot k_{чi} \cdot k_{пр}) \quad (35)$$

где T_i – трудоемкость выполнения i -той операции, чел-час;

$Ст_i$ – часовая тарифная ставка рабочего, занятого на выполнении i -той операции, руб.;

$кч_i$ – коэффициент доплат заработной платы до часового фонда работающих, $кч_i = 1,05 \dots 1,15$;

$кпр$ – коэффициент премирования, $кпр = 1,24$.

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, чел-час	Часовая тарифная ставка	Основная зарплата
Гибочная	5	4,00	210,30	900,08
Сварочная	5	1,50	210,30	337,53
Токарная	6	1,50	250,50	402,05
Фрезерная	6	0,50	250,50	134,02
Шлифовальная	6	2,00	250,50	536,07
Слесарная	4	2,50	185,25	495,54
Сборочная	4	0,50	185,25	99,11
Окрасочная	3	0,50	160,45	85,84
Испытательная	5	0,15	210,30	33,75
ИТОГО				3 024,00
Премияльные доплаты				725,76
Основная заработная плата				3 749,76

Наряду с основной заработной платой, рассчитывается размер дополнительной заработной платы. Дополнительная заработная плата – это переменная часть общей заработной платы, которая выплачивается рабочему, например за определенные условия труда и как определенная гарантия от работодателя. Расчет заработной платы производится по формуле:

$$З_{доп} = З_о \cdot k_{доп}, \quad (36)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, $k_{доп} = 0,25$.

$$З_{доп} = 3\,749,76 \cdot 0,25 = 937,44 \text{ руб}$$

Отчисления в фонд социального страхования являются важным компонентом формирования фонда оплаты труда. В отличие от основной и дополнительной заработной платы, эта часть фонда оплаты труда не выплачивается работнику, а оплачивается работодателем в фонд социального страхования напрямую. Расчет величины отчислений в фонд социального страхования рассчитывается по формуле:

$$З_{ФСС} = (З_о + З_{доп}) \cdot 0,3 \quad (37)$$

$$З_{ФСС} = (3\,749,76 + 937,44) \cdot 0,3 = 1\,406,16 \text{ руб}$$

Также предприятие несет издержки, связанные с ремонтом оборудования и его обслуживанием. Соответственно, эта статья затрат должна находить свое отношение в структуре себестоимости. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования определяется как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на содержание и эксплуатацию 104% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$Р_{об} = З_о \cdot 1,04 \quad (38)$$

$$Р_{об} = 3\,749,76 \cdot 1,04 = 3\,899,75 \text{ руб}$$

Общехозяйственные расходы – это расходы по цеху, занятого в производственном процессе. Как правило, это расходы, связанные с

поддержанием работоспособности цеха, транспортировкой и технологическими перемещениями внутри цеха и заработную плату вспомогательного персонала. Расчет общехозяйственных расходов производится как процент от затрат на основную заработную плату. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общехозяйственные расходы 25% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$P_{ох} = Z_о \cdot 0,25 \quad (39)$$

$$P_{ох} = 3\,749,76 \cdot 0,25 = 937,44 \text{ руб}$$

Общепроизводственные расходы – это расходы предприятия, связанные с выпуском продукции и осуществлением хозяйственной и коммерческой деятельности. Как правило, общепроизводственные расходы включают в себя комплекс расходов, связанных с функционированием предприятия, включая затраты на заработную плату инженерно-технического и административно-управленческого персонала. В соответствии с принятой практикой расчетов, принимаем для затрат на общепроизводственные расходы 30% от затрат на основную заработную плату. Расчет производится по формуле:

$$P_{оп} = Z_о \cdot 0,30 \quad (40)$$

$$P_{оп} = 3\,749,76 \cdot 0,30 = 1\,124,93 \text{ руб}$$

Сведение всех статей расходов в общую сумму, даст величину производственной себестоимости продукции. Это затраты предприятия на производство продукции. Добавление к производственной себестоимости внепроизводственных расходов, связанных с продвижением продукции на

рынке, позволит рассчитать величину полной себестоимости. Для простоты и удобства восприятия, все статьи расходов сведем в таблицу 19.

Таблица 19 – Расчет себестоимости конструкции

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	%
Затраты на материалы	6 040,66	20,88%
Затраты на покупные изделия	9 986,88	34,53%
Зарплата основная	3 749,76	12,96%
Зарплата дополнительная	937,44	3,24%
Отчисления на соцстрах	1 406,16	4,86%
Расходы на содержание оборудования	3 899,75	13,48%
Общепроизводственные расходы	937,44	3,24%
Общехозяйственные расходы	1 124,93	3,89%
Производственная себестоимость	28 083,03	97,09%
Внепроизводственные расходы	842,49	2,91%
Полная себестоимость	28 925,52	100,00%

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта.

6.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности

разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями.

Для определения экономического эффекта необходимо рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Предполагается уровень рентабельности на уровне 15%, а НДС 20%. Расчет производится по формуле:

$$Ци = Сп + Сп \cdot 0,15 + Сп \cdot 0,20 \quad (41)$$

$$Ци = 28\,925,52 + 28\,925,52 \cdot 0,15 + 28\,925,52 \cdot 0,20 = 39\,049,45$$

Принимаем отпускную цену $Ци = 40\,000$ руб. Как было отмечено ранее, экономический эффект будет достигнут за счет увеличения цены для конечного потребителя, за счет чего и будет получена прибыль предприятия. Расчет производится по формуле:

$$\mathcal{E} = Ци - Ц \quad (42)$$

где $Ц$ – средняя цена изделия до модернизации, руб

В соответствии с произведенным анализом, выявлена цена на изделие на рынке у разных продавцов. Анализ средней стоимости приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет средней цены изделия

Наименование фирмы	Цена изделия, руб
ООО «КамАЗ Мастер», Тольятти	6 000
ООО «Автозапчасть», Тольятти	6 500
ООО «Автомобиль Сервис», Тольятти	6 350
Средняя цена по компаниям	6 283,33

Исходя из определенной средней цены, выполним расчет экономического эффекта для одного изделия.

$$\mathcal{E} = 40\,000 - 6\,283,33 = 33\,716,67 \text{ руб}$$

Предполагается объём реализации в количестве не менее 1 500 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E} \cdot N$$

где N – объём реализации продукции, ед.

$$\mathcal{E}_г = 33\,716,67 \cdot 1\,500 = 50\,575\,000 \text{ руб}$$

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления

конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость изделия, $C_{п} = 28\,925,52$ руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену $C_{и} = 40\,000$ руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими

эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 1 500 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит, $\text{Эг} = 50\,575\,000$ руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

Заключение

В современном мире безопасность на дорогах остается одним из приоритетных направлений в автомобильной индустрии. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) часто являются причиной тяжелых травм и даже гибели людей, поэтому разработка и совершенствование систем пассивной безопасности, включая подушки безопасности, играют ключевую роль в защите жизни и здоровья водителей и пассажиров.

В ходе выполнения первого раздела дипломного проекта были рассмотрены и проанализированы основные требования к пассивной безопасности в автомобильной промышленности. Эти требования определяют стандарты и нормы, которым должны соответствовать системы пассивной безопасности (passive safety) для обеспечения защиты водителя и пассажиров в случае аварийной ситуации. Были рассмотрены основные элементы пассивной безопасности, включая подушки безопасности, ремни безопасности, кузов автомобиля и другие конструктивные решения, направленные на минимизацию травм при дорожно-транспортных происшествиях.

В процессе разработки были определены и сформулированы основные задачи проекта, включая анализ требований и стандартов безопасности, исследование технических характеристик грузового автомобиля КамАЗ, проектирование системы подушек безопасности, моделирование и симуляция, изготовление и тестирование прототипа, оценка эффективности и анализ результатов.

В ходе работы над проектом подчеркнута важность разработки и внедрения современных систем пассивной безопасности в грузовые автомобили, таких как КамАЗ, для снижения вероятности возникновения серьезных травм и повышения общего уровня безопасности на дорогах. Проект представляет собой важный шаг в области совершенствования пассивной безопасности грузовых автомобилей и имеет перспективы для

дальнейшего развития и внедрения в производство, с целью улучшения безопасности участников дорожного движения и снижения последствий дорожно-транспортных происшествий.

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании автомобиля, поскольку он определяет способность транспортного средства развивать необходимую мощность для обеспечения требуемой производительности. В рамках дипломного проекта он выполняется для подтверждения заявленных тягово-мощностных характеристик автомобиля, взятого для модернизации. Для автомобиля КамАЗ тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автомобиля, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автомобиля, но и его эксплуатационные характеристики, такие как динамика разгона, максимальная скорость, экономичность и поведение на различных участках дороги. Важно учитывать не только тяговые характеристики двигателя, но и передачи, дифференциала и других компонентов трансмиссии, чтобы обеспечить оптимальное соотношение между мощностью и моментом на колесах.

Проведенная расчетная работа играет важную роль в проектировании и оптимизации ходовых качеств автомобиля, что в конечном итоге повлияет на его эффективность, надежность и удовлетворенность пользователей. Регулярное совершенствование методов расчета и анализа проведенных расчетов позволит улучшить качество и конкурентоспособность автомобиля на современном рынке транспортных средств.

Результаты выполнения тягового расчета в виде графиков представлены в Приложении А и на листе графической части дипломного проекта.

Разработка конструкции подушек безопасности производилась в третьем разделе дипломного проекта. В ходе проектирования подушек безопасности для автомобиля КамАЗ были применены передовые технологии и инженерные решения, способствующие повышению эффективности системы пассивной безопасности (passive safety).

Разработка включала в себя внедрение инновационных материалов и компонентов, что позволило создать современные и надежные подушки безопасности, встраиваемые в ремень безопасности соответствующие современным стандартам безопасности. Процесс разработки подушек безопасности для автомобиля КамАЗ предполагал комплексный подход к анализу, проектированию и испытаниям, что обеспечило высокий уровень качества и надежности готовой системы. В ходе проекта особое внимание уделялось соответствию разрабатываемых подушек безопасности автомобиля КамАЗ международным и национальным стандартам безопасности, что гарантирует их правильное функционирование в различных ситуациях. Разработанные подушки безопасности для автомобиля КамАЗ способствуют существенному повышению уровня пассивной безопасности и защите жизни и здоровья водителей и пассажиров при дорожно-транспортных происшествиях.

В процессе разработки технологии сборки подушек безопасности КамАЗ были учтены основные этапы и последовательность операций для эффективной и качественной сборки. Были оптимизированы методы и инструменты с учетом особенностей конструкции и требований к надежности тормозной системы.

Разработанная технология направлена на обеспечение высокой точности сборки деталей подушек безопасности, обеспечивающих пассивную безопасность транспортного средства для исключения возможных дефектов и системы на протяжении всего срока эксплуатации. Были разработаны рекомендации по контролю качества на различных

этапах сборки для предотвращения возможных ошибок и повышения надежности работы тормозов.

Технология сборки подушек безопасности КамАЗ разработана с учетом экономических аспектов, направленных на оптимизацию времени и затрат на процесс сборки. Были предложены рекомендации по рационализации рабочих операций и использованию ресурсов с целью повышения эффективности и экономичности процесса сборки. В целом, разработанная технология сборки подушек безопасности КамАЗ представляет собой важный этап в создании качественной и надежной системы пассивной безопасности, обеспечивая безопасность и комфорт в эксплуатации автомобиля. Обеспечение безопасности и экологичности на предприятии сегодня становится все более неотъемлемой частью успешной деятельности компании. Успешная реализация мероприятий по безопасности и экологичности требует постоянного контроля, обучения персонала, использования современных технологий и систем управления. Важно также формирование экологической культуры среди работников и внедрение принципов ответственного потребления ресурсов.

В разделе определены технологические операции, осуществляемые на сборочном участке. На основании перечня технологических операций, были идентифицированы профессиональные риски и определен перечень воздействующих на работников вредных и опасных производственных факторов. Выявленные профессиональные риски позволили выполнить разработку методов для их минимизации или нейтрализации, а также произвести подбор необходимых средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Определены факторы пожарной опасности, на основании чего разработан комплекс организационно-технических мероприятий по предотвращению пожара. Также выполнена идентификация негативных экологических факторов, что также позволило разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.

На основании изложенного, можно сделать вывод о выполнении задач в рамках выполнения раздела безопасность и экологичности участка.

Результатом выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы явился расчет стоимости изготовления конструкции нового вида и определения величины экономического эффекта.

Объектом дипломного проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. Проектируемый в рамках дипломного проекта узел обладает новыми техническими возможностями, такими как эффективность работы, повышенная производительность, позволяющая уменьшить расход топлива, надежность и долговечность. Таким образом, разработка и внедрение нового агрегата с улучшенными характеристиками имеет потенциал для создания продукта, который будет выделяться на рынке технической новизной и обладать привлекательностью как для пользователей, так и для эксплуатантов транспортных средств.

Расчет полной себестоимости дает возможность выполнить расчет цены изделия и определить экономический эффект от их внедрения. Расчет цены и оценка экономического эффекта будет произведен в соответствующем подразделе экономического раздела дипломного проекта. В результате произведенных расчетов определена себестоимость изделия, $C_{п} = 28\,925,52$ руб. Определение себестоимости позволило рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи изделия, а также налог на добавленную стоимость (НДС). Принимаем отпускную цену $C_{и} = 40\,000$ руб.

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в

получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 1 500 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит, $\Delta \Gamma = 50\,575\,000$ руб.

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения изделия, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела.

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

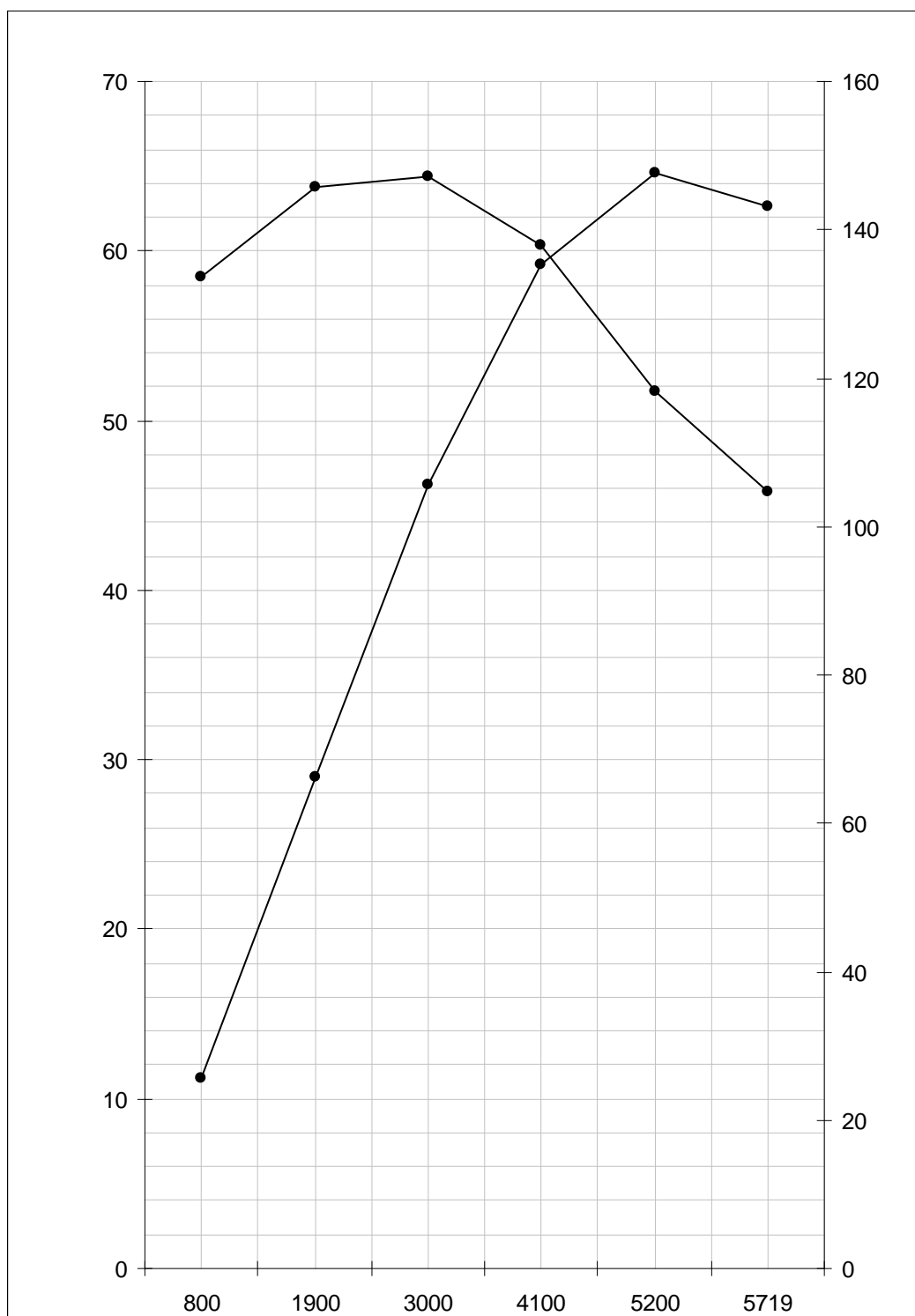


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

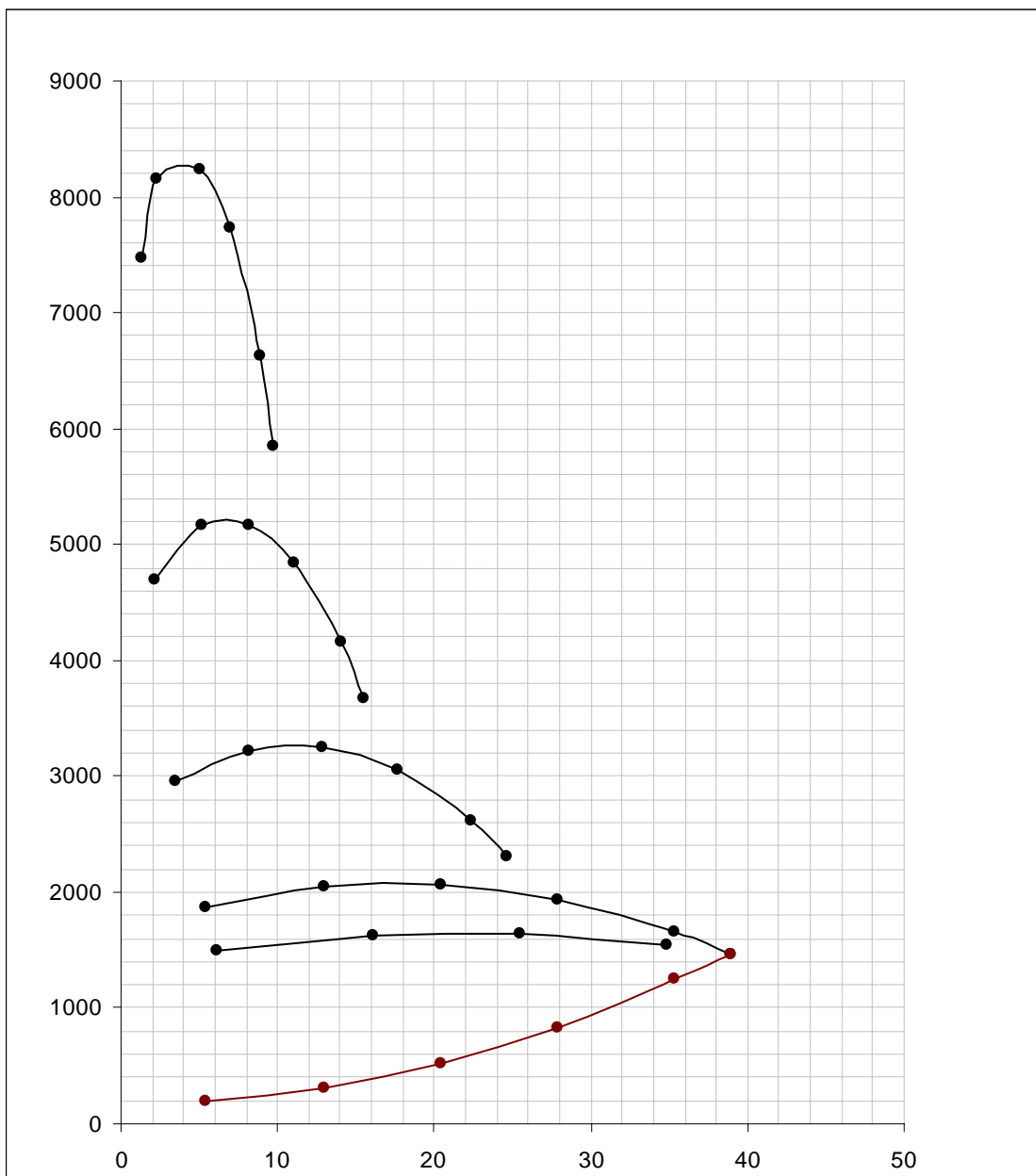


Рисунок А2 – Тяговый баланс автомобиля

Продолжение Приложения А

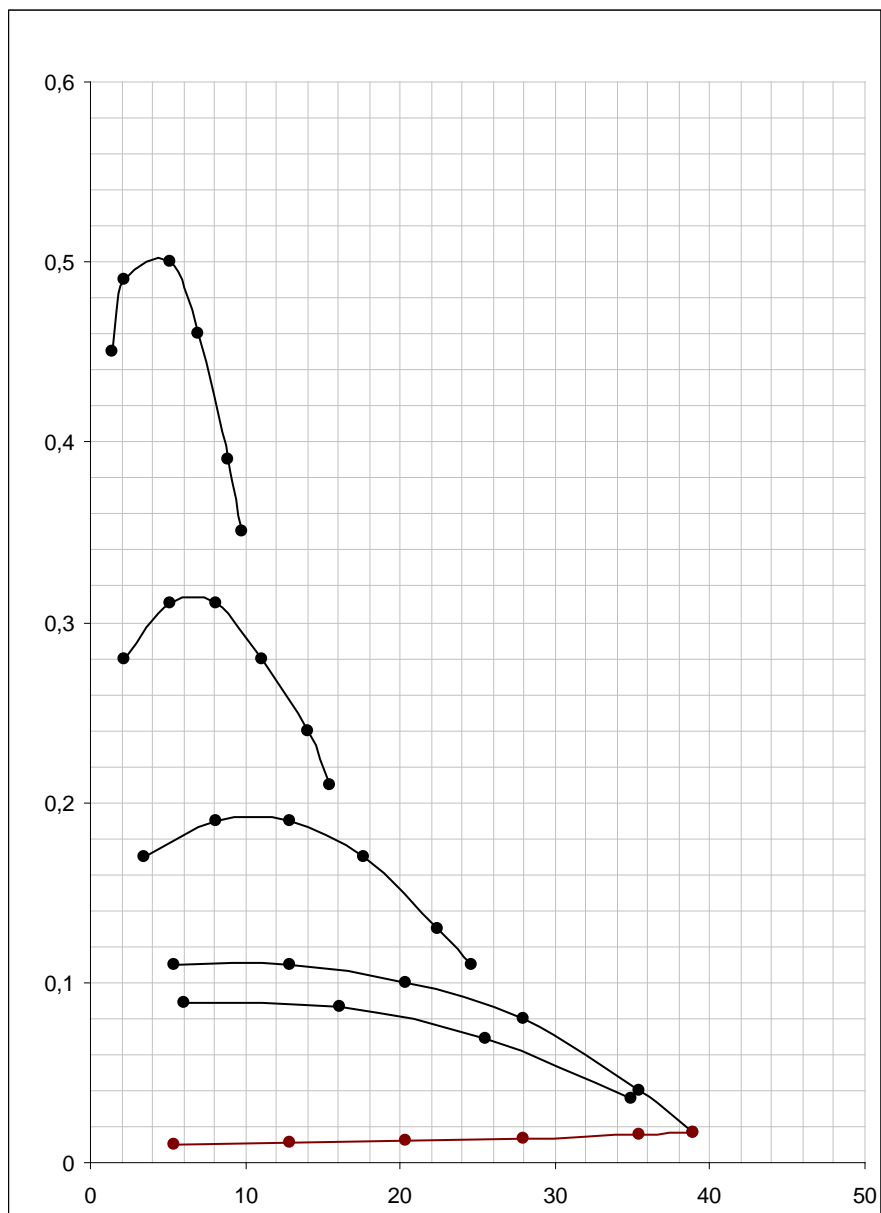


Рисунок А3 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

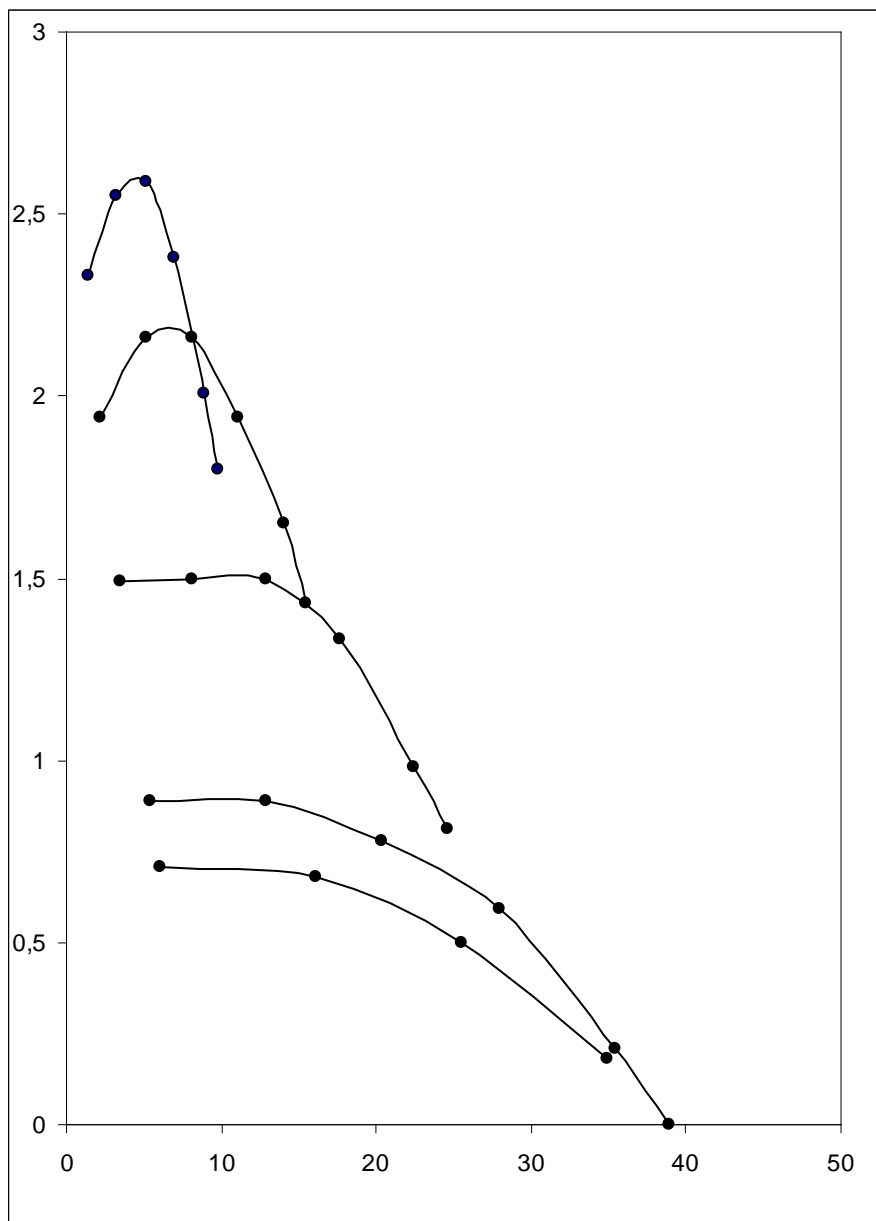


Рисунок А4 – Ускорения автомобиля

Продолжение Приложения А

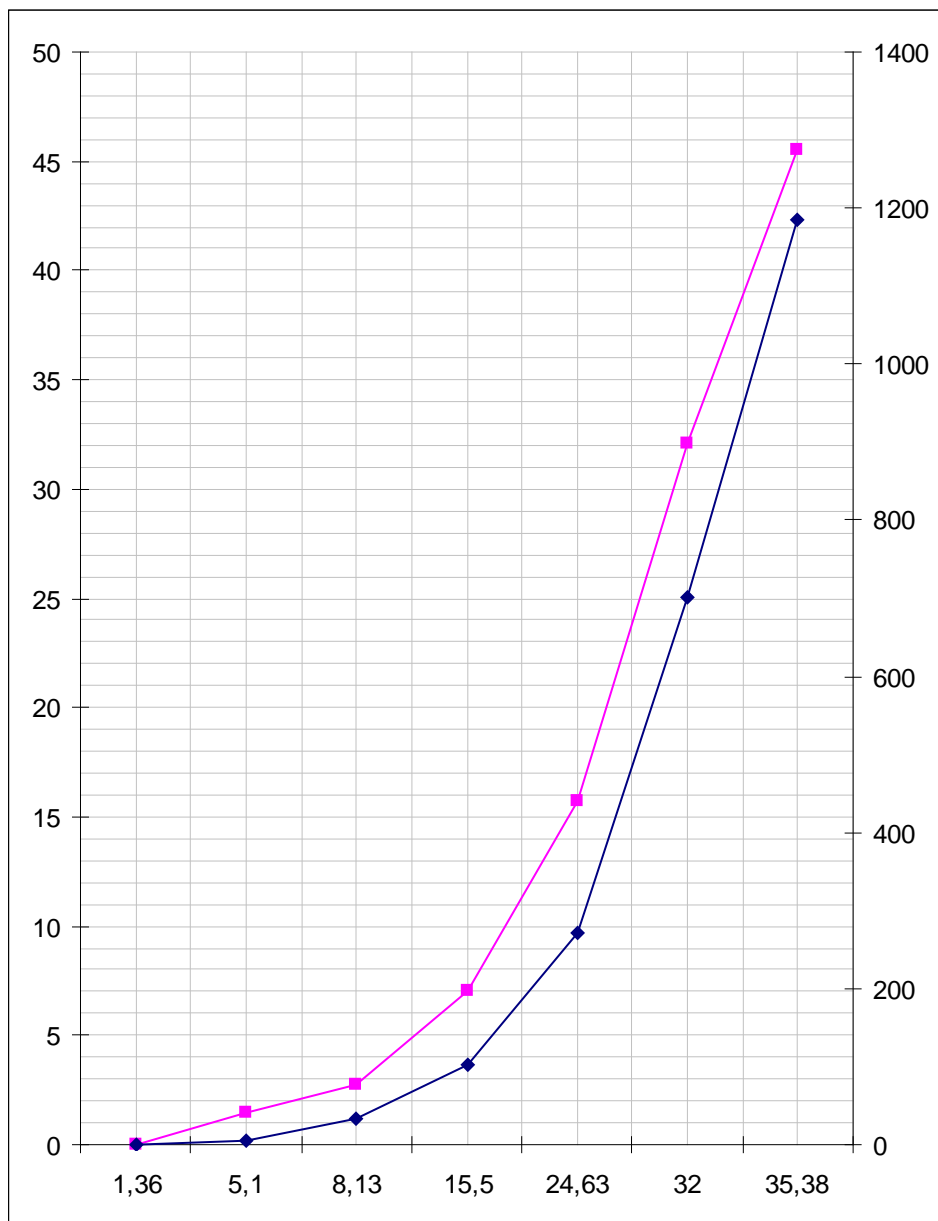


Рисунок А5 – Время и путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

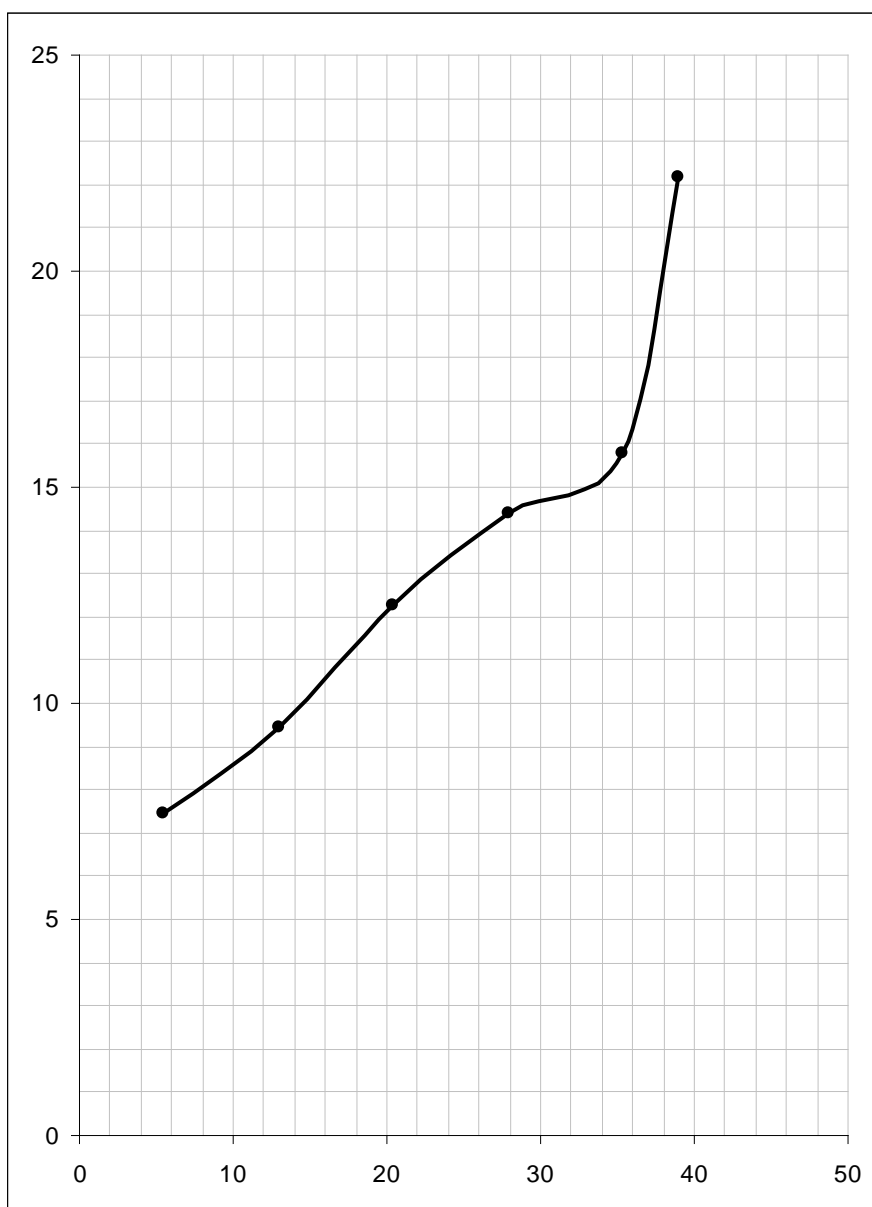


Рисунок А8 – Топливо-экономическая характеристика