

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 снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот

Обучающийся

Б.В. Ишутов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

(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

В расчетно-пояснительной записке представлен дипломный проект на тему «Разработка снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот».

Россия, как и многие другие страны, сталкивается с сильными снегопадами в зимний период. В этих условиях дороги часто оказываются занесёнными снегом, что затрудняет транспортное сообщение и создаёт угрозу безопасности дорожного движения. Обеспечение эффективной расчистки дорог от снега является одной из приоритетных задач коммунальных служб. Существующий парк снегоуборочной техники не всегда справляется с объёмами работ, особенно в регионах с обильными снегопадами. УАЗ Патриот – популярный внедорожник, используемый в различных регионах России, включая сельскую местность и труднодоступные районы. Разработка снегового отвала, адаптированного под этот автомобиль, позволяет улучшить проходимость и функциональность УАЗ Патриот в зимний период. Оснащение автомобилей УАЗ Патриот снегоуборочными отвалами повышает их универсальность и расширяет спектр их применения. Это может быть полезно как для частных владельцев, так и для коммунальных и сельскохозяйственных предприятий.

Целью дипломного проекта является разработка и создание снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот, который обеспечит эффективную и безопасную очистку дорог от снега, повысит универсальность использования автомобиля в зимних условиях и будет соответствовать требованиям экономичности, надёжности и простоты эксплуатации.

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.

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

- анализ конструкции существующих образцов навесного оборудования для автомобиля УАЗ и выявление их эксплуатационных недостатков;
- формирование предложений по проведению разработки конструкции снегового отвала;
- проведение необходимых конструкторских расчетов;
- разработка необходимых технологических операций сборки разработанного снегового отвала;
- разработка требований по безопасности организации и проведению сборочных работ;
- расчет экономического эффекта от внедрения конструкции в производство;
- формирование заключения по результатам проделанной работы.

Таким образом, проект по разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот является актуальным как с точки зрения улучшения транспортной инфраструктуры и безопасности, так и с экономической, экологической и социальной точек зрения.

Abstract

The calculation and explanatory note presents a graduation project on the topic “Development of a snow plow for the UAZ Patriot car.”

Russia and many other countries face heavy snowfalls during winter. Under these conditions, roads are often covered with snow, which complicates transport communications and poses a threat to road safety. Ensuring that roads are effectively cleared of snow is one of the priorities of public utilities. The existing fleet of snow removal equipment does not always cope with the volume of work, especially in regions with heavy snowfalls. UAZ Patriot is a popular SUV used in various regions of Russia, including rural areas and hard-to-reach areas. The development of a snow plow adapted for this vehicle makes it possible to improve the cross-country ability and functionality of the UAZ Patriot in winter. Equipping UAZ Patriot vehicles with snow plows increases their versatility and expands the range of their applications. This can be useful for both private owners and utility and agricultural enterprises.

The goal of the diploma project is to develop and create a snow plow for the UAZ Patriot, which will ensure effective and safe clearing of roads from snow, increase the versatility of using the vehicle in winter conditions and will meet the requirements of efficiency, reliability and ease of operation.

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

- analysis of the design of existing models of attachments for the UAZ vehicle and identification of their operational shortcomings;
- formation of proposals for the development of a snow dump design;

- carrying out the necessary design calculations;
- development of the necessary technological operations for assembling the developed snow dump;
- 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.

Thus, the project to develop a snow plow for the UAZ Patriot is relevant both from the point of view of improving transport infrastructure and safety, and from economic, environmental and social points of view.

Содержание

Введение	8
1 Технико-экономическое обоснование объекта дипломного проектирования	10
1.1 Характеристика транспортного средства	10
1.2 Анализ работ при разработке конструкции снегового отвала	14
1.3 Формулирование задач дипломного проектирования	16
2 Тяговый расчет транспортного средства	19
2.1 Расчет потребной мощности двигателя	19
2.2 Расчет тяговых сил и сил сопротивления	23
2.3 Мощностной баланс	27
2.4 Расчет ускорений автомобиля	30
2.5 Топливоно-экономическая характеристика	33
3 Конструкторский раздел дипломного проекта	36
3.1 Обзор аналогов конструкции, взятой на проработку	36
3.2 Разработка конструкции снегового отвала	44
3.3 Исходные данные для расчета снегового отвала	45
3.4 Описание конструкции снегового отвала	45
3.5 Расчет толкающих усилий на брусках отвала	47
3.6 Расчет усилий в шарнире крепления брусков к кузову	49
3.7 Расчет усилий и напряжений в подкосах	50
3.8 Расчет усилий и напряжений в раскосах	50
3.9 Расчет напряжений в толкающих брусках	52
4 Разработка технологического процесса сборки снегового отвала ...	54
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 используемых источников	87
Приложение А Графики тягового расчета	90

Введение

В условиях климатических реалий Российской Федерации, где зима занимает значительную часть года, вопросы обеспечения бесперебойного транспортного сообщения и безопасности дорожного движения становятся особо актуальными. Сильные снегопады и заносы часто затрудняют движение на дорогах, создавая серьёзные препятствия для транспортных средств и пешеходов. Эффективная расчистка снега является одной из приоритетных задач коммунальных служб, особенно в регионах с обильными снегопадами и суровыми зимами.

Автомобиль УАЗ Патриот, благодаря своей проходимости и надёжности, широко используется в различных областях, включая сельскую местность, труднодоступные районы и промышленные зоны. Однако стандартные модели не оснащены средствами для эффективной борьбы со снеговыми заносами. В связи с этим возникает необходимость разработки специального оборудования, которое могло бы значительно расширить функциональные возможности данного автомобиля.

Настоящий дипломный проект посвящён разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот. Целью работы является создание конструкции, которая будет отвечать требованиям надёжности, долговечности и простоты эксплуатации, а также позволит существенно повысить эффективность и безопасность очистки дорог от снега.

В рамках проекта планируется провести анализ существующих решений и технологий, определить ключевые требования к конструкции снегового отвала, разработать техническую документацию и провести экспериментальные испытания. Особое внимание будет уделено вопросам экономической целесообразности и возможности серийного производства данного оборудования.

Конструкция отвала представляет собой совокупность ряда узлов и систем, которые характеризуют общее конструктивное решение, а именно:

- снеговой отвал;
- система крепления отвала к кузову;
- система подъёма и управления отвалом;
- амортизирующие элементы;
- система освещения и сигнализации.

Снеговой отвал будет изготовлен из высокопрочной стали с антикоррозийным покрытием, что обеспечивает долгий срок службы и устойчивость к агрессивным внешним условиям. Форма отвала будет разработана таким образом, чтобы обеспечивать максимальную эффективность при уборке снега, снижая сопротивление и увеличивая объём перемещаемого снега. Надёжная и простая в установке крепёжная система позволит быстро монтировать и демонтировать отвал на автомобиле УАЗ Патриот без необходимости в значительных модификациях кузова. Предусматривается использование стандартизованных креплений, что обеспечивает универсальность и совместимость с различными моделями УАЗ. Система управления будет включать электромеханический привод, обеспечивающий плавное и точное регулирование угла наклона и высоты отвала. Это позволит оператору легко адаптировать оборудование под различные условия работы, повышая общую производительность и безопасность.

Актуальность темы обусловлена необходимостью улучшения транспортной инфраструктуры в зимний период, повышения безопасности дорожного движения и рационального использования имеющегося автомобильного парка. Разработка снеговой отвала для УАЗ Патриот позволит не только повысить универсальность и функциональность данного автомобиля, но и предоставить эффективное и экономичное решение для расчистки дорог от снега, что особенно важно для муниципальных и частных предприятий.

1 Технико-экономическое обоснование объекта дипломного проектирования

1.1 Характеристика транспортного средства

Автомобиль УАЗ Патриот выбран в качестве объекта дипломного проектирования по разработке снегового отвала. Этот выбор обусловлен его широкой распространённостью, надёжностью и высоким потенциалом для модернизации и расширения функциональности.

УАЗ Патриот – это полноприводный внедорожник, известный своей высокой проходимостью и способностью преодолевать сложные дорожные условия. Он широко используется как в городских, так и в сельских районах, включая труднодоступные районы. Общий вид автомобиля представлен на рисунке 1.

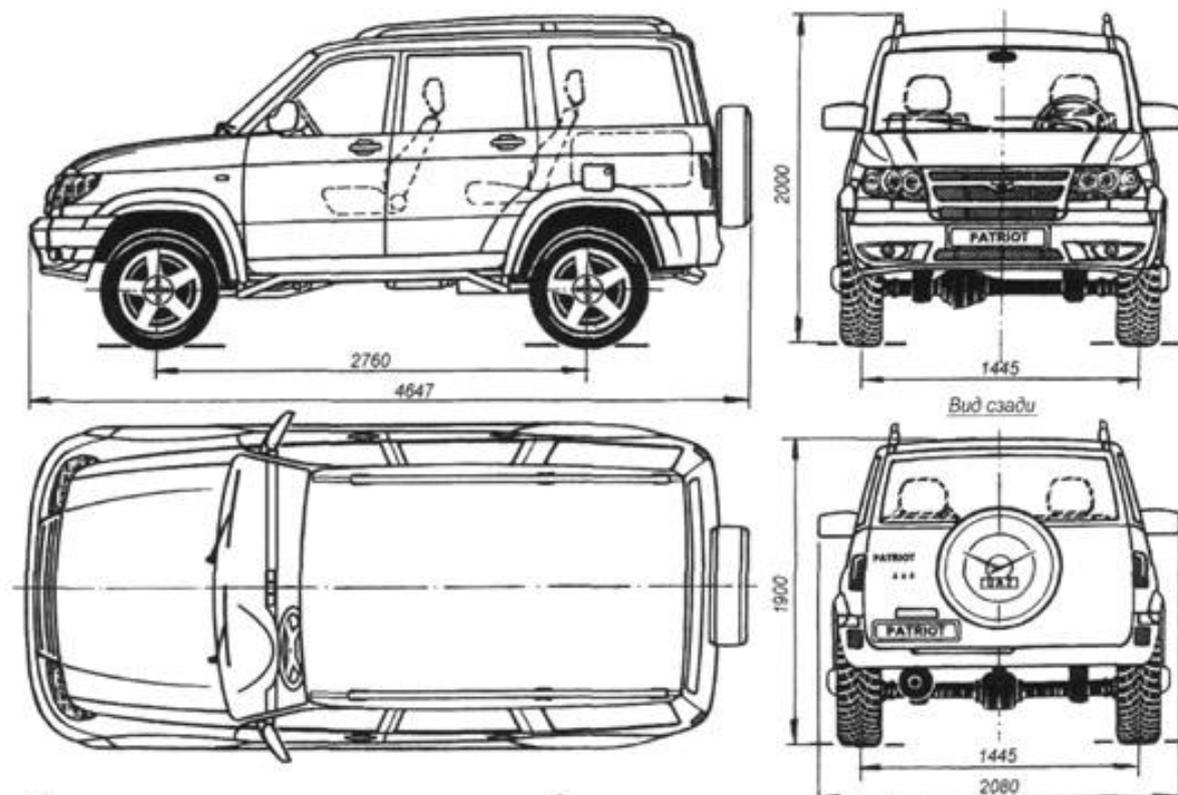


Рисунок 1 - Габаритные размеры автомобиля УАЗ «Патриот».

Автомобиль оснащается бензиновыми и дизельными двигателями объёмом 2.7 литра и 2.2 литра соответственно. Мощность двигателя варьируется от 135 до 150 лошадиных сил. Трансмиссия – механическая пятиступенчатая или шестиступенчатая коробка передач. Передняя подвеска независимая, на двойных поперечных рычагах с пружинами. Задняя подвеска – зависимая, на продольных полуэллиптических рессорах. Высокий дорожный просвет (210 мм) и надёжная конструкция шасси обеспечивают отличную проходимость и устойчивость на дорогах с разным покрытием. Кузов имеет рамную конструкцию, что придаёт автомобилю дополнительную прочность и устойчивость к деформациям. Габаритные размеры: длина – 4785 мм, ширина – 1900 мм, высота – 2005 мм. Колёсная база – 2760 мм. УАЗ Патриот оснащён современными системами безопасности и комфорта, включая систему ABS, подушки безопасности, климат-контроль, мультимедийную систему и другие функции.

«УАЗ Патриот (УАЗ 3163) пришел на смену модели УАЗ 3162 в 2005 году. Предшественник, носивший название «Симбир», считался перспективной моделью и, в свою очередь, был создан на основе УАЗ 3160 — первого автомобиля компании, спроектированного по более современным лекалам, нежели те сугубо утилитарные армейские внедорожники, которые Ульяновский автозавод выпускал на протяжении целого ряда десятилетий, начиная с 70-х годов прошлого века. УАЗ Патриот имеет цельнометаллический пятидверный кузов, салон автомобиля стандартной модификации предусматривает пять посадочных мест. Автомобиль очень вместителен, благодаря большому багажному отсеку, где могут устанавливаться еще дополнительно четыре сиденья. При этом обеспечивается отличная гибкость и функциональность: задние дополнительные сиденья имеют два способа трансформации, за счет которых можно перевозить пассажиров и габаритный груз. Этот внедорожник полностью отечественной разработки оснащен бензиновыми и дизельными двигателями в сочетании с механической коробкой передач.» [18]

«Автомобиль пережил целый ряд модернизаций начиная с 2006 года, когда в конструкцию внедорожника были внесены первые изменения (новые стартер, генератор, педали, обивка сидений и т.п.). Вскоре автомобиль обзавелся современными системами безопасности, был увеличен межсервисный пробег; в 2008 году Патриот получил кондиционер, улучшенную систему отопления и вентиляции. Следом за дополнительной платой стали доступны кожаный салон, окраска бамперов в цвет кузова, сетка в багажник, сигнализация, центральный замок с ДУ, парктроник, электрический люк. В процессе выпуска автомобиль планомерно избавляли от множества характерных «болезней», а в 2012 году был изменен интерьер — все автомобили семейства Patriot получили новую приборную панель, новое рулевое колесо, в новой цветовой гамме салона использованы два цвета. Помимо прочего, автомобили оснащены новой системой отопления и кондиционирования немецкой компании SANDEN. Новый пульт климатической установки управляет электрическими приводами заслонок системы вентиляции и отопления в отличие от предыдущей версии с механическими приводами (тросиками). Измененная конструкция воздухопроводов позволяет быстрее и точнее управлять микро-климатом в салоне.» [4]

«Для УАЗ Патриот 2005-2014 предлагались два двигателя. Базовый — бензиновый, ЗМЗ-409.10. «Этот популярный и распространенный мотор объемом 2,7 литра хорошо зарекомендовал себя благодаря приличным тяговым характеристикам: максимальная мощность 128 л.с. достигается при 4600 об/мин, а максимальный крутящий момент 210 Нм — при 2500 об/мин. Двигатель достаточно современный (впрыск топлива, гидрокомпенсаторы, 4 клапана на цилиндр, Евро-4 и т.д.), но одновременно более требовательный к качеству масла и техническому обслуживанию.» [31] В качестве альтернативы с 2008 по 2012 год на автомобиль ставился импортный дизель IVECO F1A (2,3 л, 116 л.с., Евро-3), который был сменен отечественным турбодизелем ЗМЗ-514. Этот двигатель при объеме 2,3 литра предлагает

максимальную мощность 113 л.с. (3500 об/мин) и крутящий момент, достигающий максимума 270 Нм при 2800 об/мин. Расход топлива в смешанном цикле для бензиновой версии составляет 11,5 л на сотню, дизельной — 9,5 л.» [6]

«УАЗ Патриот имеет зависимую подвеску и спереди, и сзади. Впереди — пружинная подвеска со стабилизатором поперечной устойчивости. Задний мост — на двух продольных полуэллиптических малолистовых рессорах. Конструкция ходовой части может показаться архаичной и не слишком комфортной, однако для настоящего внедорожника, каким является Патриот, это самый практичный и надежный вариант в плане эксплуатации и обслуживания. Рулевое управление автомобиля — типа «винт-шариковая гайка» с гидроусилителем и регулируемой рулевой колонкой. Привод — постоянный задний, с жестко подключаемым передним мостом. Раздаточная коробка 2-ступенчатая с понижающей передачей.» [21]

В процессе анализа конструкции транспортного средства, взятого на проработку, стоит отметить особенности конструкции автомобиля, важные для проектирования снегового отвала. В первую очередь, важно понимать, что рамная конструкция кузова обеспечивает высокую жёсткость и устойчивость к нагрузкам, что является важным фактором при установке тяжёлого оборудования, такого как снеговой отвал. Высокий клиренс позволяет эффективно использовать УАЗ Патриот в условиях глубокого снега, минимизируя риск повреждения нижней части кузова и обеспечивая лёгкий доступ к труднодоступным местам.

Мощная трансмиссия и привод на все колёса также имеют значение, если автомобиль будет использоваться для очистки снега. Полноприводная система и мощная трансмиссия позволяют автомобилю преодолевать сложные дорожные условия и обеспечивают необходимую тягу для работы с установленным отвалом.

Наличие достаточного места под капотом и развитая система электрооборудования позволяет легко интегрировать гидравлическую

систему управления отвалом и необходимые дополнительные элементы, такие как освещение и сигнальные устройства.

Совокупность этих факторов делает автомобиль УАЗ Патриот наиболее удачной моделью гражданского транспортного средства для установки на него навесного оборудования, такого как снеговой отвал.

1.2 Анализ работ при разработке конструкции снегового отвала

Разработка конструкции снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот требует проведения комплексного анализа, который включает в себя изучение существующих решений, оценку технических требований, разработку и испытание прототипов. В данном разделе будут рассмотрены ключевые этапы анализа работ при проектировании снегового отвала.

Первоначальный этап включает в себя детальный анализ существующих моделей снеговых отвалов, используемых в различных типах транспортных средств. На этом этапе будет произведено изучение типов отвалов (прямые, V-образные, боковые) и их применения на различных транспортных средствах, включая легковые автомобили, грузовики и специализированную снегоуборочную технику. Будут изучены и проанализированы используемые материалы (сталь, полимеры, композиты) и производственные технологии (сварка, штамповка, литье) для выбора наилучших методов изготовления разрабатываемого отвала. Также необходим анализ и исследование существующих систем крепления отвалов к транспортным средствам и методов управления (механическое, гидравлическое, электрическое) для выбора наиболее подходящего с технической и технологической точки зрения.

На основе проведенного исследования формируются технические требования к конструкции снегового отвала для УАЗ Патриот:

- определение оптимальных размеров и массы отвала, чтобы не нарушать баланс и проходимость автомобиля;
- выбор материалов и конструкционных решений, обеспечивающих долговечность и устойчивость к коррозии и механическим повреждениям;
- разработка универсальной системы крепления, обеспечивающей простоту установки и снятия отвала;
- проектирование системы управления углом наклона и высотой отвала с использованием гидравлических или электрических приводов;
- внедрение элементов безопасности, таких как амортизаторы и сигнальные устройства, а также обеспечение удобства управления для оператора.

«На американских и ряде европейских внедорожных автомобилях порой используют для уборки снега бульдозерные отвалы, устанавливаемые на легкие грузовички или мощные джипы. В северных штатах США и Канаде такое оборудование довольно популярно. К тому же, подобное решение со стороны автовладельца, стимулируется властями, путем установки понижающего коэффициента при взимании транспортного налога, поскольку такие автомобили помогают поддерживать транспортную сеть штата или района в надлежащем состоянии.

Также зачастую подобное решение продиктовано желанием автовладельца расширить функционал имеющегося транспортного средства

Объектом исследований является автомобиль в сборе и сложный физический процесс колебаний крутящего момента при его движении по неровной дороге.

Предметом исследований – Возможность дооснащения автомобиля и расширение его функциональных и эксплуатационных возможностей. Исследование возможности применения дополнительного оборудования к серийным автотранспортным средствам.» [26]

«Программа исследований – включает составление математических моделей исследуемых процессов и наглядное представление влияния

различных факторов на колебания крутящего момента при движении, экспериментальные исследования колебаний на специальных дорогах автополигона.» [20]

Таким образом, процесс разработки конструкции снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот включает многоэтапный и комплексный подход, который позволяет создать надёжное и эффективное оборудование для расчистки снега, соответствующее современным требованиям и стандартам.

1.3 Формулирование задач дипломного проектирования

При разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот в рамках дипломного проекта необходимо решить ряд специфических задач, которые обеспечат достижение поставленной цели. Эти задачи включают исследовательские, аналитические, проектировочные и экспериментальные этапы, каждый из которых направлен на создание надёжного и эффективного снегового отвала.

Основной группой задач будет комплекс исследовательских задач, связанных с изучением различных аспектов конструирования:

- изучение характеристик и особенностей снежных осадков в различных регионах России для определения требований к снеговому отвалу;
- проведение анализа существующих конструкций снеговых отвалов, используемых на различных транспортных средствах, для выявления лучших практик и технологий;
- изучение свойств различных материалов, подходящих для изготовления снегового отвала, включая их прочностные характеристики, устойчивость к коррозии и износостойкость.

Проведение комплекса исследований позволит объёмно и всесторонне подойти к процессу разработки снегового отвала.

Следующей группой задач будут аналитические задачи, которые будут способствовать формулировке комплекса технических характеристик разрабатываемого изделия:

- формулирование ключевых технических требований к снеговому отвалу, таких как размеры, вес, материалы, системы крепления и управления.
- проведение инженерных расчётов для определения нагрузок, воздействующих на конструкцию отвала, и обеспечения его достаточной прочности и долговечности.
- оценка экономической целесообразности разработки и установки снегового отвала, включая анализ затрат на материалы, производство и эксплуатацию.

Проектировочные задачи решают вопросы формирования конструкторской документации проекта. В перечень этих задач включается:

- создание подробных эскизов и чертежей конструктивных элементов снегового отвала с учётом всех технических требований;
- проведение компьютерного моделирования для проверки конструктивных решений, оценки аэродинамических характеристик и эффективности уборки снега;
- проектирование универсальной системы крепления, обеспечивающей простоту установки и демонтажа отвала на автомобиле УАЗ Патриот;
- разработка гидравлической или электрической системы управления углом наклона и высотой отвала, обеспечивающей удобство и точность регулировки.

Таким образом, задачи дипломного проектирования охватывают весь спектр работ от исследовательского и аналитического этапов до проектирования, испытания и подготовки к серийному производству. Решение этих задач позволит создать эффективный и надёжный снеговой отвал для автомобиля УАЗ Патриот, соответствующий современным требованиям и условиям эксплуатации.

По результатам анализа, проведенного в первом разделе дипломного проекта, можно сделать следующие выводы. УАЗ Патриот является идеальной базой для установки снегового отвала благодаря своим техническим характеристикам. Его рамная конструкция обеспечивает необходимую жёсткость и устойчивость к нагрузкам, что особенно важно при установке дополнительного оборудования. Высокий дорожный просвет и полноприводная система делают УАЗ Патриот пригодным для использования в условиях глубокого снега и на сложных дорожных покрытиях. Просторное подкапотное пространство и развитая система электрооборудования позволяют легко интегрировать гидравлическую или электрическую систему управления снеговым отвалом. Универсальность и экономичность автомобиля позволяют использовать его как в частных, так и в муниципальных и сельскохозяйственных предприятиях для расчистки дорог от снега, что делает проект особенно актуальным.

Были определены ключевые задачи, которые необходимо решить для успешной разработки снегового отвала. Эти задачи включают исследовательские, аналитические, проектировочные и экспериментальные этапы. Исследовательские задачи включают анализ климатических условий, обзор существующих конструкций снеговых отвалов и изучение материалов, подходящих для их изготовления. Аналитические задачи направлены на определение технических требований к снеговому отвалу, расчёт нагрузок и прочности конструкции, а также экономическую оценку проекта. Проектировочные задачи включают разработку эскизов и чертежей, моделирование и симуляцию, проектирование системы крепления и системы управления отвалом. Экспериментальные задачи включают изготовление и испытание прототипа, а также анализ результатов испытаний для внесения необходимых доработок в конструкцию. Завершающие задачи включают подготовку полного пакета технической документации и разработку рекомендаций по серийному производству снегового отвала.

2 Тяговый расчет транспортного средства

2.1 Расчет потребной мощности двигателя

«Рассчитываемый автомобиль УАЗ ПАТРИОТ предназначен для движения по пересеченной местности с плохим дорожным покрытием, также для комфортного движения по дорогам общего пользования с асфальтобетонным покрытием. Исходя из этих условий эксплуатации, выбирается двигатель, который обеспечивает возможность выполнения транспортной работы.

Мощность двигателя зависит от касательной силы тяги на колесах и скорости движения автомобиля, может быть найдена по формуле:

Расчет потребной мощности выполняется по трем режимам: режим максимальной скорости, режим максимального дорожного сопротивления, средний режим.» [1]

«Средний режим. Примем наиболее вероятные дорожные условия - движение по горизонтальной сухой грунтовой дороге. Коэффициент сопротивления качению сухой грунтовой дороги $f = 0,025$. Коэффициент сцепления $\varphi = 0,6$. Рабочая скорость автомобиля $V = 80 \text{ км/ч} = 22,22 \text{ м/с}$.

Режим максимальной скорости при хороших дорожных условиях. Примем за хорошие дорожные условия - движение по горизонтальному асфальтному шоссе. Коэффициент сопротивления качения асфальтного шоссе $f = 0,02$. Коэффициент сцепления $\varphi = 0,7$. Максимальная скорость автомобиля $V = 150 \text{ км/ч} = 41,66 \text{ м/с}$.

Режим максимального дорожного сопротивления. Примем наихудшие дорожные условия - движение по грунтовой дороге в период распутицы с уклоном $\alpha = 10^\circ$. Коэффициент сопротивления качению песка $f = 0,3$. Коэффициент сцепления $\varphi = 0,4$. Скорость автомобиля $V = 20 \text{ км/ч} = 5,6 \text{ м/с}$ » [2]

Полная масса автомобиля определяется по формуле:

$$m_a = G_a + m_{\text{ч}} + m_{\delta}, \quad (1)$$

«где G_a – снаряженная масса автомобиля, (кг)

$m_{\text{ч}}$ – средняя масса пассажира, $m_{\text{ч}} = 75$ кг;

n – общее число пассажиров и водителя, чел $n = 5$;

m_{δ} – вес груза на каждого пассажира, $m_{\delta} = 15$ кг;» [1]

$$m_a = 2070 + 75 \cdot 5 + 15 \cdot 5 = 2520$$

Статический размер колеса:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (2)$$

« d – посадочный диаметр шины, м

λ_z – коэффициент вертикальной деформации шины, $\lambda_z = 0,86$;

H – высота профиля шины, $H = 168,8$ м» [1]

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,41 + 0,86 \cdot 0,17 = 0,35$$

Коэффициент обтекаемости k :

$$k = C_x \cdot \rho / 2 \quad (3)$$

«Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x зависит от формы и качества окраски автомобиля.

$$U_0 = (r_k / U_k) \cdot (\omega_{\text{max}} / V_{\text{max}}), \quad (4)$$

где $C_x = 0,32$

ρ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм рт.ст.), $\rho = 1,293$ » [1]

$$k = 0,32 \cdot 1,29 / 2 = 0,21$$

«При расчетах лобовую площадь F легковых автомобилей со стандартным кузовом определяют по приближенной формуле:

$$F=0,8 \cdot B_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}, \quad (5)$$

где B_{Γ} – габаритная ширина автомобиля, м;

H_{Γ} - габаритная высота автомобиля, м.» [2]

$$F = 0,8 \cdot 2,08 \cdot 2 = 3,33$$

«Для определения коэффициента сопротивления качению в зависимости от скорости пользуются эмпирической формулой:

$$f = f_0(1+V^2/2000), \quad (6)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью; $f_0 = 0,012$

V – скорость автомобиля, м/с. $V = 50$ м/с

$f = 0,027$ » [2]

«Передачное число главной передачи U_0 , $U_0 = 5,627$. Правильность выбора передаточного числа U_0 определяется по мощностному балансу автомобиля, при этом V_{\max} должна быть в пределах $(1,0 \dots 1,35) V_N$ – скорости, соответствующей максимальной мощности на ведущих колесах.

Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля N_v (в Вт)» [1]

$$N_v=1/\eta_{\text{тр}} (G_a \cdot g \cdot \omega \cdot V_a + C_x \cdot \omega / 2 \cdot B \cdot H \cdot V_a^3) \quad (7)$$

$$N_v = 1 / 0,92 \cdot 2070 \cdot 9,81 \cdot 0,03 \cdot 50 = 107328,0$$

Максимальная мощность двигателя $N_v(\max)$:

$$N_{vmax} = N_v / a \cdot k + b \cdot k^2 - c \cdot k^3 \quad (8)$$

$$N_{vmax} = 107328,0 / 1 \cdot 1,2 + 1 \cdot 1,2 - 1 \cdot 1,2 = 117684,2$$

$$N_e = N_v(max) \cdot (a \cdot \omega / \omega_N + b \cdot (\omega / \omega_N)^2 - c \cdot (\omega / \omega_N)^3), \quad (9)$$

где ω – текущая частота вращения коленчатого вала двигателя.

$$\omega_N = \omega (max) / k \quad (10)$$

$$\omega_N = 630 / 1,2 = 525$$

$$M_e = N_e / \omega \quad (11)$$

Произведенный расчет мощности и крутящего момента двигателя в зависимости от оборотов сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет мощности и крутящего момента

ω	N_e	M_e
25,2	5907,0	234,4
50,4	12278,1	243,6
75,6	19035,4	251,8
100,8	26100,7	258,9
126	33396,0	265,0
151,2	40843,0	270,1
176,4	48363,9	274,2
201,6	55880,3	277,2
226,8	63314,4	279,2
252	70587,9	280,1
277,2	77622,9	280,0
302,4	84341,1	278,9
327,6	90664,6	276,8
352,8	96515,1	273,6
378	101814,7	269,4
403,2	106485,3	264,1
428,4	110448,7	257,8
453,6	113626,9	250,5

Продолжение таблицы 1

ω	N_e	M_e
478,8	115941,7	242,2
504	117315,2	232,8
529,2	117669,1	222,4
554,4	116925,4	210,9
579,6	115006,1	198,4
604,8	111833,0	184,9
630	107328,0	170,4

Мощность двигателя зависит от касательной силы тяги на колесах и скорости движения автомобиля

2.2 Расчет тяговых сил и сил сопротивления

Выбор передаточных чисел трансмиссии на различных передачах:

$U_1 = 4,16$; $U_2 = 2,27$; $U_3 = 1,43$; $U_4 = 1$; $U_5 = 0,88$; $U_{гп} = 4,63$.

$$P_T = M_e \cdot U_{гп} \cdot U_{кп} \cdot \eta_{тр} / r \quad (12)$$

«Условием движения без пробуксовки является обеспечение величины тяговой силы на колесах меньшей, чем сила сцепления колес с дорогой. Поэтому, в расчет включается расчет тяговой силы на каждой передаче. Скоростная характеристика автомобиля рассчитывается исходя из частоты вращения двигателя:» [2]

$$V_a = r \cdot \omega / U_{гп} \cdot U_{кп} \quad (13)$$

Сила сопротивления воздуха на 4 передаче:

$$P_{в4} = C_x \cdot H \cdot B \cdot V_a^4 \quad (14)$$

$$P_{в4} = 0,32 \cdot 2 \cdot 2,08 \cdot 47,4 = 63,2 \text{ Н}$$

Сцепной вес автомобиля:

$$G_{сц} = 0,51 \cdot G_a \quad (15)$$

$$G_{сц} = 0,51 \cdot 2070 = 1056 \text{ кг}$$

«Сила сцепления колес с дорогой на 1 передаче:

$$P_{сц1} = \delta \cdot G_{сц} \quad (16)$$

$$P_{сц1} = 0,8 \cdot 1056 = 8285 \text{ Н}$$

$$\delta = 0,8$$

Для движения автомобиля по горизонтальному участку дороги без пробуксовки должно выполняться условие:

$$P_T < P_{сц} \quad (17)$$

Сила сопротивления дороги:

$$P_d = G_a \cdot (f+i) \quad (18)$$

где i – уклон дороги, $i = 0$;

f – коэффициент сопротивления качению, $f_0 = 0,012$.

$$F = f_0 \cdot (1 + V_a^2/2000) \quad (19)$$

Расчет скорости движения автомобиля сводим в таблицу 2.» [1]

Таблица 2 – Расчет скорости движения автомобиля

ω	Va1 (м/с)	Va2 (м/с)	Va3 (м/с)	Va4 (м/с)	Va5 (м/с)
25,2	0,5	0,8	1,3	1,9	2,2
50,4	0,9	1,7	2,7	3,8	4,3
75,6	1,4	2,5	4,0	5,7	6,5
100,8	1,8	3,4	5,3	7,6	8,6
126	2,3	4,2	6,6	9,5	10,8
151,2	2,7	5,0	8,0	11,4	12,9
176,4	3,2	5,9	9,3	13,3	15,1
201,6	3,7	6,7	10,6	15,2	17,3
226,8	4,1	7,5	12,0	17,1	19,4
252	4,6	8,4	13,3	19,0	21,6
277,2	5,0	9,2	14,6	20,9	23,7
302,4	5,5	10,1	15,9	22,8	25,9
327,6	5,9	10,9	17,3	24,7	28,0
352,8	6,4	11,7	18,6	26,6	30,2
378	6,9	12,6	19,9	28,5	32,4
403,2	7,3	13,4	21,3	30,4	34,5
428,4	7,8	14,2	22,6	32,3	36,7
453,6	8,2	15,1	23,9	34,2	38,8
478,8	8,7	15,9	25,3	36,1	41,0
504	9,1	16,8	26,6	38,0	43,1
529,2	9,6	17,6	27,9	39,9	45,3
554,4	10,0	18,4	29,2	41,8	47,4
579,6	10,5	19,3	30,6	43,7	49,6
604,8	11,0	20,1	31,9	45,5	51,8
630	11,4	20,9	33,2	47,4	53,9

Расчет тяговой силы представим в таблице 3

Таблица 3 – Расчет тяговой силы

ω	Pт1 (Н)	Pт2 (Н)	Pт3 (Н)	Pт4 (Н)	Pт5 (Н)
25,2	11897,4	6485,6	4088,9	2863,4	2519,8
50,4	12364,8	6740,4	4249,6	2975,9	2618,8
75,6	12779,9	6966,6	4392,2	3075,8	2706,7
100,8	13142,5	7164,3	4516,8	3163,1	2783,5
126	13452,7	7333,4	4623,5	3237,7	2849,2
151,2	13710,5	7473,9	4712,0	3299,8	2903,8
176,4	13915,8	7585,9	4782,6	3349,2	2947,3
201,6	14068,7	7669,2	4835,2	3386,0	2979,7
226,8	14169,2	7724,0	4869,7	3410,2	3000,9
252	14217,3	7750,2	4886,2	3421,7	3011,1
277,2	14212,9	7747,8	4884,7	3420,7	3010,2
302,4	14156,1	7716,9	4865,2	3407,0	2998,2

Продолжение таблицы 3

327,6	14046,9	7657,3	4827,7	3380,7	2975,0
352,8	13885,2	7569,2	4772,1	3341,8	2940,8
378	13671,1	7452,5	4698,5	3290,3	2895,5
403,2	13404,6	7307,2	4606,9	3226,1	2839,0
428,4	13085,7	7133,4	4497,3	3149,4	2771,5
453,6	12714,3	6930,9	4369,7	3060,0	2692,8
478,8	12290,6	6699,9	4224,0	2958,0	2603,1
504	11814,3	6440,3	4060,4	2843,4	2502,2
529,2	11285,7	6152,1	3878,7	2716,2	2390,2
554,4	10704,6	5835,4	3679,0	2576,3	2267,2
579,6	10071,1	5490,0	3461,3	2423,9	2133,0
604,8	9385,2	5116,1	3225,5	2258,8	1987,7
630	8646,9	4713,6	2971,8	2081,1	1831,3

Таблица 4 – Сила сопротивления воздуха и сопротивления дороги

ω	Va5 (м/с)	Pд5 (Н)	Pв (Н)	Pд5+Pв5 (Н)	F5
25,2	2,2	24,898	2,871	27,769	0,0120
50,4	4,3	25,071	5,742	30,813	0,0121
75,6	6,5	25,360	8,613	33,973	0,0123
100,8	8,6	25,764	11,484	37,248	0,0124
126	10,8	26,284	14,355	40,639	0,0127
151,2	12,9	26,920	17,226	44,146	0,0130
176,4	15,1	27,671	20,097	47,768	0,0134
201,6	17,3	28,537	22,968	51,505	0,0138
226,8	19,4	29,519	25,839	55,358	0,0143
252	21,6	30,617	28,710	59,327	0,0148
277,2	23,7	31,830	31,581	63,411	0,0154
302,4	25,9	33,159	34,452	67,611	0,0160
327,6	28,0	34,603	37,323	71,926	0,0167
352,8	30,2	36,163	40,194	76,357	0,0175
378	32,4	37,838	43,065	80,903	0,0183
403,2	34,5	39,629	45,936	85,565	0,0191
428,4	36,7	41,536	48,807	90,343	0,0201
453,6	38,8	43,558	51,678	95,236	0,0210
478,8	41,0	45,695	54,549	100,244	0,0221
504	43,1	47,948	57,420	105,368	0,0232
529,2	45,3	50,317	60,291	110,608	0,0243
554,4	47,4	52,801	63,162	115,963	0,0255
579,6	49,6	55,400	66,033	121,434	0,0268
630	53,9	60,946	71,775	132,721	0,0294

Расчет силы сопротивления воздуха, силы сопротивления дороги и их общего воздействия приводится в таблице 4 и Приложении А.

2.3 Мощностной баланс

Мощность преодоления сил сопротивления:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{тр} \quad (20)$$

$$N_D = P_D \cdot V_a \quad (21)$$

$$N_B = P_B \cdot V_a \quad (22)$$

$$D = (P_T - P_B) / G_a \quad (23)$$

«Ускорения автомобиля вычисляют по формуле:

$$j_k = \frac{(D_k - \psi) \cdot g}{\delta_k}, \quad (24)$$

где j_k - ускорение на k -ой передаче коробки передач

D_k - динамический фактор для каждой передачи

δ_k - коэффициент учета вращающихся масс автомобиля, зависящий от моментов инерции этих масс и передаточных чисел трансмиссии:» [1]

$$\delta_k = 1,03 + 0,04 \cdot i_k^2 \quad (25)$$

$$\delta_{k1} = 1,03 + 0,04 \cdot 4,16 = 1,2$$

$$\delta_{k2} = 1,03 + 0,04 \cdot 2,27 = 1,12$$

$$\delta_{k3} = 1,03 + 0,04 \cdot 1,43 = 1,09$$

$$\delta_{k4} = 1,03 + 0,04 \cdot 1 = 1,07$$

$$\delta k_5 = 1,03 + 0,04 \cdot 0,88 = 1,07$$

Время прохождения такого участка:

$$dT = dVa / 0,5 \cdot (j_H + j_K) \quad (26)$$

Общее время разгона:

$$T_p = dT + (n-1) \quad (27)$$

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

В данном случае кривая разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V .» [1]

Путь разгона:

$$dS = 0,5 \cdot T_p \cdot (V_H + V_K) / 3,6 \quad (28)$$

Общий путь разгона:

$$S_p = dS + dP_{\Pi} \quad (29)$$

$dP_{\Pi} = 1$ – время переключения передачи

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления воздуха и дороги приводится в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет мощности преодоления сил сопротивления воздуха и дороги

Ne (Вт)	Nт5 (Вт)	Nд5 (Вт)	Nв5 (Вт)	Nд+Nв (Вт)
5907,0	5434,4	53,7	6,2	59,9
12278,1	11295,9	108,1	24,8	132,9
19035,4	17512,6	164,1	55,7	219,8
26100,7	24012,7	222,3	99,1	321,3
33396,0	30724,3	283,4	154,8	438,2
40843,0	37575,6	348,3	222,9	571,3
48363,9	44494,7	417,7	303,4	721,1
55880,3	51409,9	492,4	396,3	888,7
63314,4	58249,2	573,0	501,5	1074,5
70587,9	64940,9	660,3	619,2	1279,5
77622,9	71413,0	755,1	749,2	1504,4
84341,1	77593,8	858,2	891,6	1749,8
90664,6	83411,4	970,2	1046,4	2016,6
96515,1	88793,9	1091,9	1213,6	2305,5
101814,7	93669,6	1224,1	1393,2	2617,3
106485,3	97966,5	1367,5	1585,1	2952,6
110448,7	101612,8	1522,9	1789,5	3312,3
113626,9	104536,7	1690,9	2006,2	3697,1
115941,7	106666,4	1872,5	2235,3	4107,7
117315,2	107929,9	2068,2	2476,8	4545,0
117669,1	108255,6	2278,9	2730,6	5009,5
116925,4	107571,4	2505,3	2996,9	5502,1
115006,1	105805,6	2748,1	3275,5	6023,6
111833,0	102886,3	3008,1	3566,5	6574,7
107328,0	98741,8	3286,1	3869,9	7156,0

Динамический фактор рассчитывается для каждой передачи, расчет приводится в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет динамического фактора

D1	D2	D3	D4	D5
5,746	3,132	1,974	1,382	1,216
5,971	3,253	2,050	1,435	1,262
6,170	3,361	2,118	1,482	1,303
6,343	3,455	2,177	1,522	1,339
6,492	3,536	2,227	1,557	1,369
6,615	3,602	2,268	1,586	1,394
6,713	3,655	2,301	1,608	1,414
6,785	3,694	2,325	1,625	1,428
6,833	3,719	2,340	1,635	1,437

Продолжение таблицы 6

6,854	3,730	2,347	1,639	1,441
6,851	3,728	2,345	1,637	1,439
6,822	3,711	2,334	1,629	1,432
6,768	3,681	2,314	1,615	1,419
6,688	3,637	2,286	1,595	1,401
6,584	3,579	2,249	1,569	1,378
6,453	3,508	2,203	1,536	1,349
6,298	3,422	2,149	1,498	1,315
6,117	3,323	2,086	1,453	1,276
5,911	3,210	2,014	1,403	1,231
5,680	3,084	1,934	1,346	1,181
5,423	2,943	1,845	1,283	1,126
5,141	2,789	1,747	1,214	1,065
4,833	2,620	1,640	1,139	0,999
4,501	2,438	1,525	1,058	0,927
4,143	2,242	1,401	0,971	0,850

Графики расчета приводятся в Приложении А.

2.4 Расчет ускорений автомобиля

«Значения ускорений и обратных ускорений также рассчитываются для каждой передачи. Рассчитанные значения сводим в таблицы 7 и 8.

Таблица 7 – Ускорения автомобиля

$J_1, \text{ м/с}^2$	$J_2, \text{ м/с}^2$	$J_3, \text{ м/с}^2$	$J_4, \text{ м/с}^2$	$J_5, \text{ м/с}^2$
1	2	3	4	5
4,804	2,618	1,650	1,155	1,016
4,991	2,720	1,714	1,200	1,055
5,158	2,810	1,770	1,239	1,090
5,303	2,889	1,820	1,273	1,119
5,427	2,956	1,861	1,302	1,145
5,530	3,011	1,896	1,326	1,166
5,612	3,055	1,923	1,344	1,182
5,672	3,088	1,943	1,358	1,194
5,712	3,109	1,956	1,367	1,202
5,730	3,118	1,962	1,370	1,204
5,727	3,116	1,960	1,369	1,203
5,703	3,103	1,951	1,362	1,197
5,658	3,077	1,935	1,350	1,186
5,591	3,041	1,911	1,333	1,171

Продолжение таблицы 7

5,504	2,992	1,880	1,311	1,152
5,395	2,933	1,842	1,284	1,128
1	2	3	4	5
5,265	2,861	1,797	1,252	1,100
5,114	2,778	1,744	1,215	1,067
4,942	2,684	1,684	1,173	1,029
4,748	2,578	1,617	1,125	0,987
4,533	2,460	1,542	1,073	0,941
4,298	2,331	1,460	1,015	0,890
4,041	2,191	1,371	0,952	0,835
3,762	2,038	1,275	0,884	0,775
3,463	1,875	1,171	0,811	0,711

Таблица 8 – Обратные ускорения автомобиля

$1/J_1, \text{ м/с}^2$	$1/J_2, \text{ м/с}^2$	$1/J_3, \text{ м/с}^2$	$1/J_4, \text{ м/с}^2$	$1/J_5, \text{ м/с}^2$
1	2	3	4	5
0,208	0,382	0,606	0,866	0,984
0,200	0,368	0,583	0,834	0,948
0,194	0,356	0,565	0,807	0,918
0,189	0,346	0,550	0,786	0,893
0,184	0,338	0,537	0,768	0,873
0,181	0,332	0,527	0,754	0,858
0,178	0,327	0,520	0,744	0,846
0,176	0,324	0,515	0,736	0,837
0,175	0,322	0,511	0,732	0,832
0,175	0,321	0,510	0,730	0,830
0,175	0,321	0,510	0,731	0,831
0,175	0,322	0,513	0,734	0,835
0,177	0,325	0,517	0,741	0,843
0,179	0,329	0,523	0,750	0,854
0,182	0,334	0,532	0,763	0,868
0,185	0,341	0,543	0,779	0,887
0,190	0,350	0,557	0,799	0,909
0,196	0,360	0,573	0,823	0,938
0,202	0,373	0,594	0,853	0,972
0,211	0,388	0,619	0,889	1,013
0,221	0,406	0,648	0,932	1,063
0,233	0,429	0,685	0,985	1,123
0,247	0,457	0,729	1,050	1,198
0,266	0,491	0,784	1,131	1,290
0,289	0,533	0,854	1,232	1,407

Расчет времени разгона автомобиля на каждой передаче сводим в таблицу 9.» [1]

Таблица 9 – Время разгона автомобиля

Тр1 (с)	Тр2 (с)	Тр3 (с)	Тр4 (с)	Тр5 (с)
0,093	-	-	-	-
0,090	-	-	-	-
0,087	-	-	-	-
0,085	-	-	-	-
0,083	-	-	-	-
0,082	-	-	-	-
0,081	-	-	-	-
0,080	-	-	-	-
0,080	-	-	-	-
0,080	-	-	-	-
0,080	0,269	-	-	-
0,080	0,271	-	-	-
0,081	0,274	0,691	-	-
0,082	0,278	0,701	-	-
0,084	0,283	0,714	1,462	-
0,086	0,289	0,731	1,497	-
0,088	0,297	0,751	1,539	1,992
0,091	0,307	0,776	1,590	2,059
0,094	0,319	0,806	1,653	2,140
0,098	0,333	0,842	1,728	2,238
0,104	0,350	0,886	1,820	2,358
0,110	0,371	0,940	1,932	2,503

Динамические характеристики автомобиля сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Динамические характеристики автомобиля

Тр (с)	Sp (м)	Va (км/ч)
1,439	1,643	8,2
1,842	6,731	18,1
3,111	23,460	36,2
3,383	35,430	39,2
5,074	74,840	67,0
5,775	111,294	71,8
8,238	199,367	102,5
9,734	286,357	109,3
12,726	412,790	124,2
14,785	526,122	132,0
16,925	638,773	139,8
19,163	764,577	147,5

Графики расчета приводятся в Приложении А.

2.5 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Совершенство конструкции автомобиля оценивают по расходу топлива Q (л), отнесенному к длине пройденного пути S (км). Путевой расход топлива при пробеге автомобиля 100 км (л):

$$q_n = 100 \cdot Q / S \quad (30)$$

Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива G_T (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива:

$$G_T = g_e \cdot N_e / 10^6 \quad (31)$$

Путевой расход топлива в литрах на 100 км пути q_n выражается через удельный эффективный расход топлива g_e [г/(кВт·ч)]:

$$q_n = g_e \cdot N_T / 36 \cdot \rho_T \cdot V_a, \quad (32)$$

где ρ_T - плотность топлива (кг/л); V_a - скорость автомобиля (м/с), плотность топлива для бензина 0,71...0,73 кг/л.» [1]

Эффективность мощности N_e в (2.3) может быть выражена из мощностного баланса:

$$q_n = g_e \cdot (P_d + P_B) / 36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{tr} \quad (33)$$

«Если экспериментальных данных нет, то можно воспользоваться следующей приближенной методикой, для чего определяют эффективный расход топлива (г /кВт ч) по формуле:

$$g_e = k_{СК} \cdot k_H \cdot g_{emin} \cdot 1,1, \quad (34)$$

где $k_{СК}$ и k_H - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины g_e в зависимости от оборотов двигателя;

g_{emin} – минимальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт•ч), для карбюраторных двигателей $g_{emin} - 290... 380$ г/кВт•ч» [2]

Расчет топливно-экономической характеристики приводится в таблице 11.

Таблица 11 – Топливно-экономическая характеристика автомобиля

гп (л/100км)	Nт (Вт)	Ки	Кск	Va5 (м/с)
11,06964	0,0	2,18	1,15	0,0
11,66500	5434,4	2,11	1,12	2,2
12,05982	11295,9	2,02	1,09	4,3
12,40640	17512,6	1,92	1,07	6,5
12,58353	24012,7	1,81	1,05	8,6
12,64910	30724,3	1,70	1,03	10,8
12,52262	37575,6	1,58	1,01	12,9
12,39697	44494,7	1,46	1,00	15,1
13,18934	51409,9	1,47	0,98	17,3
13,98316	58249,2	1,45	0,98	19,4
13,80976	64940,9	1,35	0,97	21,6
13,66708	71413,0	1,25	0,97	23,7
12,82358	77593,8	1,10	0,97	25,9
13,64204	83411,4	1,10	0,97	28,0
14,48242	88793,9	1,10	0,97	30,2
14,79822	93669,6	1,05	0,98	32,4
15,50949	97966,5	1,03	0,99	34,5
16,21966	101612,8	1,01	1,00	36,7
16,92883	104536,7	1,00	1,00	38,8

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании, 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 автобуса МАЗ тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автобуса, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автобуса, 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 транспортного средства на современном рынке транспортных средств.

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

3 Конструкторский раздел дипломного проекта

3.1 Обзор аналогов конструкции, взятой на проработку

В данном разделе рассмотрим существующие конструкции снеговых отвалов, применяемых для расчистки дорог, и проанализируем их основные характеристики. Это позволит определить лучшие практики и технологические решения, которые могут быть использованы при разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот.

Различают два основных типа конструкции снеговых отвалов, используемых на технике.

Прямые отвалы представляют собой плоские металлические конструкции с ребрами жесткости. Они наиболее просты в изготовлении и установке, используются для расчистки снега на ровных поверхностях.

Преимуществами такого типа отвала является простота конструкции и низкая стоимость, а также легкость в монтаже и обслуживании. Недостатками прямых отвалов является ограниченная эффективность при расчистке больших объемов снега и плохая маневренность при работе на узких дорогах и в сложных условиях.

V-образные отвалы состоят из двух плоских секций, соединенных под углом. Такая форма позволяет эффективно перемещать снег в стороны, увеличивая производительность.

Преимуществами отвалов этого типа является высокая эффективность при расчистке глубокого снега и снежных заносов и универсальность использования на различных типах дорог. Недостатками V-образных отвалов является более сложная конструкция и высокая стоимость и сложность в управлении и необходимость более мощного гидравлического оборудования.

«В качестве аналогов разрабатываемой конструкции были отобраны ряд имеющихся промышленно производимых образцов отвалов, устанавливаемых на рамные внедорожные автомобили повышенной

проходимости. Хотя ряд производителей предлагает отвалы и для автомобилей с несущим кузовом, например для автомобиля Toyota Rav 4.

На рисунке 2 изображен отвал для автомобиля УАЗ, производимый компанией «Вамер», г.Тольятти, Самарская область.» [15]



Рисунок 2 - Отвал для автомобиля УАЗ, ООО «Вамер», г.Тольятти, Самарская область

«Предназначен для уборки снега на территориях различного назначения и прилегающих к ним дорогах. Подходит для разравнивания свежих насыпей (песчаных, земельных и т.п.). Конструкция разработана таким образом, что Отвал при желании легко снимается одним человеком. Имеет 3 положения для выставления угла, управляется с помощью лебедки из кабины автомобиля. К отвалу можно приобрести комплект расширителей и ограничителей. Ширина расширителя 250 мм. В комплекте 2 штуки.» [4]

«На рисунке 3 представлен снеговой отвал для автомобиля Лада 4x4, также производимый компанией «Вамер», г.Тольятти, Самарская область. Конструкция отвала в целом похожа, отличия конструкции связаны с особенностью крепления к несущему кузову.» [7]



Рисунок 3 - Отвал для автомобиля лада 4x4, ООО «Вамер», г.Тольятти, Самарская область

«Отмечены следующие конструктивные особенности устройства отвала для автомобиля лада 4x4:

- конструкция разработана таким образом, что Отвал при желании легко снимается одним человеком;
- разбирается на элементы, компактно вмещается в салон автомобиля;

- управляется с помощью электрической лебедки из кабины автомобиля;
- имеет 3 положения для выставления угла;
- идеально подходит для уборки снега на территории предприятий и прилегающих к ним дорог.

Другим аналогом будет являться отвал HILLTIP SNOW STRIKER V-PLOW для TOYOTA HILUX, показанный на рисунке 4.» [7]



Рисунок 4 – Отвал HILLTIP SNOW STRIKER V-PLOW для TOYOTA HILUX

«Стандартная комплектация:

- отвал с гидростанцией (12V)
- быстросъемная система QuickHitch
- система предотвращения повреждения отвала
- порошковая окраска в серый цвет

- комплект крепежа
- пульт управления отвалом

Дополнительное оборудование:

- фары дополнительного освещения
- покраска отвала в оранжевый цвет
- пластиковый или металлический отражатель снега
- режущая кромка из высокопрочной стали
- режущая кромка из полиуретана со стальным сердечником

Навесное оборудование на Toyota Hilux предназначено для уборки снега с любых поверхностей. Отвал создан специально для европейских пикапов. Он быстро крепится на автомобиль с помощью системы QuickHitch. Легкий плуг легко установить самостоятельно за несколько минут. Он изготовлен из прочной стали, окрашенной порошковым способом, которая не боится плохих погодных условий. Внизу отвала – сменное лезвие из полиуретана или стали с амортизирующей конструкцией.

Дистанционное управление отвалом гарантирует эффективную и комфортную уборку снега. Угол наклона, уровень давления, поворот регулируются с помощью джойстика из салона авто. Для дополнительного освещения дороги к отвалу можно заказать комплект галогеновых фар, которые устанавливаются на Toyota Hilux.» [15]

Еще один найденный аналог: отвал для уборки снега HILLTIP SNOW STRIKER STRAIGHT-BLADE для VOLKSWAGEN AMAROK, показанный на рисунке 5.



Рисунок 5 – Отвал HILLTIP SNOW STRIKER STRAIGHT-BLADE для VOLKSWAGEN AMAROK

«Стандартная комплектация:

- Отвал с гидростанцией (12V);
- Быстросъемная система QuickHitch;
- Система предотвращения повреждения отвала;
- Порошковая окраска в серый цвет;
- Комплект крепежа;
- Пульт управления отвалом.

Дополнительное оборудование

- Фары дополнительного освещения;
- Покраска отвала в оранжевый цвет;
- Пластиковый или металлический отражатель снега;
- Режущая кромка из высокопрочной стали
- режущая кромка из полиуретана со стальным сердечником.» [15]

«Удобный быстросъёмный отвал на Volkswagen Amarok подходит для уборки снега на любой поверхности в суровых погодных условиях. Он изготовлен из прочной стали, окрашенной порошковой краской. Внизу плуга – острая режущая кромка сменного типа с амортизационной подвеской. Навесное оборудование устанавливается с помощью удобной системы крепления QuickHitch.

Во время уборки уровень давления плуга и угол его наклона можно регулировать. Управление происходит дистанционно, прямо из салона автомобиля. С помощью функции направленного давления отвал очищает поверхность до идеальной чистоты. Как дополнительная опция к модели входит система освещения, чтобы убирать снег в любое время суток.

Еще один найденный аналог: отвал снегоуборочный серии "Профи" для УАЗ-3163 Патриот, показанный на рисунке 6.» [9]



Рисунок 6 – Отвал снегоуборочный серии "Профи" для УАЗ-3163 Патриот

«Снегоуборочный отвал серии "Профи" (супер быстросъемная конструкция) для автомобилей УАЗ-3163 Патриот, УАЗ Пикап. Предназначен для уборки снега на территориях различного назначения и прилегающих к ним дорогах. Подходит для разравнивания свежих насыпей (песчаных, земельных и т.п.).

Управление отвалом вверх-вниз осуществляется с помощью лебедки из кабины автомобиля, отвал имеет 3 положения для выставления угла, угол поворота отвала - 30 градусов, управление перестановкой вручную: левый-правый-прямо. Вся конструкция разборная. Адаптер разработан под каждую конкретную марку автомобиля и устанавливается в имеющиеся отверстия на раме.» [10]

При рассмотрении аналогов снеговых отвалов были выделены ключевые особенности, которые могут быть учтены при разработке отвала для УАЗ Патриот:

- использование высокопрочных материалов и наличие ребер жесткости являются важными характеристиками для обеспечения долгого срока службы отвала;
- возможность изменения угла наклона и формы отвала повышает его эффективность в различных условиях эксплуатации;
- современные гидравлические системы обеспечивают плавное и точное управление, что повышает производительность и удобство эксплуатации;
- быстросъемные системы крепления упрощают установку и снятие отвала, что особенно важно для универсальных транспортных средств, таких как УАЗ Патриот;

На основе анализа аналогов будет разработана конструкция снегового отвала, которая объединит лучшие практики и технологические решения, обеспечивая надежность, эффективность и удобство эксплуатации в условиях российских зим.

3.2 Разработка конструкции снегового отвала

Конструкторский раздел дипломного проекта посвящен разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот. В этом разделе рассматриваются ключевые аспекты проектирования, начиная от выбора материалов и проектирования отдельных элементов конструкции до разработки систем крепления и управления, а также испытания и доработки прототипа.

Основной отвал изготавливается из высокопрочной стали марки 09Г2С с антикоррозийным покрытием. Эта сталь обладает достаточной прочностью и износостойкостью, что обеспечивает длительный срок службы отвала в суровых условиях эксплуатации. Отвал будет иметь изогнутую форму, обеспечивающую эффективное перемещение снега. Ширина отвала составит 2500 мм, высота – 700 мм. Такая конфигурация обеспечивает достаточную ширину для расчистки дороги и компактные размеры для манёвренности. В конструкции отвала будут предусмотрены ребра жёсткости, которые повышают прочность и предотвращают деформацию при нагрузках.

Рама крепления разработана для крепления отвала к раме автомобиля. Она будет состоять из нескольких стальных профилей, обеспечивающих надёжное крепление и равномерное распределение нагрузки. Для удобства монтажа и демонтажа отвала будут использоваться быстросъёмные замки, что позволит оперативно подготавливать автомобиль к работе. Крепёжные элементы изготавливаются из оцинкованной стали, чтобы предотвратить коррозию.

Для определения силовых и прочностных характеристик элементов конструкции отвала необходимо выполнить соответствующие расчеты.

3.3 Исходные данные для расчета снегового отвала

Рассчитать внутренние силовые факторы и напряжения, возникающие в элементах металлоконструкций неповоротного отвала бульдозера.

Усилия на отвале при производстве работ по осям:

$$P_x = 60 \text{ кН}; P_y = 6 \text{ кН}; P_z = 10 \text{ кН}; b = 1175 \text{ мм};$$

Геометрия приложения усилий: $b_1 = 3000 \text{ мм}; b_3 = 2350 \text{ мм}; b_5 = 3000 \text{ мм}; b_6 = 480 \text{ мм}; h = 600 \text{ мм}; h_1 = 300 \text{ мм};$

Наибольшее смещение сил при работе: $e = 430 \text{ мм};$

Эффективная ширина отвала: $L = 2800 \text{ мм};$

Углы приложения усилий: $\alpha = 70^\circ; \beta = 73^\circ; \gamma = 40^\circ; D = 70 \text{ мм}; \delta = 8 \text{ мм}; V = 110 \text{ мм}; \delta_1 = 10 \text{ мм}$

3.4 Описание конструкции снегового отвала

«Бульдозерное оборудование с неповоротным отвалом отличается жесткой установкой относительно базового транспортного средства. Отвал установлен перпендикулярно к продольной оси, положение его регулируется только в вертикальной плоскости. У транспортных средств с поворотным отвалом имеется возможность, кроме того, регулировать положение отвала относительно продольной оси. Отвал может устанавливаться под углом в обе стороны от продольной оси или перпендикулярно к ней. Для изменения угла резания отвал снабжается механизмом поперечного перекоса, который изменяет положение отвала относительно толкающих брусьев. Конструктивно механизм поперечного перекоса может быть выполнен с механическим или гидравлическим приводом.» [6]

«Отвал - рабочий орган - представляет собой сварную конструкцию, состоящую из лобового листа, имеющего в нижней части криволинейный профиль, переходящий в плоский. Для прочности с тыльной стороны лобового листа приварены гнутые профили, образующие жесткую

конструкцию коробчатого сечения. Для устранения возможного пересыпания грунта на верхнюю кромку отвала может быть установлен козырек. Нижняя часть отвала, дополнительно усиленная накладным листом, служит для установки ножей. Для надежной работы бульдозера на скальных и мерзлых грунтах к боковинам отвала привариваются боковые ножи. При работе бульдозера на легких грунтах ширину отвала увеличивают за счет установки уширителей. Конструктивно уширитель выполнен аналогично отвалу и имеет лобовой лист криволинейного профиля с ножом в нижней части. Для увеличения жесткости с тыльной стороны листа также приварены гнутые профили. Применение уширителей позволяет более полно использовать мощность двигателя трактора, повышать производительность бульдозера. Для соединения отвала с брусьями, штоками гидроцилиндров и раскосами на его тыльной стороне приварены проушины.» [9]

«Толкающие брусья предназначены для передачи усилия от базового трактора на отвал и представляют собой балки коробчатого сечения переменного профиля. К переднему торцу бруса приварены проушины для соединения с отвалом, к заднему торцу приварена опора, шарнирно соединяющая брус с опорой на гусеничной тележке. Для увеличения прочности балка дополнительно может быть усилена с наружной стороны.» [6]

«Конструкция должна быть изготовлена в соответствии с требованиями настоящего стандарта, стандартов или технических условий на изделия конкретных видов, типов и марок по рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

Рабочая документация на конструкции должна разрабатываться в соответствии с действующими в этой области строительными нормами и правилами. Технология производства должна регламентироваться технологической документацией, утвержденной в установленном на предприятии-изготовителе порядке. Конструкция должна удовлетворять установленным при проектировании требованиям по несущей способности и

в случаях, предусмотренных стандартами или техническими условиями, выдерживать контрольные нагрузки при испытаниях нагружением.» [15]

«В рабочих чертежах изделия должны быть установлены схемы нагружения, контрольные разрушающие нагрузки, контрольные нагрузки по жесткости и контрольный прогиб. При отсутствии требований по испытаниям конструкции нагружением их прочность и жесткость должны обеспечиваться установленными требованиями к маркам стали, ее прочностным характеристикам и геометрическим параметрам изделий и их конструктивных элементов, к сварным, болтовым и другим соединениям, а также, при необходимости, к другим элементам и деталям конструкций в зависимости от характера и условий их работы.

Отклонение размеров швов сварных соединений от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 5264, ГОСТ 14771, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 11534, ГОСТ 23518. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления и выводные планки надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.» [20]

3.5 Расчет толкающих усилий на брусках отвала

«Рассмотрим равновесие системы «толкающие бруска». Запишем уравнение моментов относительно оси u .

$$P_z \cdot (L+e) + P_x \cdot h_1 - 2P_{II} \sin \alpha \cdot L - 2P_{II} \cos \alpha \cdot b_6 = 0 \quad (35)$$

После преобразования получим:

$$P_{II} = [P_z \cdot (L + e) + P_x \cdot h_1] / (L \cdot \sin \alpha + b_6 \cdot \cos \alpha) / 2 = [10 \cdot (2800 + 430) + 60 \cdot 300] / (2800 \cdot \sin 70^\circ + 480 \cdot \cos 70^\circ) / 2 = 8,1 \text{ кН}$$

Запишем уравнение равновесия моментов относительно оси z для системы «толкающие брусья».

$$R_{Ax} \cdot b_3 - P_x \cdot b - P_y \cdot (L+e) - P_{II} \cdot \cos \alpha \cdot b_1 - P_{II} \cdot \cos \alpha \cdot (b_3 - b_1) = 0 \quad (36)$$

После преобразования получим:

$$R_{Ax} = [P_x \cdot b + P_y \cdot (L + e) + P_{II} \cdot \cos \alpha \cdot b_1 + P_{II} \cdot \cos \alpha \cdot (b_3 - b_1)] / b_3 = [60 \cdot 1175 + 6 \cdot (2800 + 430) + 8,1 \cdot \cos 70^\circ \cdot 600 + 8,1 \cdot \cos 70^\circ \cdot (2350 - 600)] / 2350 = 41 \text{ кН}$$

Уравнение равновесия моментов относительно оси x:

$$R_{Az} \cdot b_3 - P_z \cdot b + P_y \cdot h_1 + P_{II} \cdot \sin \alpha \cdot b_1 + P_{II} \cdot \sin \alpha \cdot (b_3 - b_1) = 0 \quad (37)$$

$$R_{Az} = [P_z \cdot b - P_y \cdot h_1 - P_{II} \cdot \sin \alpha \cdot b_1 - P_{II} \cdot \sin \alpha \cdot (b_3 - b_1)] / b_3 = [10 \cdot 1175 - 6 \cdot 300 - 8,1 \cdot \sin 70^\circ \cdot 600 - 8,1 \cdot \sin 70^\circ \cdot (2350 - 600)] / 2350 = -8,5 \text{ кН} \gg [11]$$

Расчет сил соответствует нагрузкам.

3.6 Расчет усилий в шарнире крепления брусьев к кузову

«Усилие в шарнире С рассчитываем также из условий равновесия системы «толкающие брусья-отвал».

Из условия равновесия проекций сил на ось у получим» [13]

$$R_{Cy}=P_y=6 \text{ кН}$$

«Условие равновесия моментов относительно оси z₁ можно записать как

$$R_{Cx} \cdot b_3 - P_x \cdot (b_3 - b) + P_y \cdot (L + e) - P_{\Pi} \cdot \cos\alpha \cdot b_1 - P_{\Pi} \cdot \cos\alpha \cdot (b_3 - b_1) = 0 \quad (38)$$

После преобразований получим:

$$R_{Cx} = [P_x \cdot (b_3 - b) - P_y \cdot (L + e) + P_{\Pi} \cdot \cos\alpha \cdot b_1 + P_{\Pi} \cdot \cos\alpha \cdot (b_3 - b_1)] / b_3 = [60 \cdot (2350 - 1175) - 6 \cdot (2800 + 430) + 8,1 \cdot \cos 70^\circ \cdot 600 + 8,1 \cdot \cos 70^\circ \cdot (2350 - 600)] / 2350 = 18,9 \text{ кН}$$

Условие равновесия моментов относительно x₁ можно записать как

$$R_{Cz} \cdot b_3 - P_z \cdot (b_3 - b) - P_y \cdot h_1 + P_{\Pi} \cdot \sin\alpha \cdot b_1 + P_{\Pi} \cdot \sin\alpha \cdot (b_3 - b_1) = 0 \quad (39)$$

После преобразований получим:

$$R_{Cz} = [P_z \cdot (b_3 - b) + P_y \cdot h_1 - P_{\Pi} \cdot \sin\alpha \cdot b_1 - P_{\Pi} \cdot \sin\alpha \cdot (b_3 - b_1)] / b_3 = [10 \cdot (2350 - 1175) + 6 \cdot 300 - 8,1 \cdot \sin 70^\circ \cdot 600 - 8,1 \cdot \sin 70^\circ \cdot (2350 - 600)] / 2350 = 1,76 \text{ кН} \quad [14]$$

Расчет сил соответствует нагрузкам.

3.7 Расчет усилий и напряжений в подкосах

«Условие равновесия моментов сил, действующих на левый толкающий брус, относительно оси z_3 :

$R_{пл} \cdot b_5 \cdot \sin\gamma = 0$, следовательно, усилие в подкосе $R_{пл} = 0$. Напряжение в левом подкосе равно нулю. Условие равновесия моментов сил, действующих на правый толкающий брус, относительно оси z_2 :» [14]

$$-R_{пл} \cdot b_5 \cdot \sin\gamma + R_{Cy} \cdot L = 0 \quad (40)$$

«Следовательно, усилие в правом подкосе равно

$$R_{пл} = R_{Cy} \cdot L / (b_5 \cdot \sin\gamma) = 6 \cdot 2800 / (600 \cdot \sin 40^\circ) = 43,6 \text{ кН}$$

Площадь поперечного сечения подкоса равна

$$F = \pi \cdot (D - \delta) \cdot \delta = 3,14 \cdot (70 - 8) \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Тогда напряжение в поперечных сечениях правого подкоса равно

$$\sigma = R_{пл} / F = 43,6 \cdot 10^3 / (1,5 \cdot 10^{-3}) = 29 \text{ МПа.} \text{» [15]}$$

Напряжение соответствует характеристикам материала.

3.8 Расчет усилий и напряжений в раскосах

Условие равновесия моментов сил, действующих на левый толкающий брус, относительно оси y_1 :

$$-R_{Az} \cdot L - R_{пл} \cdot h \cdot \sin\beta = 0 \quad (41)$$

Следовательно, усилие в левом раскосе равно

$$R_{пл} = (-R_{Az} \cdot L) / (\sin\beta \cdot h) = 8,5 \cdot 2800 / (600 \cdot \sin 73^\circ) = 41,7 \text{ кН} \quad (42)$$

Напряжение в левом раскосе равно

$$\sigma = R_{пл} / F = 41,7 \cdot 10^3 / (1,5 \cdot 10^{-3}) = 27,8 \text{ МПа} \quad (43)$$

«Условие равновесия моментов сил, действующей на правый толкающий брус, относительно оси y_1 :

$$-R_{Cz} \cdot L - R_{пл} \cdot h \cdot \sin\beta = 0 \quad (44)$$

Следовательно, усилие в правом раскосе равно

$$R_{пр} = -R_{Cz} \cdot L / \sin\beta \cdot h = 1,76 \cdot 2800 / (\sin 73^\circ \cdot 600) = 8,6 \text{ кН} \quad (45)$$

Напряжение в правом раскосе равно

$$\sigma = R_{пр} / F = 8,6 \cdot 10^3 / (1,5 \cdot 10^{-3}) = 5,7 \text{ МПа} \quad (46)$$

Рассматривая равновесие левого толкающего бруса АВ, из условия равновесия проекций сил на ось x_1 определяем реакцию R_{Bx} :

$$R_{Bx} = R_{Ax} + R_{пл} \cdot \cos(90 - \beta^\circ) = 41 + 41,7 \cdot \cos 17^\circ = 80,8 \text{ кН} \quad (47)$$

Из условия равновесия моментов относительно оси y находим реакции R_{Bz} :

$$R_{Bz} = R_{пл} \cdot \sin(90 - \beta^\circ) - R_{Az} = (41,7 \cdot \sin 17^\circ) - 8,5 = 3,7 \text{ кН} \quad (48)$$

Рассматриваем равновесие правого толкающего бруса CD и из условия равновесия проекций сил на ось x определяем реакцию R_{Dx} :» [15]

$$R_{Dx} = R_{Cx} + R_{pn} \cdot \cos(90 - \beta^\circ) + R_{шп} \cdot \cos(90 - \gamma^\circ) = 18,9 + 8,6 \cdot \cos 17^\circ + 43,6 \cdot \cos 17^\circ = 68,8 \text{ кН}$$

Проецируя силы на оси y и z, получим соответственно:

$$R_{Dy} = R_{шп} \cdot \sin(90 - \gamma^\circ) - P_y = 43,6 \cdot \sin 50^\circ - 6 = 27,4 \text{ кН} \quad (49)$$

$$R_{Dz} = R_{pn} \cdot \sin(90 - \beta^\circ) - R_{Cz} = 8,6 \cdot \sin 17^\circ - 1,76 = 0,75 \text{ кН} \quad (50)$$

Расчет сил соответствует нагрузкам.

3.9 Расчет напряжений в толкающих брусках

Площадь поперечного сечения толкающего бруса равна

$$F = 4(B - \delta_1)\delta_1 = 4 \cdot (110 - 10) \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \quad (51)$$

Момент сопротивления изгибу равен

$$W_y = W_z = [B^4 - (B - \delta_1)^4] / B / 6 = [110^4 - (110 - 10)^4] / 6 / 110 \cdot 10^{-9} = 70,3 \cdot 10^{-6} \quad (52)$$

«Наибольшее напряжение в правом толкающем бруске возникает в сечении, расположенном на расстоянии 1251 мм от шарнира С, так как в этом сечении действует наибольший изгибающий момент M_y . Оно равно:» [9]

$$|\sigma|_{\max} = |M_y|_{\max} / W_y + |M_z|_{\max} / W_z + |N|_{\max} / F = 373,5 / 70,3 \cdot 10^{-6} + 13645 / 70,3 \cdot 10^{-6} + 68,8 / 4 \cdot 10^{-3} = 199,4 \text{ МПа} \quad (53)$$

Конструкторский раздел дипломного проекта по разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот охватывает все этапы проектирования, начиная от выбора материалов и разработки основных элементов конструкции до создания систем крепления и управления, а также изготовления и испытания прототипа. В результате проделанной работы были достигнуты следующие ключевые результаты.

Оптимальные материалы для отвала и системы крепления были выбраны на основе их прочностных характеристик, устойчивости к коррозии и износостойкости. Основной отвал изготавливается из высокопрочной стали марки 09Г2С, что обеспечивает долговечность и надёжность конструкции. Разработана конструкция основного отвала, включающая изогнутую форму для эффективного перемещения снега и ребра жесткости для предотвращения деформации. Оптимальные габариты отвала (ширина 2500 мм и высота 700 мм) обеспечивают достаточную ширину для расчистки дороги и компактность для маневренности. Разработана рама крепления, которая обеспечивает надёжное крепление отвала к раме автомобиля УАЗ Патриот и равномерное распределение нагрузки. Быстросъёмные замки упрощают процесс монтажа и демонтажа отвала.

Проведены расчеты ключевых элементов конструкции, что позволило проверить прочностные характеристики, устойчивость и эффективность отвала при расчистке снега. Расчет нагрузки подтвердил отсутствие деформаций и повреждений конструкции при работе в различных условиях.

Таким образом, выполнение конструкторского раздела дипломного проекта позволило разработать надёжную и эффективную конструкцию снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот, соответствующую современным требованиям и условиям эксплуатации. Решение поставленных задач обеспечило создание оборудования, способного значительно повысить функциональность автомобиля и эффективно справляться с задачами по расчистке дорог от снега в зимний период.

4 Разработка технологического процесса сборки снегового отвала

Для разработки технологического процесса сборки отвала были использованы следующие методы:

- анализ существующих технологических процессов сборки навесного оборудования аналогичных транспортных средств;
- исследование и оценка применимости различных методов и инструментов для сборки навесного оборудования;
- разработка и оптимизация последовательности операций, необходимых для сборки навесного оборудования;
- моделирование и тестирование разработанного технологического процесса для выявления и устранения возможных недостатков;
- внедрение системы контроля качества на всех этапах сборки.

«К конструкции предъявляются общие требования технологичности, типичные для большинства узлов транспортных средств.

- изделие должно иметь возможность сборки по узлам;
- все узлы могут присоединяться к базовой детали независимо друг от друга;
- работы по сборке должны иметь возможность механизации;
- все детали должны иметь инструментальную доступность, каждая из деталей по возможности должна иметь возможность без демонтажа сопутствующих, либо их число должно быть минимизировано;
- изделие должно обладать свойством контролепригодности;
- детали и сборочные единицы должны быть унифицированы;
- сборочные работы должны вестись без применения специнструмента и спецоснастки.
- обеспечение расчленения его на отдельные узлы и сборочные единицы, сборка которых может иметь примерно одинаковые по

длительности и по возможности однородные по технологическому содержанию этапы;

- обеспечение свободного инструментального доступа к деталям узла.» [16]

«В таблицу 12 сведем все сборочные работы, которые необходимо произвести при проведении сборочных операций снегового отвала автомобиля УАЗ Патриот.

Указанные в таблице работы будут использованы при разработки технологической схемы сборки снегового отвала.» [15]

Таблица 12 – Сборочные работы, производимые при сборке снегового отвала

Но мер пер	Наименование операции / перехода	Содержание операций, переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, чел-мин
Сборка балки отвала				
005	Сборка балки с поворотными цапфами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запрессовать в поворотную цапфу втулку верхнюю и нижнюю 2. Установить распорную втулку 3. Установить подшипник 4. Произвести запрессовку шкворня 5. Присоединить рычаги рулевых тяг к цапфе 6. Затянуть стопорную гайку цапфы 7. Установить крышку с сальником и затянуть болты крепления 8. Убедиться в отсутствии заеданий 9. Повторить операции для второй стороны балки 10. Переместить сборочную единицу на следующую позицию 	Стенд сборочный Пресс 20т Ключ на 17 Ключ на 27 Смазка консистентная	30,45

Продолжение таблицы 12

Но мер пер	Наименование операции / перехода	Содержание операций, переходов	Используемое оборудование и инструмент	Время, чел-мин
2. Монтаж балки на раму				
010	Сборка балки с элементами крепления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить подушки на балку 2. Закрутить фиксирующие болты 5256- 1/13438/33 ключом на 19 3. Запрессовать сайлент-блоки тяг балки моста 4. Запрессовать сайлент-блок тяги поперечной устойчивости 5. Установить подшипники в корпус крепления тяг 6. Присоединить продольные рычаги тяг 7. Присоединить тягу поперечной устойчивости 8. Убедиться в отсутствии заеданий при перемещении тяг 	Ключ на 17 Ключ на 27 Стойка канавная 5т Смазка	15,25
015	Присоединение балки к раме	<ol style="list-style-type: none"> 1. Присоединить продольные тяги к кронштейну рамы 2. Присоединить тягу поперечной устойчивости к кронштейнам рамы 3. Произвести затяжку болтов 5256-1/13438/33 4. Затянуть болты крепления подушек 5. Установить амортизаторы и произвести затяжку болтов 6. Присоединить разъемы пневматической системы 	Ключ на 17 Ключ на 27 Стойка канавная 5т Смазка	22,87

Технология сборки снегового отвала УАЗ Патриот 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 снегового отвала представляет собой важный этап в создании качественного и надежного навесного оборудования для автомобиля УАЗ Патриот.

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 13.

Таблица 13 – 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 14 приводится перечень технологических операций, осуществляемых на исследуемом участке.

Таблица 14 – 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 15.

Таблица 15 - Идентификация профессиональных рисков

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3
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 15

1	2	3
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 16, соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора.» [19]

Таблица 16 – 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
1	2	3
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 16

1	2	3
Электромагнитные поля	Использование согласованных нагрузок и поглотителей мощности, снижающих напряженность и плотность потока энергии электромагнитных волн;	Очки и спецодежда, выполненная их металлизированной ткани.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Мелкодисперсная пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов, наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение длительного воздействия. Обеспечение технических перерывов в работе	Противошумы. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надеты совместно.

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

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В обеспечении пожарной безопасности технического объекта заключается один из важнейших аспектов обеспечения надежной и безопасной работы предприятия. Пожарная безопасность является неотъемлемой частью общей системы безопасности и требует комплексного подхода и постоянного контроля. Понимание и строгое соблюдение мер по обеспечению пожарной безопасности являются ключевым элементом для

защиты жизни и имущества на техническом объекте.

«В таблице 17 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.» [19]

Таблица 17 – Идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара

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

«В таблице 18 приведена первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.» [19]

Таблица 18 – 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, противопопльные тканевые маски и марлевые повязки), средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.)
Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Немеханизированный: пожарная багра, топор, лом. Механизированный: гидронасос, силовой режущий узел.
Пожарная сигнализация, связь и оповещение	Система оповещения о пожаре, сигнализация

«В соответствии с видами выполняемых заготовительных,

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

Таблица 19 – 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 20 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 20 – 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 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.

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

6 Экономический раздел дипломного проекта

6.1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки дипломного проекта

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

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

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

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

6.2 Расчет затрат и экономической эффективности

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

$$C = M + \Pi_{и} + Z_{осн} + Z_{доп} + СС + И_{цех} + И_{зав} + НР \quad (54)$$

где M – затраты на материалы конструкции, руб.;

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

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

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

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

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

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

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

Выполним расчет затрат по каждой из статей расходов на изготовление проектируемой конструкции. Расчет затрат на материалы, используемые в конструкции, рассчитаны в таблице 21. Расчет материальных затрат производится по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n M_n \cdot C_n \quad (55)$$

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 21 – 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 промышленное 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:

$$P_{и} = \sum_{i=1}^n P_{иn} \cdot C_n + k_3 \sum_{i=1}^n P_{иn} \cdot C_n \quad (56)$$

где $P_{иn}$ – 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 22.

Таблица 22 – 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:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot C_{Ti} \cdot k_{чi} \cdot k_{пр}) \quad (57)$$

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

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

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

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

Расчет основной заработной платы рабочих приводится в таблице 23.

Таблица 23 – 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
Премииальные 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:

$$З_{доп} = З_о \cdot k_{доп}, \quad (58)$$

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:

$$З_{ФСС} = (З_о + З_{доп}) \cdot 0,3 \quad (59)$$

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

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:

$$P_{об} = Z_о \cdot 1,04 \quad (60)$$

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

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:

$$P_{ох} = Z_о \cdot 0,25 \quad (61)$$

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

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:

$$P_{оп} = Z_о \cdot 0,30 \quad (62)$$

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

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 24.

Таблица 24 – 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:

$$Ц_{и} = C_{п} + C_{п} \cdot 0,15 + C_{п} \cdot 0,20 \quad (63)$$

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

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:

$$\mathcal{E} = Ц_{и} - Ц \quad (64)$$

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 25.

Таблица 25 – 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:

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{E} \cdot N \tag{65}$$

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, $C_{п} = 122\,065,96$ 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.

Заключение

В условиях климатических реалий Российской Федерации, где зима занимает значительную часть года, вопросы обеспечения бесперебойного транспортного сообщения и безопасности дорожного движения становятся особо актуальными. Сильные снегопады и заносы часто затрудняют движение на дорогах, создавая серьёзные препятствия для транспортных средств и пешеходов. Эффективная расчистка снега является одной из приоритетных задач коммунальных служб, особенно в регионах с обильными снегопадами и суровыми зимами.

Автомобиль УАЗ Патриот, благодаря своей проходимости и надёжности, широко используется в различных областях, включая сельскую местность, труднодоступные районы и промышленные зоны. Однако стандартные модели не оснащены средствами для эффективной борьбы со снеговыми заносами. В связи с этим возникает необходимость разработки специального оборудования, которое могло бы значительно расширить функциональные возможности данного автомобиля.

По результатам анализа, проведенного в первом разделе дипломного проекта, можно сделать следующие выводы. УАЗ Патриот является идеальной базой для установки снегового отвала благодаря своим техническим характеристикам. Его рамная конструкция обеспечивает необходимую жёсткость и устойчивость к нагрузкам, что особенно важно при установке дополнительного оборудования. Высокий дорожный просвет и полноприводная система делают УАЗ Патриот пригодным для использования в условиях глубокого снега и на сложных дорожных покрытиях. Просторное подкапотное пространство и развитая система электрооборудования позволяют легко интегрировать гидравлическую или электрическую систему управления снеговым отвалом. Универсальность и экономичность автомобиля позволяют использовать его как в частных, так и в

муниципальных и сельскохозяйственных предприятиях для расчистки дорог от снега, что делает проект особенно актуальным.

Были определены ключевые задачи, которые необходимо решить для успешной разработки снегового отвала. Эти задачи включают исследовательские, аналитические, проектировочные и экспериментальные этапы. Исследовательские задачи включают анализ климатических условий, обзор существующих конструкций снеговых отвалов и изучение материалов, подходящих для их изготовления. Аналитические задачи направлены на определение технических требований к снеговому отвалу, расчёт нагрузок и прочности конструкции, а также экономическую оценку проекта. Проектировочные задачи включают разработку эскизов и чертежей, моделирование и симуляцию, проектирование системы крепления и системы управления отвалом. Экспериментальные задачи включают изготовление и испытание прототипа, а также анализ результатов испытаний для внесения необходимых доработок в конструкцию. Завершающие задачи включают подготовку полного пакета технической документации и разработку рекомендаций по серийному производству снегового отвала.

Тяговый расчет является ключевым этапом в проектировании, 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 автобуса МАЗ тяговый расчет позволяет определить оптимальные характеристики двигателя и трансмиссии, учитывая массу автобуса, коэффициент сопротивления движению, уклоны дороги и другие параметры.

Результаты тягового расчета демонстрируют не только технические возможности автобуса, 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 транспортного средства на современном рынке транспортных средств.

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

Конструкторский раздел дипломного проекта по разработке снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот охватывает все этапы проектирования, начиная от выбора материалов и разработки основных элементов конструкции до создания систем крепления и управления, а также изготовления и испытания прототипа. В результате проделанной работы были достигнуты следующие ключевые результаты.

Оптимальные материалы для отвала и системы крепления были выбраны на основе их прочностных характеристик, устойчивости к коррозии и износостойкости. Основной отвал изготавливается из высокопрочной стали марки 09Г2С, что обеспечивает долговечность и надёжность конструкции. Разработана конструкция основного отвала, включающая изогнутую форму для эффективного перемещения снега и ребра жесткости для предотвращения деформации. Оптимальные габариты отвала (ширина 2500 мм и высота 700 мм) обеспечивают достаточную ширину для расчистки дороги и компактность для маневренности. Разработана рама крепления, которая обеспечивает надёжное крепление отвала к раме автомобиля УАЗ Патриот и равномерное распределение нагрузки. Быстросъёмные замки упрощают процесс монтажа и демонтажа отвала.

Проведены расчеты ключевых элементов конструкции, что позволило проверить прочностные характеристики, устойчивость и эффективность отвала при расчистке снега. Расчет нагрузки подтвердил отсутствие деформаций и повреждений конструкции при работе в различных условиях.

Таким образом, выполнение конструкторского раздела дипломного проекта позволило разработать надёжную и эффективную конструкцию снегового отвала для автомобиля УАЗ Патриот, соответствующую современным требованиям и условиям эксплуатации. Решение поставленных задач обеспечило создание оборудования, способного значительно повысить функциональность автомобиля и эффективно справляться с задачами по расчистке дорог от снега в зимний период.

Технология сборки снегового отвала УАЗ Патриот 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 снегового отвала представляет собой важный этап в создании качественного и надежного навесного оборудования для автомобиля УАЗ Патриот.

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 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.

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

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

Объектом дипломного проектирования явился новый тип узла транспортного средства, который обладает уникальным функционалом и улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками. 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 объем реализации в количестве не менее 10 000 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит, $\mathcal{E}_{г} = 158\,000\,000$ 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 используемой литературы и используемых источников

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

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

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

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

12. 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.

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

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

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

16. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и мотоцикла : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

17. 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.

18.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.

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

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

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

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

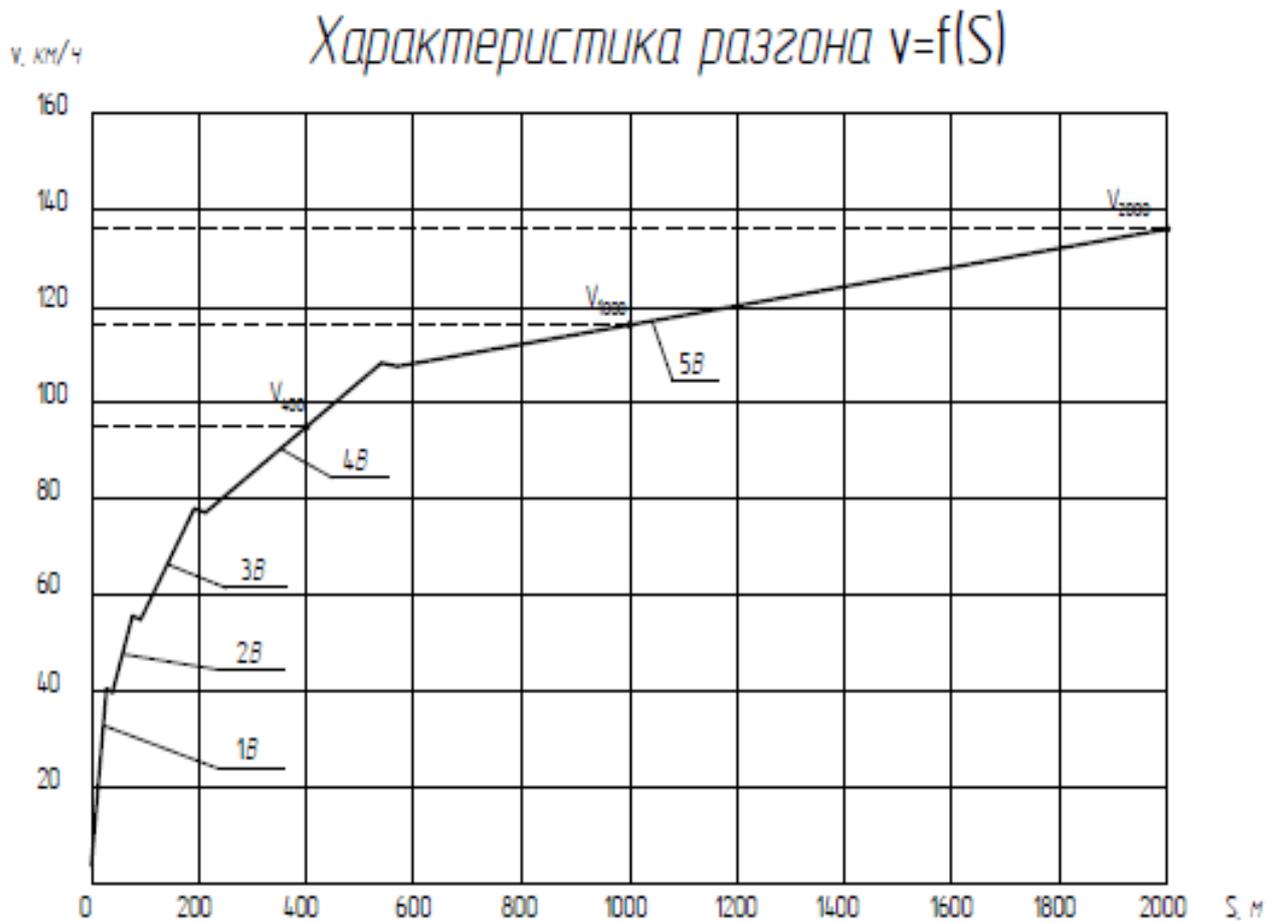
23.Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

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

25.Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 2012. Volume XI (XXI). P. 36 - 38.

26.Guglielmino, Emanuele. Semi-active Suspension Control Электронный ресурс : Improved Vehicle Ride and Road Friendliness // Emanuele Guglielmino, Tudor Sireteanu, Charles W. Stammers, Ghita Gheorghe, Marius Giuclea. - London :: Springer-Verlag, , 2008

Приложение А
Графики тягового расчета



I - первая передача, II – вторая передача, III – третья передача, IV – четвертая передача, V – пятая передача, N_{Σ} – суммарная сила сопротивления движению, $N_{в}$ – сила сопротивления воздуха

Рисунок А.1 – Характеристика разгона транспортного средства

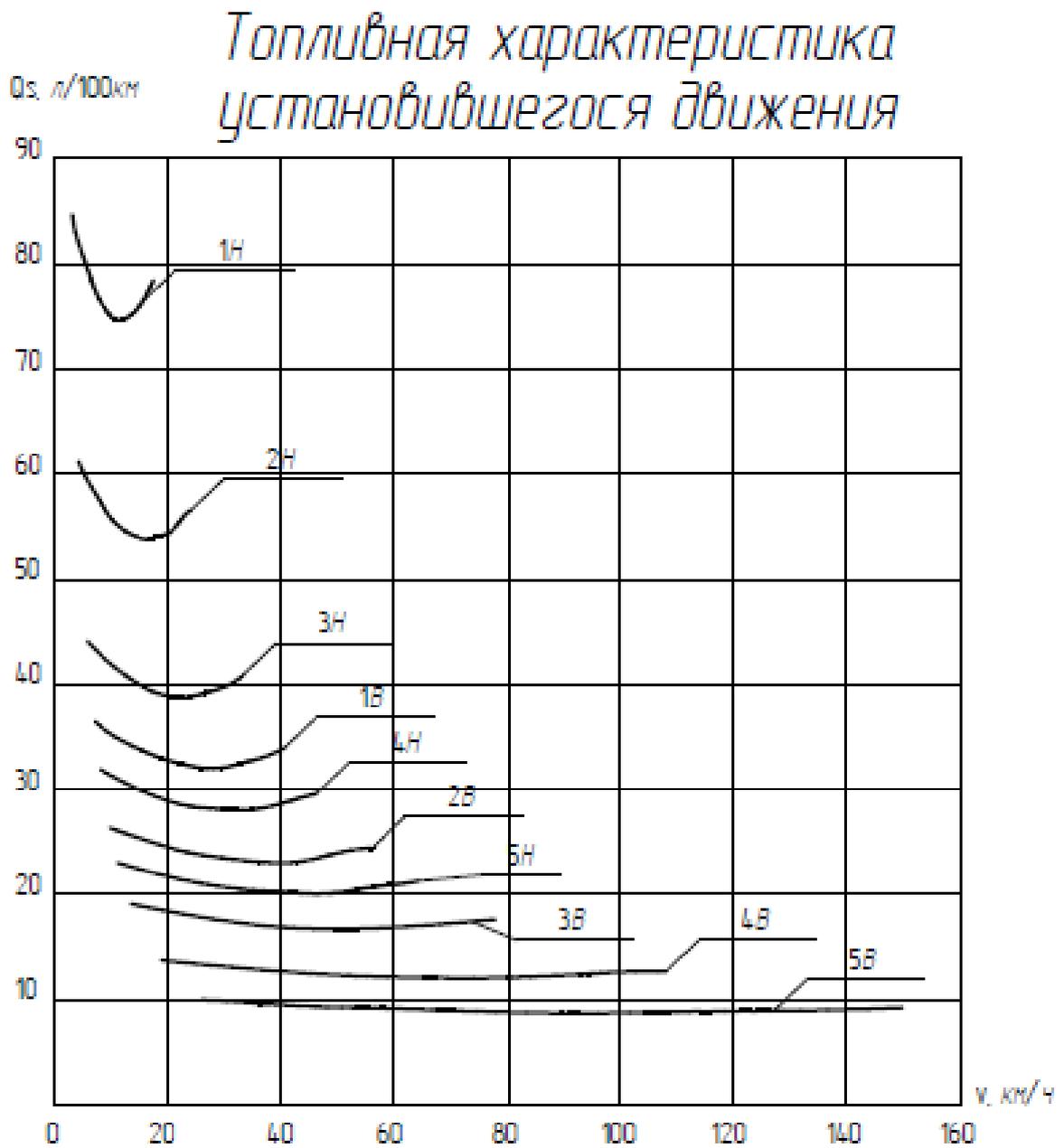


Рисунок А.2 – Топливная характеристика

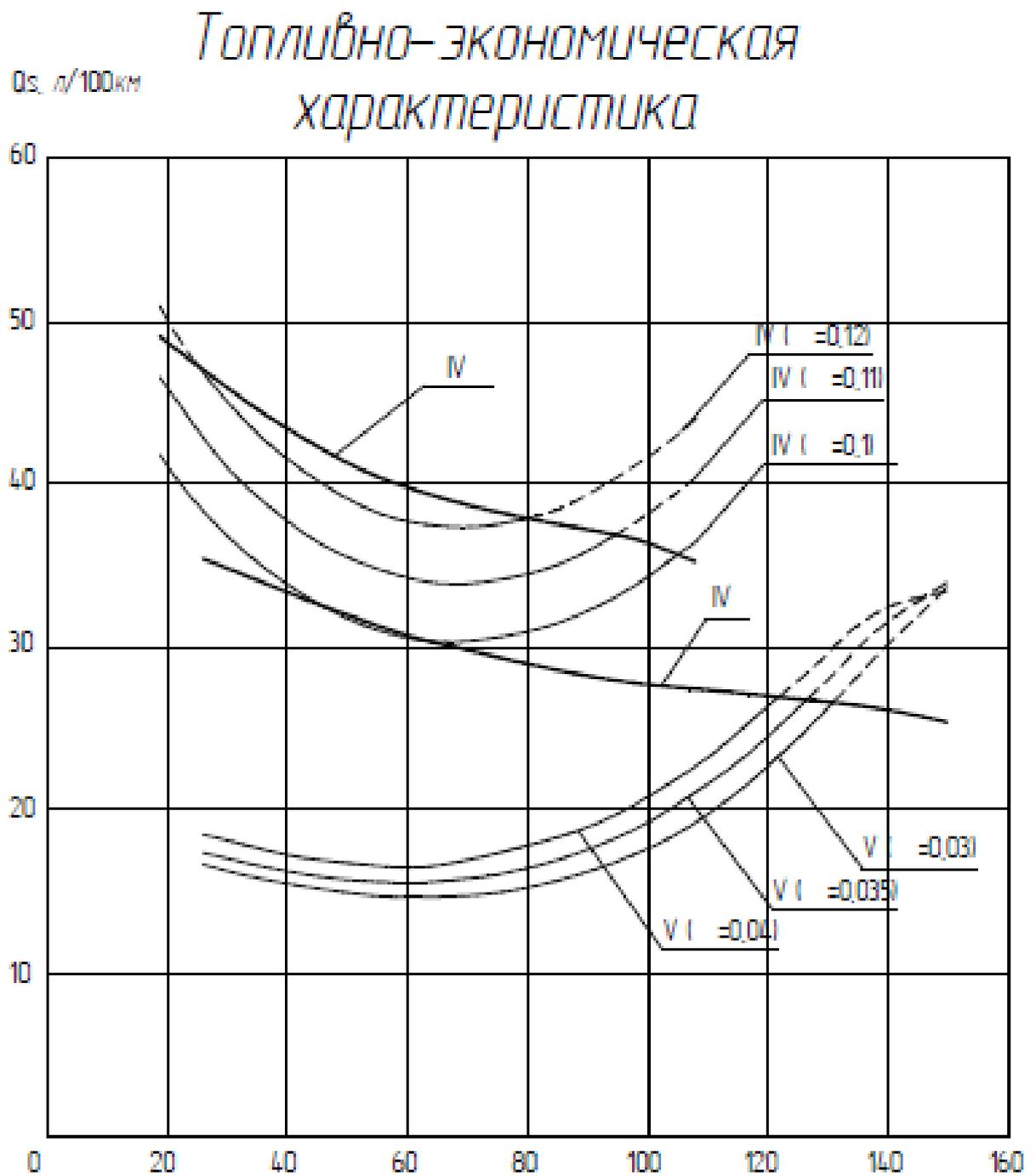


Рисунок А.3 – Топливо-экономическая характеристика



Рисунок А.4 – Характеристика торможения