

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 автодома на базе автомобиля Нива 4x4

Студент

А.М. Косов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Дипломная работа на тему «Разработка автодома на базе автомобиля Нива 4x4» включает в себя расчет и конструкторское проектирование устройства модуля автомобильного дома на базе автомобиля повышенной проходимости Лада 4x4. Актуальность темы связана с увеличением числа транспортных средств, задействованных в качестве автодомов и передвижных кемперов, используемых в путешествиях. Для этих транспортных средств требуется разработать планировку внутреннего оснащения дома на колесах и рассчитать основные тягово-экономические параметры конструкции.

В дипломной работе был произведен обзор имеющихся конструкций автомобильных домов на базе транспортных средств, включая выпускаемые автомобильными компаниями. Выполнен расчет силовых и прочностных параметров автодома.

Произведена разработка технологии проведения сборочных работ проектируемого автодома и составлена технологическая карта сборки.

Проведен анализ безопасности и охраны труда при испытании транспортных средств.

В экономической части произведен расчет затрат при производстве конструкции и обоснована целесообразность данного проекта.

Abstract

The final work on the topic "Development of a motorhome based on a Niva 4x4 car" includes the calculation and design of the device of a module of an automobile house based on an all-terrain vehicle Lada 4x4. The relevance of the topic is associated with an increase in the number of vehicles used as motorhomes and mobile campers used in travel. For these vehicles, it is required to develop a layout for the internal equipment of a mobile home and calculate the main traction and economic parameters of the structure.

In the thesis, a review of the existing structures of automobile houses based on vehicles, including those produced by automobile companies, was made. The calculation of the power and strength parameters of the motorhome has been carried out.

The technology for carrying out the assembly work of the designed motorhome was developed and the assembly flow chart was drawn up.

The analysis of the safety and labor protection in vehicle testing has been done.

In the economic part, the calculation of costs for the production of the structure was made and the feasibility of this project was substantiated.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 6 |
| 1 Концепция объекта дипломного проектирования | 8 |
| 2 Основные типы и виды автомобильных домов | 16 |
| 2.1 Обитаемый модуль (автодом) | 16 |
| 2.2 Фургон (camper van) | 18 |
| 2.3 Автоприцеп-трейлер (caravan) | 24 |
| 2.4 Раздвижной кемпер (pop up camper) | 29 |
| 2.5 Кемпер-траки (truck camper) | 32 |
| 3 Тяговый расчет транспортного средства | 36 |
| 3.1 Исходные данные для тягового расчета | 36 |
| 3.2 Тягово-скоростные свойства автомобиля | 37 |
| 3.2.1 Расчет тяговой диаграммы автомобиля | 37 |
| 3.2.2 Площадь лобового сопротивления | 37 |
| 3.2.3 Передаточные числа трансмиссии | 38 |
| 3.2.4 Расчёт скоростей для повышающей передачи | 38 |
| 3.3 Расчет динамики разгона автомобиля | 39 |
| 3.4 Расчет разгона автомобиля | 41 |
| 3.4.1 Ускорение при разгоне | 41 |
| 3.4.2 Время разгона автомобиля | 42 |
| 3.5 Расчет параметров торможения автомобиля | 43 |
| 3.6 Топливоно-экономическая характеристика | 44 |
| 4 Расчет тормозной системы автодома | 47 |
| 4.1 Обоснование необходимости разработки объекта дипломного проекта . | 47 |
| 4.2 Характеристика проектируемой тормозной системы | 48 |
| 4.3 Анализ тормозного механизма, используемого на автомобиле ВАЗ- 21214 | 52 |
| 4.4 Оптимальное распределение тормозных сил | 53 |
| 4.5 Статическая характеристика гидровакуумного усилителя гидропривода | 58 |

| | |
|---|----|
| 4.6 Расчёт тормозной колодки | 60 |
| 4.7 Расчет тормозного и остановочного пути | 61 |
| 5 Технологический процесс сборки автодома | 63 |
| 6 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования | 71 |
| 6.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля | 71 |
| 6.1.1 Активная безопасность | 71 |
| 6.1.2 Пассивная безопасность | 72 |
| 6.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности | 74 |
| 6.3 Стандарты проведения краш-тестов | 76 |
| 7 Экономическая часть | 79 |
| Заключение | 81 |
| Список используемых источников | 83 |
| Приложение А Графики тягового расчета | 88 |

Введение

Целью дипломного проекта является разработка автодома на базе автомобиля Лада Нива 4x4.

Развитие тематики жилых модулей на базе транспортных средств берет свое начало из Соединенных Штатов, где они являются частью американской культуры и символом кочевого образа жизни, идущего со времен освоения континента первыми переселенцами. Однако в России тоже можно встретить людей, которые путешествуют и проводят в автодомах значительную часть своего времени. В России имеется огромный туристический потенциал, связанный с преодолением больших расстояний, а также наличием больших рекреационных туристических зон, где ощущается недостаток туристической инфраструктуры, способной обеспечить приемлемый уровень комфорта. В совокупности это делает производство автомобильных домов весьма привлекательным с потребительской точки зрения.

В дипломной работе был произведен анализ различных типов автомобильных домов и жилых модулей, а также произведен анализ их сильных и слабых сторон. Был рассмотрен вопрос модернизации автомобиля Лада Нива 4x4 в модификации компании ВИС, под размещение на нем жилого модуля, обеспечивающей комфортное размещение и пребывание нескольких человек длительное время. Из-за того, что при модернизации значительно меняются массо-габаритные характеристики автомобиля, в дипломном проекте рассчитывается новая тормозная система транспортного средства, использующая задний дисковый тормоз вместо барабанного.

В работе производится расчет параметров безопасности труда при производстве и проектировании автомобильного дома и расчет экономической эффективности объекта дипломного проектирования.

Целью экономического обоснования будет являться расчетное подтверждение эффективности проведенной модернизации автомобиля. Основной целью расчета будет являться определение предельной цены

конечного продукта – автодома. Рынок автодомов в России проходит стадию развития, в отличие от рынка Северной Америки и Европы, поэтому конкуренция среди отечественных производителей невысока, но основными игроками выступают производители из за рубежа.

Также стоит учитывать, что данная модернизация не является массовой и относится к категории мелкосерийной, что также найдет свое отражение как в формировании цены на конечный продукт, так и в расчета затрат на его производство.

1 Концепция объекта дипломного проектирования

Автодомом называется транспортное средство, в котором смонтирован жилой модуль, оснащенный соответствующей инфраструктурой для длительного пребывания людей внутри него.

«Прототипом современных домов на колёсах и первоначальным вариантом его будут фургоны кочевников и путешественников, ведущих кочевой образ жизни и приводимых в движение лошадиной упряжкой.

Наиболее часто автопроизводители применяют готовые шасси грузовых автомобилей и автобусов со смонтированным на нем жилым модулем. При этом, кабина транспортного средства связана с жилым обитаемым модулем. Современное производство автомобильных домов использует технологии, которые позволяют создать жилой модуль, полностью интегрированный в кузов транспортного средства.» [27]

Наружный экстерьер и дизайн подобного транспортного средства будет напоминать автобус, даже если в качестве основы используется грузовой автомобиль. Пример такого транспортного средства приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Автодом на базе грузового автомобиля Scania

Обязательной и неотъемлемой частью любого автомобильного дома будут являться места для размещения пассажиров, трансформируемые в спальные места объекты интерьера кузова. Для создания комфорта и обеспечения автономного проживания автодома оснащаются душем, санузлом, кухней, системой водоснабжения, автономным отопителем, освещением модуля. В последнее время также наблюдается устойчивая тенденция применения альтернативных источников энергии для снабжения дома. Например, многие производители размещают на крыше дома солнечные панели, устанавливают дополнительные аккумуляторы, заряжаемые от внешних источников и тому подобные устройства.

«Самоходные дома на колесах в Европе часто называют «кэмпер» (англ. campervan, camper, нем. Wohnmobil, фр. Camping-car), в Северной Америке — recreational vehicles(RV) и motorhome.

Прицепные дома на колесах в Европе часто называют «караванами» (англ. caravan, нем. Wohnwagen, фр. Caravane), в Северной Америке — travel trailer.

Рекреационное транспортное средство, часто сокращенно RV, является транспортным средством или прицепом , который включает в себя жилые помещения, предназначенные для проживания. Типы RV включают автодом , камперван , караваны (также известные как туристические прицепы и кемперы с прицепами), пяти-колесные прицепы , всплывающие кемперы и кемперы-грузовики.» [27]

Транспортное средство класса RV является более комфортно оснащенный транспортным средством, по качеству оснащение таких автодомов приближается к квартирам и индивидуальным домам. Как правило, в составе транспортного средства класса RV присутствует отдельная кухня или кухонная зона, изолированная спальня и санузел, имеющий более качественное оборудование, в сравнении с трейлерами и кэмперами. RV варьируются от утилитарных – которые содержат

исключительно помещения для сна и отдыха и минимальный комплект зоны кухни, до уровня «luxury», оборудованные кондиционером, накопительным водонагревательным устройством, приемником телевизионного спутникового сигнала и имеющими внутреннюю отделку из премиумных материалов, применяемых в отделке яхт и жилых помещений частных домов.

«Ранним типом каравана является фургон, запряженный лошадьми , который с 1745 года играл важную роль в открытии внутренней части североамериканского континента для поселения белых.

К 1920-м годам RV хорошо зарекомендовал себя в Соединенных Штатах, и по всей стране были созданы кемпинговые клубы RV, несмотря на грунтовые дороги и ограниченное количество кемпингов. Несколько компаний начали производство домашних трейлеров (в то время они назывались прицепами). Airstream является одной из таких компаний. До 1950-х годов, промышленность не была тесно связана с мобильной домашней промышленностью , так как большинство мобильных домов были короче, чем 9 метров (30 футов) в длину, и , таким образом , легко транспортировались. В 1950-х, индустрия RV и мобильные дома были разделены, и производители RV начали строить автономные автодома.» [15]

Первые европейские «вагоны», которые были созданы для длительного размещения (а не только транспортировки на сравнительно небольшие расстояния людей и грузов), были придуманы во Франции ориентировочно в начале 19 века.

В Англии подобные устройства использовались бродячими цирковыми труппами и театральными коллективами примерно в это же время. европейские цыгане начали использовать караваны, называемые «vardos» около 1850 г.

В Канаде первые автодома были построены на кузовах легковых или грузовых автомобилей примерно с 1910 года.

Наиболее ранние образцы домов на колесах известны с тридцатых годов XX века. Образцы того времени полностью соответствуют своему наименованию и действительно похожи на настоящие дома, установленные на автомобильные шасси, рисунок 2 .



Рисунок 2 – Кемпер 1929 г.

Настоящий бум производства трейлеров и автодомов пришелся на послевоенное время. Пиком стали 70-е года XX века, когда в Европе и Америке наблюдался повышенный спрос на транспортные средства подобного вида. Примером европейского транспорта может являться Ханомег-Хеншель Орион, рисунок 3



Рисунок 3 – Автодом Ханомаг-Хеншель Орион, 1970-е годы

Но настоящей родиной автодомов оставались США, где и по сей день производится большинство известных видов домов на колесах. Типичные образцы, характерные для XX века представлены на рисунках 4 и 5.



Рисунок 4 - Автодом Dodge Travco, 1970 г



Рисунок 5 - Автодом GMC Motorhome, 1973 г

Также весьма распространены, особенно в Европе, компактные кемперы на базе легковых автомобилей. Подобное решение продиктовано во-первых, простотой подбора донора и его сравнительной доступностью. Во-вторых, легковые автомобили сравнительно просто доработать и европейские компании не испытывают проблем с получением сертификата на подобную доработку. Примером такого кемпера может служить сверхкомпактный дом на колесах, ограниченной серией производимый компанией Фиат, рисунок 6.



Рисунок 6 – Кемпер на базе автомобиля Фиат Добло

Около 85% домов на колесах, производимых в США, производятся в штате Индиана. Согласно официальных данных Industry Association, эта отрасль имеет ежегодный оборот только в штате Индиана в размере 32,4 млрд. долларов США, и обеспечивает 126140 рабочих мест и 7,8 млрд. долларов США в виде заработной платы.

«Индустрия автомобилей для отдыха в Элкхарте является частью большой сети компаний, связанных с транспортным оборудованием, включая производителей грузовых прицепов и производителей специализированных автобусов, которые получают продукцию из одних и тех же цепочек поставок. Индустрия пошла на удары по американским тарифам на сталь и алюминий и другим пошлинам на запчасти RV, сделанные в Китае, от сантехники до электронных компонентов и виниловых чехлов на сиденья.

Повышение цен, связанное с тарифами, вынудило производителей переложить некоторые из возросших затрат на более высокие цены на RV, что, в свою очередь, привело к снижению продаж.

Поставки автофургонов дилерам упали на 22% в первые пять месяцев 2019 года по сравнению с аналогичным периодом прошлого года после падения на 4% в 2018 году.» [36]

«Несмотря на то, что наиболее распространенным видом использования RV является временное жилье во время поездок, некоторые люди используют RV в качестве своего основного места жительства. В Соединенных Штатах и Канаде путешествие на юг каждую зиму в более теплом климате называют сноубордингом . В Австралии сленговым термином для пенсионера, который путешествует на автомобиле для отдыха, является «серый кочевник».

Некоторые владельцы устанавливают солнечные панели на крыше своего RV.» [36]

«Использование RVs распространено на сельских фестивалях, таких как Burning Man .

Меры по снижению влажности в RV аналогичны мерам, применяемым для квартир, которые включают аэрацию и вентиляцию в сочетании с отоплением. Также может помочь приготовление пищи и сушка одежды на открытом воздухе. Следует отметить, что дополнительная теплоизоляция редко является практическим решением для RV, так как редко бывает достаточно места, чтобы сделать изоляцию достаточно толстой, чтобы предотвратить конденсацию и связанный рост плесени.» [27]

В рамках дипломной работы будет производиться разработка компактного кемпера на базе серийно производимого Волжским автомобильным заводом автомобиля повышенной проходимости Лада Нива 4x4.

2. Основные типы и виды автомобильных домов

2.1 Обитаемый модуль (автодом)

Автомобильный дом (автодом, автобус), является одним из видов самоходных рекреационных автомобилей (RV), который предлагает жилые отсеки в сочетании с двигателем автомобиля.

«Автодома являются частью гораздо большей ассоциированной группы подвижных домов, которая включает в себя караваны, также известные как туристические, и статические караваны. Всеобъемлющая терминология «мобильный дом» охватывает все аспекты отрасли: от караванных парков, торговых представительств, производителей, праздничных парков до огромных вспомогательных услуг для сектора.» [36]



Рисунок 7 – Тип каретного кузова на транспорте Hymer

Основной особенностью автодома является возможность монтажа его на шасси практически любого транспортного средства. Разумеется, наиболее

подходящими для этого будут являться транспортные средства рамной конструкции, поэтому для модернизации очень часто выбираются автобусы повышенной проходимости и легкие грузовики, рисунок 8, рисунок 9.



Рисунок 8 - Автодом класса С, установленный на легкий грузовик

ФрейтлайнерСплинтер(слева) и шасси автомобиля Форд Е (справа)



Рисунок 9 – Автодом Deslex Alkov

Создание автодома в привычном понимании относится к 1910 году, когда компания по производству автомобилей Pierce-Arrow представила модель Touring Landau на американском автосалоне, проводимом в Мэдисон Сквер Гарден . Во время Второй мировой войны производство автомобильных домов было остановлено. Возобновление производства для внутреннего рынка было начато в 1950-х годах XX века. Именно тогда автомобильные конструкторы решили использовать в качестве базы шасси рамных грузовиков и автобусов, на который монтировался жилой модуль.

Автомобильный производитель Раймонд Франк дал подобным транспортным средствам наименование «дом на колесах», которое применяется по сей день применительно к жилым модулям различных типов. «В 1958 году Фрэнк спроектировал и построил свой первый дом на колесах, чтобы его семья могла отдыхать во Флориде и на Среднем Западе, рисунок 10»[6]



Рисунок 10 – Дом на колесах класса A Ultra Van

2.2 Фургон (camper van)

«Фургоны (или кемпер ван) являются мобильным транспортным средством, которое предоставляет как транспорт, так и спальные места.

Термин в основном представляет фургоны, которые были оборудованы, часто с кузовом для кареток для использования в качестве жилья, рисунок 11» [27]



Рисунок 11 – Камперван на базе пикапа Шевроле Олдтаймер

По большей части, к категории кэмперванов относят транспортные средства с колесной формулой 4x4, приспособленные к передвижению вне дорог общего пользования. Зачастую, такие транспортные средства не имеют отдельного жилого модуля, а оснащаются палатками или иными конструкциями, расположенными в кузове или на крыше транспортного средства и легко монтируемые в жилые места.

Например, в Европе Citroën H-Van использовался в качестве базы для многих модификаций, и был особо популярен в Бельгии и Голландии. Транспортное средство имело несколько модификаций, отличающихся по длине и высоте. Общим являлось то, что Citroën H-Van во всех версиях имел низкий пол и высокий потолок кузова, что являлось признаком его первоначальной модификации: первоначально этот транспорт

разрабатывался как автомобильная лавка и имел достаточно вместительный кузов, рисунок 12.



Рисунок 12 – Citroën H-Van

«Современные среднеразмерные японские фургоны, такие как Toyota Hiace, иногда переделывают, чтобы выглядеть как классический Volkswagen, рисунок 13» [27]



Рисунок 13 – Фольксваген Кемпер

Британские и европейские автодома, имеющие классификацию типа А-класс (АС), весьма схожие по своим признакам с американскими автодомами класса А (также именуемыми «Виннебагос»), не имеют такого широкого распространения, как их американские аналоги.

Как правило, автодом данного типа представляет собой модуль каретного типа на базе автомобильного шасси грузового автомобиля среднего или большого класса грузоподъемностью от 7,5 тонн и выше.

Как правило, жилой модуль имеет высокий профиль, иногда оснащаемый выдвижными (боковыми) удлинителями с электроприводом для расширения жилой площади. В качестве дополнительного оснащения подобные модули имеют генерирующие электричество автономные устройства, а в очень больших моделях (североамериканского масштаба), могут оборудоваться гаражом, вмещающим легковой автомобиль или мотоцикл, рисунок 14.



Рисунок – 14 Автодом "Оверкаб" на базе Айвеко Ван

Отдельной категорией кэмпervанов будут являться транспортные средства с крышей «high top». Особенностью их является то, что сам кузов не подвергается модификации, но для комфортного расположения пассажиров во время стоянки предполагается подъем верхней части крыши, для чего она оборудуется соответствующими механизмами. В ряде модификаций крыша не делается съемной, но оборудуется дополнительным элементом, увеличивающим его высоту. Рисунок 15, рисунок 16.

Как правило, сам кузов размещается на грузовой платформе (в ряде случаев платформа модифицируется) и может делаться съемной, что позволяет использовать автомобиль в повседневной работе без жилого модуля. Основой для таких автодомов как правило являются пикапы на базе автомобилей Форд , Тойота , Ниссан и Митсубиси, имеющих рамную конструкцию, рисунок 17.



Рисунок 15 – Кэмпervан с крышей «high top» на базе микроавтобуса
Mercedes



Рисунок 16 – Кэмпervан с крышей «high top» на базе микроавтобуса Mazda



Рисунок 17 – Кэмпervан с крышей «high top» в кузове пикапа Ниссан Навара

«Современный кемпер может содержать некоторые или все из следующих функций:

- Газ-пропан / электрический приведенный в действие холодильник;
- Газ-пропан / электрическая варочная панель и / или гриль;

- Микроволновая печь;
- Духовка;
- Пропановый газовый или электрический водонагреватель;
- Одна или несколько кроватей, некоторые из которых предназначены для использования и в дневное время;
- Электричество подается от встроенной батареи или от внешнего источника;
- Встроенный или кассетный унитаз со съемным резервуаром для унитаза. Некоторые модели имеют поворотную систему для дополнительного пространства;
- Душевая кабина;
- Телевидение (с антенной и / или спутниковой антенной);
- Кондиционер (по крайней мере, нормальная система кабины транспортного средства);
- Комнатный обогреватель или центральное отопление;
- Бак для питьевой воды;
- Бак сточных вод для «серой» (промывной) воды и черной (канализационной) воды;
- Выдвижной внешний тент - выдвижной холст, который обеспечивает защиту от солнца;
- Генератор - на бензине, дизеле или пропане;
- Солнечные батареи - для дополнительного производства электроэнергии;
- Подставка для велосипеда - устройство для переноски велосипедов, обычно крепящееся к задней части автофургона» [7]

2.3 Автоприцеп-трейлер (caravan)

Караван или прицеп это транспортное средство, спроектированное специально для путешествий. Представляет это транспорт кемперный

прицеп, который буксируется другим транспортным средством, рисунок 18. Караван предоставляет водителю и пассажиру комфорт, несравнимо больший нежели обычная палатка. Особенность использования подобных автоприцепов является то, что в отдельных регионах туристам разрешается останавливаться в специально отведенных для этого местах (кемпингах).

Широко распространены автомобильные прицепы в странах Северной Америки, странах Скандинавии, Австралии и Новой Зеландии.



Рисунок 18 – Автомобильный трейлер (прицеп)



Рисунок 19 – Трейлер-капля

В Европе происхождение туристических трейлеров и караванинга можно проследить до путешествующих цыган и шоуменов, которые большую часть своей жизни провели в конных караванах .

«На рубеже веков «караванинг» для отдыха стал все более популярным. В 1901 году был создан первый специализированный клуб караванинга. Клуб кемпинга и караванинга (первоначально Ассоциация велосипедистов) был основан Томасом Хирамом Холдингом, отцом современного кемпинга. «Клуб Караван» был основан в 1907 году с конюшнями в качестве вице-президента. Его заявленная цель состояла в том, чтобы «...собрать вместе тех, кто интересуется жизнью фургона как времяпровождением, улучшить и поставить подходящие фургоны и другие приборы и обустроить кемпинг...» [46]. Караванинг приобрел популярность в Северной Америке в 1920-х годах.

Современные туристические прицепы бывают разных размеров: от крошечных двухместных прицепов без туалета и только основных кухонных принадлежностей до больших трехосных шестиместных типов.» [27]

«В США и Канаде история туристических трейлеров восходит к началу 1920-х годов, когда тех, кто пользовался их использованием, часто называли «консервобаночными туристами». С течением времени, трейлеры стали более пригодными для жизни и получили новое имя в 1930-х и 1940-х годах, которое было домашним трейлером.

Он был с отдельным туалетом, душем и возможностью вместить 6 человек. Его современный аэродинамический стиль и куполообразное потолочное освещение модернистского промышленного дизайнера Тошихико Сакова сделали его мгновенным хитом. Однако это длилось недолго (1971–1973), поскольку первое арабское нефтяное эмбарго и последовавшее за этим значительное замедление продаж автодомов заставили его прекратить свою деятельность. Туристический трейлер Voler, разработанный в Канаде в 1968 году, вскоре присоединился к Плейпак в

классе легковесных стеклопластиков США. Трейлеры Hunter и Amerigo также были на месте событий.» [37]

«Дорожные прицепы средней дальности имеют длину от 18 до 25 футов (5,5-7,6 м), могут весить 5000 фунтов (2300 кг) и более и обычно буксируются компактными пикапами и внедорожниками. У них есть большинство удобств больших туристических трейлеров, но они вмещают меньше людей, рисунок 20»



Рисунок 20 – Трейлер Airstream

«Иновация в туристических трейлерах - это гибридный туристический трейлер, сочетающий в себе функции раздвижного и жесткого трейлера. В своей конфигурации для кемпинга одна или несколько коек складываются сбоку с помощью тентовых чехлов. Во время путешествия койки складываются, оставляя четыре жесткие стороны. Большие модели позволяют использовать гибридный дорожный прицеп, когда он «в передвижном режиме», то есть с поднятыми сторонами. Основное преимущество гибридного дорожного прицепа заключается в том, что он предлагает хорошее соотношение ²⁷ пространства и небольшой вес.

Недостатком является то, что концы палатки не изолированы и подвержены потерям тепла и конденсации влаги, рисунок 21» [37]



Рисунок 21 - Гибридный туристический трейлер

««Пятое колесо» - это прицеп для перевозки, поддерживаемый сцепкой в центре пикапа вместо сцепки в задней части автомобиля. Специальное сцепное устройство, используемое для пятиколесного прицепа, является уменьшенной версией сцепного устройства, используемого на 18-колесных грузовиках, и его можно подключить простым движением (в том числе задним ходом) тягача под прицепом. Кроме того, расположение сцепного устройства в кровати снижает риск складывания ног и обеспечивает большую маневренность при движении назад. Из-за большего пространства, доступного на дорогах в Северной Америке, эти автомобили более популярны в Соединенных Штатах и Канаде, чем в Европе или других частях мира, но также могут быть популярны и в России. Для неровной

местности сцепное устройство на «гусиной шее» является вариантом для пятого колеса.» [37]

Недостатком является то, что сцепка занимает место на грузовой платформе пикапа, независимо от того, прицеп прицеп или нет. «Сцепка может быть отстегнута от кровати, но это требует намного больше времени и усилий, чем операция отцепки».[9]

«Прицепы для бездорожья, также называемые трейлерами 4x4, тентраксами, и джип-трейлерами, созданы специально для изучения экстремального бэккантри без ограничения дорог с твердым покрытием или гравийных дорог. Эти туристические прицепы предназначены для работы на пересеченной местности. Многие внедорожные туристические прицепы оснащены палаткой и кроватью, противоскользящей платформой, большими шинами и длинноходным независимым подвесом, подъемными комплектами и системами сочленения.

Новшеством в видах прицепов является «самосвал» или «ящик для игрушек». Половина жилой площади и полгаража, эти трейлеры позволяют "игрушкам" быть принесенными в сельскую местность. Складная задняя рампа обеспечивает доступ для небольших автомобилей. Генератор обеспечивает питание для оборудования автомобиля». [37]

««Двухэтажный прицеп» - это двухуровневый прицеп для путешествий. При движении прицеп имеет такую же высоту, что и обычный трейлер, но при его установке высота увеличивается до двух полных уровней. Созданные ДжексКар и другими, они часто используются в производстве кинофильмов в качестве переносного гардероба.»[8]

2.4 Раздвижной кемпер (popup camper)

Раздвижные, или как их название переводят буквально, всплывающие кемперы представляют собой буксируемый обитаемый жилой модуль, который имеет возможность разворачиваться и сворачиваться в случае

необходимости, рисунок 22, рисунок 23. При монтаже этот тип кемпера имеет значительно больший объем пространства, нежели тот, который обеспечивается в сложенном состоянии. Привлекательным этот тип кемпера делает его стоимость, которая гораздо ниже стоимости аналогичного по габаритам и внутреннему пространству кемпера, монтируемого стационарно на транспортное средство.



Рисунок 22 – Раздвижной кемпер в разложенном положении



Рисунок 23 – Раздвижной кемпер в транспортном положении

Как у любой конструкции, раздвижной кемпер имеет свои конструктивные особенности.

Типичная конструкция трейлера состоит из рамы, смонтированной на раме кузова платформы, жесткой крыши, выдвижных технических ящиков и «мягких» стен. Стены трейлера обычно изготавливаются из виниловой пленки, синтетического холста или аналогичного ему материала. Окна трейлера делают из прозрачной виниловой пленки..

Как правило, типичный набор функций трейлера включает в себя следующий перечень. «Трейлер содержит: раскладной обеденный уголок (столешница и место для сидения на скамье), встроенный бак для пресной воды, раковина, 12-вольтовая система электропитания постоянного тока (включая преобразователь переменного тока в постоянный и батарею глубокого цикла), внутреннее освещение постоянного тока, две спальные койки и шкафы для хранения. Многие всплывающие окна также включают газовый / электрический абсорбционный холодильник, плиту, кондиционер на крыше, пропановую печь, водонагреватель, электрический водяной насос, душ под открытым небом, окно в крыше / люк на крыше, один или два баллона с пропаном, электрические или импульсные тормоза, большое хранилище. багажник в передней части коробки и тент. Некоторые модели премиум-класса также включают душ, туалет, баки для сточных вод, выдвижную секцию (для увеличения внутреннего пространства), микроволновую печь и духовку.» [37]

Современные раздвижные трейлеры имеют вес от 700 фунтов (≈ 320 кг) до 3800 фунтов (≈ 1700 кг) фунтов. Как правило, трейлеры классифицируются по длине кузова, который может иметь длину от 8 футов ($\approx 2,4$ м) до 16 футов ($\approx 4,9$ м). При полном раскладывании трейлера, его длина примерно в два раза превышает длину кузова.

2.5 Кемпер-траки (truck camper)

В Соединенных штатах Америки термин «Кемпер на базе грузового автомобиля» и его производная аббревиатура ТС (truck camper) применяется ко сем транспортным средствам, жилой модуль в которых монтируется на раме грузового автомобиля или на раме тяжелого пикапа, рисунок 24.

Такой форм-фактор жилого модуля во многом привлекателен тем, что он дает транспортному средству большую мобильность, позволяя проезжать без особых усилий там, где могут проехать обычные автомобили.



Рисунок 24 – Кемпер на раме автомобиля Toyota Hilux 1977 г

В настоящее время в России подобный подход также получает свое распространение. В частности, некоторые автомобильные ателье освоили доработку серийных транспортных средств путем установки на них жилых модулей, при этом само транспортное средство не получается чрезмерно перегруженным или перетяжеленным. как правило, в качестве «донора» используются популярные массовые автомобили, производимые заводами ВАЗ, ГАЗ и УАЗ, рисунок 25.

Исходное транспортное средство получает раму из металлопроката, на которую монтируется кузов из армированного пластика, утепленный экструдированным пенополистиролом. В случае использования транспортных средств ГАЗ и УАЗ используется рама самого транспортного средства либо без доработки, либо с незначительными доработками.



Рисунок 25 – Кемпер на базе автомобиля Лада 4x4

Легковые автомобили так же могут быть использованы как база для кемпера. Примером может служить компактный кемпер, смонтированный на базе автомобиля Лада Гранта, рисунок 26.



Рисунок 26 – Кемпер на базе автомобиля Лада Гранта

Подобные компактные кемперы обладают всеми преимуществами легкового автомобиля – они сохраняют динамику и маневренность. Кемперы на базе легкового автомобиля могут спокойно перемещаться в условиях напряженного городского трафика. К недостаткам стоит отнести малый объем внутреннего пространства жилого модуля, что позволяет разместить внутри ограниченное число обитателей.

«Автофургон эволюционировал и развивался, что ставит его в один ряд со многими более крупными и более дорогими типами RV с точки зрения удобства.

Технически говоря, любой RV, который может быть легко демонтирован с его транспортного средства, квалифицируется как автофургон. В Австралии очень часто можно увидеть, что их устанавливают на бортовые грузовики или даже на то, что в Северной Америке можно считать автомобилем.

Линии определения могут размываться между грузовиком и классом С с некоторыми транспортными средствами Expedition, такими как XRCamper или Earthroamer.» [18]

Выводы по разделу. В ходе выполнения раздела был произведен анализ имеющихся видов и типов конструкций мобильных транспортных средств, предназначенных для длительного размещения людей. Были проанализированы различные виды конструкций как автомобильных домов, так и автомобильных прицепов, используемых как автодома. В качестве автомобиля, на котором будет размещаться жилой модуль, принимается автомобиль ВАЗ-21214. Именно по данному автомобилю будет производиться тяговый расчет.

3 Тяговый расчет транспортного средства

3.1 Исходные данные для тягового расчета

Автомобиль – Лада Нива 4x4 (ВАЗ-21214)

Колёсная формула: 4x4.

Тип двигателя: бензиновый, инжектор

Модель двигателя: ВАЗ-21213

Коробка передач: механическая, 5-ступенчатая, с понижающим рядом

Перечень технических характеристик автомобиля представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики автомобиля

| Параметры | Ед.измерения | Значение |
|--|--------------|----------|
| Полная масса, m_a | кг | 1285 |
| Максимальная мощность, $N_{двиг.}$ | кВт | 61 |
| Частота вращения при max мощности, n_1 | об/мин | 5000 |
| Максимальный крутящий момент, M_{Emax} | Н*м | 129 |
| Частота вращения при max крутящем моменте, n_2 | об/мин | 4000 |
| Длина | м | 3,72 |
| Ширина | м | 1,68 |
| Высота | м | 1,64 |
| Радиус колеса, r_k | м | 0,342 |

Исходные данные по трансмиссии транспортного средства, взятого для расчета, приведены в таблице 2. В качестве исходных данных, принимаем стандартную коробку передач, которая используется в версии автомобиля с

жилам модулем. Пониженный ряд передаточных отношений автомобиль сохраняет.

Таблица 2 – Исходные данные трансмиссии для расчета

| | |
|---|-------|
| КПД трансмиссии, η | 0,82 |
| Передаточное число 1 передачи, u_I | 3,67 |
| Передаточное число 2 передачи, u_{II} | 2,1 |
| Передаточное число 3 передачи, u_{III} | 1,36 |
| Передаточное число 4 передачи, u_{IV} | 1 |
| Передаточное число 5 передачи, u_V | 0,82 |
| Передаточное число высшей передачи, $u_{\text{выш.}}$ | 1,2 |
| Передаточное число пониженной передачи, $u_{\text{пониж.}}$ | 2,135 |
| Передаточное число главной передачи, $u_{\text{гл.}}$ | 3,9 |

3.2 Тягово-скоростные свойства автомобиля

3.2.1 Расчет тяговой диаграммы автомобиля

Тяговый расчёт служит для определения основных параметров двигателя и трансмиссии автомобиля, обеспечивающих ему требуемые тягово-скоростные свойства в заданных условиях движения.

3.2.2 Площадь лобового сопротивления

Площадь лобового сопротивления (A_L)- проекция автомобиля на плоскость, перпендикулярную направлению движения.

$$A_L = \beta * B_r * H_r \quad (1)$$

где β - коэффициент заполнения площади, для расчета принимаем $\beta=0,8$;

B_r - и H_r - наибольшие ширина и высота автомобиля соответственно.

$$A_L=0,8*1,68*1,64=2,2$$

Коэффициент сопротивления дороги принимаем с учетом условий движения автомобиля, $\Psi_v = 0,015$.

3.2.3 Передаточные числа трансмиссии

$$u_{тр} = u_{высш.} \cdot u_{передачи} \cdot u_{гп}, \quad (2)$$

Для повышающей передачи:

$$u_{тр1} = 3,67 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 17,17$$

$$u_{тр2} = 2,1 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 9,82$$

$$u_{тр3} = 1,36 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 6,36$$

$$u_{тр4} = 1 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 4,68$$

$$u_{тр5} = 0,82 \cdot 3,9 \cdot 1,2 = 3,83$$

Для понижающей передачи:

$$u_{тр1} = 3,67 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 30,55$$

$$u_{тр2} = 2,1 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 17,48$$

$$u_{тр3} = 1,36 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 11,32$$

$$u_{тр4} = 1 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 8,32$$

$$u_{тр5} = 0,82 \cdot 3,9 \cdot 2,135 = 6,82$$

3.2.4 Расчёт скоростей для повышающей передачи

$$V = 0,377 \frac{n_d \cdot r_k}{u_{тр.}} \quad (3)$$

$$V_1 = 0,377 \frac{1000 \cdot 0,342}{17,17} = 7,5092 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 2,085906 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

Для примера посчитана скорость на первой передаче при 1000 об/мин.

Расчетные значения скоростей автомобиля на повышающей и понижающей передачах приводятся в таблице 3 и таблице 4.

Таблица 3 – Скорость автомобиля на повышающей передаче

| Обороты двигателя, об/мин. | Скорость по передачам, м/с. | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₄ | V ₅ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1000 | 2,085906 | 3,647149 | 5,631289 | 7,652778 | 9,351175 |
| 1500 | 3,128858 | 5,470723 | 8,446934 | 11,47917 | 14,02676 |
| 2000 | 4,171811 | 7,294297 | 11,26258 | 15,30556 | 18,70235 |

Продолжение таблицы 3

| | | | | | |
|------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2500 | 5,214764 | 9,117872 | 14,07822 | 19,13194 | 23,37794 |
| 3000 | 6,257716 | 10,94145 | 16,89387 | 22,95833 | 28,05352 |
| 3500 | 7,300669 | 12,76502 | 19,70951 | 26,78472 | 32,72911 |
| 4000 | 8,343622 | 14,58859 | 22,52516 | 30,61111 | 37,4047 |
| 4500 | 9,386575 | 16,41217 | 25,3408 | 34,4375 | 42,08029 |
| 5000 | 10,429528 | 18,23574 | 28,15645 | 38,26389 | 46,75587 |

Таблица 4 – Скорость автомобиля на понижающей передаче

| Обороты двигателя, об/мин. | Скорость по передачам, м/с. | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₄ | V ₅ |
| 1000 | 1,17234 | 2,048913 | 3,163869 | 4,3046875 | 5,251466 |
| 1500 | 1,758511 | 3,07337 | 4,745804 | 6,45703125 | 7,877199 |
| 2000 | 2,344681 | 4,097826 | 6,327739 | 8,609375 | 10,50293 |
| 2500 | 2,930851 | 5,122283 | 7,909673 | 10,76171875 | 13,12867 |
| 3000 | 3,517021 | 6,146739 | 9,491608 | 12,9140625 | 15,7544 |
| 3500 | 4,103191 | 7,171196 | 11,07354 | 15,06640625 | 18,38013 |
| 4000 | 4,689362 | 8,195652 | 12,65548 | 17,21875 | 21,00587 |
| 4500 | 5,275532 | 9,220109 | 14,23741 | 19,37109375 | 23,6316 |
| 5000 | 5,861702 | 10,24457 | 15,81935 | 21,5234375 | 26,25733 |

3.3 Расчет динамики разгона автомобиля

Динамической характеристикой автомобиля называется зависимость динамического фактора D от скорости.

Динамический фактор D, вычисляют по формуле

$$D = \frac{\frac{M_n * u_{тр} * \eta_{тр}}{r_k} - k_{\omega} * A_n * v^2}{m_a * g}, \quad (4)$$

где M_n- крутящий момент двигателя, Н*м;

η_{тр} - КПД трансмиссии;

k_ω - коэффициент сопротивления воздуха;

m_a - масса автомобиля, кг;

r_k- радиус качения ведущего колеса, м

A_n- лобовая площадь, м²

$$D = \frac{\frac{59 * 17.17 * 0.82}{0.342} - 0.335 * 2.2 * 2.085906^2}{1285 * 9.8} = 0,192622$$

для примера посчитан динамический фактор на первой передаче при 1000 об/мин.

Все расчетные значения динамического фактора автомобиля для повышенной и пониженной передачи находятся в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 - Значения динамического фактора автомобиля для повышающей передачи

| Обороты двигателя, об/мин. | Динамический фактор по передачам | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | D ₅ |
| 1000 | 0,192622 | 0,109533 | 0,069588 | 0,049144 | 0,037906 |
| 1500 | 0,254417 | 0,144084 | 0,090276 | 0,061790 | 0,045364 |
| 2000 | 0,348775 | 0,196943 | 0,122144 | 0,081632 | 0,057555 |
| 2500 | 0,390701 | 0,219497 | 0,133711 | 0,085504 | 0,055520 |
| 3000 | 0,412884 | 0,230444 | 0,137083 | 0,082316 | 0,046551 |
| 3500 | 0,418595 | 0,231653 | 0,133474 | 0,072959 | 0,031377 |
| 4000 | 0,411102 | 0,224995 | 0,124092 | 0,058324 | 0,010728 |
| 4500 | 0,387136 | 0,208598 | 0,107728 | 0,037519 | -0,016126 |
| 5000 | 0,343428 | 0,180595 | 0,083171 | 0,009655 | -0,049914 |

Таблица 6 - Значения динамического фактора автомобиля для понижающей передачи

| Обороты двигателя, об/мин. | Динамический фактор по передачам | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ | D ₅ |
| 1000 | 0,343099 | 0,196113 | 0,126576 | 0,092377 | 0,074997 |
| 1500 | 0,453514 | 0,259041 | 0,166794 | 0,121119 | 0,097651 |
| 2000 | 0,622055 | 0,355126 | 0,228272 | 0,165160 | 0,132483 |
| 2500 | 0,697490 | 0,397839 | 0,254972 | 0,183313 | 0,145732 |
| 3000 | 0,737985 | 0,420461 | 0,268448 | 0,191420 | 0,150384 |
| 3500 | 0,749357 | 0,426318 | 0,270855 | 0,191063 | 0,147735 |
| 4000 | 0,737422 | 0,418741 | 0,264347 | 0,183828 | 0,139086 |
| 4500 | 0,696364 | 0,394400 | 0,246771 | 0,168130 | 0,123137 |
| 5000 | 0,620366 | 0,349967 | 0,215969 | 0,142386 | 0,098590 |

По результатам расчетов построены графики для обоих диапазонов динамической характеристики, которые находятся в Приложении А.

3.4 Расчет разгона автомобиля

3.4.1 Ускорение при разгоне

Коэффициент приведенной массы автомобиля, $\delta_{п.м}$, вычисляют по формуле

$$\delta_{п.м} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot u \quad (5)$$

где δ_1, δ_2 – эмпирические коэффициенты, принимаются в пределах,

$$\delta_1 = 0,03 \dots 0,05; \delta_2 = 0,04 \dots 0,06;$$

Для расчетов принимаем $\delta_1 = 0,04$, $\delta_2 = 0,05$, тогда

Рассчитываем коэффициент приведенной массы автомобиля, $\delta_{п.м}$, для пяти передач

$$\delta_{п.м.1} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 3,61^2 = 1,71$$

$$\delta_{п.м.2} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 2,1^2 = 1,26$$

$$\delta_{п.м.3} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 1,36^2 = 1,13$$

$$\delta_{п.м.4} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 1^2 = 1,09$$

$$\delta_{п.м.5} = 1 + 0,04 + 0,05 \cdot 0,82^2 = 1,07$$

Значения ускорений a , м/с^2 , вычисляют по формуле

$$a = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta} \quad (6)$$

Все расчетные значения ускорения автомобиля для повышающей передачи приведены в таблице 3.7.

Таблица 7 – Значения ускорений автомобиля для повышающей передачи

| Ускорение автомобиля на каждой передаче, м/с^2 | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| a_1 | a_2 | a_3 | a_4 | a_5 |
| 1,017956374 | 0,735256667 | 0,473418053 | 0,306991743 | 0,209793271 |
| 1,372097427 | 1,003986667 | 0,652836106 | 0,420680734 | 0,278100187 |
| 1,912868304 | 1,415112222 | 0,929222124 | 0,599085688 | 0,389765234 |
| 2,153140234 | 1,59054 | 1,029529027 | 0,633898165 | 0,371126916 |
| 2,280276608 | 1,675683333 | 1,058781593 | 0,605235413 | 0,288980935 |
| 2,313000585 | 1,685086667 | 1,027473628 | 0,521099266 | 0,150004112 |

Продолжение таблицы 7

| a ₁ | a ₂ | a ₃ | a ₄ | a ₅ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2,270058246 | 1,633294444 | 0,946116283 | 0,389518532 | -0,039126729 |
| 2,13270924 | 1,50577 | 0,804198407 | 0,202473394 | -0,285115888 |
| 1,882218947 | 1,287961111 | 0,591217522 | -0,048046972 | -0,594502804 |

3.4.2 Время разгона автомобиля

Для расчета значений времени, t , сек, нужно рассчитать средние значения ускорений a_{cp} , m/c^2 .

Расчетные значения средних ускорений автомобиля для повышающей передачи приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Значения средних ускорений автомобиля для повышающей передачи

| Среднее ускорение автомобиля по передачам, m/c^2 | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| a ₁ | a ₂ | a ₃ | a ₄ | a ₅ |
| 1,926036 | 1,392521 | 0,834754 | 0,403437 | 0,08544 |

Значения времени t , сек., вычисляются по формуле

$$\Delta t = \frac{V_{1+i} - V_1}{a_{cpi}}, \quad (7)$$

$$\Delta t = \frac{3,128858 - 2,085906}{1,926036} = 0,541501 \text{ с, для примера посчитано время}$$

разгона на первой передаче, для первого участка. Значения времени t , сек, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения времени на различных интервалах, Δt , с.

| Интервал | Время разгона на различных передачах, с. | | | | |
|----------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | t ₁ | t ₂ | t ₃ | t ₄ | t ₅ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0,541501 | 1,309549 | 3,37302 | 9,484485 | 28,1108 |
| 2 | 1,083004 | 2,619097 | 6,74604 | 18,96896 | 56,22163 |
| 3 | 1,624506 | 3,928647 | 10,11905 | 28,45342 | 84,33246 |

Продолжение таблицы 9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4 | 2,166009 | 5,238198 | 13,49208 | 37,9379 | 112,4432 |
| 5 | 2,707511 | 6,547744 | 16,86509 | 47,42238 | 140,5541 |
| 6 | 3,249014 | 7,85729 | 20,23812 | 56,90686 | 168,6649 |
| 7 | 3,790515 | 9,166843 | 23,61113 | 66,39134 | 196,7757 |
| 8 | 4,332019 | 10,47639 | 26,98416 | 75,87582 | 224,8865 |

График разгона автомобиля в приложении А.

3.5 Расчет параметров торможения автомобиля

Величина замедления j_a , вычисляется по формуле

$$j_a = \varphi * g, \quad (8)$$

где φ - коэффициент сцепления (на сухом асфальте 0,7);

$$j_a = 0,7 * 9,8 = 6,86$$

Остановочный путь автомобиля S_0 , м, вычисляется по формуле

$$S_0 = t_{\text{д}} + t_{\text{с}} + 0,5 * t_{\text{н}} * V_0 + \frac{V_0^2}{25,92 * j_a}, \quad (9)$$

где $t_{\text{д}}$ – время реакции водителя, с;

$t_{\text{с}}$ – время срабатывания тормозной системы, с;

$t_{\text{н}}$ – время нарастания замедления, с;

V_0 – скорость автомобиля непосредственно перед началом торможения, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

V_0 – 80 км/ч;

$t_{\text{д}}$ – принимаем равным 1 с;

$t_{\text{с}}$ – для автомобилей с гидравлическим приводом тормозов 0,1 с;

$t_{\text{н}}$ – принимаем равным 0,3 с.

$$S_0 = \left(1 + 0,1 * 0,3 \right) * 22, \frac{2}{3} + \frac{22,2^2}{25,92 * 6,86} = 102,67 \text{ м}$$

По результатам расчетов построен график торможения автомобиля находится в Приложении А.

3.6 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):» [10]

$$q_n = 100 * Q / S \quad (10)$$

«Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива G_T (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива:» [10]

$$G_T = g_e * N_e / 10^6, \quad (11)$$

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

$$q_n = g_e * N_T / 36 * \rho_T * V_a, \quad (12)$$

где ρ_T - плотность топлива (кг/л); V_a - скорость автомобиля (м/с),

Плотность топлива для бензина 0,71...0,73 кг/л, а для дизельного топлива 0,83 ... 0,87 кг/л.

Эффективность мощности N_e в может быть выражена из мощностного баланса:

$$q_n = g_e * (P_d + P_B) / 36000 * \rho_T * \eta_{тр} \quad (13)$$

«Чтобы определить расход топлива в определенных дорожных условиях; необходимо располагать экспериментальным графиком - нагрузочной характеристикой двигателя. Если экспериментальных данных нет, то можно

воспользоваться следующей приближенной методикой, для чего определяют эффективный расход топлива (г /кВт ч) по формуле:» [10]

$$g_e = k_{СК} * k_{Н} * g_{emin} * 1,1 \quad (14)$$

где $k_{СК}$ и $k_{Н}$ - 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/

«Для расчета топливно-экономической характеристики используется рассчитанный ранее мощностной баланс на высшей передаче.

Топливо-экономическая характеристика автомобиля позволяет определить расход топлива в зависимости от изменения скорости движения. Она представляет собой график зависимости путевого расхода топлива от скорости автомобиля V_a .

Показателем топливной экономичности автомобиля служит минимальный путевой расход топлива, соответствующий скорости при испытаниях автомобиля с полной нагрузкой на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием. Указываемый в технических характеристиках автомобилей контрольный расход топлива практически мало отличается от минимального расхода топлива.» [10]

Данные расчета топливно-экономических показателей представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Топливо-экономическая характеристика

| gп (л/100км) | Nт (Вт) | Ки | Kск | Va5 (м/с) |
|--------------|----------|------|------|-----------|
| 1,30 | 15686,35 | 2,18 | 1,15 | 7,06 |
| 1,72 | 20866,97 | 2,11 | 1,12 | 9,16 |
| 2,16 | 26201,81 | 2,02 | 1,09 | 11,26 |
| 2,62 | 31643,04 | 1,92 | 1,07 | 13,36 |
| 3,12 | 37142,82 | 1,81 | 1,05 | 15,45 |
| 3,65 | 42653,35 | 1,70 | 1,03 | 17,55 |

Продолжение таблицы 10

| gp (л/100км) | Nт (Вт) | Ки | Кск | Va5 (м/с) |
|--------------|----------|------|------|-----------|
| 4,22 | 48126,79 | 1,58 | 1,01 | 19,65 |
| 4,84 | 53515,32 | 1,46 | 1,00 | 21,75 |
| 5,51 | 58771,12 | 1,35 | 0,98 | 23,84 |
| 6,24 | 63846,37 | 1,24 | 0,98 | 25,94 |
| 7,03 | 68693,25 | 1,14 | 0,97 | 28,04 |
| 7,89 | 73263,92 | 1,03 | 0,97 | 30,13 |
| 8,82 | 77510,57 | 0,94 | 0,97 | 32,23 |
| 9,83 | 81385,38 | 0,84 | 0,97 | 34,33 |
| 10,91 | 84840,52 | 0,74 | 0,97 | 36,43 |
| 12,09 | 87828,16 | 0,64 | 0,98 | 38,52 |
| 13,35 | 90300,49 | 0,55 | 0,99 | 40,62 |
| 14,71 | 92209,68 | 0,51 | 1,00 | 42,72 |

График топливно-экономической характеристики автомобиля приводится в приложении А и на листе графической части.

Выводы по разделу. В ходе выполнения тягово-динамического расчета были рассчитаны параметры автомобиля ВАЗ-21214, переоборудованного в автодом.

4 Расчет тормозной системы автодома

4.1 Обоснование необходимости разработки объекта дипломного проекта

Разработка тормозной системы автодома – одна из важнейших работ. Необходимость разработки именно тормозной системы продиктована тем, что базовый автомобиль меняет свои массо-габаритные характеристики, но тем не менее, необходимо обеспечить для него тормозную динамику, максимально соответствующие параметрам базового транспортного средства. Именно поэтому, в расчетной части дипломного проекта будет производиться расчет тормозной системы с измененными узлами и с задним тормозом, выполненным дисковым, а не барабанным.

«К тормозному управлению автомобиля служащему для замедления его движения вплоть до полной остановки и удержания на месте на стоянке, предъявляются повышенные требования, так как тормозное управление является важнейшим средством обеспечения активной безопасности автомобиля. Требования к тормозным системам регламентированы ГОСТ 22895-77 и международными правилами (Правила № 13 ЕЭК ООН).» [4]

«Требования к тормозным системам следующие:

минимальный тормозной путь или максимальное установившееся замедление в соответствии с требованиями ГОСТ 22895- 77 для пассажирских автомобилей категорий М₁, М₂, М₃ и грузовых автомобилей категорий N₁, N₂, N₃ в зависимости от типа испытаний (ноль; I; II):» [12]

- «сохранение устойчивости при торможении (критериями устойчивости служат линейное отклонение, угловое отклонение,
- угол складывания автопоезда);
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания тормозного привода;

– силовое следящее действие тормозного привода, т. е. пропорциональность между усилием на педали и приводным моментом;

– малая работа управления тормозными системами - усилие на тормозной педали в зависимости от назначения автотранспортного средства должно лежать в пределах 500...700 Н (нижний предел для легковых автомобилей); ход тормозной педали 80... 180 мм; отсутствие органолептических явлений (слуховых, обонятельных); надежность всех элементов тормозных систем; основные элементы (тормозная педаль и ее крепление, главный тормозной цилиндр, тормозной кран и др.) должны иметь гарантированную прочность, не должны выходить из строя на протяжении гарантированного ресурса; должна быть также предусмотрена сигнализация, оповещающая водителя о неисправности тормозной системы» [4]

«В соответствии с ГОСТ 22895-77 тормозное управление должно включать следующие тормозные системы:

- рабочую;
- запасную;
- стояночную;
- вспомогательную (тормоз-замедлитель), обязательную для автобусов полной массой свыше 5 т и грузовых автомобилей полной массой свыше 12 т, предназначенную для торможения на длительных спусках и поддерживающую скорость 30 км/ч на спуске с уклоном 7% протяженностью 6 км.» [4]

4.2 Характеристика проектируемой тормозной системы

«Автомобиль оборудован двумя независимыми, тормозными системами, обеспечивающими рабочее и стояночное торможение. Рабочая тормозная система имеет два параллельно действующих гидравлических

привода (контура). При отказе одного из контуров второй обеспечивает торможение с эффективностью, предписанной для запасной системы.

Рабочая тормозная система - гидравлическая, действует на все колеса автомобиля. Гидравлический привод приводится в действие от педали тормоза

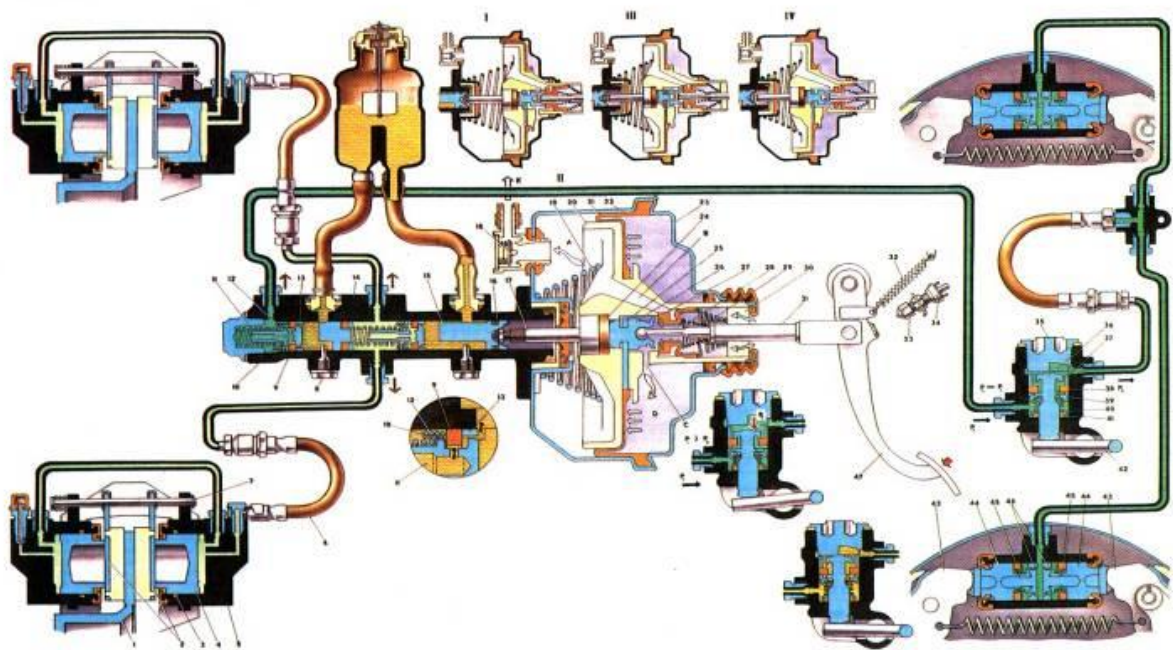
Стояночная тормозная система - механическая, действует только на задние колеса, приводится в действие от рычага стояночного тормоза, установленного между передними сиденьями.» [16]

«Рабочая тормозная система (рисунок 27) состоит из передних дисковых тормозных механизмов, задних барабанных тормозных механизмов и гидравлического привода с гидровакуумным усилителем. Привод рабочей тормозной системы включает тормозную педаль, вакуумный усилитель, главный тормозной цилиндр, сигнальное устройство, указывающее на утечку тормозной жидкости, регулятор давления в системе задних тормозов и трубопроводы с соединительной арматурой.

Тормозные механизмы передних и задних колес имеют специальные устройства, поддерживающие постоянный зазор между диском (барабаном) и колодками по мере их износа. У заднего тормозного механизма это устройство состоит из упорного разрезного кольца, запрессованного в тормозной цилиндр.

Передний тормозной механизм имеет два рабочих цилиндра с внутренним диаметром 32 мм. Каждый цилиндр действует на свою тормозную колодку. Задний тормозной механизм имеет один колесный цилиндр двухстороннего действия внутренним диаметром 28 мм., который приводит в действие обе колодки. Колодка имеет накладку длиной 320 мм

В колесных цилиндрах тормозных механизмов под защитными чехлами установлены пенополиуретановые кольца, пропитанные касторовым маслом для защиты зеркала цилиндра от коррозии. При каждой разборке колесного цилиндра кольца следует дополнительно пропитывать касторовым маслом.» [4]



«1 – диск тормозного механизма; 2 – тормозная колодка переднего тормоза; 3 – уплотнительное кольцо поршня; 4 – поршень колесного цилиндра; 5 – колесный цилиндр переднего тормоза; 6 – тормозной шланг контура привода передних тормозов; 7 – палец крепления тормозных колодок; 8. Ограничительный винт хода поршня; 9 – уплотнительное кольцо; 10 – упорная чашка; 11 – поршень привода задних тормозов; 12 – пружина уплотнительного кольца; 13 – втулка; 14. Корпус главного цилиндра; 15 – поршень привода передних тормозов; 16 – уплотнитель; 17 – шток; 18 – вакуумный клапан; 19 – возвратная пружина корпуса клапана; 20 – корпус клапана; 21 – диафрагма; 22 – корпус вакуумного клапана; 23 – крышка корпуса вакуумного усилителя; 24 – буфер штока; 25 – упорная пластина поршня; 26 – поршень; 27 – клапан вакуумного усилителя; 28 – пружина клапана; 29 – возвратная пружина клапана; 30 – воздушный фильтр; 31 – толкатель клапана; 32 – оттяжная пружина педали; 33 – наконечник выключателя стоп-сигнала; 34 – выключатель стоп-сигнала; 35 – пробка корпуса регулятора давления; 36 – поршень регулятора давления; 37 – втулка корпуса; 38 – уплотнитель головки поршня; 39 – тарелка пружины; 40 – пружина поршня; 41 – уплотнительное кольцо; 42 – рычаг привода регулятора давления; 43 – колодка заднего тормоза; 44 – стяжная пружина колодок; 45 – поршень колесного цилиндра заднего тормоза; 46 – распорная пружина поршней; 47 – уплотнители поршней колесного цилиндра; 48 – педаль тормоза;» [4]

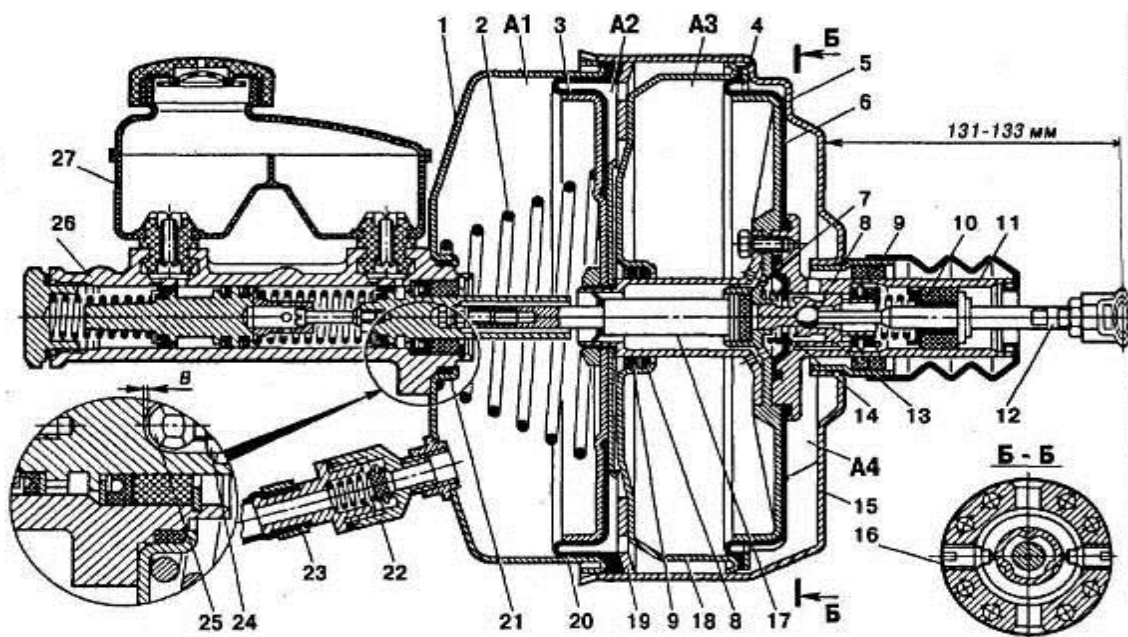
Рисунок 27 – Рабочая тормозная система базового автомобиля ВАЗ-

21214

«Вакуумный усилитель (рисунок 28) - служит для уменьшения усилия на педали при торможении. Он крепится к переходному кронштейну четырьмя гайками с пружинными шайбами, а кронштейн - к щитку передка.

Вакуумный усилитель состоит из корпуса, крышки, корпуса клапанов, к которому тремя болтами с пружинными шайбами крепится поршень, диафрагма и соединитель поршней. По наружной поверхности диафрагма поджимается к корпусу крышкой первичной камеры. На резьбовом конце соединителя гайкой крепится поршень и диафрагма. В корпусе клапанов толкатель с поршнем и воздушным фильтром фиксируется двумя винтами.

Между поршнем и толкателем установлена резиновая реактивная шайба. На конце толкателя ввернут регулировочный болт, при помощи которого устанавливается зазор в, равный 1,35...1,65 мм, между головкой болта и привалочной плоскостью крышки вакуумного усилителя.» [10]



1 – крышка корпуса; 2 – пружина; 3 и 5 – поршни; 4 – опорное кольцо; 6 и 20 – диафрагмы; 7 – реактивная шайба; 8 – направляющее кольцо; 9 – уплотнительная манжета; 10 – фильтр; 11 – корпус клапанов; 12 и 17 – толкатели; 13 – поршень; 14 – диафрагма клапанов; 15 – корпус усилителя; 16 – винт; 18 – упорная крышка; 19 – упорное кольцо; 21 – уплотнительное кольцо; 22 – обратный клапан; 23 – шланг; 24 – контргайка; 25 – регулировочный болт; 26 – главный цилиндр; 27 – бачок

Рисунок 28 - Вакуумный усилитель

4.3 Анализ тормозного механизма, используемого на автомобиле ВАЗ-21214

В данном разделе производится ознакомление с конструктивными особенностями тормозного механизма и тормозного привода автомобиля ВАЗ-21214. Дается оценка параметров конструкции и рабочих процессов, реализации функциональных свойств элементов тормозной системы, надежности, формирования эксплуатационных свойств автомобиля.

«Для автомобиля движущегося по дороге с коэффициентом сцепления φ , определить требуемое давление в гидравлическом приводе тормозной системы p , необходимое для обеспечения максимального тормозного момента на передних колесах $M_{T,max}$. Определить величину радиальной силы ΔR_p , действующей на опору колеса при торможении. Расчеты вести для тормозного механизма с равными приводными силами и разнесенными опорами при условии равенства их геометрических параметров (r_{δ} , a , h , κ_0 , d_p).» [10]

Исходные данные для расчета: $\varphi = 0,5; 0,6; 0,7$; $G_a = 11\ 500\text{Н}$; $L = 2,2\text{м}$; $A = 1,4\text{м}$; $B = 1,0\text{м}$; $H = 1,0\text{м}$; $r_{\kappa} = 0,28\text{м}$; $d_p = 0,028\text{м}$; $r_{\delta} = 0,15\text{м}$; $a = 0,13\text{м}$; $h = 0,26\text{м}$; $\kappa_0 = 0,84$; $\mu = 0,3$.

Максимальный тормозной момент на передних колесах.

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi * \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H). \quad (15)$$

При $\varphi = 0,5$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi * \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,5 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,5 * 1) = 336,5\text{Н} * \text{м}$$

При $\varphi = 0,6$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi * \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,6 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,6 * 1) = 450,6\text{Н} * \text{м}$$

При $\varphi = 0,7$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi * \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,7 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,7 * 1) = 576,8\text{Н} * \text{м}$$

Потребное давление в тормозной системы

$$p = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_{\delta} \left(\frac{\mu h}{k_0 a - \mu r_{\delta}} + \frac{\mu h}{k_0 a + \mu r_{\delta}} \right)}; \quad (16)$$

Приводные силы:

$$P^I = P^{II} \quad (17)$$

$$P^I = \frac{\pi d_{p1}^2}{4} \cdot p \quad (18)$$

Радиальная сила, действующая на опору колеса при торможении:

$$\Delta P_n = P_n' - P_n'' = P^I \frac{h}{k_0 a - \mu r_{\delta}} - P^I \frac{h}{k_0 a + \mu r} \quad (19)$$

Радиальная сила:

$$\begin{aligned} \Delta D_i &= D_i' - D_i'' = D^I \frac{h}{k_0 a - \mu r_a} - D^I \frac{h}{k_0 a + \mu r} = \\ &= 360,3 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,3} - 360,3 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,3} = 21866,6 \text{ Н} \end{aligned}$$

4.4 Оптимальное распределение тормозных сил

«Для автомобиля рассчитывается и строится график оптимального соотношения давления в переднем p_1 и заднем p_2 контура гидравлического привода при заданном весе автомобиля и полном весе автомобиля.

Для различных тормозных условий (φ) определяется максимальные тормозные моменты на колесах, рисунок 8:» [31]

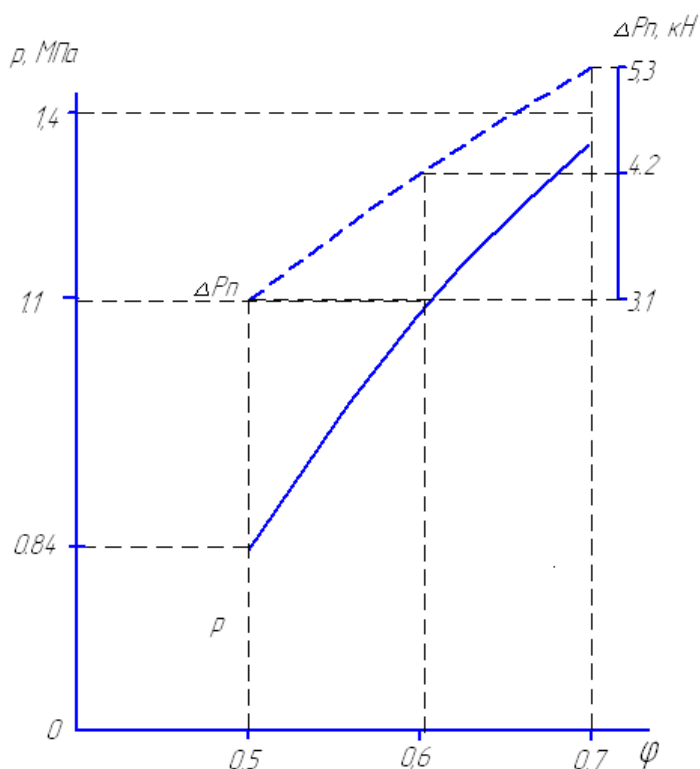


Рисунок 29 – Графическая зависимость оценочных параметров от дорожных условий

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H). \quad (20)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H). \quad (21)$$

$$Ga = 11500 \text{ Н}$$

При $\varphi = 0,5$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.5 * 1) = 234,3 \text{ Н} * \text{м}$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.5 * 1) = 198,3 \text{ Н} * \text{м}$$

При $\varphi = 0,7$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.7 * 1) = 450,6 \text{ Н} * \text{м}$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.7 * 1) = 270,4 \text{ Н} * \text{м}$$

При $\varphi = 0,6$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.6 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.6 * 1) = 336,5H * M$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.6 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.6 * 1) = 240,3H * M$$

$G_a = 15500 \text{ Н}$

При $\varphi = 0,5$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{15500}{2 * 2.2} (1 + 0.5 * 1) = 325,3H * M$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{15500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.5 * 1) = 275,3H * M$$

При $\varphi = 0,7$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.9 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1 + 0.9 * 1) = 625,6\acute{I} * \grave{i}$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.9 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1.4 - 0.9 * 1) = 375,4H * \grave{i}$$

При $\varphi = 0,6$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1 + 0.7 * 1) = 467,1H * \grave{i}$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1.4 - 0.7 * 1) = 333,7\acute{I} * \grave{i}$$

С учетом заданной схемы тормозного механизма, оптимальное давление в переднем и заднем контурах гидравлического привода:

$$P_1 = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_{\delta} \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_{\delta}} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_{\delta}} \right)}, \quad (22)$$

$$P_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_{\delta} \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_{\delta}} \right)}. \quad (23)$$

$G_a = 10300 \text{ Н}$

При $\varphi = 0,5$

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_d} \right)} = \\ &= \frac{234,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 585416,3 \ddot{a} \\ \delta_2 &= \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} \right)} = \frac{198,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 495467,6 \ddot{a}\end{aligned}$$

При $\varphi = 0,7$

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_d} \right)} = \\ &= \frac{450,6}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 112585,83 \ddot{a} \\ \delta_2 &= \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} \right)} = \frac{270,4}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 912588,6 \ddot{a}\end{aligned}$$

При $\varphi = 0,6$

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_d} \right)} = \\ &= \frac{672,9}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 1681291,7 \ddot{a} \\ \delta_2 &= \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} \right)} = \frac{240,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 811002,4 \ddot{a}\end{aligned}$$

$a = 14300 \text{ Н}$

При $\varphi = 0,5$

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_d \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_d} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_d} \right)} = \\ &= \frac{325,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 812786,74 \ddot{a}\end{aligned}$$

$$\delta_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} \right)} = \frac{275,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 929125,9 \ddot{a}$$

При $\varphi = 0,7$

$$\delta_1 = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_a} \right)} = \frac{625,6}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 1563109 \ddot{a}$$

$$\delta_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} \right)} = \frac{375,4}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 1266959,1 \ddot{a}$$

При $\varphi = 0,6$

$$\delta_1 = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_a} \right)} = \frac{467,1}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 1167084,8 \ddot{a}$$

$$\delta_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left(\frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} \right)} = \frac{333,7}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left(\frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 1126223,4 \ddot{a}$$

По результатам расчетов автомобиля заданного веса и полного веса строится график оптимального распределения тормозных сил, рисунок 30.

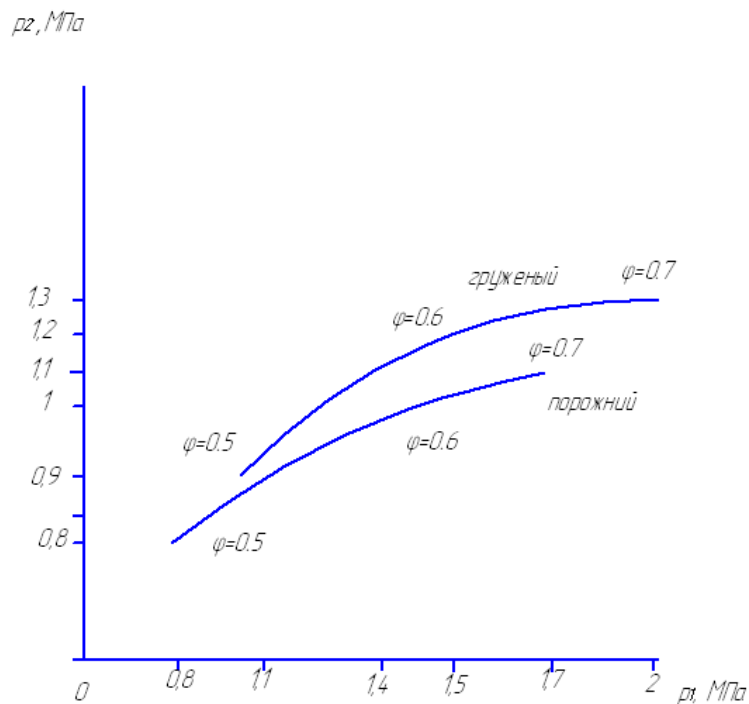


Рисунок 30 – График потребного оптимального соотношения давления в переднем и заднем контурах гидравлического привода

4.5 Статическая характеристика гидровакуумного усилителя гидропривода

По усилию на педаль тормоза рассчитать давление, создаваемое на входе и выхода гидровакуумного усилителя.

«Параметры усилителя автомобиля: $d_2 = 0.013$ м – диаметр поршня следящего устройства (F_2); $d_5=0,022$ м- диаметр поршня гидроцилиндра усилителя (F_5), $F_3 = 30,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, $F_4 = 240,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ – активные площади диафрагм следящего устройства и вакуумной камеры; $C_2 = 0,37$ Н/мм; $f_{k1} = 222$ мм; $f_{k2} = 4$ мм - жесткость и деформации пружины P_1 при установке и во время работы; $C_1 = 1,5$ Н/мм, $f_{d1} = 17$ мм; $f_{d2} = 2$ мм - жесткость и деформации пружины P_2 при установке и во время работы.» [31]

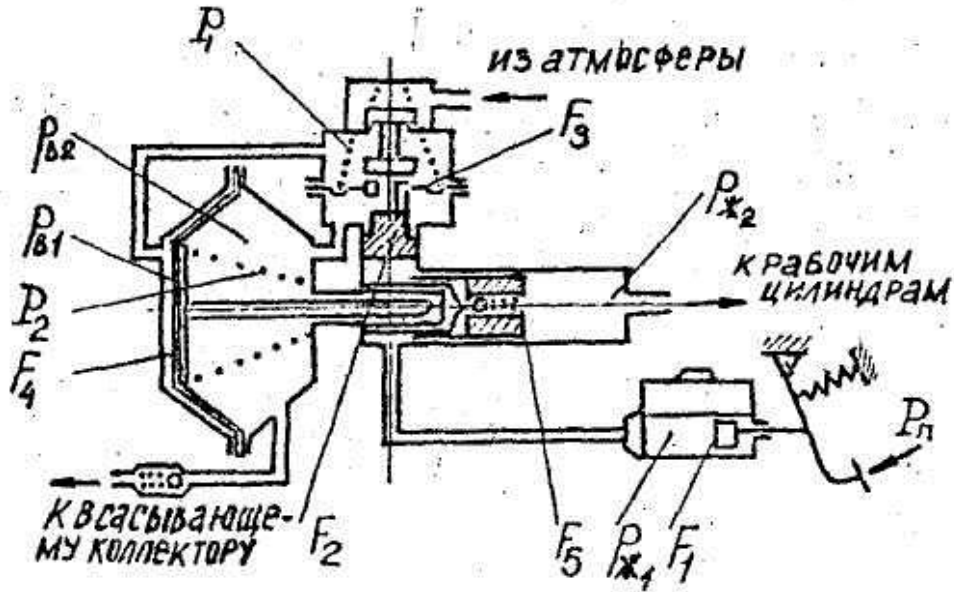


Рисунок 31 - Гидровакуумный усилитель с гидроприводом

Параметры тормозного привода: $d_r = 0,028\text{м}$ - диаметр главного тормозного цилиндра (F_1); $U_n = 4,3$ - передаточное число педали.

Усилие на педали изменяется в диапазоне $P_n = 40 \dots 210\text{ Н}$

$$P_{ж1} = \frac{P_n U_n}{F_1}; P_{ж2} = \frac{P_n U_n}{F_1 F_5} \left(\frac{F_2 F_4}{F_3} + F_5 \right) - \frac{P_1 F_1}{F_3 F_5} - \frac{P_2}{F_5} \quad (24)$$

$$K_y = \frac{P_{ж1}}{P_{ж2}} \quad (25)$$

где $P_2 = c_1(f_{к1} + f_{к2})$; $P_1 = c_2(f_{д1} + f_{д2})$

Принимаем $P_n = 40\text{ Н}$

$$P_1 = c_2(f_{д1} + f_{д2}) = 1,5 * (17 + 2) = 28,5\text{ Н}$$

$$P_2 = c_1(f_{к1} + f_{к2}) = 0,37(4 + 222) = 83,6\text{ Н}$$

$$P_{ж1} = \frac{P_n U_n}{F_1} = \frac{40 * 4,3}{0,028} = 5,37\text{ МПа}$$

$$P_{ж2} = \frac{P_n U_n}{F_1 F_5} \left(\frac{F_2 F_4}{F_3} + F_5 \right) - \frac{P_1 F_1}{F_3 F_5} - \frac{P_2}{F_5} = \frac{40 * 4,3}{0,028 * 0,022} \left(\frac{0,013 * 240,5 * 10^{-5}}{30,3 * 10^{-4}} + 0,022 \right) - \frac{83,6 * 240,5 * 10^{-5}}{30,3 * 10^{-4} * 0,022} - \frac{28,5}{0,022} = 3,5879\text{ МПа}$$

Усилие на педали изменяется в диапазоне $P_n=220\dots 500$ Н

$$P_{ж1} = \frac{P_n U_n}{F_1}; P_{ж2} = \frac{(P_{B1} - P_{B2}) * F_4 - P_2}{F_5} + P_{ж1} \quad (26)$$

$P_{B1} = 0,1$ МПа ; $P_{B2} = 0,05$ МПа

Принимаем $P_n = 220$ Н

$$P_{ж1} = \frac{P_n U_n}{F_1} = \frac{220 * 4.3}{0.028} = 2,95 \text{ МПа}$$

$$P_{ж2} = \frac{(P_{B1} - P_{B2}) * F_4 - P_2}{F_5} + P_{ж1} = \frac{(100000 - 50000) * 240,5 * 10^{-5} - 28,5}{0,022} + 2,95 = 3,37 \text{ МПа}$$

Приму $P_n = 440$ Н

$$P_{ж1} = \frac{P_n U_n}{F_1} = \frac{440 * 4.3}{0.028} = 5,91 \text{ МПа}$$

$$P_{ж2} = \frac{(P_{B1} - P_{B2}) * F_4 - P_2}{F_5} + P_{ж1} = \frac{(100000 - 50000) * 240,5 * 10^{-5} - 28,5}{0,022} + 5,9125 = 6,38 \text{ МПа}$$

4.6 Расчёт тормозной колодки

«При торможении давление, оказываемое на педаль, передается тормозным колодкам, которые прижимаются к тормозному барабану или тормозному диску и не дают ему вращаться. Соединенный с колесом тормозной барабан или тормозной диск под действием трения замедляет собственное вращение и снижает скорость вращения колеса.

Рассчитаем тормозную колодку на прочность шва наклёпа тормозной колодки и удельную нагрузку на тормозные накладки.» [10]

$$P_{нак} = \frac{G_a}{\sum F_{нак}}, \quad (27)$$

где $\sum F_{нак}$ - суммарная площадь тормозных накладок тормозной системы, м^2 ;

G_a - вес автомобиля, Н.

Для автомобиля диаметр барабана 300 мм, а ширина накладки 40 мм, то найду площадь всех поверхностей накладок:

$$L_{\text{барабана}} = 2\pi r_6 = 2 * 3,14 * 0,15 = 0,942 \text{ м};$$

$$L_{1\text{накладки}} = L_{\text{барабана}} * \alpha/360^\circ = 0,942 * 120/360 = 0.315 \text{ м};$$

$$S_{1\text{накладки}} = L_{1\text{накладки}} * b = 0.315 * 0.04 = 0.0126 \text{ м}^2;$$

$$\Sigma F_{\text{нак}} = S_{1\text{накладки}} * 8 = 8 * 0.0126 = 0,1008 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{нак}} = \frac{G_a}{\Sigma F_{\text{нак}}} = \frac{15500}{1,008} = 15376,73 \text{ Н/м}^2 = 15,3 \text{ Н/см}^2,$$

Полученное значение удельной нагрузки входит в пределы статистических данных для легковых автомобилей равные 10...20 Н/см²

Выводы по разделу. Результатом проведения расчетов были получены значения силовых характеристик механизмов тормозной системы. Полученные значения будут использованы при конструировании транспортного средства.

4.7 Расчет тормозного и остановочного пути

Расчет остановочного пути:

$$S_o = S_t + v_o \cdot t \quad (28)$$

S_t - тормозной путь;

v_o - начальная скорость автомобиля;

$t_{\text{рв}}$ - время реакции водителя.

Расчет тормозного пути:

$$S_t = (v_o^2 - v_{\text{оус}}^2)/(2 \cdot j_3) + (v_{\text{оус}}^2 - v_k^2)/(2 \cdot j_{\text{ус}}) \quad (29)$$

$v_{\text{оус}}$ - начальная установившаяся скорость;

j_3 - ускорение замедления;

$j_{\text{ус}}$ - установившееся ускорение.

Ускорение замедления:

$$j_3 = g \cdot \psi + \frac{P_a}{m_a \cdot g} = 9,8 \cdot 0,7 + \frac{825}{1550 \cdot 9,8} = 6,915 \text{ м/с}^2$$

ψ - коэффициент сцепления с дорогой;

P_a - нагрузка на заднюю ось автомобиля;

m_a - масса автомобиля.

Начальная установившаяся скорость:

$$v_{оус} = v_o - j_3 \cdot (t_3 + 0,5 \cdot t_H) = 8,3 - 6,915 \cdot (0,2 + 0,5 \cdot 0,1) = 6,5772 \text{ м/с}$$

t_3 - время запаздывания;

t_H - время нарастания замедления.

$$S_t = (8,3^2 + 6,5772^2) / (2 \cdot 6,915) + (6,5772^2 + 0) / (2 \cdot 6,8) = 11,79 \text{ м}$$

$$S_o = 11,79 + 8,3 \cdot 0,4 = 14,61 \text{ м}$$

Тормозной путь автомобиля ВАЗ-21214 - 13,5 м. Тормозной путь уменьшился на 1,7 м;

Остановочный путь автомобиля ВАЗ-21214 - 15,3 м. Остановочный путь уменьшился на 0,7 м.

5 Технологический процесс сборки автодома

Технологический процесс сборки автомобильного дома на базе автомобиля процесс достаточно сложный и трудоемкий. Для его осуществления потребуется использование специализированного ручного инструмента.

Необходимо помнить, что любое вмешательство в конструкцию транспортного средства является незаконным и такое транспортное средство не сможет быть поставлено на учет. Поэтому, сборку автодома следует на этапе проекта согласовать с организацией, уполномоченной на выдачу сертификата одобрения типа транспортного средства. Сам процесс сборки разбивается на несколько этапов проведения.

Этап 1. На этом этапе производится планировка внутреннего интерьера транспортного средства. Для объемной компоновки следует воспользоваться компьютерными программами трехмерного моделирования, что позволит разместить элементы максимально рационально и компактно, рисунок 32.

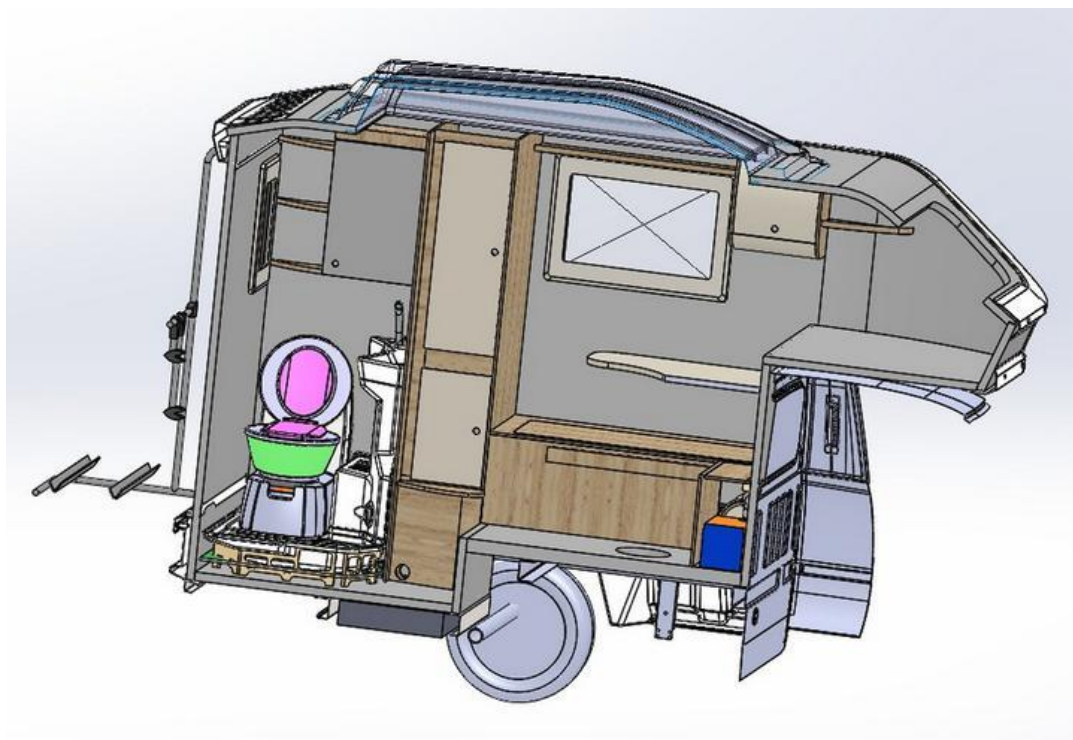


Рисунок 32 – Компоновка интерьера модуля транспортного средства

Этап 2. Производится подготовка кузова автомобиля. Удаляются панели, производится зачистка элементов кузова под наварку крепежных планок и скоб, производится предварительная разметка поверхности кузова.

Как правило, на этом этапе разметка производится в соответствии с разработанной схемой размещения элементов внутреннего интерьера. Также окончательно принимается решение об использовании материалов отделки внутренней поверхности кузова транспортного средства. При проведении разметочных работ обязательно производится размещение закладных и сварных крепежных элементов в соответствии с разработанной схемой размещения мебели и элементов интерьера.

Основные материалы, которые используются при производстве домов на колесах. Внешняя оболочка делается из:

Алюминий (Alu): легкий металл, который в большинстве случаев используют для наружной оболочки караванов. Обычно глянцевая лакировка, очень восприимчивая к маленьким царапинам и вмятинкам, возможна коррозия алюминия. Внешний вид может быть выполнен с рельефом или в гладком виде.

GFK: Армированный стеклопластик. Особо прочный материал эффективно защищает наружную оболочку автодома от такого воздействия погоды как град и ураган. Прочное покрытие днища справляется с самыми тяжёлыми дорожными условиями.

Основные особенности и преимущества материала GFK:

- не поддаётся коррозии;
- стойкий к ударам;
- не подвержен воздействию УФ и непогоды;
- GFK не теряет ни цвета ни формы;
- лёгкость.

Эти специальные особенности материала гарантируют автодому долгий срок службы и сохранение ценности.

EPS: экструдированный полистирол, торговое название пенополистирол. Это сверхлегкий пористый пластиковый материал, маленькие овальные частицы которого состоят на 98% из воздуха. Такая микропористая конструкция со спаенными между собой частицами придает пенополистиролу EPS великолепные качества теплоизоляции и выносливости. Очень часто используется в строении кузова караванов, лёгкий и недорогой.

XPS: вспененный пенополистирол. Прочный и мало восприимчивый к нажатию изоляционный материал, который благодаря своей закрытой структуре практически не впитывает воду.

Высококачественный материал доказывает выдающиеся характеристики в качестве теплоизоляции и является таким образом идеальным материалом для высококачественной технологии строения кузова.

Дерево: Используется в качестве несущего материала практически во всех кузовах, планки из хвойных пород дерева. Планки используются для крепления окон и дверей, а также в виде окантовки крыши, стен и пола. Фанера используется как внутренняя облицовка стен, а также в качестве внутренней и внешней стороны панелей пола.

PU: Полиуретан-искусственный материал, который является прочным и очень эффективным изоляционным материалом стен, достаточно дорогой в производстве. Прочные, не поддающиеся гниению планки из полиуретана дают необходимую прочность при склейке и скрутке шурупами.

Сэндвич-панели, образующие кузов-фургон, представляют собой многослойную конструкцию из различных материалов, склеенных между собой посредством высокопрочных двухкомпонентных эластичных клеев, применяемых в конструкциях при наличии сильных динамических нагрузок и перепадов температур.

Основные свойства:

- хорошая теплоизоляция

- высокая механическая прочность
- лёгкость конструкции
- гигиеничность
- большой срок службы

Обычно при производстве кузова каравана используются трёхслойные сэндвичи: внешняя оболочка, изоляционный слой и внутренняя стена.

Например:

- сэндвич Hobby - алюминий-EPS-дерево
- сэндвич Rapido, ITINEO - GFK-XPS-дерево

Пластиковые элементы дизайна: пластиковые элементы из PS (Polystyrol) или из ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), которым придают форму в процессе вакуумной глубокой вытяжки. В караванах - накладные элементы носовой и задней части, а также несущие детали светильников.

Используемый пенополистирол поражает прежде всего:

- устойчивостью к старению и гниению;
- сопротивлением влаге;
- не загрязняющем природу производством;
- малым собственным весом

Этап 3. Производится резка дополнительных отверстий под вентиляцию и дымоход. также на этом этапе вырезаются отверстия под оконные проемы. Металл грунтуются и наносится антикоррозионная защита. Наиболее практично выполнение этих работ с использованием сабельных пил.

Важно на этом этапе соблюдать привязку к размещаемому оборудованию, поскольку исправить допущенную ошибку будет весьма непросто, а смещенные либо неправильно выполненные отверстия существенно повлияют на

Этап 4. На этом этапе производится отделка термо- и виброзащитными материалами. Материалы наклеиваются на подготовленную поверхность

кузова при помощи полиуретановой мастики. Применение этого материала позволит работать панелям в условиях вибрационных нагрузок без разрушения, что невозможно обеспечить при механическом способе крепления. Отделка производится с целью снижения уровня шума и вибрации внутри жилого модуля, а также с целью минимизации тепловых потерь.

«Необходимо заметить, что для этого нужно использовать исключительно качественные материалы, экономить крайне нежелательно. Кроме того, материал, из которого изготовлены метизы (металлические крепежные элементы) должен быть аналогичным металлу кузова автомобиля – это для дополнительной защиты от ржавления.» [37]

Этап 5. Внутренняя отделка автодома. В качестве панелей, используемых для отделки внутренней поверхности автодома следует использовать влагостойкую фанеру. Данный материал достаточно гибкий, чтобы прилегать к изгибам кузова, и в то же время содержит сравнительно небольшое количество связующего компаунда, что уменьшает испарение фенолформальдегида в жилом объеме модуля. В качестве напольного покрытие используется ковровое покрытие с паропроницаемой подложкой, рисунок 4.2.

«В боковые стенки вставляются толстые панели с набитыми планками для монтажа мебели. Характерно, что вначале лучше выровнять потолок, а уже после этого переходить к стенкам.» [37]



Рисунок 33 – Обшивка внутренней поверхности кузова

Также на этом этапе внутри модуля размещается и фиксируется мебель. Как правило, это раскладные конструкции на легком трубчатом каркасе. Мебель проектируется и подготавливается заранее. На этапе монтажа производится ее размещение внутри кузова и крепление к закладным элементам при помощи метизов. Отдельные этапы работы показаны на рисунке 34.



Рисунок 34 – Размещение складной кровати в кузове

Этап 6. На этом этапе производится монтаж системы водоснабжения и водоотведения. Как правило, автодом имеет замкнутую систему водоснабжения, когда отработанная жидкость не сливается наружу, а попадает в бак для так называемой «серой» воды, который опорожняется в

специально отведенных местах. Это же касается и биотуалета, который не имеет слива во внешнюю среду. На этапе производится монтаж баков для чистой и «серой» воды, причем следует разделить бак для воды питьевой и воды технической. также производится их обвязка и соединение с насосами, которые отвечают за перекачку жидкости.

Этап 7. Заключительным этапом является монтаж системы газо- и электроснабжение. В случае с газом все максимально упрощается, поскольку газ используется для приготовления пищи, поэтому плиту подключают через понижающий редуктор газостойким гибким рукавом в оплетке. Газовый баллон как правило дополнительно фиксируется. Ниша для его хранения оборудуется оповещателем, который подает звуковой сигнал, в случае утечки. Электроснабжение производится путем запитывания от аккумуляторной батареи через инвертер. Мощность батареи рассчитывается в зависимости от суммарной емкости потребителей электроэнергии. Как правило, системы пуска ДВС и система бортового электропитания имеют разделения с целью предотвращения выхода из строя аккумулятора транспортного средства.

6 Охрана труда и безопасность объекта дипломного проектирования

6.1 Аспекты безопасности водителя и пассажиров для городского автомобиля

Поскольку, за счет уплотнения компоновки проектируемого автодома снижается уровень безопасности водителя и пассажиров, необходимо детально проработать вопрос повышения пассивной и активной безопасности водителя и пассажиров.

6.1.1 Активная безопасность

«Активная безопасность (англ. Active safety) - совокупность конструктивных качеств транспортного средства и дороги, что позволяет путем активных действий участников дорожного движения предотвратить дорожно транспортном происшествии или снизить тяжесть ее возможных последствий.

Основным назначением систем активной безопасности автомобиля является предотвращение возникновения аварийной ситуации.

Больше всего известными и популярными системами активной безопасности являются» [21]:

- антиблокировочная система тормозов;
- антипробуксовочная система;
- электронный контроль устойчивости;
- система распределения тормозной силы;
- система экстренного торможения;
- электронная блокировка дифференциала.

Есть также вспомогательные системы активной безопасности (ассистенты), предназначенные для помощи водителю в трудных с точки зрения вождения ситуациях. К таким системам относятся:

- парктроник;

- адаптивный круиз-контроль;
- система помощи при спуске;
- электромеханическое стояночный тормоз и тому подобное.

6.1.2 Пассивная безопасность

Пассивная безопасность (англ. Passive safety) - совокупность конструктивных особенностей транспортного средства и дорожных сооружений, обеспечивающих исключение или снижение тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия без активных действий участников дорожного движения.

Совокупность конструктивных элементов транспортного средства, используемые для защиты пассажиров от травм при аварии, составляет систему пассивной безопасности. Система должна обеспечивать защиту не только пассажиров и конкретного автомобиля, но и других участников дорожного движения.

Основоположником современной концепции пассивной безопасности автомобиля заслуженно считается выдающийся немецкий инженер-конструктор и изобретатель Бела Барени.

В пассивную систему безопасности транспортного средства может входить:

- подушки безопасности;
- легкосминаемые или мягкие элементы передней панели;
- рулевая колонка сминается при ударе;
- травмобезопасный педальный узел - при столкновении педали отделяются от мест крепления и уменьшают риск повреждения ног водителя;
- инерционные ремни безопасности и предварительно натяжных устройства к ним;
- детские системы безопасности - крепление, кресла, ремни безопасности;

- зоны деформации - энергопоглощающие элементы передней и задней частей автомобиля, мнутся при ударе - бамперы, элементы шасси и тому подобное;
- статические и активные подголовники сидений - защищают от серьезных травм шеи пассажира при ударе автомобиля сзади;
- безопасное стекло: закаленное, которое при разрушении рассыпается на множество неострых осколков и триплексы;
- дуги безопасности, усиленные передние стойки крыши и верхняя рамка ветрового стекла в родстерах и кабриолетах
- поперечные брусья в дверях;
- аварийный выключатель аккумуляторной батареи;
- система защиты пешеходов и т.д.

Управление системой безопасности автомобиля

Система пассивной безопасности современного автомобиля имеет электронное управление, что обеспечивает эффективное взаимодействие большинства ее компонентов. Конструктивно система управления содержит входные датчики, блок управления и исполнительные устройства.

Входные датчики воспринимают параметры, при которых возникает аварийная ситуация, и превращают их в электрические сигналы. К ним относятся датчики удара, выключатели замка ремня безопасности, датчик занятости сиденья переднего пассажира, а также датчик положения сиденья водителя и переднего пассажира и тому подобное. На каждую из сторон автомобиля устанавливается, как правило, по два датчика удара. Они обеспечивают срабатывания соответствующих подушек безопасности. В задней части датчики удара применяются при оборудовании автомобиля активными подголовниками с электрическим приводом.

Выключатель замка ремня безопасности обеспечивает подтверждение использования ремня безопасности. Датчик занятости сиденья переднего пассажира позволяет в случае аварийной ситуации и отсутствия на переднем сиденье пассажира сохранить соответствующую подушку безопасности. В

зависимости от положения сиденья водителя и переднего пассажира, воспринимается соответствующими датчиками, изменяется порядок и интенсивность применения компонентов системы.

На основании сравнения сигналов датчиков с контрольными параметрами блок управления устанавливает наступления аварийной ситуации и активизирует необходимые исполнительные устройства элементов системы пассивной безопасности. Активизация исполнительных устройств производится в определенном сочетании в соответствии с заложенным в блок управления программного обеспечения, который на основе анализа информации, поступающей от датчиков способен распознавать фронтальный, фронтально-диагональный, боковой удары и удар сзади и активировать соответствующие элементы системы пассивной безопасности.

Исполнительными устройствами элементов системы пассивной безопасности являются пиропатроны подушек безопасности, натяжители ремней безопасности, аварийные выключатели аккумуляторной батареи, механизмы привода активных подголовников (при использовании подголовников с электрическим приводом), а также контрольная лампа, сигнализирующая о сигнализирующий о непристегнутых ремнях безопасности.

6.2 Проверка эффективности системы пассивной безопасности

Целостность каркаса автомобиля является важным компонентом пассивной безопасности автомобиля. Перед выпуском автомобиля на рынок автопроизводители осуществляют тестирование каркаса. При этом детали кузова, окружающих водителя и пассажиров должны минимально изменять свою форму, все же другие детали должны деформироваться и поглощать силу удара.

Все современные автомобили разрабатываются с учетом требований по пассивной безопасности. А уровень совершенства конструкции по пассивной безопасности проверяется краш-тестами, которые осуществляются по разным системам и с различными исходными условиями.



Рисунок 35 - Элементы программируемой деформации кузова

Кузов должен быть и жестким, и податливым одновременно. Так, жестким делают каркас пассажирского салона, в котором находятся водитель и пассажиры - при ударе эта зона деформируется в последнюю очередь. Силовая «клетка» салона сделана из прочной стали, в дверях есть мощные брусья, не дают им зинаться. В свою очередь податливыми делают специальные зоны, за счет деформации которых, в случае дорожно-транспортного происшествия, будет тушиться скорость. Моторный отсек и багажник являются так называемыми зонами запрограммированной деформации. Таким образом автомобили начали делать сравнительно недавно.

6.3 Стандарты проведения краш-тестов

Тестированием всех автомобилей занимается всего лишь несколько различных организаций по всему миру. Такие специализированные компании проводят различные тестирования и сертификации автомобилей и проверяют и устанавливают уровень безопасности каждого нового выпущенного на автомобильный рынок экземпляра авто, то есть проводят краш-тест автомобилей. Самыми известными компаниями, а также в свою очередь самыми профессиональными и компетентными в данном вопросе считают две компании, а именно Европейская организация, которая носит название - «Euro NCAP», а также, конечно же, Американская организация под названием «IIHS».



Рисунок 36 – Манекен для осуществления Краштест

Специализированная организация, которая называется - Euro NCAP, а полное название компании такое European New Car Assessment Programme, была создана еще в девяностых годах, а точнее в 1996 году. Учредителями

компаниям стало несколько различных организаций, которые стремились быть ответственными за безопасность на дорогах. Некоторые из данных европейских институтов объединяют не только государственные организации, но также некоторые автомобильные клубы и автомобильные салоны Европы. Автомобили, которые проходят тестирование закупаются в европейских автосалонах простыми людьми и после отправляются на прохождение краш-тестов, при этом компания, то есть производитель данного автомобиля не знает о том, что авто будет проверено и протестировано данной организацией, что уменьшает риск возможной коррупции в данном процессе. Результаты проведенных тестов становятся доступными как для автолюбителей, так и для производителей одновременно, без каких-либо преимуществ.

Американская организация под названием IIHS, полное название Insurance Institute for Highway Safety - это также абсолютно не коммерческая организация, а скорее научно-образовательная компания или организация. Самой главной и основной целью этой организации является существенное снижение смертности, также травматизма, различных других повреждений и, конечно же, материального ущерба, которые приносят аварии на дорогах всего мирового сообщества. Данная организация получает частичное финансирование от страховых компаний, которые заинтересованы в уменьшении страховых выплат, а также снижении высокого уровня смертности на дорогах. Тесты данной компании практически идентичны за исключением нескольких деталей и нюансов, которые не существенны и не дают различий в результатах проведенных тестирований европейской компанией.

Однако, какие бы квалифицированные и высокоточные тесты не проходили автомобили поступающие на краш-тесты, ни одно и не один тест не могут смоделировать все возможные ситуации, которые возможны на дороге среди других автомобилей.

Все компании занимающиеся проведения краш-тестов предупреждают, что ни один набор тестов не может повторить все возможные случаи на дорогах, поэтому некоторые компании для большего устрашения и подтверждение своих слов публикуют так называемый рейтинг смертности водителей при одних или других ситуациях. Именно такой рейтинг, лучше любой рейтинг краш тестов автомобилей показывает, автомобиль как себя ведет в той или иной ситуации, и какая ситуация может произойти.

Анализ всех данных показывает практически идентичные данные и рейтинги во всех компаний, значит наличие максимально правильного результата.

6 Экономическая часть

Расчет себестоимости сборки автодома на базе автомобиля ВАЗ проводится исходя из отсутствия серийной конвейерной сборки подобных транспортных средств. В то же время, самостоятельная переработка, в силу вступления регламента Таможенного Союза запрещает самостоятельное переоборудование транспортных средств. Поэтому, сборка подобных транспортных средств может быть произведена только силами специализированных сертифицированных ателье, занятых в доработке транспортных средств и получивших сертификат одобрения на тип транспортного средства. То есть, речь идет о мелкосерийном производстве, не превышающим число 150 экземпляров в год.

Расчет производим исходя из следующих данных:

Изменившаяся масса автомобиля за счет увеличения корпуса автомобиля:

$$M = 2708 - 2522 = 186 \text{ кг}$$

Корпус сделан из стали.

Стоимость стали на рынке ~ 50 рублей/килограмм

Стоимость на один комплект будет стоить $186 \cdot 50 = 9300$ рублей

Обработка стали штамповкой для получения листовых сталей ~10000 рублей
Лакокрасочные покрытия ~10000 рублей

В итоге цена материалов:

$$Q_m = 9300 + 10000 + 10000 = 29300 \text{ рублей}$$

Необходимо учитывать также зарплату работника, если производитель не делает его сам.

Необходимо сначала удалить часть крыши прежнего кузова, а потом приварить новую увеличенную часть крыши модуля.

Удаление крыши кузова ~1000 рублей

Сварка крыши кузова ~8000 рублей

Лакокрасочное покрытие с готовыми материалами ~1500 рублей

Таким образом, общая сумма на работы по модернизации:

$$Q_r = 1000 + 8000 + 1500 = 10\,500 \text{ рублей}$$

Общая себестоимость, учитывая стоимость материалов и работ:

$$Q_s = 10500 + 29300 = 39800 \text{ рублей} \sim 40 \text{ тысяч рублей}$$

«Учитывая престижность автодомов, производитель может повысить стоимость модернизации в 5 раз от себестоимости, что не будет ощущаться несправедливым.» [40]

Таким образом, стоимость модернизации на рынке:

$$Q_a = 40\,000 * 5 = 200\,000 \text{ рублей}$$

Заводская стоимость автомобиля - 1 024 500 рублей

Тогда, стоимость автодома составит:

$$Q_z = 1\,024\,400 + 200\,000 = 1\,224\,400 \text{ рублей}$$

Данная цена выглядит вполне приемлемо и не выделяется на фоне цены за автомобиль, что, безусловно, принесет этой модели повышенный спрос.

Выручка:

$$S = 200\,000 - 40\,000 = 160\,000 \text{ рублей за одну модернизацию.}$$

Общий годовой эффект при программе 150 автомобилей:

$$\mathcal{E} = 160\,000 * 150 = 24\,000\,000 \text{ рублей}$$

«Необходимо также заметить, что рассматривался чистовой вариант автодома, т.е. без дополнительного оборудования и дизайна. Они не устанавливаются до продажи вообще или устанавливаются индивидуально.» [40]

Заключение

«Развитие индустрии автодомов не стоит на месте. Все чаще люди в нашей стране выбирают активный отдых в кемперах. Требуются конструкции способные удовлетворить среднего покупателя. Именно автодома на основе уже существующих автомобилей будут пользоваться спросом. А их невысокая стоимость и удобство будет хорошим подспорьем в развитии дорожного туризма в стране. Именно поэтому дипломный проект был основан, на увеличении внутреннего пространства автомобиля, тем самым увеличивая его функционал для становления автодомом. Это будет позволять путешествующим брать с собой больше людей, за счет увеличения количества общего места. Семья из трех человек может вполне комфортно разместится в таком автодоме. Помимо вышеперечисленных кузовных изменений, было проведено 2 тяговых расчета автомобиля до и после его изменения, из которого можно сделать вывод, что перевозка изменение конструкции автомобиля под автодом будет значительно влиять на динамические характеристики.» [36]

Смотря на всю проделанную работу, модернизация автомобиля ВАЗ-21214 под автодом имеет как плюсы, так и незначительные минусы для автомобиля. В обмен на увеличения пространства, которое может быть использовано как жилое, автомобиль теряет динамические характеристики, в т.ч. уменьшается максимальная скорость, увеличивается время и путь разгона. Но так как автомобиль не нацелен на то, чтобы использовать его для быстрых пересечений местности, то эти минусы, как и было сказано ранее, незначительны, а то и вовсе могут не учитываться.

Также, за счет изменения массо-габаритных характеристик меняется тормозная динамика транспортного средства. Эти изменения были учтены в работе, результатом чего явилась доработка тормозной системы. В частности, был установлен вакуумный усилитель тормозов с более объемной камерой, благодаря чему, при тех же усилиях увеличилась прижимная сила

на колодках. Также были установлены дисковые тормоза на задний мост вместо традиционно применяемых барабанных тормозных механизмов на автомобиле-доноре ВАЗ-21214.

Так же данная модернизация довольно эффективна в экономическом плане, так как не требует много работы, а осуществляется уже на готовом автомобиле и за счет престижности домов на колесах, прибыль будет высокой, но в нашей стране необходимо учесть отсутствие потенциала для конвейерного выпуска в данный момент.

При модернизации также нельзя забывать про безопасность жизнедеятельности и соблюдать требования безопасности при работе с инструментами и материалами.

Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
6. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
7. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
8. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
9. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. -

Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3

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

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

12.Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

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

14.Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный

15.Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения автомобиля : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11] : ил.-Библиогр.: с.10-21.

16.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.

17.Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

18. Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

19. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

20. 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.

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

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

23. Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

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

25. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114, 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.

26. Руктешель, О.С. Выбор параметров и оценка тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля / О.С. Руктешель. – Минск : БНТУ, 2015. – 77 с.

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

28.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.

29.Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный

30.Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.

31.Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.- Библиогр: с. 110-112.

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

33.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.

34.Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

35.Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-

93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

36.Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

37.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.

38.Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s

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

40.Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.

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

42.Haney, Paul. The racing and high-performance tire / Paul Haney. – TV MOTORSPORT : Springfield, 2003. – 285 p. [2]. – ISBN 0-9646414-2-9.

43.Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.

44.Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

45.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.

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

Приложение А

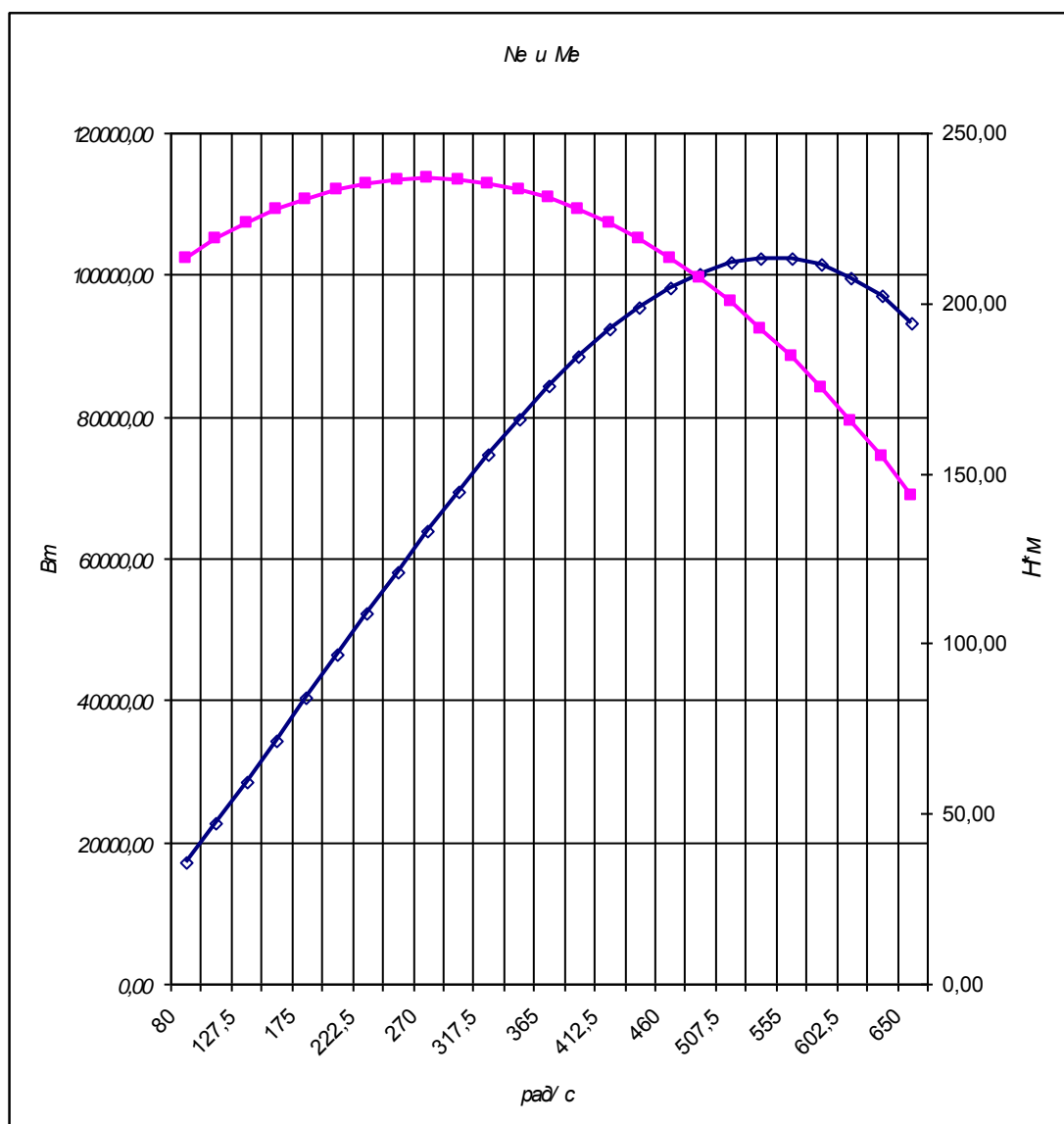


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

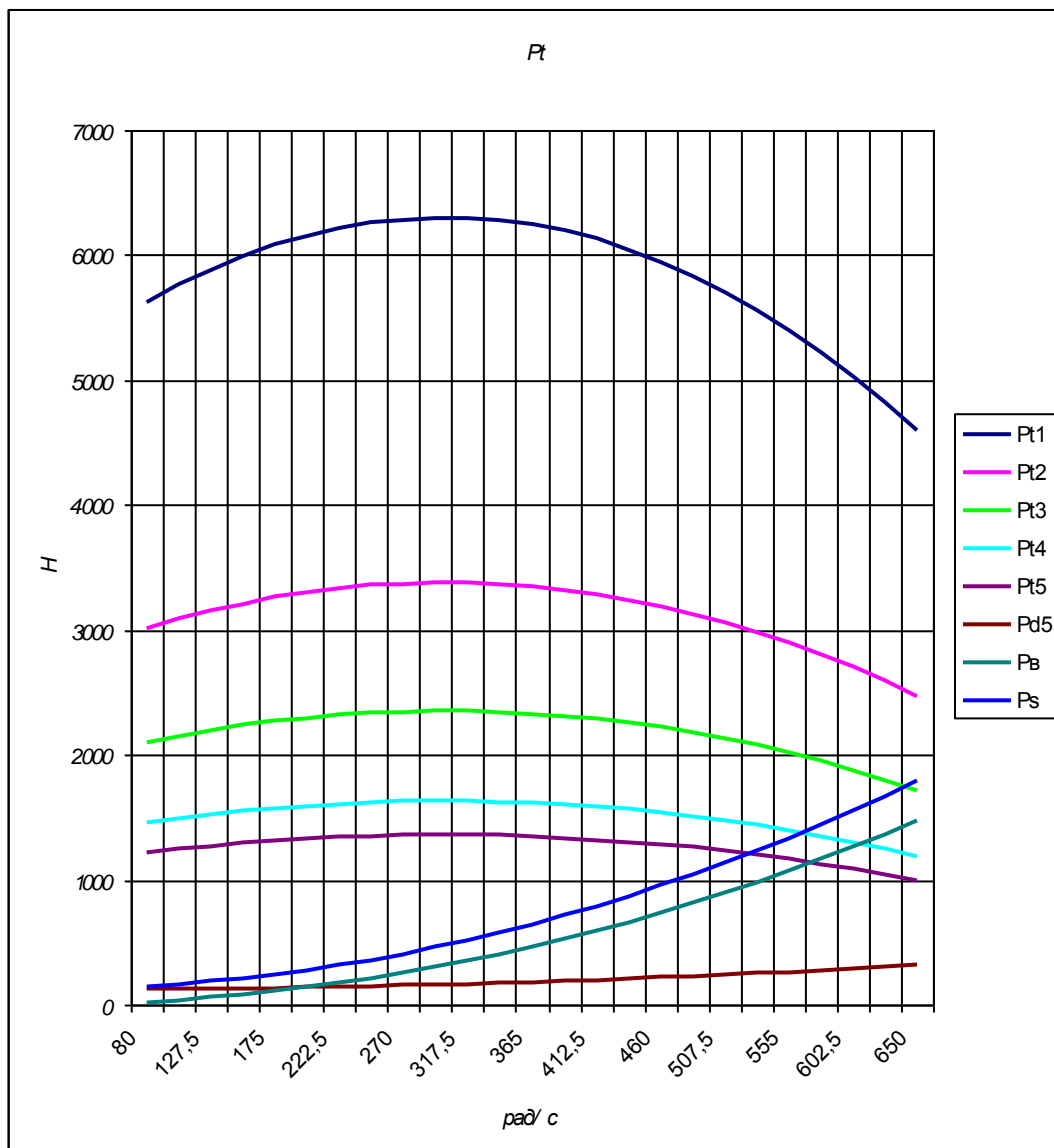


Рисунок А2 – Силовой баланс

Продолжение Приложения А

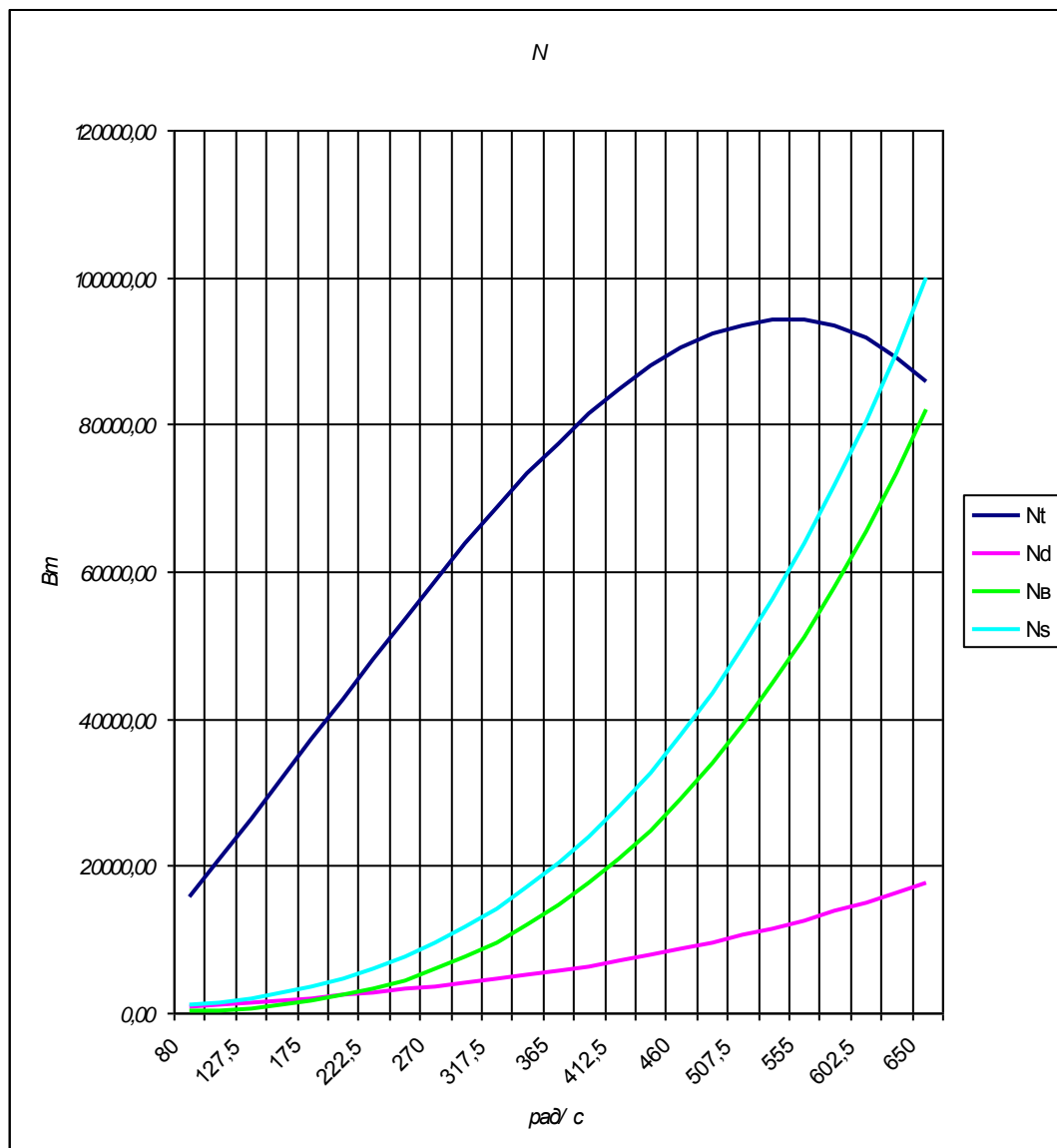


Рисунок А3 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения А

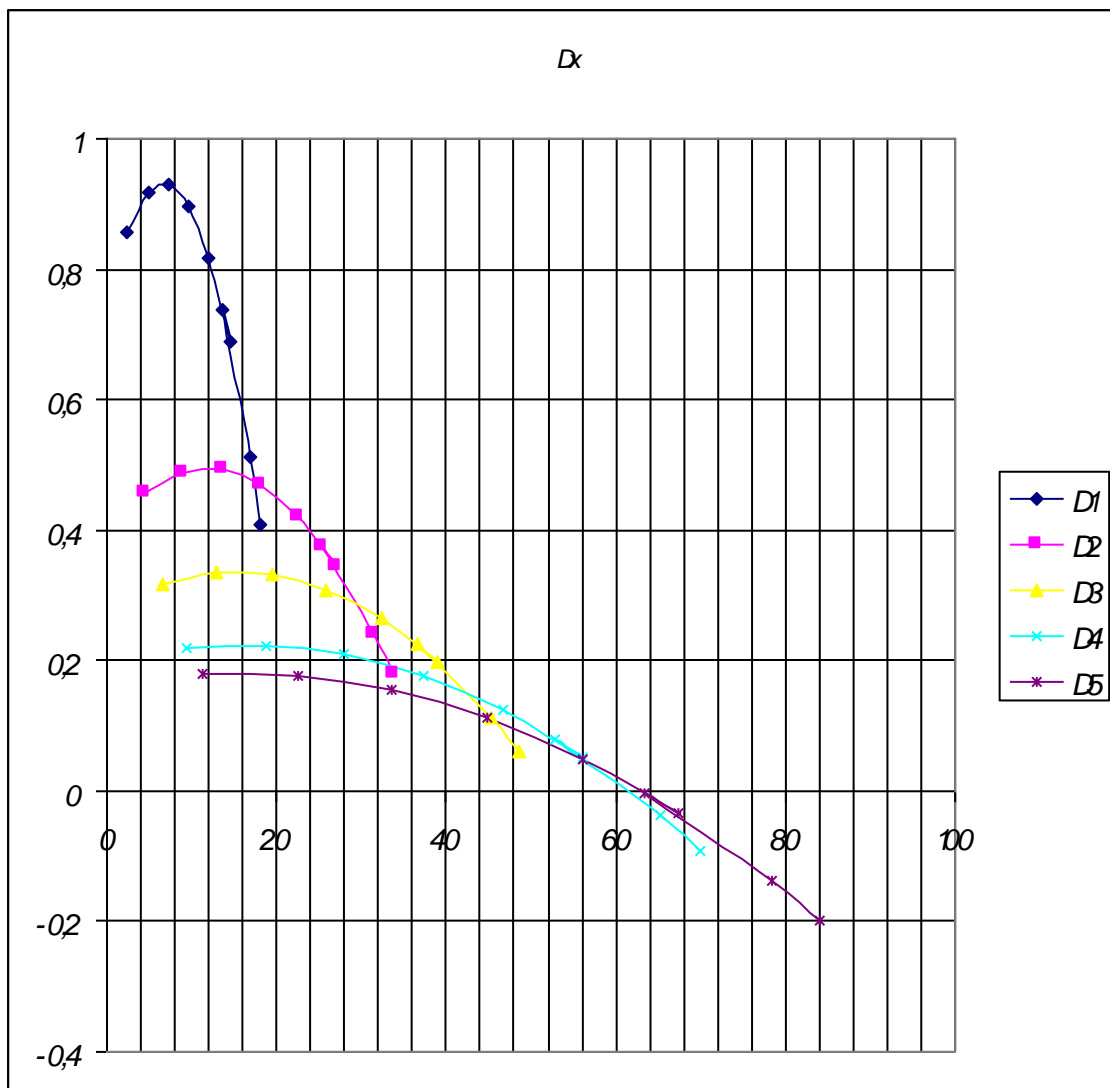


Рисунок А4 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

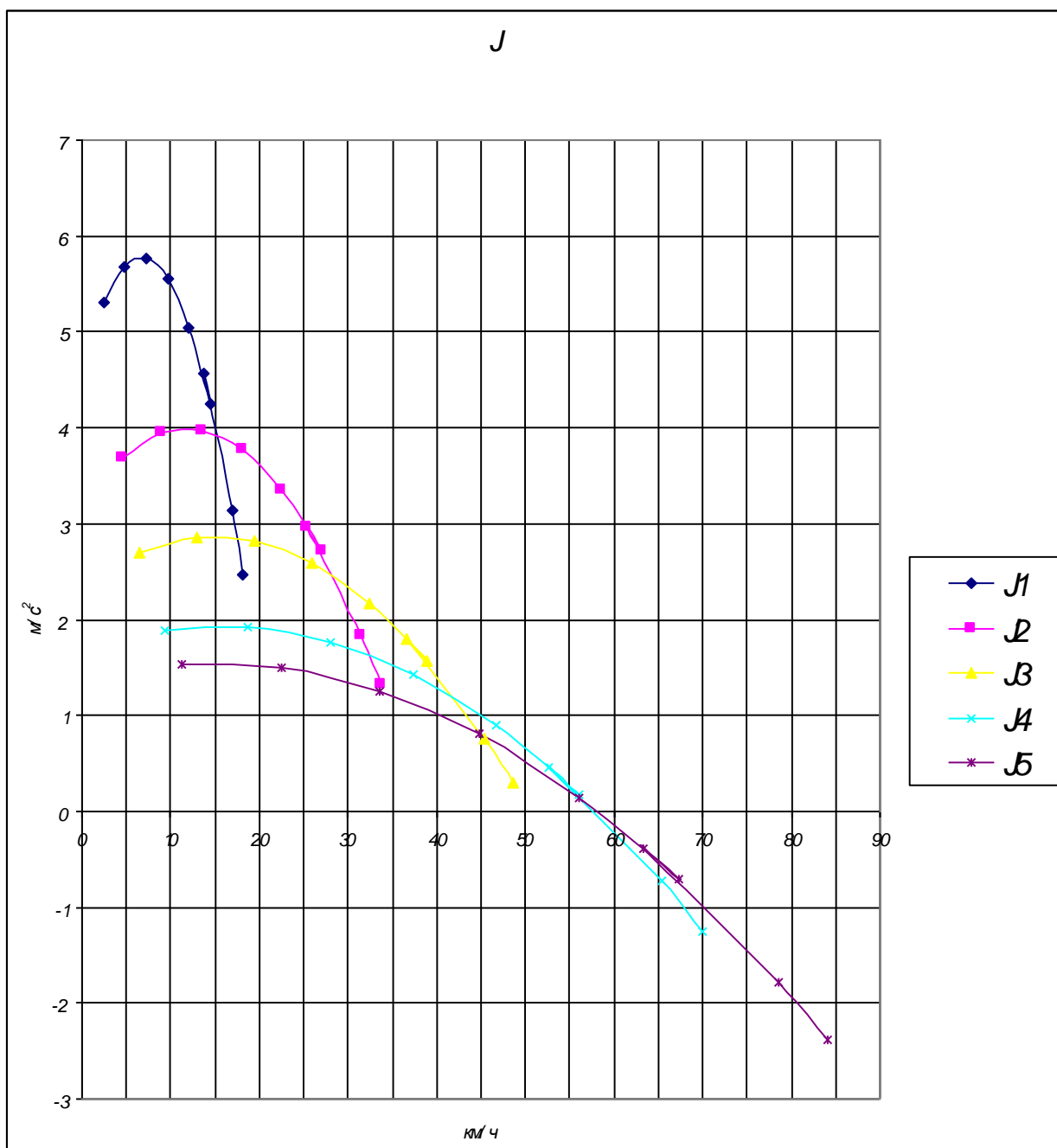


Рисунок А5 – Ускорение автомобиля

Продолжение Приложения А

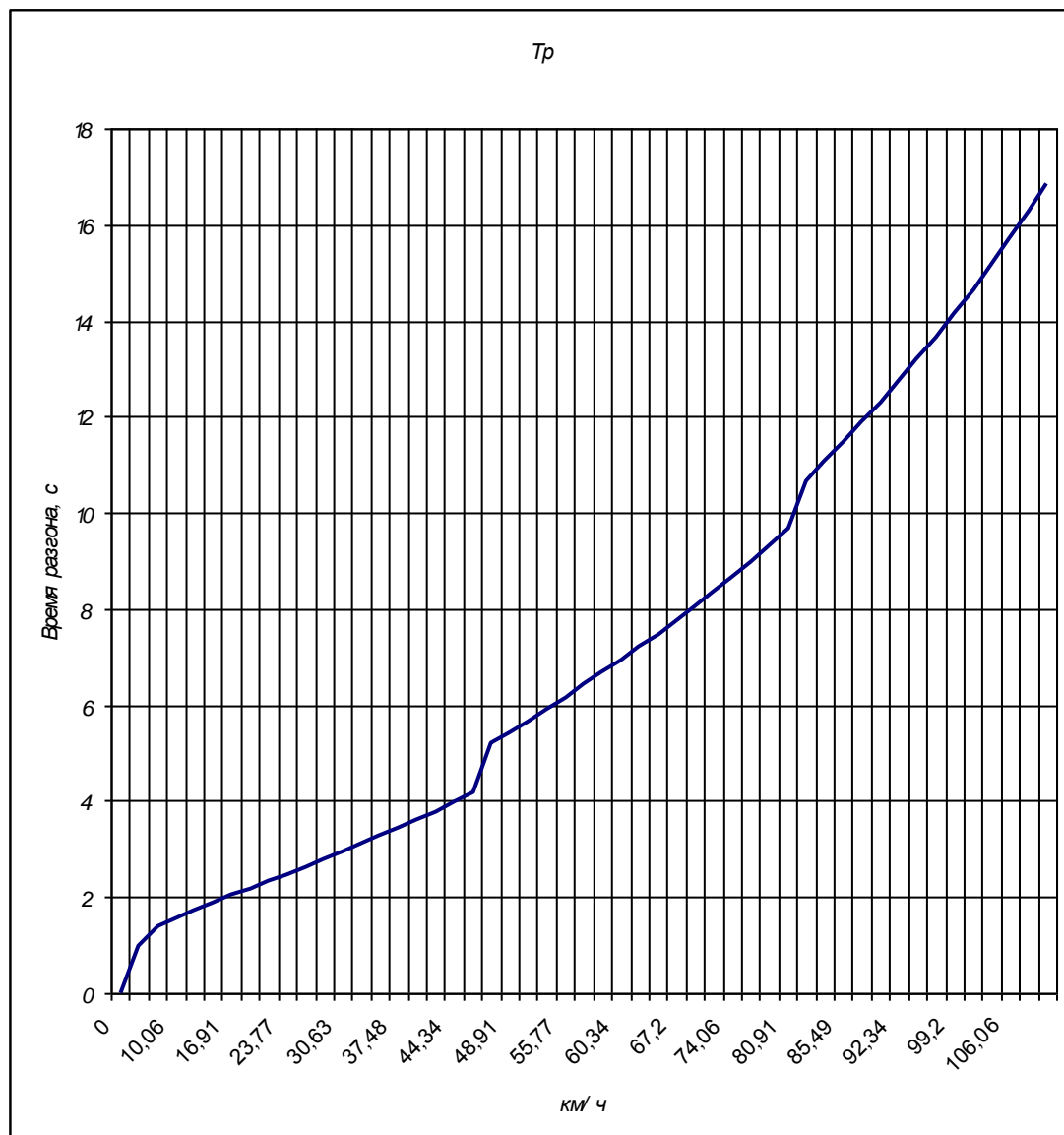


Рисунок А6 – Путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

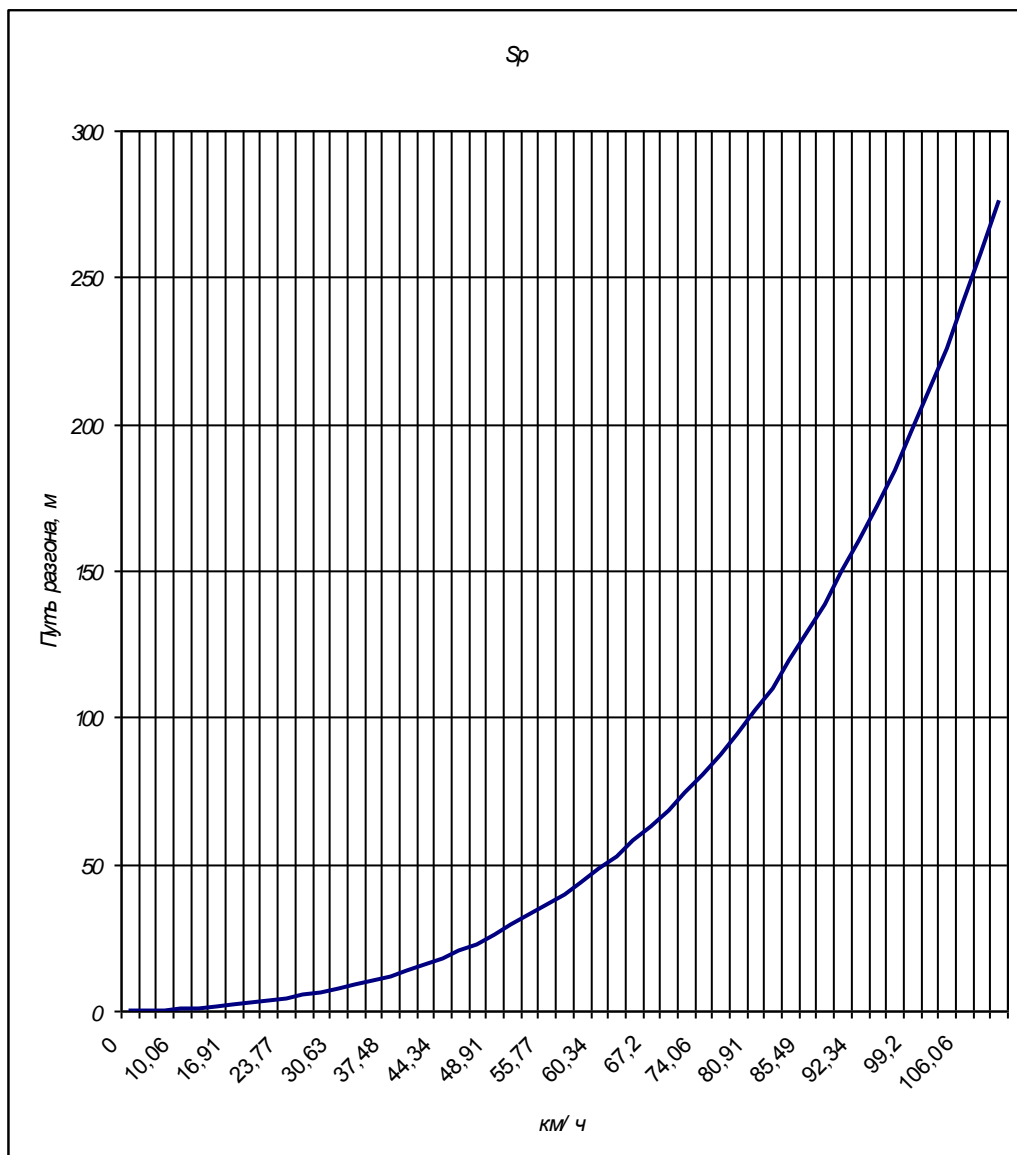


Рисунок А7 – Время разгона автомобиля

Продолжение Приложения А

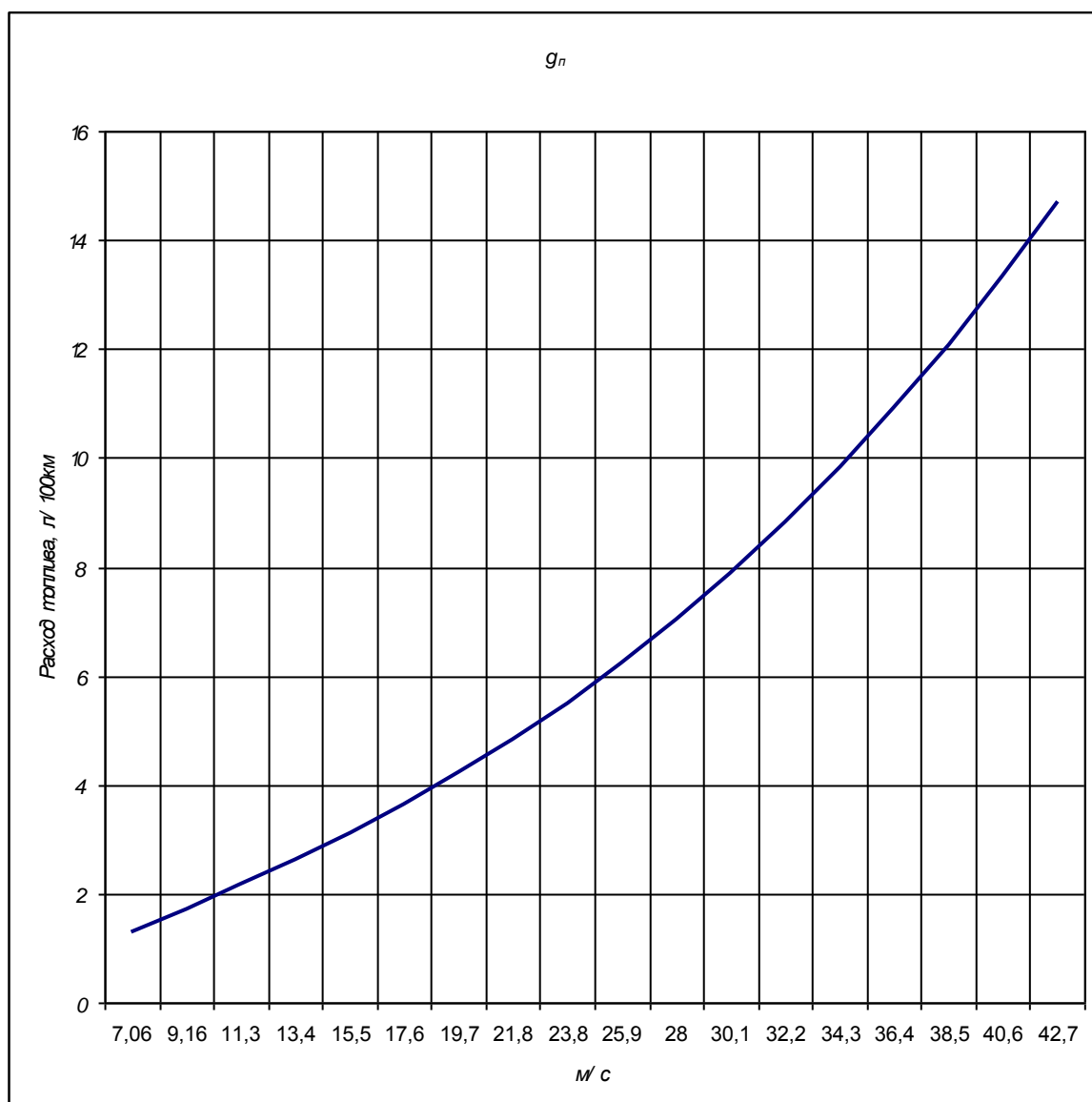


Рисунок А8 – Расход топлива автомобиля