

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 дискового тормозного механизма для автомобиля  
УАЗ-2206

Обучающийся

Д.Е. Коршунов

(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 дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206».

Актуальность темы «Разработка дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206» обосновывается несколькими факторами. Во-первых, разработка дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206 имеет прямое отношение к повышению безопасности дорожного движения. Современные дисковые тормоза имеют более высокую эффективность и надежность по сравнению с барабанными тормозами, что способствует снижению риска аварий. Во-вторых, использование дисковых тормозов является частью современных автомобильных технологий. Разработка нового дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206 позволит внедрить инновационные решения и улучшить характеристики тормозной системы. В-третьих, в современном мире стандарты безопасности автомобилей постоянно ужесточаются. Разработка современного дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206 позволит соответствовать последним требованиям автомобильной отрасли.

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 дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206» заключается в разработке и внедрении улучшенной тормозной системы для автомобиля УАЗ, которая позволит повысить эффективность, безопасность, надежность и функциональность данного автомобиля, что сделает его более конкурентоспособным и современным на рынке.

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

- анализ конструкции существующей тормозной системы УАЗ-2206 и выявление ее эксплуатационных недостатков;
- формирование предложений по проведению модернизации тормозной системы УАЗ-2206;
- проведение необходимых конструкторских расчетов;
- разработка необходимых технологических операций сборки разработанных дисковых тормозных механизмов;
- разработка требований по безопасности организации и проведению сборочных работ;
- расчет экономического эффекта от внедрения конструкции в производство;
- формирование заключения по результатам проделанной работы.

Модернизация тормозных механизмов автомобиля УАЗ-2206 позволит в первую очередь повысить эксплуатационную надежность и улучшить тормозную динамику. 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 a disc brake mechanism for the UAZ-2206 car.”

The relevance of the topic “Development of a disc brake mechanism for the UAZ-2206 car” is justified by several factors. Firstly, the development of a disc brake mechanism for the UAZ-2206 car is directly related to improving road safety. Modern disc brakes are more efficient and reliable than drum brakes, helping to reduce the risk of accidents. Secondly, the use of disc brakes is part of modern automotive technology. The development of a new disc brake mechanism for the UAZ-2206 vehicle will make it possible to introduce innovative solutions and improve the characteristics of the braking system. Thirdly, in the modern world, car safety standards are constantly becoming stricter. The development of a modern disc brake mechanism for the UAZ-2206 will allow it to meet the latest requirements of the automotive industry.

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 a disc brake mechanism for the UAZ-2206 car” is to develop and implement an improved braking system for the UAZ car, which will improve the efficiency, safety, reliability and functionality of this car, 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 the existing brake system of the UAZ-2206 and identification of its operational deficiencies;

- formation of proposals for modernization of the brake system of the UAZ-2206;
- carrying out the necessary design calculations;
- development of the necessary technological operations for assembling the developed disc brake mechanisms;
- 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.

Modernization of the brake mechanisms of the UAZ-2206 will, first of all, increase operational reliability and improve braking dynamics. 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 разработки конструкции .....	11
1.1 Факторы эффективности работы тормозных систем автотранспортных средств .....	11
1.2 Методы повышения эффективности тормозных систем транспортных средств .....	16
1.3 Анализ конструкции тормозного механизма, принятого на разработку .....	22
2 Тяговый расчет автомобиля УАЗ-2206 .....	24
2.1 Техническая характеристика автомобиля УАЗ-2206 .....	24
2.2 Расчет массо-габаритных параметров транспортного средства .....	25
2.3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя .....	27
2.4 Определение передаточного числа главной передачи и коробки передач .....	29
2.5 Тяговый баланс автомобиля .....	32
2.6 Время и путь разгона автомобиля .....	36
2.7 Мощностной баланс автомобиля .....	39
2.8 Топливо-экономическая характеристика транспортного средства	41
3 Конструкторская часть .....	43
3.1 Обоснование выбора тормозного механизма .....	43
3.2 Разработка кинематической схемы тормозной системы рассматриваемого автомобиля .....	46
3.3 Расчёт тормозного момента дискового тормоза .....	48
3.4 Расчёт деталей тормозного механизма .....	49
3.5 Расчёт гидравлического привода .....	51
4 Технологический раздел дипломного проекта .....	55
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 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта .....	69
6.2 Расчет затрат и экономической эффективности .....	70
6.3 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции ...	77
Заключение .....	81
Список используемой литературы и используемых источников .....	87

## Введение

Темой дипломного проекта работы является «Разработка дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206».

В современном мире автомобили становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, обеспечивая мобильность и комфорт в перемещениях. Однако одним из наиболее критических аспектов безопасности любого транспортного средства является его тормозная система. В данном контексте особую важность представляет разработка эффективной и надежной тормозной системы для автомобилей, способной обеспечить высокий уровень безопасности и комфорта вождения.

«На современном этапе автомобилестроение является одной из важнейших отраслей в промышленности как развитых, так и развивающихся стран. Состояние рынка легковых автомобилей является одним из самых ярких индикаторов уровня экономического развития государства, инновационного потенциала экономики, а также состояние его потребительского сегмента. Автомобиль представляет собой высокотехнологичный и инновационный продукт, аккумулирующий новейшие достижения науки и техники и стимулирующий их развитие через целевые научно-технические исследования.» [1]

Целью данного дипломного проекта является разработка дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206. Автомобили УАЗ-2206 широко используются в различных сферах, и повышение эффективности и надежности их тормозной системы имеет огромное значение для обеспечения безопасности как пассажиров, так и окружающих на дороге. Отдельно стоит отметить, что данный автомобиль является одним из наиболее длительно производимых автомобилей. Конструкция транспортного средства неоднократно подвергалась различным модернизациям, с целью соответствия современным требованиям безопасности и экологичности, но при эксплуатации неизбежно отмечают «слабость» тормозных механизмов, низкую



информативность и склонность к сносу задней оси при малой загрузке транспортного средства. Все это приводит к необходимости внесения изменений в конструкцию тормозной системы автомобиля, учитывая его высокую востребованность и отсутствие планов у завода-производителя на сворачивание производства данной модели.

Этот проект не только направлен на разработку новой тормозной системы, но и на внедрение инновационных технологий и решений для улучшения характеристик тормозного механизма автомобиля УАЗ-2206. Результаты этой работы могут не только повысить безопасность и комфорт вождения данного автомобиля, но и иметь потенциал для дальнейшего развития в области автомобильной безопасности и технологий. Современные технологии и инновации в области разработки тормозных систем позволяют значительно улучшить тормозные характеристики автомобиля, такие как эффективность торможения, долговечность и устойчивость к перегреву.

Качественный дисковый тормозной механизм способствует повышению комфортности вождения и обеспечивает лучшую управляемость автомобиля, что особенно важно при эксплуатации в различных условиях дорожного покрытия. Разработка нового тормозного механизма для УАЗ-2206 позволит интегрировать современные технологии, такие как антиблокировочную систему (ABS) или систему курсовой устойчивости (ESP), что сделает автомобиль более безопасным и современным. Улучшение тормозной системы УАЗ-2206 приведет к повышению конкурентоспособности автомобиля на рынке, что может привлечь больше потенциальных покупателей и улучшить репутацию производителя.

В рамках дипломной работы будет разработан дисковый тормозной механизм для задней оси автомобиля УАЗ, который позволит значительно нивелировать те недостатки, которые сохраняются в тормозных механизмах, доставшихся модели от момента первых серий. Главным образом, внедрение тормозов подобной конструкции позволит значительно нивелировать разность тормозных усилий между колесами передней и задней осей. Это, в свою очередь,

значительно снизит склонность автомобиля к сносу задней оси при торможении, что особенно явно проявляется на слабо нагруженном автомобиле. Кроме этого, дисковый тормозной механизм значительно улучшит тормозную динамику транспортного средства, что также благоприятно скажется на общей безопасности транспортного средства. В целом, предлагаемая в рамках дипломного проекта разработка будет способствовать улучшению эксплуатационных характеристик автомобиля, являющегося старой, по меркам автомобилестроения, разработкой, но производимой до сих пор и востребованной на рынке автотранспортных средств.

В целом, разработка дискового тормозного механизма для УАЗ-2206 не только повысит безопасность и комфортность вождения этого автомобиля, но и отразится на индустрии в целом благодаря внедрению новых технологий и подходов в разработке тормозных систем. Работа над разработкой дискового тормозного механизма для автомобиля УАЗ-2206 представляет собой важный шаг в области совершенствования автомобильной безопасности и технического прогресса.

# **1 Теоретические исследования разработки конструкции**

## **1.1 Факторы эффективности работы тормозных систем автотранспортных средств**

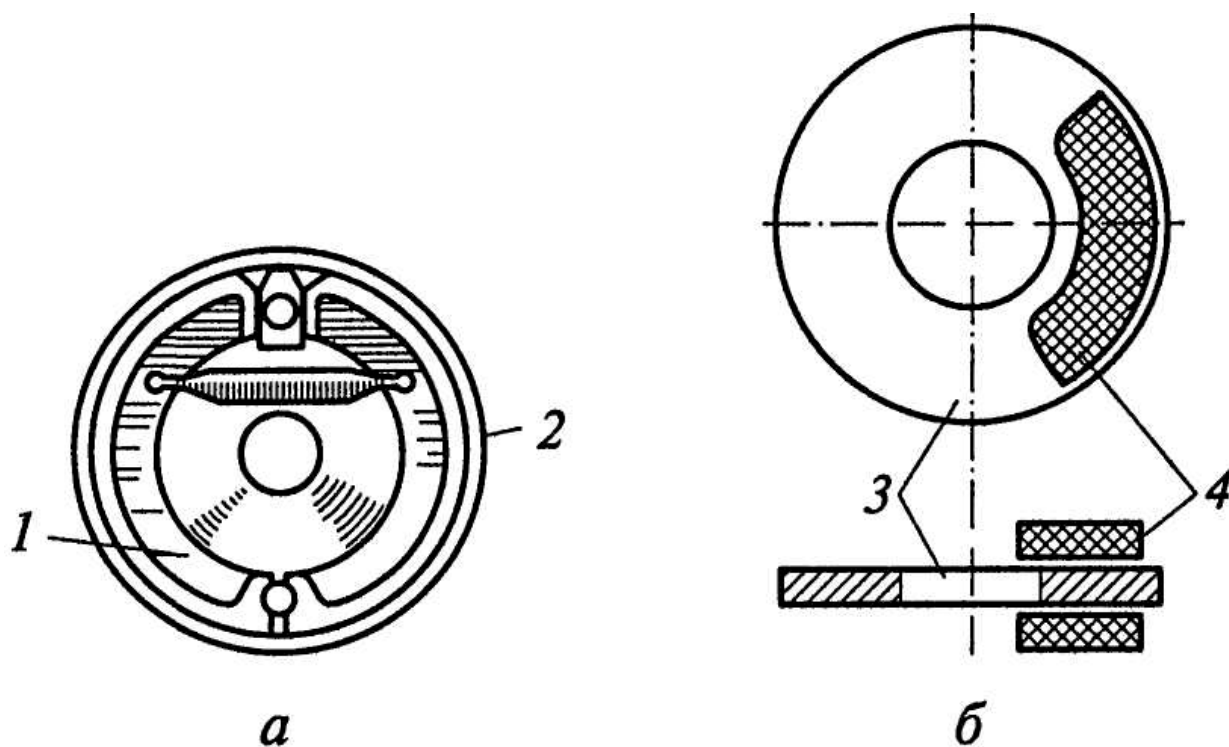
В теории автомобилестроения рассматривается комплекс факторов, существенно влияющих на эффективность работы тормозных систем. Для понимания требований к разработке конструкции, необходимо в комплексе рассмотреть их в отдельности.

«К этим факторам, в частности, относятся конструкция тормозных механизмов и их техническое состояние, состояние дорожного покрытия и протекторов шин, распределение тормозных сил по колесам автомобиля, применение регуляторов тормозных сил и антиблокировочных систем, способы служебного торможения и прочее.» [2]

Существует несколько типов тормозных систем, таких как дисковые, барабанные и комбинированные. Каждый тип имеет свои преимущества и недостатки, влияющие на общую эффективность работы.

«В передних и задних колесах грузовых автомобилей и автобусов применяют барабанные тормозные механизмы (рисунок 1, а). В передних колесах легковых автомобилей используют дисковые тормозные механизмы (рисунок 1, б), а в задних колесах – барабанные. При торможении более эффективными являются барабанные тормозные механизмы, а более стабильными – дисковые. Дисковые тормозные механизмы по сравнению с барабанными имеют меньшую массу, более компактны и лучше охлаждаются. Однако у них быстрее изнашиваются фрикционные накладки колодок, и они хуже защищены от загрязнения.» [2]

Дисковые тормоза являются одним из наиболее распространенных типов тормозных систем, используемых в автотранспортных средствах.



1, 4 – тормозные колодки; 2 – тормозной барабан; 3 – тормозной диск

Рисунок 1 – Схемы барабанного (а) и дискового (б) тормозных механизмов

Дисковые тормоза обладают отличной способностью к отводу тепла, что позволяет им работать эффективно при высоких температурах, что особенно важно при интенсивном торможении на высокой скорости. Дисковые тормоза обычно обеспечивают более высокий уровень тормозной мощности по сравнению с барабанными тормозами, что позволяет более быстро и эффективно останавливать транспортное средство. По сравнению с барабанными тормозами, дисковые тормоза менее подвержены ухудшению эффективности из-за влаги или влажных условий.

Также, дисковые тормоза обеспечивают более прямой отклик на педаль тормоза и обычно требуют меньше усилий со стороны водителя для активации.

В целом, дисковые тормоза широко признаны за свою отличную эффективность, надежность и простоту обслуживания, что делает их популярным выбором для многих автолюбителей и производителей автомобилей.

Еще одним фактором, существенно влияющим на эффективность тормозной системы, является регулярная проверка и обслуживание тормозных механизмов, а также замена изношенных деталей, способствуют сохранению высокой эффективности работы тормозов.

Также, использование качественных тормозных колодок, дисков, барабанов и других деталей повышает надежность и эффективность тормозной системы.

«Как показывает статистика дорожно-транспортных происшествий, около 15% общего числа аварий с гибелью людей происходит вследствие неисправности тормозных механизмов.

Новое дорожное покрытие имеет шероховатую поверхность, и ее микроскопические выступы увеличивают сцепление шин с дорогой. При износе дорожного покрытия микронеровности его поверхности сглаживаются и коэффициент сцепления колес с дорогой уменьшается. Зимой на заснеженных и обледенелых дорогах коэффициент сцепления существенно снижается, и для его увеличения необходимо использовать шины с зимним рисунком протектора и ошипованные шины (рисунок 2).» [4]

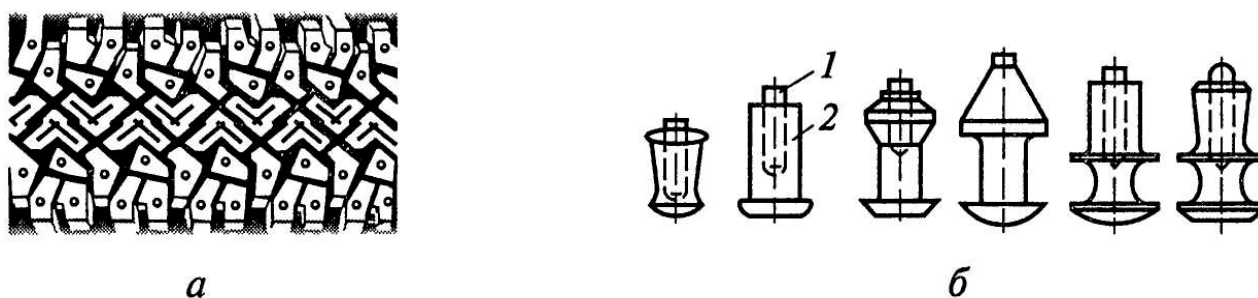


Рисунок 2 – Зимний рисунок протектора шины (а) и шипы противоскольжения (б)

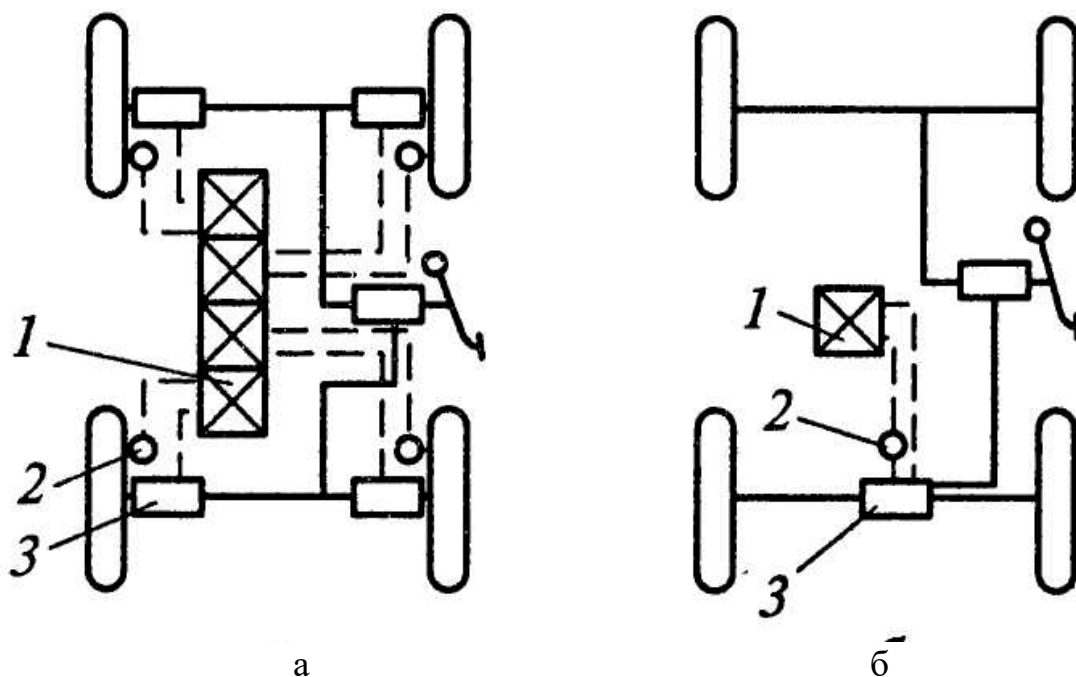
«Для достижения наивысшей эффективности торможения автомобиля важно правильно распределить тормозные силы по колесам. Это обеспечивает максимальное замедление в различных дорожных условиях. Регулятор

тормозных сил корректирует это распределение, учитывая нагрузку на задний мост, что предотвращает блокировку колес, повышает устойчивость и безопасность езды. Антиблокировочные системы также играют важную роль, предотвращая блокировку колес при торможении, обеспечивая одновременное торможение всех колес и сокращая тормозной путь для повышения безопасности на дороге.» [2]

«Эффективность торможения с антиблокировочной системой (АБС) зависит от схемы установки ее элементов. Наиболее эффективной является АБС с отдельным регулированием колес автомобиля (рисунок 3, а). В этом случае на каждое колесо установлен отдельный датчик 2 угловой скорости, а в тормозном приводе к колесу – отдельный модулятор 3 давления и блок управления 1. Однако такая схема установки АБС наиболее сложная и дорогостоящая.

В более простой схеме установки элементов АБС (рисунок 3, б) используются один датчик 2 угловой скорости, установленный на валу карданной передачи, один модулятор 3 давления и один блок управления 1. Такая схема установки элементов АБС имеет более низкую чувствительность и обеспечивает меньшую эффективность торможения автомобиля.

Применение АБС обеспечивает наибольший эффект на скользкой дороге, когда тормозной путь автомобиля уменьшается на 10...15%. На сухой асфальтобетонной дороге такого сокращения тормозного пути автомобиля может и не быть.» [4]



1 – блок управления; 2 – датчик; 3 – модулятор давления

Рисунок 3 – Схемы АБС с отдельным (а) и общим (б) регулированием колес:

«Из разных методов торможения автомобиля, таких как торможение двигателем, использование тормозной системы, комбинированное торможение, использование тормоза-замедлителя и периодическое прерывание работы тормозной системы, последний метод считается наиболее эффективным. При периодическом прерывании работы тормозной системы достигаются сильнейшие тормозные силы на колесах автомобиля, что обеспечивает максимальное сцепление с дорогой. Однако из-за сложности данного метода рекомендуется использовать его только опытным водителям.» [5]

Все эти факторы взаимодействуют между собой и определяют общую эффективность работы тормозной системы автотранспортных средств. Поддержание высокого уровня эффективности тормозов играет решающую роль в обеспечении безопасности на дороге и комфорта вождения.

## 1.2 Методы повышения эффективности тормозных систем транспортных средств

Повышение эффективности тормозных систем может осуществляться по нескольким направлениям. Первый заключается в переоснащении тормозной системы компонентами, имеющими более совершенные технические характеристики, в сравнении с серийными. Однако, в большей своей части, подобные доработки должны иметь одобрение производителя и быть сертифицированными для применения на данном транспортном средстве, что существенно ограничивает номенклатуру применяемых компонентов.

«Существуют два варианта доработки тормозных систем серийных автомобилей. Первый подразумевает установку тюнинговых тормозных колодок и дисков, которые сертифицированы заводом-производителем и предназначены для определенной модели.

Тюнинговые колодки отличаются от обычных тем, что:

- имеют более высокий коэффициент трения;
- не теряют эффективности при высоких температурах рабочей поверхности (порядка 500...700°C);
- обладают повышенной термомеханической прочностью (при воздействии высоких температур не происходит разрушение фрикционной накладки).

Тюнинговые тормозные диски, как правило, изготавливают из высококачественного чугуна. Обычно их делают вентилируемыми и с перфорацией (множеством отверстий). Тормозные колодки, в том числе и тюнинговые, в контакте с тюнинговыми дисками изнашиваются быстрее, чем в паре трения с обычным диском.» [5]

«Более трудоемкий и сложный путь модернизации, заключается в переработке системы автомобиля, а именно внедрении ряда конструкторских доработок, влекущих изменение элементов конструкции:



- увеличение диаметра тормозного диска повышает эффективность торможения и информативность;
- замена барабанных тормозов на задних колесах дисковыми, но при этом необходимо помнить о необходимости установки еще более мощных передних тормозов в соотношении примерно 60/40 для предотвращения потери управляемости автомобиля, особенно на скользком покрытии;
- установка многопоршневых суппортов с жесткой скобой вместо стандартных, что позволит колодкам эффективно работать даже при небольшом нажатии на педаль тормоза;
- использование вакуумных усилителей тормозов с прогрессивными характеристиками и главного тормозного цилиндра меньшего диаметра помогает увеличить давление жидкости в тормозной системе;
- установка армированных тормозных шлангов снижает коэффициент объемного расширения, что улучшает эффективность и скорость работы тормозов, повышая общую безопасность и надежность;
- использование спортивных тормозных жидкостей типа DOT 5 с высокой температурой кипения до 500°C помогает повысить безопасность и надежность торможения.» [20]

Кроме того, стоит отметить, что ряд этих доработок также требует регистрации и сертификации, так как расценивается как внесение изменений в конструкцию, что делает подобные доработки нецелесообразными, например при доработке тормозной системы частным порядком.

На рисунке 4 представлен так называемый тюнингованный комплект тормозных суппортов, сертифицированный производителем при замене штатного тормозного суппорта на легковом автомобиле.



Рисунок 4 – Передний тормозной суппорт для замены штатного узла

«Задачей тормозного диска является поглощение кинетической энергии движущегося автомобиля и рассеивание ее в окружающую среду, то есть, кинетическая энергия переходит в тепловую, а тепловая из диска уходит в окружающую среду, поэтому понятно, что в процессе торможения он нагревается, а при разгоне автомобиля происходит его охлаждение. Следовательно, чем толще диск и чем больше его диаметр, тем выше его теплоемкость, тем больше энергии он в состоянии аккумулировать. Однако увеличение размеров тормозного диска приводит и к увеличению его веса, что повышает неподрессоренную массу автомобиля, и не рационально используется его толщина. Поэтому в автоспорте нашли применение вентилируемые тормозные диски. У них две шайбы соединены перемычками таким образом, что внутри него образуются каналы, по которым циркулирует охлаждающий воздух, т.е. в процессе вращения колеса он работает как центробежный насос (рисунок

5). Это решение приводит как к снижению массы диска, так и улучшению его теплоотдачи.» [6]



Рисунок 5 – Конструкция вентилируемого тормозного диска со спиралевидными каналами

Дисковые тормоза включают в себя несколько ключевых компонентов, включая тормозные колодки. Тормозные колодки являются основным элементом, контактирующим непосредственно с тормозным диском для замедления вращения колеса.

Конструкция тормозных колодок включает тормозную накладку, которая обычно состоит из термостойкого материала, способного выдерживать высокие температуры и трения. Этот материал обладает специальными характеристиками для обеспечения эффективного торможения и долговечности.

Функционал тормозных колодок заключается в преобразовании кинетической энергии движения автомобиля в тепловую энергию путем трения с поверхностью тормозного диска. Это замедляет вращение колес и, следовательно, автомобиля. Колодки дискового тормоза автомобиля представлены на рисунке 6.

Назначение тормозных колодок дисковых тормозов состоит в обеспечении безопасного и эффективного торможения автомобиля. Они играют ключевую роль в процессе остановки, обеспечивая контролируемое замедление и остановку автомобиля в различных условиях дорожного движения. Улучшенные тормозные колодки способны обеспечить более высокую эффективность торможения, улучшенные характеристики при высоких температурах и долгий срок службы.



Рисунок 6 – Колодки дискового тормоза

«Фрикционный материал представляет собой сложную композицию, содержащую по 50 и более компонентов. Связано это со сложностью физико-химических процессов, происходящих при торможении. Тормозная накладка должна обеспечить надежное торможение при температурах до 600...700°С. При этом она не должна разрушаться, обеспечивая необходимый ресурс, а также прочно держаться на металлическом каркасе. Также следует помнить, что с ростом температуры фрикционный материал становится более мягким, т.е. он сильнее сжимается.» [6]

Измерители тормозных свойств, такие как коэффициент трения колодок и тормозного диска, влияют на тормозную динамику автомобиля. Это важная характеристика, определяющая эффективность торможения. Высокий коэффициент трения помогает автомобилю быстрее останавливаться, обеспечивая хорошую тормозную динамику.

Материалы, используемые в изготовлении колодок и дисков, должны быть способны эффективно отводить тепло, чтобы предотвратить перегрев и сохранить оптимальные тормозные характеристики. Одной из определяющих свойств, является характеристика, определяющая как быстро колодки и диски изнашиваются при торможении. Высокая износостойкость обеспечивает долгий срок службы тормозных компонентов.

При интенсивном торможении тормозные колодки и диски нагреваются. Измерители с хорошей стабильностью характеристик при высоких температурах помогают поддерживать эффективность торможения. Характеристика, определяющая способность колодок и дисков обеспечивать сцепление при торможении. Хорошее сцепление помогает предотвратить скольжение и обеспечивает стабильную тормозную динамику.

Все эти характеристики влияют на общую тормозную динамику автомобиля, определяя его способность эффективно и безопасно тормозить в различных условиях эксплуатации. Регулярная проверка и обслуживание тормозной системы помогут поддерживать оптимальные характеристики измерителей и обеспечивать надежную тормозную динамику автомобиля. Нашей задачей, в рамках дипломного проекта, является разработка дисковых тормозов транспортного средства, обеспечивающих высокие конструктивные и эксплуатационные характеристики. Для решения этой задачи, обобщим результаты анализа, произведенного ранее.

### **1.3 Анализ конструкции тормозного механизма, принятого на разработку**

Исследовав комплекс факторов, влияющих на эффективность работы тормозных механизмов транспортных средств и конструктивные особенности дисковых тормозных механизмов, можно сделать следующие выводы по особенностям разрабатываемой конструкции.

Автомобиль УАЗ-2206 будет оснащаться задними дисковыми тормозами, которые являются частью его тормозной системы.

Задние дисковые тормоза автомобиля УАЗ-2206 будут иметь фланцевое крепление к фланцам полуосей заднего моста. Для замедления и остановки задних колес используются тормозные колодки, которые монтируются в специальных суппортах. Колодки прижимаются к внутренней поверхности дисков для создания трения и торможения посредством четырехпоршневых суппортов. Суппорты являются частью механизма дисковых тормозов и содержат поршни, которые перемещают колодки к дискам при нажатии на педаль тормоза.

Для задних дисковых тормозов на УАЗ-2206 используются гидравлические механизмы, работающие за счет создаваемого главным тормозным цилиндром давления тормозной жидкости в суппортах для активации тормозного усилия. Для передачи тормозной жидкости от главного цилиндра к задним дисковым тормозам используются тормозные шланги и трубки.

Конструкция задних дисковых тормозов УАЗ-2206 обеспечивает эффективное торможение и хорошую управляемость автомобиля при различных условиях эксплуатации. Регулярное обслуживание и проверка тормозной системы помогут поддерживать оптимальное состояние дисковых тормозов и обеспечивать безопасность на дороге.

Результатом выполнения раздела явился анализ факторов, влияющих на тормозную эффективность, механизмов, способных обеспечить это усилие и определение конструкции тормозного механизма транспортного средства.

Дисковые тормоза УАЗ-2206 будут иметь конструкцию, включающую в себя диски, колодки, суппорта и гидравлические механизмы. Гидравлическая система обеспечивает равномерное и эффективное торможение автомобиля. Правильное обслуживание и регулярная проверка компонентов дисковых тормозов необходимы для поддержания их работоспособности. Конструкция дисковых тормозных механизмов УАЗ-2206 обеспечивает надежное и безопасное торможение при правильном обслуживании.

В результате анализа можно сделать следующий вывод о повышении эффективности работы тормозной системы проектируемой в рамках выполнения дипломной работы:

- регулярное техническое обслуживание и проверка тормозной системы играют ключевую роль в обеспечении ее эффективности;
- использование качественных тормозных деталей и компонентов способствует улучшению работы системы торможения;
- обучение водителей правильной технике торможения повышает безопасность движения и снижает износ тормозов;
- установка современных систем антиблокировки тормозов (ABS) является эффективным способом повышения управляемости и безопасности транспортного средства.

Эффективность тормозных систем транспортных средств может быть улучшена путем использования в конструкции высококачественных компонентов. Анализ конструкции дисковых тормозных механизмов автомобиля УАЗ-2206 подчеркивает необходимость регулярного ухода и технического обслуживания для обеспечения безопасности и эффективности торможения.

## 2 Тяговый расчет автомобиля УАЗ-2206

### 2.1 Техническая характеристика автомобиля УАЗ-2206

Для проведения расчета требуется определить характеристики транспортного средства. Характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики УАЗ-2206

Колесная формула	4 x 4
Количество мест	8 - 11
Длина, мм	4440
Ширина, мм	2100
Высота, мм	2101
Колесная база, мм	2300
Дорожный просвет, мм	220
Глубина преодолеваемого брода, мм	500
Масса снаряженного ам, кг	1950
Полная масса, кг	2790
Грузоподъемность, кг	850
Двигатель	бензиновый, ЗМЗ-4091
Топливо	бензин с октановым числом не менее 92
Рабочий объем, л.	2,7
Максимальная мощность, л.с.(кВт)	82,5 (66) при 4000 об/мин
Максимальный крутящий момент, Н.м	208 при 3000 об/мин
Максимальная скорость, км/ч	127
Расход топлива при 90 км/ч, л/100 км	13,5
Емкость топливных баков, л	77
Коробка передач	механическая, 5-ступенчатая
Раздаточная коробка	2-ступенчатая
Тормозная система	двухконтурная, с вакуумным усилителем
Шины	195/80 R16



Общий вид автомобиля представлен на рисунке 7.

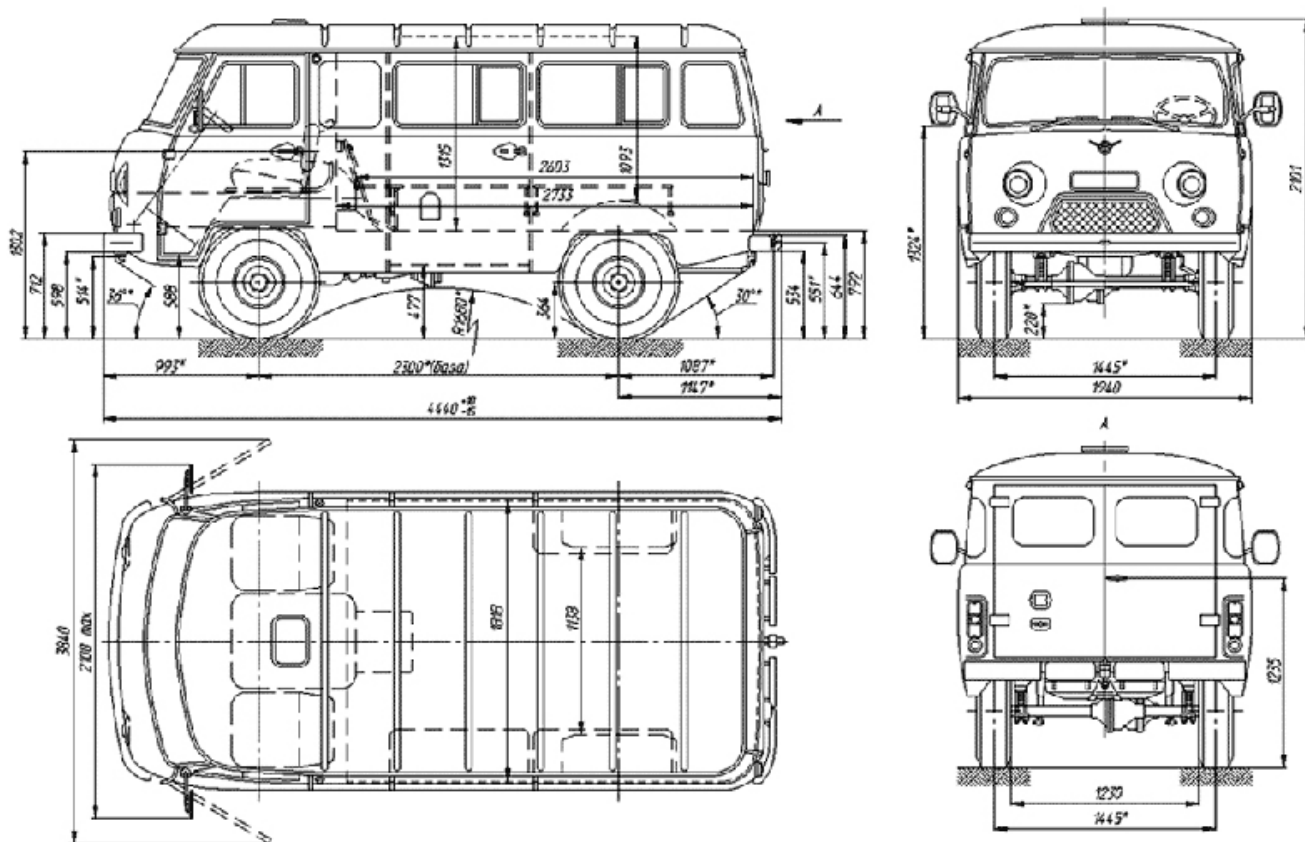


Рисунок 7 – Общий вид автомобиля УАЗ-2206

## 2.2 Расчет массо-габаритных параметров транспортного средства

Полная масса автомобиля находится по формуле:

$$m_a = m_0 + (m_n + m_б) \cdot n_n, \quad (1)$$

«где  $m_0$  - снаряженная масса автомобиля;

$m_n$  - масса одного пассажира,  $m_n = 75$  кг;

$m_б$  - масса багажа, приходящегося на одного пассажира,  $m_б = 10$  кг;

$n_n$  - число мест пассажиров, включая водителя,  $n_n = 5$  чел.» [6], [10]

$$m_a = 1950 + (75 + 10) \cdot 5 = 2375 \text{ кг.}$$

«Классическая компоновка предполагает распределение массы по осям автомобиля в пропорции 50 на 50 процентов. Следовательно, вес автомобиля, приходящийся на каждую ось, определяется по формуле:

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{2} \cdot m_a \cdot g, \quad (2)$$

где  $F_1$  - вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля, Н;

$F_2$  - вес, приходящийся на заднюю ось автомобиля, Н;

$g$  - ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ М/с}^2$ ;» [3], [10]

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{2} \cdot 2375 \cdot 9,81 = 8215,875 \text{ Н.}$$

Шины выбираем бескамерные радиальные, размерностью 195/80 R16. Зная размер шин, определяем статический радиус колеса:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (3)$$

где  $d$  - посадочный диаметр шины:

$\lambda_z$  - коэффициент вертикальной деформации шины,  $\lambda_z = 0,85$ ;

$H$  - высота профиля шины,  $H = 0,8 \cdot 195 = 152 \text{ мм}$ ;

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 330,2 + 0,85 \cdot 152 = 277,3 \text{ мм.}$$

На дорогах с твёрдым покрытием:

$$r_{\text{ст}} = r_{\text{д}} = r_{\text{к}}, \quad (4)$$

где  $r_{\text{д}}$  - динамический радиус колеса, м;

$r_{\text{к}}$  - радиус качения колеса, м;

### 2.3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Мощность двигателя определяется при максимальной скорости автомобиля с учетом КПД трансмиссии по формуле:

$$N_V = \frac{N_K + N_g}{1000 \cdot \eta_T} = \frac{m_a \cdot g \cdot \psi_V \cdot V_{\max} + K_B \cdot A_a \cdot V_{\max}^3}{1000 \cdot \eta_T}, \quad (5)$$

«где  $m_a$  - полная масса автомобиля;

$g$  - ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ М/с}^2$ ;

$\psi_V$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля:» [6]

$$\psi_V = f_V = f_K \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\max}^2) \quad (6)$$

$$\psi_V = 0.01 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot 38.9^2) = 0.017;$$

$K_B$  - коэффициент сопротивления воздуха,  $K_B = 0,35$ ;

$\eta_T$  - КПД трансмиссии:  $\eta_T = 0,98^0 \cdot 0,97^1 \cdot 0,98^3 = 1 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,91$ ;

$$N_V = \frac{1675 \cdot 9,81 \cdot 0,017 \cdot 38,9 + 0,35 \cdot 2,24 \cdot 38,9^3}{1000 \cdot 0,91} = \frac{57015,6}{910} = 62,6 \text{ кВт.}$$

Максимальная мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_e = \frac{\max \frac{N_v}{\frac{\omega_v}{\omega_N} + \left(\frac{\omega_v}{\omega_N}\right)^2 - \left(\frac{\omega_v}{\omega_N}\right)^3}}{\quad} \quad (7)$$

где  $\omega_N$  - угловая скорость коленчатого вала при максимальном значении мощности:

$$\omega_N = \frac{\pi \cdot n_N}{30}, \quad (8)$$

где  $n_N$ - частота вращения коленчатого вала при максимальном значении мощности, об/мин.,  $n_N = 5200 \text{ мин}^{-1}$ ;

$$\omega_N = \frac{3,14 \cdot 5200}{30} = 544,26 \text{ с}^{-1};$$

$\omega_v$  - коленчатого вала двигателя, при которой достигается максимальная скорость автомобиля:

$$\omega_v = 1,1 \cdot \omega_N, \quad (9)$$

$$\omega_v = 1,1 \cdot 544,26 = 598,6 \text{ с}^{-1};$$

$$N_e = \frac{\max \frac{62,6}{\frac{598,6}{544,26} + \left(\frac{598,6}{544,26}\right)^2 - \left(\frac{598,6}{544,26}\right)^3}}$$

«По полученным значениям  $N_e^{max}$ ,  $N_V$  и формуле (9) рассчитывают внешнюю скоростную характеристику двигателя выбрав 6 значений в диапазоне  $\omega_{max_{min}}$ . Полученные данные сводим в таблицу 2:» [6]

Таблица 2 – Внешняя скоростная характеристика автомобиля

$n_e$ (об/мин)	800	1900	3000	4100	5200	5719
$\omega_e$ ( $\text{с}^{-1}$ )	83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
$N_e$ (кВт)	11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,4
$M_e$ ( $\text{Н} \cdot \text{м}$ )	133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57

$$N_e = N_e \max \left[ \frac{\omega_e}{\omega_N} + \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3 \right] \quad (10)$$

«где  $\omega_e$ - текущие значения угловой скорости коленчатого вала рад/с;

$N_e$  - текущее значение эффективной мощности двигателя, кВт;» [2]

$$N_e^1 = 64,4 \cdot \left[ \frac{83,73}{544,26} + \left( \frac{83,73}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{83,73}{544,26} \right)^3 \right] = 11,19 \text{ кВт};$$

$$N_e^2 = 64,4 \cdot \left[ \frac{198,86}{544,26} + \left( \frac{198,86}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{198,86}{544,26} \right)^3 \right] = 28,98 \text{ кВт};$$

$$N_e^3 = 64,4 \cdot \left[ \frac{314}{544,26} + \left( \frac{314}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{314}{544,26} \right)^3 \right] = 46,22 \text{ кВт};$$

$$N_e^4 = 64,4 \cdot \left[ \frac{429,13}{544,26} + \left( \frac{429,13}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{429,13}{544,26} \right)^3 \right] = 59,24 \text{ кВт};$$

$$N_e^5 = 64,4 \cdot \left[ \frac{544,26}{544,26} + \left( \frac{544,26}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{544,26}{544,26} \right)^3 \right] = 64,4 \text{ кВт};$$

$$N_e^6 = 64,4 \cdot \left[ \frac{598,6}{544,26} + \left( \frac{598,6}{544,26} \right)^2 - \left( \frac{598,6}{544,26} \right)^3 \right] = 62,6 \text{ кВт}.$$

Для построения кривой эффективного момента  $M_e$  применяем формулу:

$$M_e = 1000 \cdot \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (11)$$

$$M_e^1 = 1000 \cdot \frac{11,19}{83,73} = 133,64 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_e^2 = 1000 \cdot \frac{28,98}{198,86} = 145,73 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_e^3 = 1000 \cdot \frac{46,22}{314} = 147,19 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_e^4 = 1000 \cdot \frac{59,24}{429,13} = 138,04 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_e^5 = 1000 \cdot \frac{64,4}{544,26} = 118,32 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_e^6 = 1000 \cdot \frac{62,6}{598,6} = 104,57 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

## 2.4 Определение передаточного числа главной передачи и коробки передач

Передаточное число главной передачи  $U_0$  определяется, исходя из максимальной скорости автомобиля:

$$U_0 = \frac{\omega_{Kmax}}{U_K^e \cdot v_{max}}, \quad (12)$$

где  $\omega_{max}$  - максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя;

$$U_K^e = U_{K4} = 1,0;$$

$$U_0 = \frac{598,6 \cdot 0,277}{1 \cdot 38,9} = 4,26.$$

«Для обеспечения возможности движения автомобиля в этих условиях тяговая сила на ведущих колесах  $F_T$  должна быть больше силы сопротивления дороги  $F_D$ , т.е.:» [6]

$$\frac{MT_{01max}}{r_{Ka} \cdot 1 \cdot \frac{G_a \cdot \psi_{Kmax}}{MT_{0max}} \cdot m} \quad (13)$$

где  $U_0$  - передаточное число главной передачи;

« $U_1$  - передаточное число коробки передач при включенной первой передаче;

$\psi_{max}$  - коэффициент сопротивления дороги:» [6]

$$\psi_{Kmax_{max}} = \frac{MT_{01max}}{r_{Ka} \frac{G_a \cdot \psi_{Kmax}}{MT_{0max} m}} \quad (14)$$

$$U_1 \geq \frac{1675 \cdot 0,23 \cdot 0,277}{147,19 \cdot 0,91 \cdot 4,26} = 1,83;$$

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой:

$$\frac{MT_{01max}}{r_{K_{сц}} \frac{G_{сц} \cdot \phi \cdot r_K}{MT_{0max}}} \quad (15)$$

где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля;

$\phi$  - коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой;

$$U_1 \leq \frac{1675 \cdot 0,8 \cdot 0,277}{147,19 \cdot 0,91 \cdot 4,256} = 4,30;$$

Для пятиступенчатой коробки передач:

принимаяем  $U_{K1} = 4,0$ ;

$$U_{K2} = \sqrt[3]{U_{K1}^2} = \sqrt[3]{4^2} = 2,51;$$

$$U_{K3} = \sqrt[3]{U_{K1}} = \sqrt[3]{4} = 1,58; \quad (16)$$

принимаяем  $U_{K4} = 1,0$ ;

принимаем  $U_{K5} = 0,8$ .

## 2.5 Тяговый баланс автомобиля

Рассчитаем тяговый баланс автомобиля на каждой передаче выбрав 6 значений в диапазоне  $\omega_{max_{min}}$ . Полученные данные по всем передачам сведем в таблицу 3.

Скорость автомобиля:

$$V = \frac{\omega_e \cdot r_k}{U_K \cdot U_{zn}}, \quad (17)$$

«где  $\omega_e$  - текущее значение угловой скорости коленчатого вала, рад/с;

$r_k$  - радиус качения колеса, м;

$U_{K1}$  - передаточное число коробки передача при включенной передаче;

$U_{zn}$  - передаточное число главной передачи;» [7], [8]

Коэффициент учета вращающихся масс:

$$\delta_j = 1,05 + 0,05 \cdot U_k^2, \quad (18)$$

Сила тяги:

$$F_k = \frac{M_e \cdot U_k \cdot U_{zn} \cdot \eta_T}{r_g}, \quad (19)$$

«где  $M_e$  - текущее значение эффективного крутящего момента,  $H \cdot м$ ;

$U_{K1}$  - передаточное число коробки передача при включенной передаче;

$U_{zn}$  - передаточное число главной передачи;

$\eta_T$  - КПД трансмиссии;

$r_k$  - радиус качения колеса, м;» [8], [9]

Сила сопротивления воздуха:



$$F_g = K_g \cdot A_a \cdot V^2, \quad (20)$$

где  $K_g$  - коэффициент сопротивления воздуха,  $K_g = 0,35$ ;

$A_a$  - лобовая площадь;

$V$  - текущая скорость автомобиля;

Коэффициент сопротивления дороги:

$$\psi_v = f_k \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V^2), \quad (21)$$

где  $f_k$  - коэффициент сопротивления качению;

Сила сцепления колес с дорогой:

$$F_{\psi v} = F_a \cdot \psi_v, \quad (22)$$

где  $F_a$  - сила тяжести, действующая на колеса автомобиля;

$\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги;

Динамический фактор:

$$D_1 = \frac{F_k - F_g}{F_a}, \quad (23)$$

где  $F_k$  - сила тяги;

$F_g$  - сила сопротивления воздуха;

$F_a$  - вес автомобиля;

Ускорение автомобиля:

$$j_a = \frac{D - \psi_v}{\delta_j} \cdot g, \quad (24)$$

«где  $D$  - динамический фактор;

$\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги;

$\delta_j$  - коэффициент учета вращающихся масс;

$g$  - ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ } \frac{M}{c^2}$  [8]

Таблица 3 - Тяговый баланс автомобиля на различных (I – V передача)

1-я передача							
$\omega_e$		83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
Ne		11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,6
Me		133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57
1-я передача, $U_{кI}=4,0$ ; $\delta j = 1,85$	V, м/с	1,36	3,23	5,1	6,97	8,84	9,73
	Fк, Н	7481	8157	8239	7727	6623	5853
	Fв, Н	1,45	8,17	20,39	38,08	61,26	74,22
	$F_{\psi_v} + F_g$	165,75	172,47	186,29	205,68	230,46	245,02
	D,	0,45	0,49	0,5	0,46	0,39	0,35
	ja	2,33	2,55	2,59	2,38	2,01	1,8
	1/ja	0,42	0,39	0,38	0,42	0,49	0,55
	$\psi_v$	0,01	0,01	0,0101	0,0102	0,0103	0,0104
2-я передача							
$\omega_e$		83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
Ne		11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,6
Me		133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57
2-я передача, $U_{кII}=2,58$ ; $\delta j = 1,36$	V, м/с	2,16	5,15	8,13	11,11	14,09	15,5
	Fк, Н	4694	5119	5170	4848	4156	3673
	Fв, Н	3,65	20,79	51,81	96,77	155,64	188,35
	$F_{\psi_v} + F_g$	167,95	186,69	221,01	270,87	334,74	369,05
	D,	0,28	0,31	0,31	0,28	0,24	0,21
	ja	1,94	2,16	2,16	1,94	1,65	1,43

Продолжение таблицы 3

	1/ja	0,51	0,46	0,46	0,51	0,6	0,69
	$\psi_v$	0,01	0,0101	0,0103	0,0106	0,0109	0,011
3-я передача							
	$\omega_e$	83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
	Ne	11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,6
	Me	133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57
3-я передача, УкIII=1,58; $\delta j = 1,17$	V, м/с	3,44	8,18	12,92	17,66	22,39	24,63
	Fк, Н	2955	3222	3254	3052	2616	2312
	Fв, Н	9,27	52,45	130,87	244,51	393,02	475,6
	$F_{\psi_v} + F_g$	173,57	221,65	308,27	425,21	590,12	689,2
	D,	0,17	0,19	0,19	0,17	0,13	0,11
	ja	1,49	1,5	1,5	1,33	0,98	0,81
	1/ja	0,67	0,66	0,66	0,75	1,02	1,23
	$\psi_v$	0,01	0,0103	0,0108	0,011	0,012	0,013
4-я передача							
	$\omega_e$	83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
	Ne	11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,6
	Me	133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57
4-я передача, УкII=4,0; $\delta j = 1,36$	V, м/с	5,44	12,93	20,41	27,9	35,38	38,92
	Fк, Н	1870	2039	2059	1931	1655	1463
	Fв, Н	23,2	131	326,5	610	981	1187
	$F_{\psi_v} + F_g$	189,1	308,4	523,6	823,6	1243,9	1466,3
	D,	0,11	0,11	0,1	0,08	0,04	0,017
	ja	0,89	0,89	0,78	0,59	0,21	0

Продолжение таблицы 3

	1/ja	1,12	1,12	1,28	1,69	4,76	0
	$\psi_v$	0,0101	0,0108	0,012	0,013	0,016	0,017
5-я передача							
	$\omega_e$	83,73	198,86	314	429,13	544,26	598,6
	Ne	11,19	28,98	46,22	59,24	64,4	62,6
	Me	133,64	145,73	147,19	138,04	118,32	104,57
5-я передача, $U_{kv}=0,8$ ; $\delta_j=1,08$	V, м/с	6,08	16,16	25,52	34,87	-	-
	Fк, Н	1496	1631	1647	1545	-	-
	Fв, Н	29	204	510	953	-	-
	$F_{\psi_v} + F_e$	196,6	384,7	723,6	1215,9	-	-
	D,	0,089	0,086	0,069	0,036	-	-
	ja	0,71	0,68	0,5	0,18	-	-
	1/ja	1,4	1,47	2	5,55	-	-
	$\psi_v$	0,0102	0,011	0,013	0,016	-	-

## 2.6 Время и путь разгона автомобиля

«Время и путь разгона определяют графоаналитическим способом. При расчете используем значения из высшей IV передаче. Полученные данные занесем в таблицу 4.

Время разгона автомобиля:» [10]

$$t_p = \left( \frac{1}{j_{cp}} \right) \cdot \Delta V, \quad (25)$$

где  $j_{cp}$  - среднее значение ускорения автомобиля между двумя участками IV передачи;

$\Delta V$  - разница скорости между двумя участками IV передачи;

$$t_{P1} = \left( \frac{1}{j_{a1}} + \frac{1}{j_{a2}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_1 - V_{min}) (0,42 + 0,38) (5,1 - 1,36) \quad )$$

$$t_{P2} = \left( \frac{1}{j_{a2}} + \frac{1}{j_{a3}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_2 - V_1) = (0,38 + 0,46) \cdot 0,5 \cdot (8,13 - 5,1) = 1,272 \quad c;$$

$$t_{P3} = \left( \frac{1}{j_{a3}} + \frac{1}{j_{a4}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_3 - V_2) = (0,46 + 0,69) \cdot 0,5 \cdot (15,5 - 8,13) = 4,23 \quad c;$$

$$t_{P4} = \left( \frac{1}{j_{a4}} + \frac{1}{j_{a5}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_4 - V_3) = (0,69 + 1,23) \cdot 0,5 \cdot (24,63 - 15,5) \\ = 8,764 \quad c;$$

$$t_{P5} = \left( \frac{1}{j_{a5}} + \frac{1}{j_{a6}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_5 - V_4) = (1,23 + 3,2) \cdot 0,5 \cdot (32 - 24,63) = 16,324 \quad c;$$

$$t_{P6} = \left( \frac{1}{j_{a6}} + \frac{1}{j_{a7}} \right) \cdot 0,5 \cdot (V_6 - V_5) = (3,2 + 4,76) \cdot 0,5 \cdot (35,38 - 32) = 13,452 \quad c;$$

Время разгона от скорости  $V_{min}$  :

$$t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k, \quad (26)$$

до скорости  $V_1$ :  $t'_{P1} = 1,496 \quad c$ ;

до скорости  $V_2$ :  $t'_{P2} = t'_{P1} + t_{P2} = 1,496 + 1,272 = 2,768 \quad c$ ;

до скорости  $V_3$ :  $t'_{P3} = t'_{P2} + t_{P3} = 2,768 + 4,23 = 6,998 \quad c$ ;

до скорости  $V_4$ :  $t'_{P4} = t'_{P3} + t_{P4} = 6,998 + 8,764 = 15,762 \quad c$ ;

до скорости  $V_5$ :  $t'_{P5} = t'_{P4} + t_{P5} = 15,762 + 16,324 = 32,086 \quad c$ ;

до скорости  $V_6$ :  $t'_{P6} = t'_{P5} + t_{P6} = 32,086 + 13,452 = 45,538 \quad c$ ;

Путь разгона автомобиля:

$$S_p = V_{cp} \cdot t_p, \quad (27)$$

«где  $V_{cp}$  - средняя скорость между двумя участками IV передачи;

$t_p$  - разница времени разгона автомобиля между двумя участками IV передачи;» [8]

$$S_{p1} = \frac{V_{1min}}{2_{p1} \frac{1,36 + 5,1}{2}}$$

$$S_{p2} = \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot (t_{p2} - t_{p1}) = \frac{5,1 + 8,13}{2} \cdot (2,768 - 1,496) = 8,414 \text{ м};$$

$$S_{p3} = \frac{V_2 + V_3}{2} \cdot (t_{p3} - t_{p2}) = \frac{8,13 + 15,5}{2} \cdot (6,998 - 2,768) = 49,977 \text{ м};$$

$$S_{p4} = \frac{V_3 + V_4}{2} \cdot (t_{p4} - t_{p3}) = \frac{15,5 + 24,63}{2} \cdot (15,762 - 6,998) = 175,849 \text{ м};$$

$$S_{p5} = \frac{V_4 + V_5}{2} \cdot (t_{p5} - t_{p4}) = \frac{24,63 + 32}{2} \cdot (32,086 - 15,762) = 462,214 \text{ м};$$

$$S_{p6} = \frac{V_5 + V_6}{2} \cdot (t_{p6} - t_{p5}) = \frac{32 + 35,38}{2} \cdot (45,538 - 32,086) = 453,197 \text{ м};$$

Путь разгона от скорости  $V_{min}$  :

$$S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k, \quad (28)$$

до скорости  $V_1$ :  $S'_{p1} = 4,832 \text{ м};$

до скорости  $V_2$ :  $S'_{p2} = S'_{p1} + S_{p2} = 4,832 + 8,414 = 13,246 \text{ м};$

до скорости  $V_3$ :  $S'_{P3} = S'_{P2} + S_{P3} = 13,246 + 49,977 = 63,223$  м;

до скорости  $V_4$ :  $S'_{P4} = S'_{P3} + S_{P4} = 63,223 + 175,849 = 239,072$  м;

до скорости  $V_5$ :  $S'_{P5} = S'_{P4} + S_{P5} = 239,072 + 462,214 = 701,286$  м;

до скорости  $V_6$ :  $S'_{P6} = S'_{P5} + S_{P6} = 701,286 + 453,197 = 1154,483$  м;

Таблица 4 - Время и путь разгона автомобиля

$V_a, \text{ м/с}$	$V_{min}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$V_a, \text{ м/с}$	1,36	5,1	8,13	15,5	24,63	32	35,38
$1/j_a, \text{ с}^2/\text{м}$	0,42	0,38	0,46	0,69	1,23	3,2	4,76
$t_p, \text{ с}$	0	1,496	2,768	6,998	15,762	32,086	45,538
$S_p, \text{ м}$	0	4,832	13,246	63,223	239,072	701,286	1184,483

## 2.7 Мощностной баланс автомобиля

Тяговая мощность автомобиля:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{TP}, \quad (29)$$

где  $N_e$  - эффективная мощность двигателя;

$\eta_{TP}$  - КПД трансмиссии;

$$N_{T1} = 11,19 \cdot 0,91 = 10,18 \text{ кВт};$$

$$N_{T2} = 28,98 \cdot 0,91 = 26,37 \text{ кВт};$$

$$N_{T3} = 46,22 \cdot 0,91 = 42,06 \text{ кВт};$$

$$N_{T4} = 59,24 \cdot 0,91 = 53,9 \text{ кВт};$$

$$N_{T5} = 64,4 \cdot 0,91 = 58,6 \text{ кВт};$$

$$N_{T6} = 62,6 \cdot 0,91 = 56,96 \text{ кВт};$$

Используемая мощность двигателя на IV передаче:

$$N = \frac{(F_{\psi v} + F_g) \cdot V_a}{\eta_{TP}}, \quad (30)$$

«где  $F_{\psi v}$  - сила сцепления колес с дорогой;

$F_g$  - сила сопротивления воздуха;

$V_a$  - текущая скорость автомобиля;

$\eta_{TP}$  - КПД трансмиссии;» [11]

$$N_1 = \frac{(165,9 + 23,2) \cdot 5,44}{0,91} = 1,13 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{(177,4 + 131) \cdot 12,93}{0,91} = 4,38 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{(197,1 + 326,5) \cdot 20,41}{0,91} = 11,81 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{(213,6 + 610) \cdot 27,9}{0,91} = 25,25 \text{ кВт};$$

$$N_5 = \frac{(262,9 + 981) \cdot 35,38}{0,91} = 48,36 \text{ кВт};$$

$$N_6 = \frac{(279,3 + 1187) \cdot 38,92}{0,91} = 62,71 \text{ кВт};$$



## 2.8 Топливоно-экономическая характеристика транспортного средства

Путевой расход топлива при пробеге автомобиля 100 км (л):

$$Q_S = \frac{K_\omega \cdot K_H \cdot g_e^{\min(F_{\psi v} + F_\theta)}}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_T} \quad (31)$$

«где  $K_\omega$  и  $K_H$  - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины  $g_e$  в зависимости от угловой скорости и мощности двигателя;

$g_e^{\min}$  - минимальный удельный эффективный расход топлива  $g_e^{\min} \text{ }^{cp} / \text{кВт}\cdot\text{ч}$ ;

$\rho_T$  - плотность топлива,  $\rho_T = 0,72 \text{ кг/л}$ ;» [11]

Находим путь расход топлива:

$$Q_{S1} = \frac{1,13 \cdot 2,5 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (165,9 + 23,2)}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 7,47 \text{ л/100км};$$

$$Q_{S2} = \frac{1,02 \cdot 2,15 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (177,4 + 131)}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 9,46 \text{ л/100км};$$

$$Q_{S3} = \frac{0,98 \cdot 1,7 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (197,1 + 326,5)}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 12,27 \text{ л/100км};$$

$$Q_{S4} = \frac{0,96 \cdot 1,3 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (213,6 + 610)}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 14,38 \text{ л/100км};$$

$$Q_{S5} = \frac{1,01 \cdot 0,9 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (262,9 + 981)}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 15,81 \text{ л/100км};$$

$$Q_{S6} = \frac{1,07 \cdot 1,01 \cdot 300 \cdot 1,1 \cdot (279,3 + 23,2)1187}{36000 \cdot 0,72 \cdot 0,91} = 22,16 \text{ л/100км};$$

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 УАЗ-2206 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.

## **3 Конструкторская часть**

### **3.1 Обоснование выбора тормозного механизма**

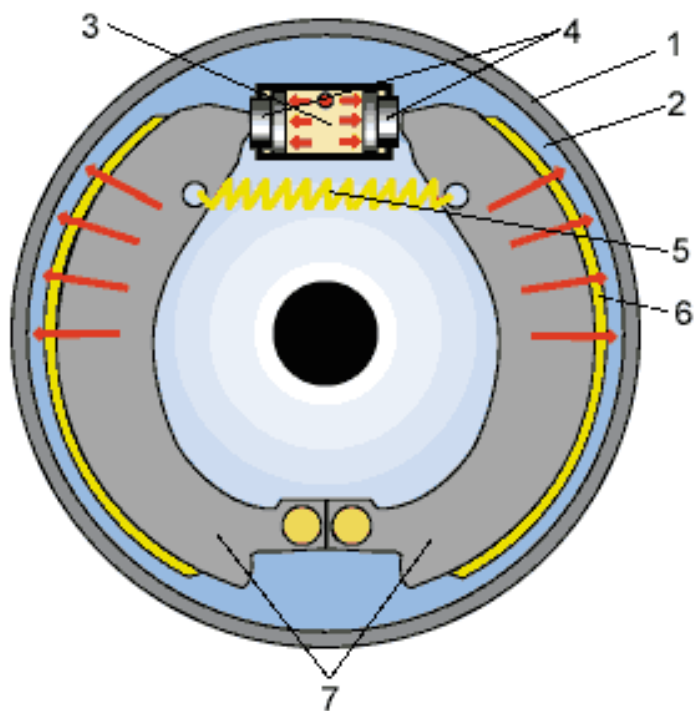
Для обоснования выбора тормозного механизма, рассмотрим различные схемы тормозных механизмов, применяемых на автомобилях. Для массового сегмента применяются два основных типа тормозных механизмов, барабанные и дисковые. Рассмотрим оба этих типа тормозных механизмов, определив преимущества и недостатки, характерные для каждого из них.

«Схема работы барабанного тормозного механизма следующая. Барабанный тормозной механизм (рисунок 8) состоит из: тормозного щита 2, тормозного цилиндра 3, двух тормозных колодок 7, стяжных пружин 5, тормозного барабана 1.

Тормозной щит 2 жестко крепится на балке заднего моста автомобиля, а на щите 2, в свою очередь, закреплен рабочий тормозной цилиндр 3. При нажатии на педаль тормоза поршни в цилиндре 3 расходятся и начинают давить на верхние концы тормозных колодок 7. Колодки в форме полуколец прижимаются своими накладками к внутренней поверхности круглого тормозного барабана 1, который при движении автомобиля вращается вместе с закрепленным на нем колесом.

Торможение колеса происходит за счет сил трения, возникающих между накладками 6 колодок 7 и барабаном 1. Когда же воздействие на педаль тормоза прекращается, стяжные пружины оттягивают колодки на исходные позиции.»

[12]



1 - тормозной барабан; 2 - тормозной щит; 3 - рабочий тормозной цилиндр; 4 - поршни рабочего тормозного цилиндра; 5 - стяжная пружина; 6 - фрикционные накладки;  
7 - тормозные колодки

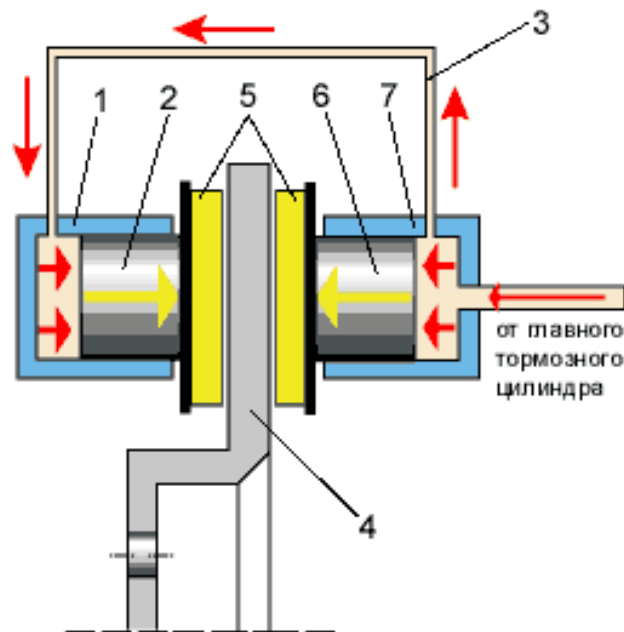
Рисунок 8 – Схема работы барабанного тормозного механизма

«Преимущества барабанных тормозов:

- низкая стоимость;
- простота производства;
- обладают эффектом механического самоусиления.

Благодаря тому, что нижние части колодок связаны друг с другом, трение о барабан передней колодки усиливает прижатие к нему задней колодки. Этот эффект способствует многократному увеличению тормозного усилия, передаваемого водителем, и быстро повышает тормозящее действие при усилении давления на педаль.» [12]

«Схема работы дискового тормозного механизма следующая. Дисковый тормозной механизм (рисунок 9) состоит из: суппорта, одного или двух тормозных цилиндров 1, 7, двух тормозных колодок 5, тормозного диска 4.» [15]



- 1 - наружный рабочий цилиндр (левого) тормоза; 2 - поршень; 3 - соединительная трубка; 4 - тормозной диск переднего (левого) колеса; 5 - тормозные колодки с фрикционными накладками; 6 - поршень; 7 - внутренний рабочий цилиндр переднего (левого) тормоза

Рисунок 9 – Схема работы дискового тормозного механизма

«Суппорт закреплен на поворотном кулаке переднего колеса автомобиля. В нем находятся два тормозных цилиндра 1, 7 и две тормозные колодки 5. Колодки с обеих сторон «обнимают» тормозной диск 4, который вращается вместе с закрепленным на нем колесом. При нажатии на педаль тормоза поршни 2, 6 начинают выходить из цилиндров 1, 7 и прижимают тормозные колодки 5 к диску 4. После того, как водитель отпустит педаль, колодки и поршни возвращаются в исходное положение за счет легкого «биения» диска. Дисковые тормоза очень эффективны и просты в обслуживании. Даже новичку замена тормозных колодок в этих механизмах доставляет мало хлопот.» [15]

«Преимущества дисковых тормозов:

- при повышении температуры характеристики дисковых тормозов довольно стабильны, тогда как у барабанных снижается эффективность;
- температурная стойкость дисков выше, в частности, из-за того, что они

лучше охлаждаются;

- более высокая эффективность торможения позволяет уменьшить тормозной путь;

- меньшие вес и размеры;

- повышается чувствительность тормозов;

- время срабатывания уменьшается;

- изношенные колодки просто заменить, на барабанных приходится предпринимать усилия на подгонку колодок чтобы одеть барабаны;

- около 70% кинетической энергии автомобиля гасится передними тормозами, задние дисковые тормоза позволяют снизить нагрузку на передние диски;

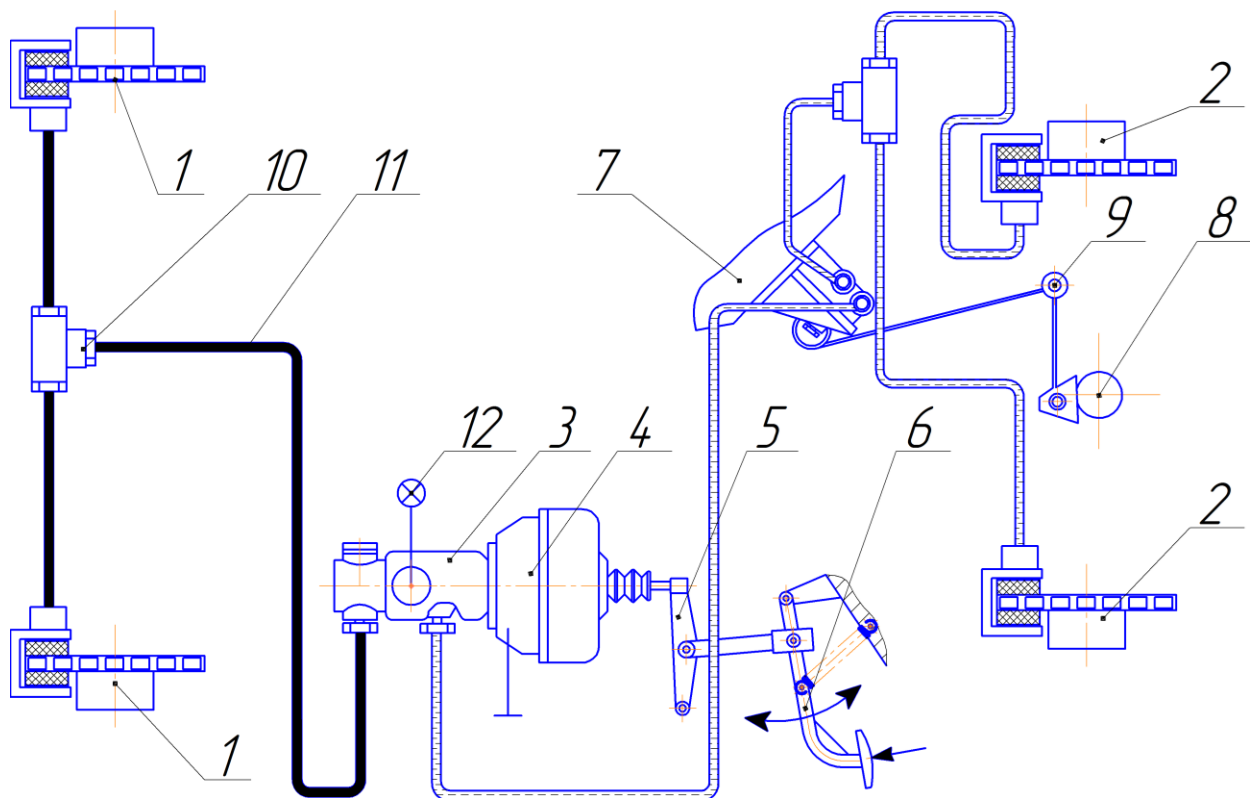
- температурные расширения не влияют на качество прилегания тормозных поверхностей.

Итак, рассматриваемый автомобиль УАЗ-2206 имеет передние дисковые и задние барабанные тормоза. В рамках дипломного проекта предлагается так же на задние колёса установить дисковые тормоза.» [13]

### **3.2 Разработка кинематической схемы тормозной системы рассматриваемого автомобиля**

В рамках дипломного проекта, в соответствии с заданием на проектирование, передняя и задняя ось автомобиля УАЗ-2206 оснащается дисковыми тормозами.

Кинематическую схему разрабатываемой тормозной системы можно представить на рисунке 10. Схема тормозной системы типична для автомобиля УАЗ-2206, отличие заключается в применении дискового тормозного механизма для колес задней тормозной оси. Данное решение позволит увеличить тормозное усилие, что позволит увеличить тормозную динамику, а также сделать процесс торможения более предсказуемым и контролируемым.



1 – передний тормозной механизм; 2 – задний тормозной механизм; 3 – главный тормозной механизм; 4 – вакуумный усилитель; 5 – рычаги привода; 6 – педаль тормоза; 7 – регулятор давления; 8 – кожух полуоси; 9 – система тяг; 10 – тройники; 11 – трубопроводы; 12 – лампа уровня тормозной жидкости

Рисунок 10 – Кинематическая схема проектируемой тормозной системы

Кинематическая схема тормозной системы УАЗ-2206 включает в себя следующие основные компоненты:

- тормозной диск;
- тормозной суппорт: механизм, содержащий поршень и колодки тормоза, который прижимает колодки к тормозному диску для создания трения и остановки автомобиля;
- колодки тормозные;
- гидравлический цилиндр: часть тормозной системы, которая преобразует энергию тормозной жидкости в механическое давление для перемещения поршня в суппорте и прижима колодок к диску;

- тормозные шланги;
- бачок тормозной жидкости: резервуар, в котором хранится тормозная жидкость, служащая для передачи давления из педали тормоза в гидравлические цилиндры.

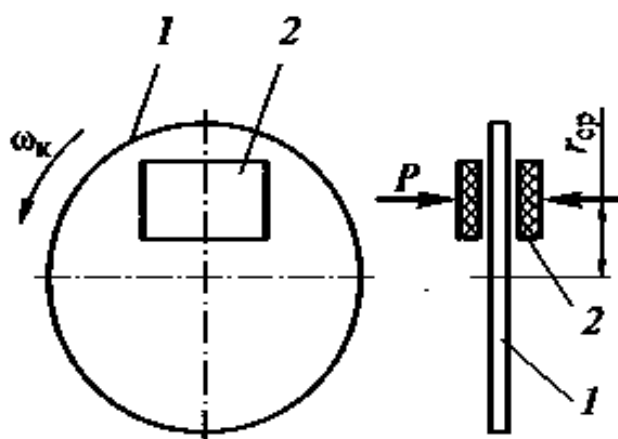
Эти компоненты работают вместе, обеспечивая надежное и эффективное торможение автомобиля УАЗ-2206. При нажатии на педаль тормоза гидравлическая система начинает передавать давление на тормозные суппорты, что приводит к прижиму колодок к дискам и остановке автомобиля.

### 3.3 Расчёт тормозного момента дискового тормоза

«Параметры, по которым оценивают совокупность тормозных механизмов рабочей тормозной системы и тормозные механизмы отдельно:

- удельная нагрузка на тормозные накладки;
- удельная работа трения.

Расчётную схему заднего тормозного механизма можно предоставить в виде рисунка 11.» [14], [15]



1 – диск тормозной; 2 – колодки тормозные; P – давление в цилиндре

Рисунок 11 – Расчётная схема заднего дискового тормозного механизма



Тормозной момент, развиваемый дисковым тормозным механизмом:

$$M_{\text{тор (п)}} = 2 \cdot P \cdot \mu \cdot r_{\text{ср}}, \quad (32)$$

$$K_{\text{э(п)}} = \frac{M_{\text{тор(п)}}}{2P \cdot r_{\text{ср}}} = \frac{2P\mu r_{\text{ср}}}{2P \cdot r_{\text{ср}}} = \mu, \quad (33)$$

где  $r_{\text{ср}}$  – средний радиус поверхности трения.

$$M_{\text{тор (п)}} = 2 \cdot 10,0 \cdot 0,35 \cdot 0,125 \cdot 10^6 = 1,05 \cdot 10^6 \text{ Н м.}$$

### 3.4 Расчёт деталей тормозного механизма

Удельная нагрузка на тормозные накладки:

$$P_{\text{max}} = G_0 / \Sigma F_{\text{нак}}, \quad (34)$$

где  $\Sigma F_{\text{нак}}$  - суммарная площадь тормозных накладок рабочей системы,

$$\Sigma F_{\text{нак}} = 350,0 \text{ см}^2;$$

$G_0$  - вес автомобиля,  $G_0 = 35000,0 \text{ Н}$ .

$$P_{\text{max}} = 35000,0 / 350,0 = 100,0 \text{ Н/см}^2.$$

«Среднее значение удельной нагрузки, по статистическим данным, составляет для легковых автомобилей 40...80 Н/см<sup>2</sup>, для грузовых автомобилей 80...100 Н/см<sup>2</sup>, для автобусов 100...140 Н/см<sup>2</sup>.

Эти данные относятся к автомобилям с дисковыми тормозными механизмами. Для автомобилей с барабанными тормозными механизмами эти нагрузки соответственно ниже.» [20], [18]

Удельная работа трения:

$$g_o = A / \Sigma F_{\text{max}}, \quad (35)$$

«где  $A=m_0 \cdot V^2/2$  – кинетическая энергия автомобиля при максимальной скорости начала торможения, считая, что она полностью поглощается тормозными механизмами.» [17]

$$g_0 = (3,50 \cdot 35^2/2) / 3000,0 = 0,72 \text{ кДж/см}^2.$$

«Среднее значение удельной работы для легковых автомобилей – 1...2 кДж/см<sup>2</sup> (большее значение для дисковых тормозных механизмов). Для грузовых автомобилей и автобусов – 0,6...0,8 кДж/см<sup>2</sup>.

От удельной работы зависит износ и нагрев элементов тормозного механизма: тормозного диска и тормозных накладок.

Для уменьшения удельной работы необходимо увеличить площадь тормозных накладок и соответственно ширину тормозных барабанов и их диаметр.

При увеличении размеров тормозного барабана идет увеличение поверхности охлаждения, что благоприятно сказывается на режиме торможения. Этим объясняется в последнее время тенденция увеличения размера колес автомобилей (особенно легковых) для возможности размещения тормозных барабанов увеличенного размера.» [16]

Нагрев тормозного диска за одно торможение:

$$T=(m'_0 \cdot V^2 / 2) \cdot m_d \cdot C, \quad (36)$$

«где  $m'_0$  – масса автомобиля, приходящаяся на тормозящее колесо,  $m'_0 = 875,0$  кг;

$m_d$  – масса тормозного диска,  $m_d = 5,0$  кг.

$C$  – удельная теплоемкость чугуна или стали,  $C = 500$  Дж/(кг К).» [15]

$$T = (875,0 \cdot 35^2 / 2) \cdot 5,0 \cdot 500,0 = 214,38 \text{ }^\circ\text{C}.$$

«По требованиям к тормозным механизмам нагрев тормозного диска за одно торможение не должен превышать 250<sup>0</sup>С.

К факторам, от которых зависит энерго- и термонагруженность дисковых тормозных механизмов, относятся также размеры шин, ободьев, расстояние между ободом и поверхностью охлаждения тормозного механизма, дорожный просвет под днищем автомобиля, передние и задние углы свеса.» [21], [22]

### 3.5 Расчёт гидравлического привода

«При штатном торможении автомобиля давление в гидроприводе составляет 4...6 МПа, а при экстренном торможении может достигать большего значения.

Для гидропривода без усилителя давление жидкости при экстренном торможении:» [18]

$$p_{ж} = \frac{4P_{р.ц.}}{\pi \cdot d_{р.ц.}^2} = \frac{P_{р.ц.}}{0,785 \cdot d_{р.ц.}^2}, \quad (37)$$

«где  $P_{р.ц.}$  - усилие, создаваемое рабочим цилиндром на тормозных колодках,  $P_{р.ц.} = 1,244$  кН;

$d_{р.ц.}$  - диаметр рабочего тормозного цилиндра,  $d_{р.ц.} = 0,025$  м.» [18]

«Допускаемое давление в гидроприводе  $[p_{ж}] = 6...8$  МПа» [6], [25].

$$p_{ж} = \frac{4 \cdot P_{р.ц.}}{\pi \cdot d_{р.ц.}^2} = \frac{1244,0}{0,785 \cdot 0,025^2} = 2,54 \text{ МПа.} \quad (38)$$

Усилие на тормозной педали:

$$P_{пед} = p_{ж} \cdot \frac{\pi \cdot d_{гц}^2}{4} \cdot \frac{b}{a} = 0,785 \cdot p_{ж} \cdot d_{гц}^2 \cdot \frac{b}{a}, \quad (39)$$

«где  $d_{гц}$  - диаметр главного тормозного цилиндра,  $d_{гц} = 0,028$  м;

a, b - размеры рычагов педали, a = 0,250 м, b = 0,070м,

Допускаемое усилие на тормозной педали [P<sub>пед</sub>] = 200...300 Н» [6].

$$P_{\text{ПЕД}} = 0,785 \cdot 2,54 \cdot 10^6 \cdot 0,028^2 \cdot \frac{70,0}{250,0} = 437,70 \text{ Н.}$$

Ход тормозной педали гидропривода зависит от количества тормозных механизмов и передаточного числа привода.

Для двухосного автомобиля ход тормозной педали:

$$S_{\text{ПЕД}} = \frac{2 \cdot d_{\text{рц1}}^2 \cdot (S_{\text{П1}} + S_{\text{П2}}) + 2 \cdot d_{\text{рц2}}^2 \cdot (S_{\text{З1}} + S_{\text{З2}})}{d_{\text{ГЦ}}^2} \cdot \frac{a}{b} \cdot \eta_0 + S_{\text{СВ}}, \quad (40)$$

«где d<sub>рц1</sub> и d<sub>рц2</sub> - диаметры тормозных цилиндров соответственно передних и задних колес, м;

S<sub>П1</sub>, S<sub>П2</sub>, S<sub>З1</sub>, S<sub>З2</sub> - перемещения поршней тормозных цилиндров под действием приводных сил P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>, м;

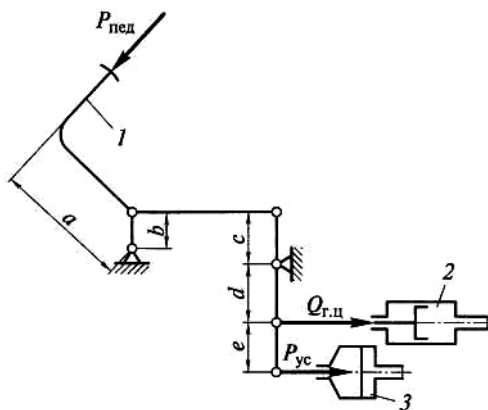
d<sub>ГЦ</sub> - диаметр главного тормозного цилиндра;

S<sub>СВ</sub> - свободный ход тормозной педали;

η<sub>0</sub> = 1,05...1,10 - коэффициент объемного расширения гидропривода (резиновых шлангов).» [18], [23]

$$S_{\text{ПЕД}} = \frac{2 \cdot 0,032^2 \cdot (0,004 + 0,004) + 2 \cdot 0,025^2 \cdot (0,005 + 0,005)}{0,028^2} \cdot \frac{0,25}{0,07} \cdot 1,07 + 0,010 = 0,151 \text{ м.}$$

Гидропривод с вакуумным усилителем применяется в случае, когда усилие на тормозной педали составляет более 500 Н.



1 - педаль; 2 - главный цилиндр; 3 – усилитель

Рисунок 12 – Схема для расчета гидравлического тормозного привода с вакуумным усилителем

Усилие на штоке главного тормозного цилиндра (рисунок 12):

$$Q_{ГЦ} = Q_{ПЕД} + Q_{УС}, \quad (41)$$

«где  $Q_{ПЕД}$  - сила на штоке главного тормозного цилиндра от усилия на педали  $P_{ПЕД}$ ;

$Q_{УС}$  - сила на штоке главного тормозного цилиндра от усилителя.» [18], [24]

Используя параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ , приведенные на рисунке 12, можно записать:

$$Q_{ГЦ} = P_{ПЕД} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} + P_{УС} \cdot \frac{d+e}{d}. \quad (42)$$

Здесь:

$$P_{УС} = p_0 \cdot F_{П}, \quad (43)$$

где  $p_0 = 0,05$  МПа – разрежение под поршнем усилителя;

$F_n$  – площадь поршня усилителя.

$$P_{yc} = 0,05 \cdot 0,028 = 1400,0 \text{ Н.}$$

$$Q_{гц} = 437,70 \cdot \frac{0,250}{0,070} \cdot \frac{0,070}{0,070} + 1400,0 \cdot \frac{0,070 + 0,070}{0,070} = 4363,21 \text{ Н.}$$

В ходе разработки дискового тормоза для автомобиля УАЗ-2206 был выполнен расчет основных компонентов, такие как тормозные диски, суппорты, колодки, гидравлические цилиндры и тормозные шланги.

Были проведен расчет сил и давлений, воздействующих на каждую деталь системы, чтобы обеспечить их надежное функционирование и безопасность в эксплуатации. Рассчитанные тормозные усилия позволяют обеспечить эффективное торможение автомобиля при различных скоростях и нагрузках. Были учтены динамические и статические условия работы тормозной системы для оптимального распределения усилий и минимизации износа деталей.

Гидравлическая система разработана с учетом особенностей конструкции автомобиля УАЗ-2206 и обеспечивает передачу тормозного давления от педали тормоза до тормозных суппортов. Расчеты давлений в гидравлической системе позволяют обеспечить равномерное и эффективное торможение на всех колесах автомобиля.

В целом, разработка дискового тормоза для автомобиля УАЗ-2206 требует комплексного подхода к проектированию деталей, учета тормозных усилий и разработки надежной гидравлической системы для обеспечения безопасности и комфорта во время эксплуатации транспортного средства.

#### 4 Технологический раздел дипломного проекта

В технологическом разделе дипломного проекта рассматривается процесс сборки дискового тормоза задней оси автомобиля УАЗ-2206, разработанного в конструкторском разделе. Особенностью конструкции будет являться то, что задняя подвеска остается неизменной, сзади так же, как в оригинальной конструкции, применяется неразрезная полуразгруженная балка на рессорной подвеске с амортизаторами. Тормозные щиты с механизмами крепятся к фланцам балки.

Технологическая карта представлена в таблице 5. На листе графической части представлена технологическая схема сборки тормозных механизмов.

Таблица 5 – Технологическая карта сборки тормозной системы УАЗ-2206

№ пер	Наименование операции / перехода	Содержание операций, переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, чел-мин
1. Сборка суппорта				
005	Сборка поршня суппорта	1. Установить корпус поршня в оправку 2. Установить втулку 3. Запрессовать втулку в корпус поршня	Стенд сборочный Пресс 20т Смазка – масло трансмиссионное	2,45
010	Сборка суппорта	1. Продуть отверстия сжатым воздухом 2. Установить в канавки уплотнительные кольца 3. Установить собранные поршни суппорта 4. Установить прижимные пластины 5. Ввернуть штуцеры прокачки	Стенд сборочный Ключ 7 Смазка – масло трансмиссионное	5,20
2. Монтаж тормозного диска				
015	Сборка тормозного диска	1. Установить кронштейн суппорта 2. Установить щит тормозного диска на фланец балки 3. Закрепить щит тормозного диска четырьмя болтами М10 4. Ввернуть шпильки М10х1,25 во фланец	Комплект слесарных инструментов	8,52

Продолжение таблицы 5

015	Сборка тормозного диска	5. Установить тормозной диск на фланец полуоси 6. Закрепить тормозной диск винтом М8	Комплект слесарных инструментов	8,52
3. Сборка узла				
020	Сборка заднего тормозного механизма	1. Установить суппорт, соединив его с кронштейном верхней осью 2. Установить колодки 3. Установить нижнюю ось 4. Закрепить оси гайками 5. Присоединить тормозные шланги	Комплект слесарных инструментов	25,30

В процессе разработки технологии сборки заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма представляет собой важный этап в создании качественной и надежной тормозной системы, 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 6.

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

Таблица 7 – Осуществляемые на участке технологические процессы и операции

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции и, вида выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
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 8.

Таблица 8 - 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 8

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 9, соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора. Соответственно всё было проверено на практике и только после этого утверждено, следует они являются эффективными.» [19]

Таблица 9 – 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 9

Электромагнитные поля	Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;	Очки и спецодежда, выполненная из 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 надетые 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 10 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19]

Таблица 10 – 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	A – 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	A – 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	B – горение жидкостей	Натуральные и синтетические масла, лакокрасочные изделия.	Пары легковоспламеняющихся жидкостей, которые взрываются при смешении с воздухом

«В таблице 11 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [19]



Таблица 11 – 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 12 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.» [19]

Таблица 12 – 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 13 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 13 – 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:

$$C = M + \text{Пи} + \text{Зосн} + \text{Здоп} + \text{СС} + \text{Ицех} + \text{Изав} + \text{НР} \quad (44)$$

где  $M$  – затраты на материалы конструкции, руб.;

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

$\text{Зосн}$  – основная заработная плата рабочих, руб.;

$\text{Здоп}$  – дополнительная заработная плата рабочих, руб.;

$\text{СС}$  – отчисления на социальное страхование,  $\text{СС} = 30\%$ ;

$\text{Ицех}$  – общецеховые издержки,  $\text{Ицех} = 85\%$ ;

$\text{Изав}$  – общезаводские издержки,  $\text{Изав} = 110\%$ ;

$\text{НР}$  – накладные расходы,  $\text{НР} = 7,5\%$

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции, рассчитаны в таблице 14. Расчет материальных затрат производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n \quad (45)$$

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 14 – Расчет затрат на материалы

Наименование материала	Количество материала	Цена единицы материала	Сумма, руб.
Заготовка поковка	18	230,20	4 143,60
Грунтовка	1,5	150,00	225,00
Краска	2,5	725,00	1 812,50
Круг сортовой Сталь 45, d = 60	6,5	120,00	780,00
Круг сортовой Сталь 45, d = 40	8,2	120,00	984,00
Круг, бронза	2,5	750,50	1 876,25
Листовой металл, h = 3	15	15,8	237,00
Листовой металл, h = 2	8	15,8	126,40
Литол	0,25	125	31,25
Масло индустриальное И-20	0,3	145,00	43,50
Трубный прокат, d = 25x20	20	14,50	290,00
Швеллер гнутый	25	12,2	305,00
Прочие			750,00
ИТОГО			11 604,50
Транспортно-заготовительные расходы			1 740,68
ВСЕГО			13 345,18

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

$$P_{и} = \sum_{i=1}^n P_{и_n} \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n P_{и_n} \cdot C_n \quad (46)$$

где  $P_{и_n}$  – 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 15.

Таблица 15 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование и вид покупного изделия	Количество покупных изделий	Цена за единицу, руб	Сумма, руб
Болты М10	20	18,00	360,00
Болты М6х15	14	10,00	140,00
Болты М8	16	12,00	192,00
Болт фундаментный	6	350,00	2 100,00
Винты М10	16	10,00	160,00
Гайки М10	12	8,00	96,00
Гайки М6	16	6,80	108,80
Двигатель 4А160М6УЗ ГОСТ 19523-81	1	32 500,00	32 500,00
Кнопка пусковая	1	120,00	120,00
Лампа контрольная	12	85,00	1 020,00
Маховичок	2	300,00	600,00
Муфта МУВП ГОСТ 13254-75	1	780,00	780,00
Подшипник 305 ГОСТ 5720-75	6	750,00	4 500,00
Подшипник 302	4	550,00	2 200,00
Подшипник 46310 ГОСТ 8338-75	1	750,00	750,00
Пружина	4	75,50	302,00
Ремень	1	900,00	900,00
Шайбы пружинные	25	5,50	137,50
Прочие			2 500,00
ИТОГО			49 466,30
Транспортно-заготовительные расходы			1 483,99
ВСЕГО			50 950,29

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:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{T_i} \cdot k_{ч_i} \cdot k_{пр}) \quad (47)$$

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

$C_{T_i}$  – часовая тарифная ставка рабочего, занятого на выполнении  $i$ -той операции, руб.;

$k_{ч_i}$  – коэффициент доплат заработной платы до часового фонда работающих,  $k_{ч_i} = 1,05 \dots 1,15$ ;

$k_{пр}$  – коэффициент премирования,  $k_{пр} = 1,24$ .

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, чел-час	Часовая тарифная ставка	Основная зарплата
Литейная	5	8,0	210,30	1 800,17
Сварочная	5	12,0	210,30	2 700,25
Токарная	6	8,0	250,50	2 144,28
Фрезерная	6	8,0	250,50	2 144,28
Шлифовальная	6	4,0	250,50	1 072,14
Долбежная	5	10,0	210,30	2 250,21
Термическая	5	2,5	210,30	562,55
Сверлильная	4	0,5	185,25	99,11
Слесарная	4	0,5	185,25	99,11
Сборочная	4	1,1	185,25	218,04
Окрасочная	3	1,0	160,45	171,68
Испытательная	5	1,5	210,30	337,53
ИТОГО				13 599,35
Премияльные доплаты				3 263,84
Основная заработная плата				16 863,20

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:

$$З_{доп} = З_о \cdot k_{доп}, \quad (48)$$

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

$$З_{доп} = 16\,863,20 \cdot 0,25 = 4\,215,8 \text{ руб}$$

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:

$$З_{ФСС} = (З_о + З_{доп}) \cdot 0,3 \quad (49)$$

$$З_{ФСС} = (16\,863,20 + 4\,215,80) \cdot 0,3 = 6\,323,70 \text{ руб}$$

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:

$$P_{об} = Z_о \cdot 1,04 \quad (50)$$

$$P_{об} = 16\,863,20 \cdot 1,04 = 17\,537,52 \text{ руб}$$

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:

$$P_{ох} = Z_о \cdot 0,25 \quad (51)$$

$$P_{ох} = 16\,863,20 \cdot 0,25 = 4\,215,80 \text{ руб}$$

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:

$$P_{оп} = Z_о \cdot 0,30 \quad (52)$$

$$P_{оп} = 16\,863,20 \cdot 0,30 = 5\,058,96 \text{ руб}$$

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 17.

Таблица 17 – Расчет себестоимости конструкции

Наименование статьи затрат	Сумма, руб	%
Затраты на материалы	13 345,18	10,9%
Затраты на покупные изделия	50 950,289	41,7%
Зарплата основная	16 863,20	13,8%
Зарплата дополнительная	4 215,80	3,5%
Отчисления на соцстрах	6 323,70	5,2%
Расходы на содержание оборудования	17 537,72	14,4%
Общепроизводственные расходы	4 215,80	3,5%
Общехозяйственные расходы	5 058,96	4,1%
Производственная себестоимость	118 510,64	97,1%
Внепроизводственные расходы	3 555,32	2,9%
Полная себестоимость	122 065,96	100,0%

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:

$$Ц_{и} = С_{п} + С_{п} \cdot 0,15 + С_{п} \cdot 0,20 \quad (53)$$

$$Ц_{и} = 122\,065,96 + 122\,065,96 \cdot 0,15 + 122\,065,96 \cdot 0,20 = 164\,789,05$$

Принимаем отпускную цену  $Ц_{и} = 164800$  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:

$$\mathcal{E} = Ц_{и} - Ц \quad (54)$$

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 18.

Таблица 18 – Расчет средней цены изделия

Наименование фирмы	Цена изделия, руб
ООО «Авангард», Тольятти	142 000
ООО «РемтехКомплект», Тольятти	155 000
ООО «Аверс», Тольятти	150 000
Средняя цена по компаниям	149 000

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

$$\mathcal{E} = 164\,800 - 149\,000 = 15\,800 \text{ руб}$$

Предполагается объём реализации в количестве не менее 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит:

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

где  $N$  – объём реализации продукции, ед.

$$\mathcal{E}_g = 15\,800 \cdot 10\,000 = 158\,000\,000 \text{ руб}$$

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. 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. 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,  $C_p = 122\,065,96$  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  $C_{и} = 164800$  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 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $\text{Эг} = 158\,000\,000$  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 автомобили становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, обеспечивая мобильность и комфорт в перемещениях. Однако одним из наиболее критических аспектов безопасности любого транспортного средства является его тормозная система. В данном контексте особую важность представляет разработка эффективной и надежной тормозной системы для автомобилей, способной обеспечить высокий уровень безопасности и комфорта вождения.

Поставленная в ходе выполнения дипломной работы цель разработки дисковых тормозных механизмов была достигнута путем выполнения связанных между собой разделов выпускной квалификационной работы.

Результатом выполнения первого раздела явился анализ факторов, влияющих на тормозную эффективность, механизмов, способных обеспечить это усилие и определение конструкции тормозного механизма транспортного средства.

Дисковые тормоза УАЗ-2206 будут иметь конструкцию, включающую в себя диски, колодки, суппорта и гидравлические механизмы. Гидравлическая система обеспечивает равномерное и эффективное торможение автомобиля. Правильное обслуживание и регулярная проверка компонентов дисковых тормозов необходимы для поддержания их работоспособности. Конструкция дисковых тормозных механизмов УАЗ-2206 обеспечивает надежное и безопасное торможение при правильном обслуживании.

В результате анализа можно сделать следующий вывод о повышении эффективности работы тормозной системы проектируемой в рамках выполнения дипломной работы:

- регулярное техническое обслуживание и проверка тормозной системы играют ключевую роль в обеспечении ее эффективности;
- использование качественных тормозных деталей и компонентов способствует улучшению работы системы торможения;

- обучение водителей правильной технике торможения повышает безопасность движения и снижает износ тормозов;

- установка современных систем антиблокировки тормозов (ABS) является эффективным способом повышения управляемости и безопасности транспортного средства.

Эффективность тормозных систем транспортных средств может быть улучшена путем использования в конструкции высококачественных компонентов. Анализ конструкции дисковых тормозных механизмов автомобиля УАЗ-2206 подчеркивает необходимость регулярного ухода и технического обслуживания для обеспечения безопасности и эффективности торможения.

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 УАЗ-2206 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.

Адекватный тяговый расчет позволяет оптимизировать параметры автомобиля, повысить его эффективность и эксплуатационные характеристики, что важно как для конструкторов, так и для конечных пользователей.

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.

В ходе разработки дискового тормоза для автомобиля УАЗ-2206 был выполнен расчет основных компонентов, такие как тормозные диски, суппорты, колодки, гидравлические цилиндры и тормозные шланги.

Были проведен расчет сил и давлений, воздействующих на каждую деталь системы, чтобы обеспечить их надежное функционирование и безопасность в эксплуатации. Рассчитанные тормозные усилия позволяют обеспечить эффективное торможение автомобиля при различных скоростях и нагрузках. Были учтены динамические и статические условия работы тормозной системы для оптимального распределения усилий и минимизации износа деталей.

Гидравлическая система разработана с учетом особенностей конструкции автомобиля УАЗ-2206 и обеспечивает передачу тормозного давления от педали тормоза до тормозных суппортов. Расчеты давлений в гидравлической системе позволяют обеспечить равномерное и эффективное торможение на всех колесах автомобиля.

В целом, разработка дискового тормоза для автомобиля УАЗ-2206 требует комплексного подхода к проектированию деталей, учета тормозных усилий и разработки надежной гидравлической системы для обеспечения безопасности и комфорта во время эксплуатации транспортного средства.

В процессе разработки технологии сборки заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма 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 заднего тормозного дискового механизма представляет собой важный этап в создании качественной и надежной тормозной системы, обеспечивая безопасность и комфорт в эксплуатации автомобиля.

В разделе, посвященном безопасности производства сборочных работ на специализированном участке, 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 методы 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.

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. 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. 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,  $C_{п} = 122\ 065,96$  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  $C_{и} = 164800$  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 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит,  $\text{Эг} = 158\,000\,000$  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 используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. 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, 2019. — 655 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/2530](http://www.dx.doi.org/10.12737/2530). - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
6. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
7. 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.
8. Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. — 417 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.
9. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

10. 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.

11. Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с

12. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеев // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

13. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

14. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

15. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 758 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.

16. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомооилей : 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 автомобиля : 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»/ В.П. Тарасик, М.П. Бренчик // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2020 – 448 с.

19. 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.

20.Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.

21.Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

22.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.

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

24.Bierbaum, O. J. Eine empfindsame Reise im Automobil / O. J. Bierbaum. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 322 с. — ISBN 978-5-507-41136-8.

25.Emily, E. D. Through what transports of Patience / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-31245-0.

26.Emily, E. D. A transport one cannot contain / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-33097-3.

27.Henry, O. While the Auto Waits / O. Henry. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 4 с. — ISBN 978-5-507-40405-6.

28. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.— 350 с.