

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 Автодом-прицеп для путешествий

Студент А. А. Сергеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент И.О. Галиев

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

Консультанты канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

Целью данного дипломного проекта является модернизация прицепа "teardrop" автодом для путешествий, а также изучение влияния на тяговые и динамические характеристики автомобиля, в состав которого входит прицеп автодом. На основе чертежей в проекте была разработана трехмерная модель, наглядно демонстрирующая внешний вид и функциональность модернизированного автодома. Именно поэтому дипломный проект имеет такое название: «автодом-прицеп для путешествий»

Развитие автомобильных кемперов не стоит на месте и, несмотря на то, что идея его создания уходит корнями в прошлое США, а в нашей стране можно увидеть на дорогах путешествующих с такими автодомами. Конечно, Россия обладает большим потенциалом для автомобильных путешествий, поэтому развитие доступных населению автодомов сегодня является актуальной темой. Заимствуя зарубежные образцы автодомов, в нашей стране открывается все больше частных производств автодомов. Однако их развитие находится только в начале пути.

Дипломный проект включает в себя: анализ всех типов автодомов, а также выявление их сильных и слабых сторон, изучение влияния на автомобиль дополнительной нагрузки в виде прицепного типа автодома на базе ВАЗ 2121.

Дипломный проект содержит 72 страницы, 33 иллюстраций, 9 таблиц и 18 графиков.

ABSTRACT

The purpose of this diploma project is to modernize the trailer "teardrop" motor home for travel, as well as to study the impact on the traction and dynamic characteristics of the car, which includes a trailer motor home. Based on the drawings in the project, a three-dimensional model was developed that clearly demonstrates the appearance and functionality of the modernized motor home. That is why the diploma project has a name: «Motor home-trailer for travel»

The development of automobile campers does not stand still and, despite the fact that the idea of creating it goes back to the past of the United States, and in our country you can see on the roads traveling with such motor homes. Of course, Russia has a great potential for road travel, so the development of motor homes available to the population is an urgent topic today. Borrowing foreign designs of motor homes, more and more private production of motor homes is being opened in our country. However, their development is only at the beginning of the path.

The diploma project includes: analysis of all types of motor homes, as well as identification of their strengths and weaknesses, the study of the impact on the car of an additional load in the form of a trailer-type motor home based on VAZ 2121.

The diploma project contains 72 pages, 33 illustrations, 9 tables and 18 graphs.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Караваны и автодома.....	9
1.1 Классификация автодомов.....	10
2. Обзор конструкции автодомов (кемперов).....	15
2.1.1 Альковные кемперы.....	15
2.1.2 Интегрированные кемперы.....	16
2.1.3 Полуинтегрированные кемперы.....	18
2.1.4 Жилые мини-вэны.....	19
2.1.5 Дизельные автодома на базе автобусов.....	20
2.1.6 Караваны.....	21
2.2 Прицепные автодома.....	22
2.2.1 Двухосные автодома.....	22
2.2.2 Одноосные автодома.....	23
2.2.3 Прицеп-палатка.....	25
2.2.4 Внедорожные автодома повышенной проходимости.....	27
2.2.5 Прицеп-капля (teardrop).....	29
3. Разработка модели автодома в трехмерном формате.....	32
4. Общий процесс сборки прицепа-капли на базе прицепа (МЗСА).....	37
5. Безопасность жизнедеятельности.....	41
6. Экономическая эффективность проекта.....	45
7. Тяговый расчет автомобиля ВАЗ 2121 «Нива» с учетом сцепленного с ним прицепа-автодома.....	47

7.1. Исходные данные.....	47
7.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И МОМЕНТА ДВИГАТЕЛЯ.....	48
7.2.1. Определение полной массы автомобиля.....	48
7.2.2. Определение статистического радиуса колеса.....	48
7.2.3. Определение коэффициента обтекаемости.....	48
7.2.4. Расчет лобовой площади автомобиля.....	49
7.2.5. Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости...49	
7.2.6. Определение внешней скоростной характеристики двигателя.....	49
7.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ.....	51
7.3.1. Определение передаточного числа главной передачи.....	51
7.3.2. Определение передаточных чисел коробки передач.....	52
7.4. АНАЛИЗ ТЯГОВОЙ ДИНАМИКИ.....	54
7.4.1. Тяговый баланс автомобиля.....	54
7.4.2. Динамические характеристики автомобиля.	55
7.5. Анализ динамики разгона.....	57
7.5.1. Разгон автомобиля.....	57
7.6. Мощностной баланс автомобиля.	62
8.ТОПЛИВНО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЯ.....	64
9. Сравнение графиков пути, времени и интенсивности разгона автомобиля без прицепа и с прицепом	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Автодом - это тип транспортного средства (самоходного или прицепного) с отсеком для проживания одного или нескольких людей. Термин автодом наиболее часто используется в Великобритании, США, Канаде. В Великобритании термин «Campervan» также широко использовался, когда ранними примерами были более простые преобразования фургонов. Автодома могут включать в себя удобства домашнего быта, таких как кухонный гарнитур, санузел, отопление и электричество. Мини-кухня оборудована кухонными принадлежностями. Тип используемого оборудования отличается в зависимости от марки и модели дома на колесах, но в целом кухня оснащена духовкой, грилем, варочной панелью и раковиной. Более роскошные модели также могут оснащаться микроволновой печью. В автодоме будет размещена отдельная душевая комната. В каждой ванной комнате есть сливной кассетный туалет, душ и раковина. Кассетный туалет иногда поворачивается, чтобы обеспечить дополнительную комнату и может быть доступен снаружи автодома для легкого опорожнения. Более современные автодома будут иметь отдельную душевую кабину. Сами же жилые пространства могут иметь как спальные места для ночлега, так и гостиные или кухонные места. Салон оборудован для перевозок багажа. Встроенные удобства могут быть ограничены лишь размерами и кошельком покупателя. Некоторые могут перевозить даже легковые автомобили, то есть имеют в своей конструкции, так называемый гараж. Такие передвижные гиганты, как правило, обустраивают на базе пассажирских автобусов или грузовых автомобилей. Рынок автодомов имеет большое разнообразие. Каждый тип имеет свои плюсы и минусы. Автодом – это отличное решение для людей, которые любят путешествия и чувство независимости. Это не только мода на дешевые путешествия, но и образ жизни, и способ исследовать мир, не беспокоясь о бронировании жилья. В

целом же автодома имеют два основных класса, а именно прицепные и интегрированные либо сконструированные на базе самого автомобиля. В автодомах с водительским и пассажирским сиденьями, есть очень удобная функция. Эти места часто поворачивают для того чтобы стать частью жизненного пространства. В обеденной зоне установлен стол и гостиный уголок, которые обычно используются для приема пищи. Кроме того, в распоряжении гостей лаундж, состоящий из U-образного дивана, расположенного в задней части дома на колесах, или боковой гостиной.

Автодом восходит к 1920-м годам, хотя предположительно были более ранние самодельные версии, которые предшествуют этому времени. Компания «Дженнингс» установила кузов автодом на шасси автомобиля в 1938 году. Производство было остановлено в 1939 году, возможно, из-за Второй мировой войны. война отбросила назад прогресс производства автомобильных домов, но он снова поднялся в 1950-х гг. крупными именами в первые дни были «Dormobile», «Paralanian» и «Westfalia».

Историю автодомов лучше всего можно построить, посмотрев на происхождение некоторых из сегодняшних крупнейших производителей. Ведь истоки создания уходят корнями в США. Первые автодома люди собирали абсолютно из подручных материалов. Зачастую использовались такие кемперы вместо основного жилого места. Многим инженерам именно это дало толчок к изобретению обустроенных жилых комплексов на колесах. Базой могли служить множество автотехники, от легковых малолитражек и вплоть до крупногабаритных автобусов и грузовиков. Однако определенные сегменты автомобилей не подходят для перевозок таких модулей. Учитывая мощность, которая подведена к ведущим колесам автомобиля, а также его грузоподъемность можно сделать вывод о пригодности выполнения на его базе кемпера. Кроме этих базовых данных, необходимо укреплять кузовные элементы, а также усовершенствовать подвеску модернизируемого

автомобиля. Сразу после того как автомобиль стал доступен многим, американцы начали колесить вдоль и поперек континента в поисках приключений и горячо любимой свободы. С путешествий в автомобилях и начался караванинг. Чуть позже появились первые дома на колесах, и с тех пор караванинг навсегда занял место в сердцах многих американцев, затем европейцев. А теперь все прочнее завладевает умами и мыслями российских любителей автопутешествий. За столетнюю историю было создано огромное количество различных моделей, отвечающих разным потребностям и финансовым возможностям путешественника. Рынок караванинга предлагает на выбор автопутешественникам разные виды кемперов. В зависимости от бюджета и потребностей можно приобрести прицеп-палатку или жилой прицеп, а можно удивить соседей роскошным кемпером, оборудованным по последнему слову техники и моды.

1 Караваны и автодома

Разница между караваном и автодомом возникает из природы их конструкции. Караван-это готовый дом, который требует транспортные средства, чтобы буксировать его в поездках. Он спроектирован так, чтобы быть занятым как дом и в зависимости от его размера содержит спальные помещения, удобства для омовения и приготовления пищи. Вы можете взять фургон для краткосрочного пребывания, поскольку можете буксировать его до места отдыха, а затем передвигаться на своем автомобиле, используя жилой блок по ночам, а после буксировать его обратно к своему дому. Необходимо принять во внимание вес и размер каравана перед покупкой, так как некоторые караваны настолько огромны, что не каждый автомобиль сможет буксировать такую технику. Не смотря на все достоинства, вам может быть трудно найти места, чтобы оставить караван, чтобы провести ночь с семьей. В наши дни караваны доступны со всеми современными удобствами, такими как кондиционер, душ, туалет и холодильник, помимо обычных спальных и сидячих мест. [12]

Автодом - это автомобиль, построенный на грузовом, автобусном или легковом шасси и предназначенный для использования в качестве автономного жилого помещения для рекреационных поездок. Как правило, существует разделение между кабиной и жилыми помещениями позади, которые содержат спальное место, умывальник и кухонные принадлежности. Тем не менее, что для буксируемых караванов, что для интегрированных кемперов в России используется единый термин «автодом». Правила эксплуатации дома на колёсах

Прежде чем отправиться в путешествие, надо убедиться в наличии прав на управление подобным автопоездом. Если его вес до 3,5 т, достаточно наличия водительского удостоверения правами категории «В». В противном случае у водителя должны быть права «С» и «Е».

Особого внимания заслуживает техническое обслуживание. Оно должно полностью отвечать требованиям, предъявляемым к транспортным средствам. Также надо своевременно пополнять запасы воды и выполнять уборку внутреннего помещения. Отработанная вода должна собираться в специальном баке, а затем выливаться в канализационную канаву.

При наличии в доме на колёсах биотуалета следует своевременно выполнять его очистку. Делается это на специализированных стоянках, имеющих специальные выгребные ямы. Для поддержания работоспособности отопительной системы, системы горячего водоснабжения и холодильника следует своевременно пополнять запасы газа.

1.1 Классификация автодомов

В настоящее время на рынке существует четыре класса автодомов: класс А, Класс В, класс В+ и класс С. Класс В+ автодомов вырос в популярности в последнее десятилетие, что делает его относительно новым гибридом автодома. Каждый класс имеет свои плюсы и минусы. В зависимости от уровня комфортабельности такие машины делятся на 3 группы:

- класс А, роскошный;
- класс В, альковный;
- класс С, компактный.

Именно класс автодома и определяет уровень оснащения, а также ценовой диапазон машины.



Рисунок 1.1 Автодом на базе грузовика .

Представители А класса - роскошные дома на колесах отличаются большими габаритными размерами и высочайшим уровнем комфорта.

- Одним из самых больших автодомов является разработка компании «Anderson Mobile Estates», которая представляет собой дорогую гостиницу. Конструкторы оснастили дом на колесах всем необходимым для проживания современного человека. Те, кому посчастливилось путешествовать в таком автомобиле, убеждаются в его исключительности. Дом на колесах «Anderson Mobile Estates» очень популярен у богатых людей нашей планеты. Путешествовать в нем не только приятно, но и безопасно. Наличие современной системы видеонаблюдения предоставляет водителю уникальную обзорность в 360. Стоимость роскошного автодома достигает 2 млн. долларов.[8]

- К А классу относится передвижной дом из Америки «Fleetwood RV Discovery». По желанию заказчика производитель моделирует внутреннее пространство надстройки. Автодом оснащен

мощным силовым агрегатом (380 л. с.), благодаря которому этот монстр преодолевает даже труднопроходимые места.

Альковные автодома имеют спальные места, которые расположены над кабиной шофера. Внутреннее пространство таких домов на колесах может быть самым разнообразным.

- Одной из новинок в классе В стала немецкая модель «Winnebago Itasca Navion». Даже путешественники с большим стажем впечатлены внутренним содержанием автокемпера. Необычно выглядит автодом из Германии и снаружи. Единственным недостатком «Winnebago Itasca Navion», характерным и для многих представителей этого класса, остается уязвимость алькова при движении по лесным дорогам. Ветви деревьев портят краску, ухудшая внешний вид автодома. Мощный мотор (188 л. с.) позволяет достигать высоких скоростей, но производитель рекомендует воздерживаться от проведения гонок на трассе.

- Яркий представитель В класса – кемпер «Jayco Seneca» 37 TS. Отличительной чертой данной модели становится необычайная выносливость, корни которой находятся в турбодизельном 340-сильном двигателе. Однако проводить испытания мощности на заснеженных или промокших проселочных дорогах не рекомендуется. В автокемпере имеется 3 отдельных выхода, много багажных отсеков, камер наблюдения и генератор производительностью 8000 кВт электричества.

Самыми доступными для большого числа автопутешественников становятся дома на колесах С класса. Автокемперы данного класса имеют компактные размеры, достаточно скромное оснащение и низкую стоимость.

- Автодом «Fleetwood RV Tioga Ranger DSL» удачно сочетает комфорт и низкую цену. Длина кемпера составляет 6 м. Машина оснащена двигателем мощностью 188 л. с.

- Еще одним компактным автодомом в классе С является «Bürstner Brevio». Машина наделена характеристиками обычного авто. Отличительной чертой Brevio является не только компактность авто, но и гибкость, несвойственная фургонам. В жилой зоне создана уютная атмосфера, позволяющая путешественникам полностью расслабиться.

Многие дома на колесах сделаны с учетом особенностей отдыха клиентов.

- Автодом «Evan» выпускается фирмой «Dethleffs». В нем можно передвигаться каждый день, используя дом на колесах, как мобильный офис. Эта модель получила высочайшую Европейскую награду за инновационный подход.

- Поклонники горнолыжного спорта оценили кемпер Dethleffs Esprit Comfort. В данном автодоме имеется все необходимое для горнолыжников.

- Фирма Oxigen специализируется на автодомах для любителей активного отдыха. В отдельных отсеках можно перевозить велосипеды, мотоциклы и другую технику.

- Креативный подход проявил дизайнер Cornelius Comanns. Он разработал самый маленький дом на колесах под названием Bufalino. В нем может путешествовать только один человек. Больше всего поражает проходимость этого автомобиля, а также удивительная экономичность. В результате путешествие потребует минимальных



Рисунок 1.2 Кемпер на базе «Mercedes- Benz»

2 Обзор конструкции автодомов (кемперов)

Принята следующая классификация кемперов: альковные, интегрированные, полуинтегрированные, жилые мини-вэны и караваны. У разных производителей названия конкретных типов кемперов могут различаться. Например: караван – прицеп, а мото-караван один из видов кемперов на автомобильном шасси. Внутри каждого вида кемперов производители обычно предлагают несколько модельных рядов, различающихся размерами, компоновкой, отделкой и комплектацией. [2]

2.1.1 Альковные кемперы

Автодом имеет кузов типа каравана, который установлен на шасси. Ford и Fiat производят большую часть шасси в Европе.



Рисунок 2.1. Кемпер-альков

Их особенность – это спальня над кабиной водителя (альков), придающий характерный вид данному типу кемперов. Внутри алькова находится уютное спальное место для двоих. Альковные кемперы лучше всего подходят для семейного путешествия или отдыха большой компанией. Вместительность таких автомобилей рассчитана на 4-7 человек. Особенностью этих кемперов является большая высота – до 3,3-3,5 метров. Для абсолютного большинства альковных автодомов достаточно водительских прав категории «В». Из-за своей вместительности и удобства планировки это наиболее распространенный тип кемперов, он выпускается практически всеми ведущими компаниями-производителями.



Рисунок 2.2. Интегрированный автодом в разрезе

2.1.2 Интегрированные кемперы

Интегрированный автодом также известен как автодом класса А и часто имеет репутацию самого роскошного и дорогого транспортного средства. Он имеет твердый корпус с приводной зоной, встроенной в стандартное жилое помещение. Интегрированный автодом будет иметь

большое и дорогое переднее окно, из которого открывается хороший вид на дорогу и окружающий ландшафт. Спальные места будут преобразованы из зоны отдыха или столовой, есть также, как правило, двуспальная кровать, которая опускается над зоной вождения одним нажатием кнопки.

От серийной платформы того же «Дукато» в интегрированных «домах на колесах» остаются лишь шасси с панелью перед водителем, но без кабины. Кузов же имеет эксклюзивный дизайн, и жилое пространство полностью интегрировано во внутренний объем, отсюда и название данного типа автодомов. Благодаря цельному специально разработанному кузову, кемперы данного типа обладают отличной маневренностью, скоростными и эксплуатационными характеристиками.



Рисунок 2.3. Интегрированный кемпер

Внутренний интерьер интегрированных автодомов отличается роскошью, дорогой отделкой салона, благородным дизайном и высочайшим уровнем технического оснащения. Дома этой подгруппы можно использовать для путешествия, и даже в качестве мобильного офиса. [2]

2.1.3 Полуинтегрированные кемперы

Полуинтегрированный дом на колесах также называют низкопрофильным домом на колесах. Благодаря отсутствию алькова, частично интегрированный автодом обладает повышенными маневренными и скоростными характеристиками. Они построены таким же образом, как и автодом алькова, за исключением того, что над кабиной нет спальных мест. В результате общая высота полуинтегрированного автодома ниже, чем ниша автодома. Этот тип автодома обычно имеет фиксированную двуспальную кровать в задней части автомобиля и особенно популярен среди пар. Особенности данного класса – просторный салон и оптимальное соотношение цена/качество. Характерный стиль – простота и функциональность. Например, поворотные передние сиденья: на них можно как и управлять кемпером, так и, развернув их, заниматься другими вещами. Чем меньше места – тем выше степень трансформации салона. Все это позволяет использовать данный тип кемпера в качестве универсального мобильного дома на колесах и для частного применения и для аренды. [2]



Рисунок 2.4. Полуинтегрированный кемпер

2.1.4 Жилые мини-вэны

Самые простые в управлении кемперы – это жилые мини-вэны. В автодомах такого типа жилой отсек вмонтирован в кузов серийного микроавтобуса и внешне такие кемперы практически не отличаются от стандартных машин.



Рисунок 2.5. Мини-вэн

Это наиболее динамичные и маневренные «дома на колесах», по управлению, скорости и удобству парковки мало чем уступающие легковым автомобилям. Жилой мини-вэн позволяет свободно передвигаться как в городском потоке, так и за пределами города. Несмотря на небольшие габариты, в автодомах данного типа есть все необходимое для комфортного путешествия: туалет и душ, газовая плита, холодильник, комфортные спальные места и многое другое. Но, одновременно это самые тесные кемперы – они уже, ниже. И просто прилечь в них может сразу и не получиться – придется из стола, например, сделать спальное место.[2]

2.1.5 Дизельные автодома на базе автобусов

Являются одними из самых мощных типов автомобильных домов на рынке. Один интересный аспект, который вы должны знать об этих автомобильных домах, заключается в том, что двигатель расположен в задней части. То, как он спроектирован, позволяет ему ездить по дороге мощно и уверенно. Этот автомобиль имеет много лошадиных сил. Он относится к наивысшему классу автодомов. Большой дизельный двигатель на этом автодоме расположен в задней части автобуса, и он обеспечивает большой крутящий момент по сравнению с газовым аналогом. Расположение двигателя также помогает обеспечить тихую и плавную езду. Дизельный двигатель, по сути, толкает автодом по дороге.



Рисунок 2.6. Дизельный автодом

Автодома с дизельным двигателем являются воплощением роскошных вседорожников, что делает их отличными для дальних поездок и приключений. Во многих случаях они являются идеальным вариантом для путешествий. Дизельный двигатель обычно работает дольше и более

долговечен, чем газовый двигатель другого класса А, но это также делает дизельные автодома более дорогими.[10]

2.1.6 Караваны

Прицепы-караваны являются оптимальным решением для частного использования. Основной фактор – цена (примерно в три раза ниже, чем за моторный кемпер). Они имеют оснащение, ничем не уступающее их более мобильным собратьям. Габариты самых крупных достигают шести метров при двух осях. А для маневрирования с таким "домом" на паркинге много усилий прикладывать не придется – есть специальные парковочные электроприводы, которые прижимаются к колесам и передают им вращение от электродвигателя, питающегося от аккумулятора. При этом владелец просто стоит рядом и жмет кнопки на пульте, словно управляет моделью игрушечной машинки. Основная проблема караванов – в невозможности подзарядки аккумулятора при работе двигателя тягача. Поэтому без небольшого генератора не обойтись. Или останавливаться только на кемпингах, где есть внешнее электропитание – и для работы всего электрооборудования, и для подзарядки аккумулятора.



Рисунок 2.7. Прицеп-караван

2.2 Прицепные автодома

Самые доступные и дешевые варианты из всего ряда кемперов – это прицепные автодома или трейлеры. Их ключевое отличие в том, что их перевозят за счет тяговой силы автомобиля, с которым они сцеплены. В свою очередь, прицепные автодома имеют свою классификацию. Например, размеры прицепных кемперов могут размером с малогабаритный прицеп, но некоторые экземпляры длиной достигают целого вагона

2.2.1 Двухосные автодома



3.1. Двухосный автодом

Двухосные прицепы по сравнению с одноосными могут иметь немного большие размеры. Внутреннее устройство таких прицепов предполагает установку расширенного ряда функций и удобств. Благодаря тому, что прицеп установлен на две оси, он имеет большую грузоподъемность, чем у одноосных экземпляров, а также в зависимости от установленной подвески

может отличаться в лучшую сторону плавностью хода. Тем не менее, хоть данные прицепы очень удобны в своем оснащении, они обладают рядом недостатков перед одноосными, такими как большая масса. Из-за большой загруженности, такой автодом способна тянуть не каждая легковая машина, соответственно, автомобиль должен располагать большими мощностными характеристиками, это, к примеру, могут быть внедорожники с большим объемом двигателя. Следующий недостаток это габаритные размеры автодома. С такими автодомами водителю сложнее маневрировать на дороге, и требуется отдельная практика вождения с такими прицепами. Из-за сложности управления двухосными автодомами, появляется большой риск возникновения опасных ситуаций на дороге. Третья отрицательная черта носит экономический характер. Стоимость таких прицепов очень высока и не рассчитана на среднего покупателя. Помимо всего прочего, расход топлива с таким прицепом, может значительно возрасти. И все же они пользуются большой популярностью за рубежом, ведь именно с запада идут корни развития прицепов автодомов.

2.2.2 Одноосные автодома



Рисунок 3.2. Одноосный автодом в разрезе

Данный тип автодомов в отличие от двухосных обладает всего одной, нагруженной осью. Это самый распространенный тип прицепов дач. Имея всего одну ось, он не может перевозить слишком большие конструкции, и рассчитан всего на четырех или пяти человек, при этом обладая довольно хорошей вместительностью (иногда даже не уступает двухосным вариантам). Имеет меньшую массу по сравнению с двухосными конструкциями, что позволяет сократить расход топлива у тягача. Габариты прицепа меньше, чем у двухосных автодомов, что упрощает вождение. Однако в качестве тягача для такого автодома больше всего подойдет полноприводный внедорожник. Стоимость данного типа автодомов дешевле двухосных, за счет своей упрощенной конструкции, что также является неоспоримым плюсом при выборе автодома покупателем. На одноосные прицепы можно устанавливать конструкции автодомов разных размеров и, имеющих разное оснащение, но до определенной массы и габаритов, установленных заводом изготовителем прицепа, это же правило касается и двухосных.



Рисунок 3.3. Малогабаритный трейлер

На иллюстрации выше представлен самый распространенный одноосный трейлер, который зарекомендовал себя по всему миру ввиду простой и надежной конструкции, габаритных размеров, а также невысокой стоимости среди своего класса. Многие люди покупают такие автодома с вторичного рынка и это тоже своего рода знак качества.

2.2.3 Прицеп-палатка



Рисунок 3.4. Прицеп палатка

Это самый маневренный и недорогой тип жилых прицепов. Несмотря на небольшие размеры, прицеп-палатка делает отдых путешественника комфортным. Прицеп-палатку можно транспортировать небольшими легковыми машинами. Для управления автомобилем с прицепом-палаткой достаточно прав категории В. Современные прицепы-палатки оснащены специальным механизмом, который позволяет открыть её за несколько минут. Благодаря складному механизму палатка занимает относительно немного места и её легко хранить. Устанавливается также на одноосный прицеп и имеет небольшую массу, по сравнению с прицепами автодомами,

что делает его привлекательным для неискушенных любителей отдохнуть на природе. Отрицательным качеством данной конструкции является отсутствие в ней удобств характерных для автодомов, таких как санузел, установленные спальные места в виде кроватей или диванов, а также прочего мебельного оборудования, обогревателей, баллонов с водой и газом, проведенной электрики. Все это в совокупности не дает тех удобств как у автодомов. Еще одна отрицательная сторона таких прицепов - палаток это то, что спрос на них минимален по причине того, что путешествующему человеку можно купить обычную палатку для кемпинга. Разница в цене большая, а функционал такой же, как и у прицепа-палатки.



Рисунок 3.5.Прицеп палатка в разобрано виде

На основе вышеперечисленных положительных и отрицательных сторон прицепов – палаток, можно сделать вывод, что спрос на такие конструкции автодомов будет минимален. На данный момент развитие этого сегмента прицепов очень мало и вряд ли вырастет в будущем.

2.2.4 Внедорожные автодома повышенной проходимости



Рисунок 3.6. Внедорожный автодом на преодолении препятствия

По своей сути, это тот же автодом на колесах. Только внедорожный, в чем и заключается его преимущество перед другими прицепами автодомами. Имея повышенную проходимость и конструктивные особенности, этот прицеп обладает большим потенциалом для путешественников, в отличие от обычных прицепов. Такой автодом можно использовать в условиях бездорожья. Внедорожный прицеп позволяет забраться дальше, чем в привычные для большинства туристов места. Приезжая на подобные точки, там обычно находится большое количество людей. Это не всегда приятно путешественникам, поскольку люди бывают разными. Конструкция самого внедорожного кемпера имеет несколько ключевых отличий:

- Усиленная рама, необходимая для прочности и надежности прицепа

- Усиленная подвеска, на которую ложиться большая нагрузка и стандартные прицепные подвески не справятся с подобными условиями эксплуатации
- Специальные колеса. Они рассчитаны на возможность проехать грязь, болото, камни и прочие элементы бездорожья



Рисунок 3.7. Одноосный внедорожный автодом

Однако, для совершения поездок вглубь необходим подходящий внедорожный автомобиль, имеющий высокий клиренс и хороший запас мощности. Обычный городской легковой автомобиль для этого не подойдет. Есть и ряд недостатков внедорожных прицепов автодомов, такие как повышенный расход топлива, вследствие установки специальных колес, больших размеров. Подобные решения дорогие, в сравнении с обычными автоприцепами. Но положительные моменты перекрывают недостатки этого типа автодомов, ведь их высокая проходимость важна, учитывая условия бездорожья в нашей стране.

2.2.5 Прицеп-капля (teardrop)



Рисунок 3.8. Прицеп-капля

Вариант одноосного прицепа, имеющий характерную форму, отличающую его от других прицепов. Задумка прицепа-капли появилась уже в 30ых годах прошлого столетия в США, тогда многие люди лишились своих домов, работы, имущества. За неимением вышеперечисленного людям приходилось выдумывать решения, где им прожить, таким образом и появились первые образцы так называемых дропов, которые зачастую могли быть собраны из подручного мусора. По прошествии тех трудных времен, жизнь прицепов-капель не угасла, а нашла свое место в туризме и путешествиях. Хотя сам по себе такой тип так и не приобрел большой популярности, он пользуется спросом у путешественников разных стран, в том числе и в России. Чаще всего он рассчитан на двух человек, но есть

модификации, которые позволяют находиться в нем большему количеству человек, например детям.

Без сомнения, у данной конструкции есть ряд положительных качеств, так и отрицательных. Прицепы-капли, в основном, обладают не большими габаритными размерами, по сравнению с другими одноосными конструкциями прицепов автодомов и не позволяют разместиться человеку в полный рост, однако вполне удобны как спальное помещение, оборудованное кроватными местами и другими удобствами. Масса прицепа, достаточно мала, чтобы перевозить его с помощью обычного легкового автомобиля.

Дропы, капли или слезники начали активно выпускать в США еще в 30-х годах прошлого века. Тогда многие люди лишились своих домов, работы, имущества. Приходилось искать любые решения, чтобы выжить. И так появились первые образцы дропов, которые собирали буквально из мусора и подручных средств.[17]

Постепенно жизнь налаживалась, а капли начали уже использовать как туристические прицепы. Что собой представляет Teardrop Classic, то есть стандартный прицеп-капля:

- Это обычная рама легкового прицепа с 1 или 2 осями
- На раме располагается основная конструкция, состоящая из пола, боковых стенок и крыши
- Свое название «слеза» получила за счет характерной формы кузова. Это обусловлено обтекаемостью и аэродинамикой конструкции. При ее перевозке на машине возникает минимальное сопротивление встречным потокам воздуха
- Внутри находится основная капсула, которая предназначена для спального места. Стандартные дропы рассчитаны на 2 человек. Но есть

усовершенствованные современные модели, где жилой отсек позволяет разместить больше людей

- Дополнительно в зоне отдыха устанавливают полочки и шкафчики, куда можно раскладывать вещи и необходимые предметы быта
- На дышле устанавливается дополнительный отсек, который используют в качестве кухни.

В среднем вес таких прицепов автодомов располагается в районе от 400 до 750 кг. При этом есть определенные требования к автомобилю, перевозящему данный прицеп-каплю, а именно: масса автомобиля должна превышать 1000 кг и иметь объем двигателя не менее 1.5 л.

Плюсы использования трейлеров или автодомов:

- Относительно не дорогая стоимость трейлеров(за исключением трейлеров премиум сегмента). Данная положительная характеристика, за редким исключением относится и к автодомам, так как по большей части в этом сегменте довольно дорогие экземпляры
- Возможность проживания (постоянно) в кемпинге или на парковке
- Мобильность автодома или трейлера, вариативность путешествия
- Возможность проживания автономно (относится к автодомам с большой вместительностью)
- Комфортные условия (столовая группа, душ, туалет, спальные места)

Отрицательные стороны использования:

- Ограниченная маневренность
- Отдельная плата за трейлер при движении платным дорогам.
- Парусность во время движения
- Габариты, превышающие размеры машины затрудняют парковку

- Низкий уровень развития придорожной инфраструктуры, нехватка мест размещения (мини отелей, кемпингов, мотелей, отелей, организованных мест отдыха, стоянок)
- Отсутствие авторизованных сервисных станций для автодомов и караванов

Следует принять во внимание тот факт, что в зависимости от конструктивных особенностей прицепного автодома или же интегрированного, могут меняться его отрицательные и положительные качества. Например, увеличение объема внутреннего помещения автодома, повлияет на общие габариты, а также на сопротивление воздуха при движении на высоких скоростях.

Из всех конструкции прицепных автодомов именно прицеп капля является некой «золотой серединой». Конечно, он может и не иметь тех удобств, что имеют его старшие собратья по классу, но он обладает определенной универсальностью и удобством в использовании, а также простотой в исполнении. Кроме выше перечисленного к данной конструкции можно добавить и то, что она имеет низкую стоимость по сравнению с другими. Именно по этим причинам мною было принято взять за основу конструкцию автодома типа «прицеп-капля» и модернизировать ее.

3. Разработка модели автодома в трехмерном формате

За основу будущего автодома были взяты конструкции типа «прицеп капля». Для сборки необходима передвижная платформа, а точнее прицеп, например прицепы, выпускаемые на производстве «МЗСА». Модель прицепа берется одноосной, чтобы обеспечить меньший вес всей конструкции, кроме того одной оси данному типу автодома вполне достаточно. Прицеп рассчитан на нагрузку с максимальным весом в 750 кг. В конструкцию подвески входят две рессоры, состоящие из четырех листов и два гидравлических амортизатора. С заводского прицепа снимается кузовная часть, после чего на освободившуюся раму крепится рейка из дерева, а уже на нее накладывается лист фанеры. После чего изготавливаются стенки будущего фургона из той же фанеры и реек. Стенки прицепа с внешней стороны отделываются листовым алюминием. Затем устанавливаются дверь, лючки и форточки. При установке используются дверные петли, а также стяжные для крепления задней, выдвижной части. На прицеп устанавливаются габаритные огни, сигналы указателя поворота, платформа для крепления номерного знака. Готовый прицеп покрывается лакокрасочным покрытием, во избежание разрушения от внешних факторов среды. Для того чтобы предотвратить веерообразный выброс гравия колесами, в процессе движения устанавливают боковые крылья



Рисунок 4.1. Прицеп в разобранном виде (вид спереди сбоку)

Данная конструкция предполагает низкое лобовое сопротивление, а также больший объем по сравнению с другими образцами в этом сегменте. Она отличается от стандартного прицепа-капли прямой крышей. В данном проекте проведена модернизация этой конструкции, которое позволяет увеличить внутреннее пространство, когда автодом находится в стационарном положении, что, несомненно, является большим плюсом ведь внутренний объем важен для тех людей, кто увлекается автокемпингом. При этом, в перевозном положении автодом имеет меньшие габариты, чем в стационарном. Несмотря на небольшой вес этого автодома, перевозить его желательно на автомобилях имеющих привод на все четыре колеса и хороший запас мощности. Водителю перед приобретением данного прицепа следует ознакомиться с журналом, в котором выписаны технические характеристики автомобиля, находящегося во владении данного человека. Там будет подробно описано о том, прицепы какой массы можно перевозить

данным автомобилем и должны ли они иметь встроенные тормоза.



Рисунок 4.2. Прицеп в разобранном виде (вид сзади сбоку)

Часть, которая подверглась изменению это выдвигной модуль, как видно на иллюстрации сверху. Данная часть изготавливается из той же фанеры и реек и отделяется алюминием, покрывается лакокрасочным покрытием. Все крепежи фиксируются на саморезах, болтах и клепках. Для того чтобы выдвигная часть легко передвигалась в обе стороны, на нее установлены по шесть роликовых колес, которые передвигаются по полозьям, обеспечивающим фиксированное движение роликовых колес вперед и в обратную сторону. Имеется предельная длина, на которую можно раздвинуть автодом. Чтобы данный модуль полностью не выдвигался из корпуса прицепа, на полозьях установлены ограничители, которые притормаживают ролики до их полной остановки. Так как нижняя платформа (пол) автодома располагается ниже, чем платформа выдвигного модуля предусмотрен специальный фанерный лист, который выравнивает уровни модуля и автодома. Выдвигная часть автодома, находясь в полностью раскрытом состоянии, должна иметь поддерживающие её элементы, упирающиеся в землю. Для этого предусмотрены раздвижные подставные

упоры, которые регулируются в зависимости от рельефа местности, тем не менее, имеющие ограничения по размерам. Крепятся данные упоры на резьбовых фиксаторах и имеют отверстия для удлинения. Для того чтобы раздвижной модуль во время движения автомобиля с прицепом, по причине инерции не смог самопроизвольно выдвинуться, на задней двери установлены замок с рукояткой и два стяжных замка. В целом конструкция предполагает изменение ее дизайна и внутреннего обустройства (например, кухонный отсек, дополнительных форточек, спальных мест).



Рисунок 4.3. Прицеп в разрезе

Внутреннее пространство выполненного автодома можно заполнить по вкусу фурнитурой и дополнительными удобствами, по желанию заказчика

4 Общий процесс сборки прицепа-капли на базе прицепа (МЗСА)

Высокая стоимость готовой конструкции является веским основанием для изготовления своими руками дома на колёсах из прицепа. Для работы, кроме самого прицепа с достаточно прочным шасси, следует подготовить столярные инструменты, деревянные бруски, рейки, доски, фанеру, крепёж, фурнитуру, металлопрофиль. Работы выполняют в следующей последовательности:

- осматривается прицеп, проверяется его состояние, выполняется антикоррозионная обработка;
- из досок изготавливается рама, из реек – каркас;
- монтируется теплоизоляция. Для улучшения эксплуатационных характеристик утеплитель можно уложить в два слоя;
- пол обшивается фанерой;
- монтируется обрешётка кровли, к которой затем прикручивается фанера;
- в задней стенке устанавливается окно;
- оформляется дверной проём;
- монтируется мебель.

За основу будущего автодома берут базу прицепа (МЗСА). Собирается каркас пола с утеплителем внутри и обшивкой из фанеры. Базу прицепа можно также использовать и двухосную, но тем самым вырастет вес прицепа, что негативно скажется на динамике автомобиля, буксирующего автодом.[3]



Рисунок 5.1.

1. Разрезаются и крепятся к основанию боковые стенки будущего фургона. Все отверстия под двери и окна, а также для облегчения каркаса должны быть вырезаны заранее. Раму также можно использовать сварную, для усиления конструкции, как показано на рисунке ниже



Рисунок 5.2.



Рисунок 5.3.

2. Из мебельного щита собираются полки и устанавливаются на основание. Эти же полки будут выполнять функции передней и задней стенок фургона.[3]



Рисунок 5.4.

3. По форме фургона над полками с обеих сторон изгибается фанерный лист, поверх закрепляется силовой каркас из бруса. Одна сторона делается подъемной, открывая доступ к кухне. Все фанерные изделия тщательно шлифуются для дальнейшей покраски и лакировки. При сборке можно использовать кухонный отсек по своему усмотрению. Установить шкафчики, раковину, бак с водой и компрессор, кухонный гарнитур. Отделения не имеют много места, но базовые кухонные элементы вполне смогут быть установлены.



Рисунок 5.5.

4. Вырезается верхний люк и окно в крыше. Весь каркас утепляется, укладывается проводка



Рисунок 5.6.



Рисунок 5.7.

5. Поверх все заклеивается листами шпона. Когда вырезаны дверные и оконные проемы, можно приступить к внешней покраске и лакировке.



Рисунок 5.8.



Рисунок 5.9.

6. Устанавливаются двери, верхний люк и приточно-вытяжная вентиляция. Закрепляются вся фурнитура, габаритные огни и крылья колес. Процесс сборки окончен.[3]



Рисунок 5.10.



Рисунок 5.11.

5 Безопасность жизнедеятельности

В работе рассматривается прицеп-автодом и его объемная модернизация. В процессе сборки задействованы материалы: металлическое основание прицепа, березовая фанера, алюминиевые листы, резиновые уплотнители, пенопласт, и лакокрасочное покрытие. А также для соединения конструкций: саморезы, болты, гайки, шайбы, гравера, клепки.



Рисунок 6.1 Трехмерная модель модернизируемого прицепа - автодома

Спроектированный прицеп автодом обязан отвечать следующим требованиям:

- 1) Безопасность в процессе его перевозки автомобилем
- 2) Надежность всех узлов и агрегатов, а также креплений
- 3) Долговечность в эксплуатации
- 4) Выполнение всех заложенных функций
- 5) Безопасность других участников дорожного движения

Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при сборке автодомов-прицепов рассматриваемого типа.

Механические травмы

Источниками механических травм на производстве, специализирующемся на изготовлении прицепных автодомов, являются:

а) травмы при работе с такими инструментами как: перфораторная дрель, шлифовальная машина, электролобзик, угловая шлифовальная машина, шуруповерт. Исключить травмы возможно при соблюдении техники безопасности, используя рабочую одежду, защитный кожух на инструментах, а также хорошей освещенности рабочего места.

б) травмы связанные с падением тяжелых деталей конструкции. Исключить такие травмы полностью невозможно, можно лишь снизить вероятность, путем работы только с одним узлом, на освобожденном от лишних деталей и предметов рабочем месте. Готовые конструкции складывать в зафиксированном положении вдали от рабочего места.

в) травмы при контакте глаз и рук с электрической сваркой. Возможность травмирования при работе со сваркой значительно снижается при использовании защитной маски с тонированным остеклением, специальной защитной одежды и перчаток для работы со сваркой.

г) отрицательное воздействие высокоинтенсивного звука на органы слуха (максимальный безопасный уровень продолжительного шума не более 60 Дб). Во избежание травмирования слуховых органов следует использовать защитные наушники или беруши. Источники шума: Перфораторная дрель, шуруповерт, шлифовальная машина, электролобзик, угловая шлифовальная машина.

д.) при изготовлении автодома используется легковоспламеняющиеся, токсичные лакокрасочные покрытия, ими покрываются внешние части корпуса. Для того, чтобы обеспечить защиту кожи, а также слизистых оболочек и глаз, необходимо при проведении окрасочных работ в закрытых помещениях обустроить вентиляцию воздуха и использовать резиновые перчатки, защитные очки, костюм и респираторные устройства.

Воздействие опасных факторов на рабочих.

Источники механических травм вызывают у человека поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия. Повышенный шум вызывает у человека головные боли, усталость, постепенную потерю слуха. Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, падению качества выполняемых работ и повышенной утомляемости. Воздействие электрического тока на организм человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови.

Мероприятия по созданию безопасных условий труда

Проведение инструктажа по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной охраны для рабочего персонала является основной целью охраны труда.

Существует несколько типов инструктажей. Необходимо провести вводный инструктаж, который в надлежащем порядке обязан пройти весь рабочий персонал на предприятии.

Чтобы обеспечить оптимальную работоспособность и сохранение здоровья рабочих на производстве, во время рабочей смены нужно устанавливать перерывы по регламенту. Для сотрудников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует принять регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после перерыва на обед, продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый рабочий час.

Планировочные мероприятия

К планировочным мероприятиям относится рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:

а) беспрепятственный доступ рабочего к месту его работы, а также к необходимым инструментам и заготовкам для обработки.

б) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости

в) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте).

Выводы: В разделе «Безопасность жизнедеятельности» мною были рассмотрены производственные факторы, среди которых есть опасные и вредные, а также рассмотрены вопросы их воздействия на организм человека. Кроме того, раздел включает в себя ряд мероприятий по снижению и полному предотвращению этих факторов на рабочем месте.

6 Экономическая эффективность проекта

Для того чтобы открыть производство, приведенных в данном дипломном проекте автодомов, необходимо учитывать множество факторов. Руководствоваться следует правилом: на входе вкладывать минимум, на выходе получать максимум. Но это только слова. А как же рассчитать эффективность проекта на деле? Для начала потребуется покупка либо же аренда производственного помещения, которое имеет необходимую базу для проведения сборочных и покрасочных работ. Туда обязательно должны входить: система вентиляции или вытяжка, ровный и нескользкий пол, места для работы, хорошее искусственное освещение, туалеты и умывальники, средства пожаротушения, проведенное электричество и вода. После того как помещение будет куплено или арендовано, следует оснастить его техническим оборудованием и инструментами для выполнения работ. Следующим этапом идет найм специалистов. Именно они будут осуществлять сборку прицепа автодома. Далее необходимо будет найти заказчиков и закупить материалы для производства. Что входит в список материалов? Это, прежде всего основа будущего автодома, а именно прицеп. Прицепы фирмы МЗСА как нельзя лучше подходят для этого. Далее идет закупка расходных материалов таких как: фанерные листы, саморезы, сверла, болты, гайки, листы алюминия, шлифовальная бумага, краски и эмали и так далее.

А теперь к формулам. Для оценки успешности коммерческого проекта требуется количественный параметр. Общая формула расчета эффективности следующая:

$$(1) \quad \text{Э} = \text{РД} / \text{З} \quad (1), \quad \text{где РД} - \text{результат деятельности, З} - \text{затраты}$$

Прибыльный проект не должен иметь индекс менее 1. [21]

Первоначальные затраты на закупку материалов, в которые входит и сам прицеп, обойдутся: $Z \approx 80000$ руб. За выполнение одного заказа рабочий получает 20000 руб. На начальном этапе производства рабочих будет двое. Следовательно $Z \approx 120000$ руб. На выходе произведенный автодом будет иметь стоимость в 300000 руб, так как рыночная стоимость этого сегмента автодомов располагается в диапазоне от 100000 до 500000 руб. Согласно расчетам эффективность проекта будет иметь индекс 2,5.

Также необходимо провести расчет валовой прибыли предприятия. Именно она показывает результативность деятельности. Нерентабельный бизнес не дает прибыли. $ВП = РД - З$ (2), где ВП – валовая прибыль, РД – результат деятельности, полученный доход, З – затраты, себестоимость. В результате получаем $ВП \approx 180000$. Часть этих средств пойдет на закупку расходных материалов.

Далее идет расчет КПД предприятия, а точнее коэффициент рентабельности проекта. Формула коэффициента эффективности следующая: $КЭ = ВП / З \times 100 \%$ (3), где: КЭ – коэффициент эффективности (рентабельности), ВП – валовая прибыль, З – затраты. В результате получаем коэффициент равный 150%. Надо учитывать, что это общие расчеты, при углубленном рассмотрении нюансов данного проекта, следует рассматривать траты на электроэнергию, воду, ремонтные работы на предприятии.

7 Тяговый расчет автомобиля ВАЗ 2121 «Нива» с учетом сцепленного с ним прицепа-автодома

7.1 Исходные данные

Нива 4x4 5 дверная

Тип автомобиля – полноприводный легковой автомобиль 2 класса

Колесная формула – 4x4

Количество человек – $n = 5$ (чел.)

Длина = 3720 мм.

Ширина (B_r) = 1680 мм.

Высота (H_r) = 1640 мм.

Колесная база автомобиля (L)= 2450 мм.

Расстояние от центра тяжести до передней оси (l_1)= 1950мм

Длина прицепа=2850 мм.

Ширина (B_p)=1650 мм.

Высота (H_p)= 1620 мм.

Масса в снаряженном состоянии – $m_0 = 1350$ кг.

Масса прицепа – $m_p=500$ кг.

Шины : 175/80 R 16

Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля - $C_x = 0.56$

Коэффициент аэродинамического сопротивления прицепа – $C_{x2} = 0.40$

Коэффициент сопротивления качению - $f_0 = 0.012$

Коэффициент преодолеваемого уклона - $\alpha_{max} = 0.28$

Максимальная скорость автомобиля (без прицепа) - $V_{max} = 135$ км/ч (37,5 м/с)

Максимальная скорость автомобиля (с при

Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e max} = 630$ рад/с (6016 об/мин)

КПД трансмиссии – $\eta_{тр} = 0.92$

Число передач – 5

7.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И МОМЕНТА ДВИГАТЕЛЯ

7.2.1 Определение полной массы автопоезда.

$$M_a = M_0 + M_{ч} * (n) + M_б + M_p \quad (1)$$

M_0 – снаряженная масса автомобиля

$M_{ч}$ – масса одного человека (75кг.)

$M_б$ – масса багажа на одного человека (10 кг.)

M_p – общая масса прицепа (500кг)

n – количество пассажиров, включая водителя

$M_a = 1350 + 75 * 5 + 50 + 500 = 2275$ кг – масса автомобиля с прицепом

$M = 1350 + 75 * 5 + 50 = 1775$ кг – полная масса автомобиля

7.2.2 Определение статистического радиуса колеса.

$$r_{ст} = 0.5 * d + \lambda_z * H \quad (2)$$

$d = 16$ – посадочный диаметр, дюймы (= 0.406 м)

$\lambda_z = 0.86$ – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин

$H/V = 80$ – соотношение высоты профиля шины к ее ширине, %

$V = 0.1 = 0.175$ – ширина профиля шины, м

$H = 80 * 0.175 = 0.14$ – высота профиля шины, м

$$r_{ст} = 0.5 * 0.406 + 0.86 * 0.14 = 0.3236 \text{ м}$$

$$r_{ст} \approx r_d \approx r_k = 0.3236 \text{ м}$$

r_k – радиус качения шины

7.2.3 Определение коэффициента обтекаемости.

$$k = \frac{C_x \times \rho}{2} + \frac{C_{x2} \times \rho}{2} \quad (3)$$

C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях

$$k = \frac{0.56 \times 1.293}{2} + \frac{0.40 \times 1.293}{2} = 0.621$$

7.2.4 Расчет лобовой площади автомобиля.

$$F = 0.8 * B_r * H_r \quad (4)$$

$$F = 0.8 * 1.68 * 1.64 = 2,204 \text{ м}^2$$

7.2.5 Расчет коэффициента сопротивления качению при малой скорости.

$$f = f_0 * \left(1 + \frac{v^2}{2000}\right),$$

(5)

$$f = 0.012 * \left(1 + \frac{38,89^2}{2000}\right) = 0.0204$$

7.2.6 Определение внешней скоростной характеристики двигателя.

Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} (G_a \times \psi_v \times V_{max} + \frac{C_x}{2} \times \rho \times F \times V_{max}^3)$$

(6)

ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей коэффициент суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэффициенту качения при максимальной скорости.

$$\psi_v = f = 0.0204$$

$G_a = m_a * g$ – полный вес автомобиля, Н

$\rho = 1.293$ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм.рт.ст.)

$$N_v = \frac{1}{0.92} \times (1775 \times 9.81 \times 0.0204 \times 37.5 + 0.375 \times 2,204 \times 37.5^3) =$$

$$= 61854 \text{ Вт} \approx 61,9 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность двигателя в зависимости от его типа:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}$$

(7)

$a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты для карбюраторного двигателя.

$\lambda = \omega_v / \omega_N$ – отношение частот вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности.

Принимаем $\lambda = 1.11$

$$\text{Тогда, } \omega_N = \frac{\omega_v}{\lambda} = \frac{630}{1.11} = 568 \text{ рад/с}$$

$$N_{\max} = \frac{61854}{1 \cdot 1.11 + 1 \cdot 1.11^2 - 1 \cdot 1.11^3} = 63767 \text{ Вт} \approx 63,77 \text{ кВт}$$

Эффективная мощность двигателя:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[a \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right) + b \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \times \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]$$

(8)

ω_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя, кВт

Эффективный момент двигателя:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}$$

(9)

Принимаем минимальную частоту вращения коленчатого вала:

$$\omega_{\min} = 100 \text{ рад/с}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 1.

Таблица 1- Расчетные данные эффективной мощности и момента двигателя

ω_e , рад/с	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
N_e , кВт	12,50	20,66	28,37	36,03	43,68	49,74	55,48	60,58	63,13	63,76	62,49
M_e , Нм	125	135,0 3	137,7 2	139,1 1	140	136,2 7	132,7 3	128,6 2	120,4 8	110,5	99,19

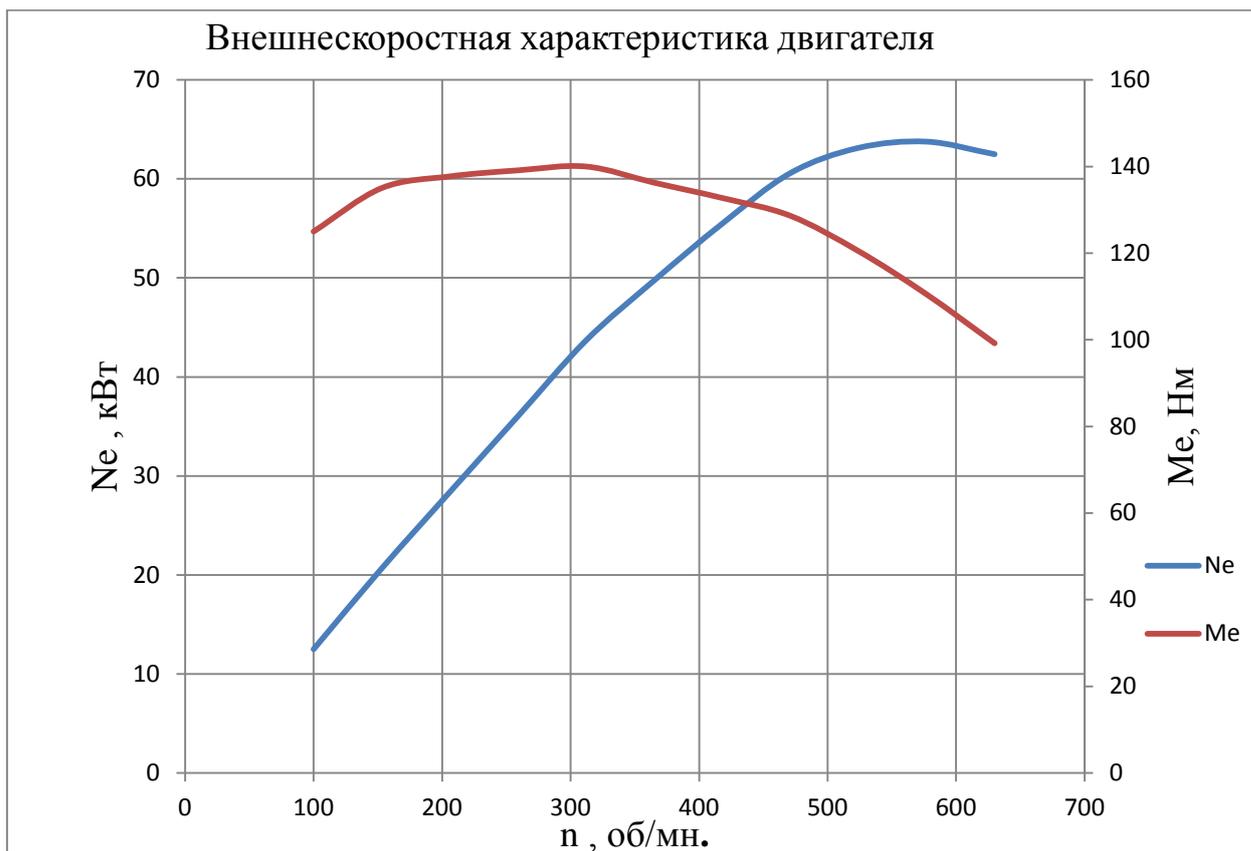


Рис. 1

7.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ

7.3.1 Определение передаточного числа главной передачи.

Передаточное число главной передачи U_0 определяется исходя из максимальной скорости автомобиля.

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}}$$

(10)

ω_{\max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала двигателя.

U_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля.

$$U_0 = \frac{0,3236}{0,82} \times \frac{630}{37,5} = 6.6$$

7.3.2 Определение передаточных чисел коробки передач.

Для обеспечения возможности движения автомобиля при заданном максимальном дорожном сопротивлении тяговая на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d , т.е.

$$U_1 \geq \frac{G_a \times \psi_{\max} \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{тр} \times U_0}$$

(11)

M_{\max} – максимальный эффективный момент двигателя, Нм

$\psi_{\max} = (\varphi G_a l_1) / (L(G_a + G_{пр})) = 0.497$ – максимальный коэффициент сопротивления дороги, которое может быть преодолено автомобилем с прицепом

$$U_1 \geq \frac{17412 \times 0.497 \times 0.3236}{131 \times 0.92 \times 6.6} \geq 1.76$$

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

$$U_1 \leq \frac{G_{сц} \times \varphi \times r_k}{M_{\max} \times \eta_{тр} \times U_0}$$

(12)

$G_{сц} = m_1 * G = 0.9 * 17412 = 15670$ Н – сцепной вес автомобиля;

$\varphi = 0.8$ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой (сухое асфальтовое шоссе в хорошем состоянии).

$$U_1 \leq \frac{14435 \times 0.8 \times 0.3236}{131 \times 0.92 \times 6.6} \leq 4.05$$

Принимаем $U_1 = 3.67$ и определим передаточные числа остальных передач

$$U_{II} = 2.10 \quad (14)$$

$$U_{III} = 1.36 \quad (15)$$

$$U_{IV} = 1 \quad (16)$$

$$U_V = 0.82 \quad (17)$$

$$U_{zx} = 1.3 * U_I = 1.3 * 4.1 = 5.33 \quad (18)$$

В соответствии с принятыми числами произведем расчет скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_0 \times U_k}$$

(19)

Результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2- Значение скоростей на разных передачах

n, об/мин	Скорость на передаче, м/с				
	I	II	III	IV	V
955	1,19	2,41	3,43	4,76	5,95
1461	1,82	3,69	5,25	7,29	9,11
1967	2,45	4,97	7,07	9,81	12,26
2473	3,08	6,24	8,88	12,33	15,42
2979	3,71	7,52	10,7	14,86	18,57
3486	4,35	8,8	12,52	17,38	21,73
3992	4,98	10,08	14,34	19,9	24,88
4498	5,61	11,35	16,16	22,43	28,04
5004	6,24	12,63	17,97	24,95	31,19
5510	6,87	13,91	19,79	27,48	34,35
6016	7,5	15,19	21,61	30	37,5

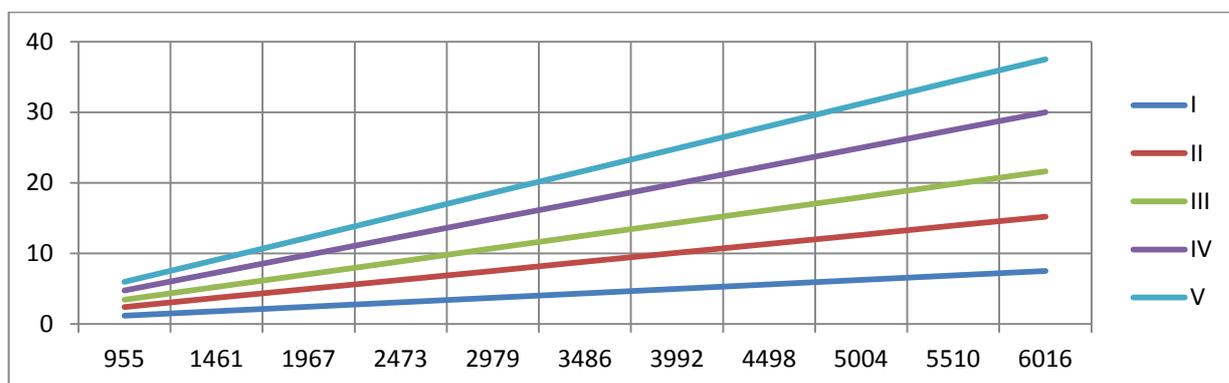


Рис. 2

7.4 АНАЛИЗ ТЯГОВОЙ ДИНАМИКИ

7.4.1 Тяговый баланс автомобиля с прицепом.

Сила тяги на ведущих колесах автомобилей, в зависимости от скорости автомобиля, для каждой передачи:

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k} \quad (20)$$

При движении автомобиль приобретает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$P_B = \frac{1}{2} \times (C_x + C_{x2}) \times \rho \times F \times V^2 \quad (21)$$

Сила сопротивления качению автомобиля с прицепом:

$$P_D = (G_a + G_{пр}) \times \psi, \text{ где } \psi = f \quad (22)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_\Sigma = P_B + P_D \quad (23)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3и 4.

Таблица 3- Расчет тяговых сил и сил сопротивления на 5 передаче

n, об/м ин	Тяговая сила на ведущих колесах на передаче, Н					Сила сопротивления на V передаче, Н		
	I	II	III	IV	V	P _B	P _D	P _Σ
955	8607,94	4925,52	3189,86	2345,49	1923,3	48,43	234,34	282,77
1461	9298,64	5320,75	3445,82	2533,69	2077,63	113,52	238,8	352,32
1967	9483,89	5426,75	3514,46	2584,17	2119,02	205,6	247,7	453,3
2473	9579,61	5481,52	3549,94	2610,25	2140,4	325,25	256,66	581,91
2979	9640,89	5516,59	3572,65	2626,95	2154,10	471,71	270,05	741,76
3479	9384,03	5369,61	3477,46	2556,96	2096,71	645,91	283,44	929,35
3996	9140,26	5230,12	3387,13	2481,9	2042,24	846,74	301,29	1148,03
4498	8857,23	5068,17	3282,24	2413,41	1978,99	1075,49	321,38	1396,87
5004	8296,68	4747,42	3074,52	2260,68	1852,52	1330,71	341,47	1672,18
5510	7609,42	4354,16	2819,84	2073,41	1700,2	1614	366,02	1980,02

6016	6830,57	3908,5	2531,52	1861,49	1526,18	1923,59	392,80	2316,39
------	---------	--------	---------	---------	---------	---------	--------	---------

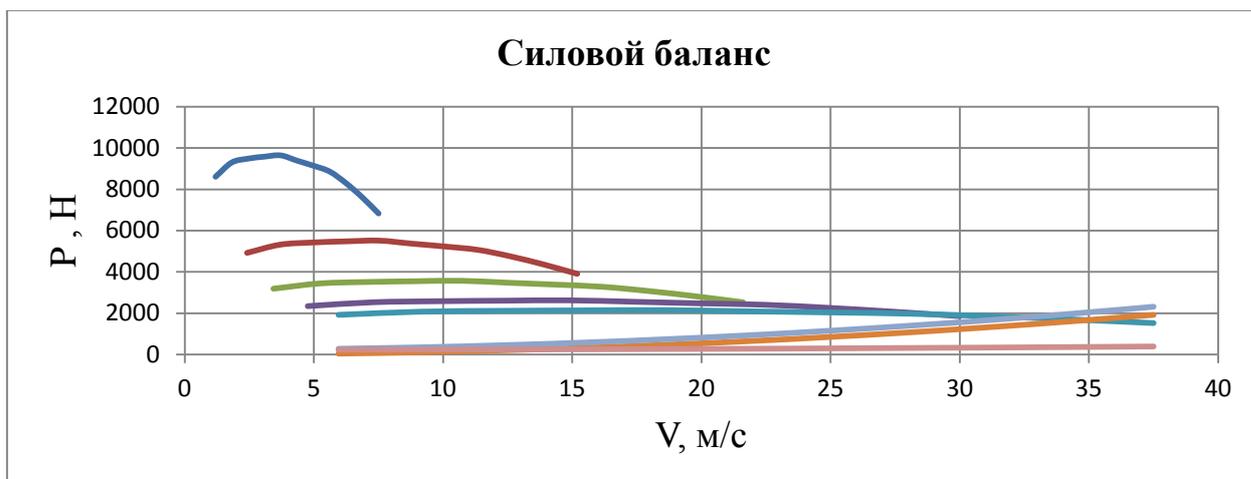


Рис. 3

Таблица 4- Расчет сопротивления воздуха на каждой передаче

I		II		III		IV		V	
V, м/с	P _B								
1,19	1,94	2,41	7,95	3,43	16,09	4,76	30,99	5,95	48,43
1,82	4,53	3,69	18,62	5,25	37,7	7,29	72,69	9,11	113,52
2,45	8,21	4,97	33,79	7,07	68,37	9,81	131,64	12,26	205,6
3,08	12,98	6,24	53,26	8,88	107,86	12,33	207,96	15,42	325,25
3,71	18,83	7,52	77,35	10,7	156,61	14,86	302,06	18,57	471,71
4,35	25,88	8,8	105,93	12,52	214,42	17,38	241,05	21,73	645,91
4,98	33,92	10,08	138,99	14,34	281,29	19,9	413,19	24,88	846,74
5,61	45,05	11,35	176,22	16,16	357,22	22,43	688,19	28,04	1075,49
6,24	53,26	12,63	218,2	17,97	441,72	24,95	851,52	31,19	1330,71
6,87	64,56	13,91	264,67	19,79	535,73	27,48	1032,96	34,35	1614
7,5	76,94	15,19	315,62	21,61	638,79	30	1231,1	37,5	1923,59

7.4.2 Динамические характеристики автомобиля.

Динамическим фактором D автомобиля называют отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля и прицепа:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}$$

(24)

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 5.

Таблица 5- Динамический фактор и коэффициент сопротивления

n, об/м ин	Динамический фактор D на передаче					Коэффициент сопротивления f				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	0,38	0,22	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1461	0,41	0,23	0,15	0,11	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1967	0,42	0,23	0,15	0,11	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2473	0,42	0,23	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2979	0,41	0,23	0,14	0,10	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
3486	0,39	0,21	0,13	0,08	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
3992	0,37	0,2	0,11	0,07	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
4498	0,35	0,18	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
5004	0,31	0,15	0,08	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
5510	0,27	0,12	0,05	0,02	0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
6016	0,22	0,09	0,03	0	-0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04

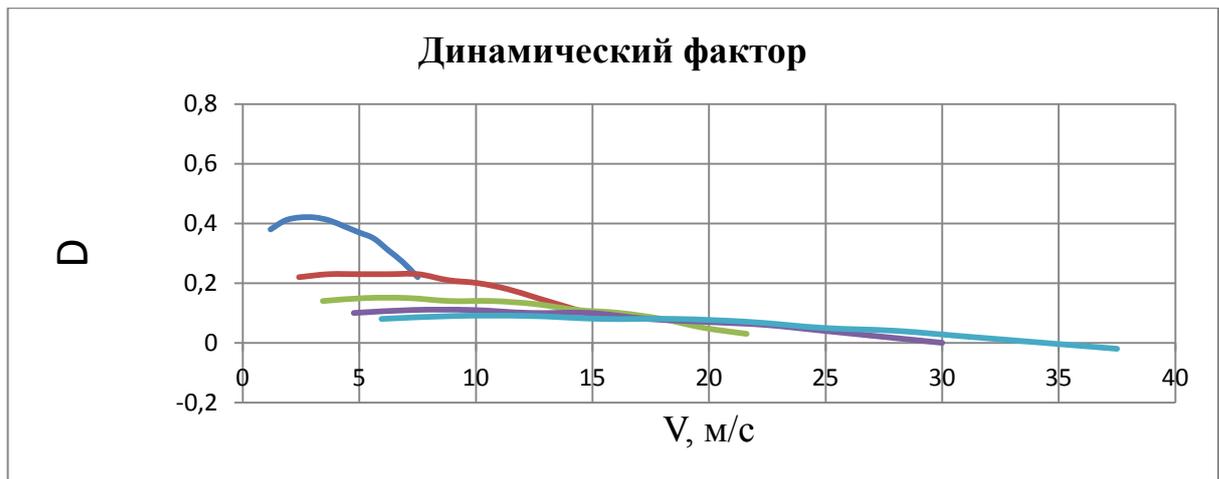


Рис. 4

7.5 Анализ динамики разгона

7.5.1 Разгон автомобиля.

Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес. Ускорение находят:

$$J = \frac{(D-f) \times g}{\delta_{вр}}, \text{ где} \quad (25)$$

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_M \times \eta_{тр} \times U_{тр} + I_k) \times g}{G_a \times r_k^2}, \text{ где} \quad (26)$$

I_M – момент инерции вращающихся деталей двигателя;

$U_{тр} = U_0 * U_k$ – передаточное число трансмиссии;
 (27)

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес.

Если точное значение I_M и I_k неизвестно то, $\sigma_{вр}$ определяют по формуле:

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 * U_k^2); \text{ где} \quad (28)$$

U_k – передаточное число коробки передач на данной передаче

δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0.03 / 0.05$$

(29)

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

I передача - $\delta_{вр} = 1.89$

II передача - $\delta_{вр} = 1.255$

III передача - $\delta_{вр} = 1.15$

IV передача - $\delta_{вр} = 1.10$

V передачи - $\delta_{вр} = 1.084$

Результаты расчетов ускорений и обратных ускорений $1/j$ сведены в таблицу 6.

Таблица 6- Расчет ускорений и обратных ускорений

n, об/ми н	Ускорение на передачи м/с ² :					Величина, обратная ускорению на передаче, с ² /м :				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
955	1,87	1,56	1,02	0,71	0,54	0,53	0,64	0,98	1,41	1,85
1461	2,02	1,64	1,11	0,8	0,63	0,50	0,61	0,9	1,25	1,58
1967	2,08	1,64	1,11	0,8	0,63	0,48	0,61	0,9	1,25	1,58
2473	2,08	1,64	1,02	0,71	0,54	0,48	0,61	0,98	1,41	1,85
2979	2,02	1,64	1,02	0,71	0,54	0,5	0,61	0,98	1,41	1,85
3486	1,92	1,49	0,94	0,53	0,36	0,52	0,67	1,06	1,89	2,78
3992	1,82	1,41	0,77	0,45	0,18	0,55	0,71	1,30	2,22	5,56
4498	1,71	1,25	0,68	0,27	0,09	0,58	0,8	1,47	3,7	11,11
5004	1,51	1,02	0,59	0,1	-0,09	0,66	0,98	1,69	10	- 11,11
5510	1,2	0,78	0,26	-0,1	-0,27	0,83	1,28	3,85	-10	-3,7
6016	1,04	0,55	0	-0,27	-0,54	0,96	1,81	-	-3,7	-1,8

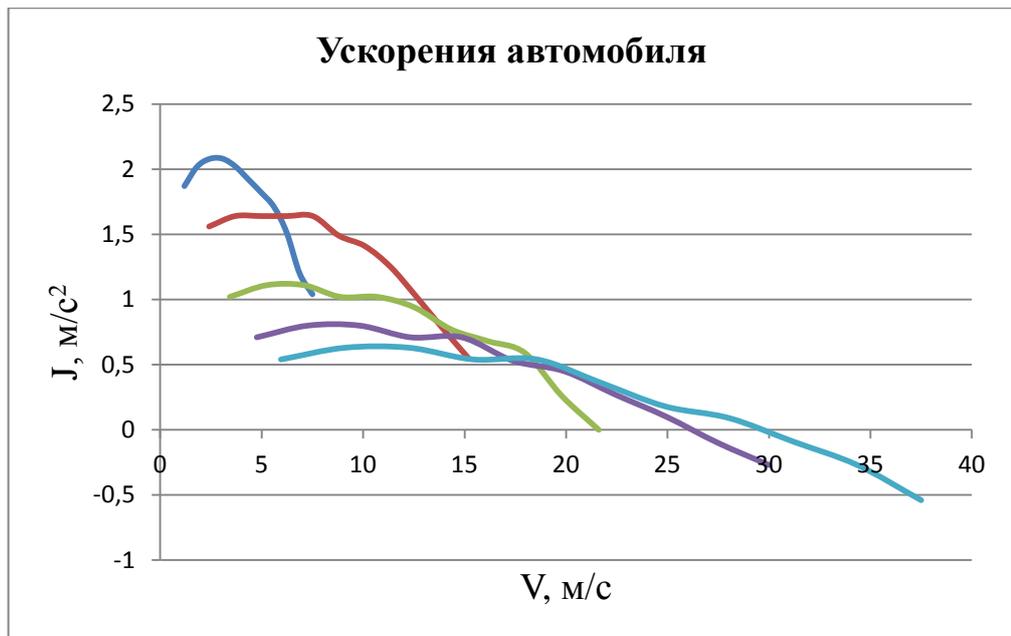


Рис. 5

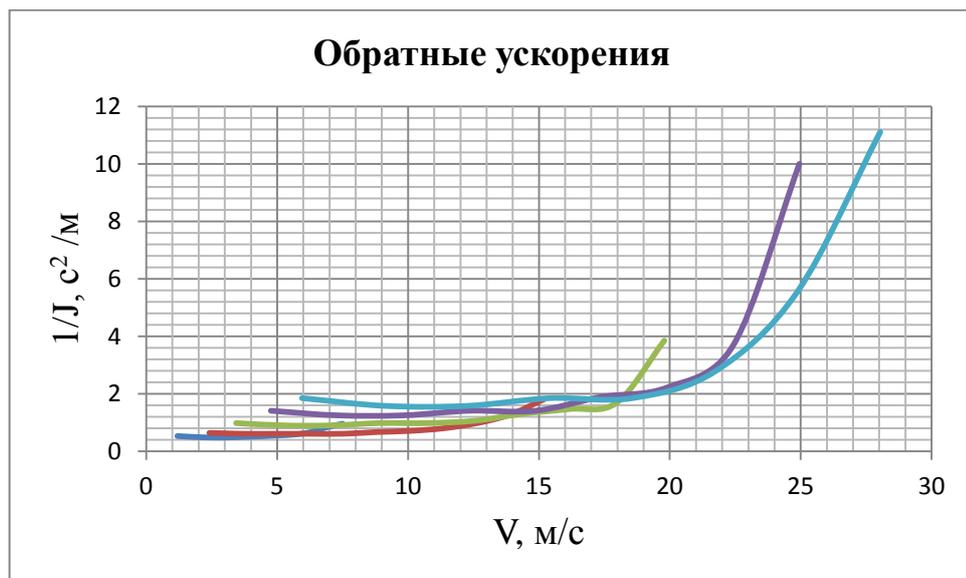


Рис. 6

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$\Delta t = \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{j} \times dV \approx \left(\frac{1}{j_{\text{ср}}} \right) \times (V_2 - V_1)$$

(30)

Результаты расчетов приведены в таблице

Таблица 7 – Динамические показатели разгона автомобиля

V	t	1/J	ΔS	S
0	0	0	0	0
1,5	0,3	0,2	0,23	0,23
6	2,33	0,45	7,61	7,84
10	4,65	0,58	18,56	26,4
14	8,45	0,95	45,6	72
19	16,35	1,58	130,35	202,01
23	27,95	2,9	243,6	445,61
25	37,75	4,9	235,2	680,81
28,3	63,8	8,5	694,23	1375,04

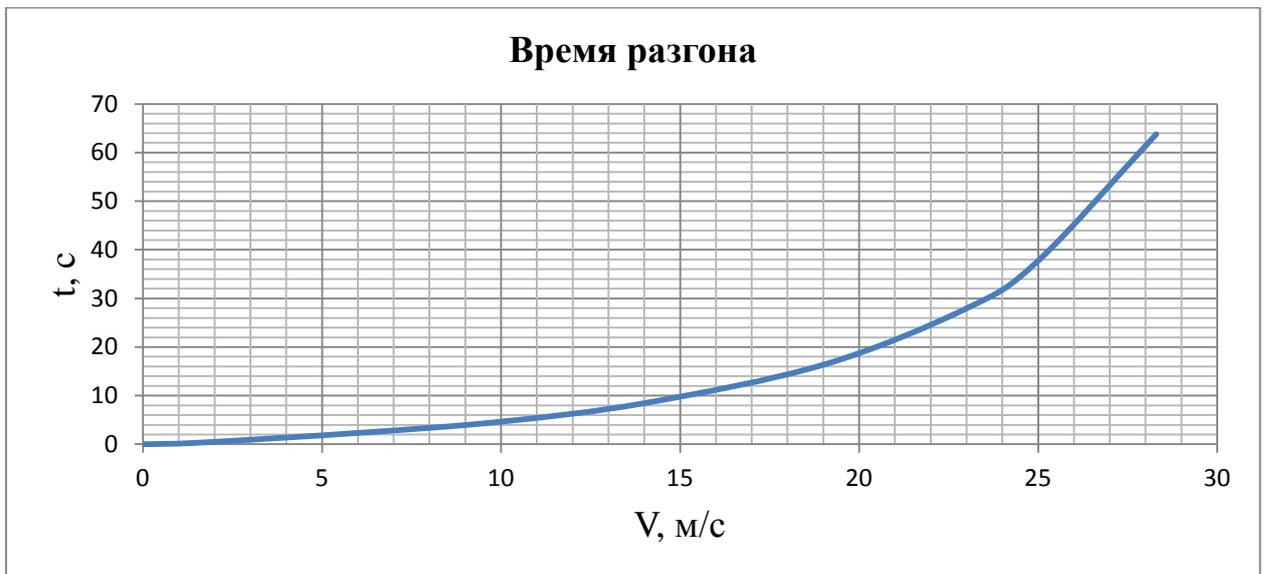


Рис. 7

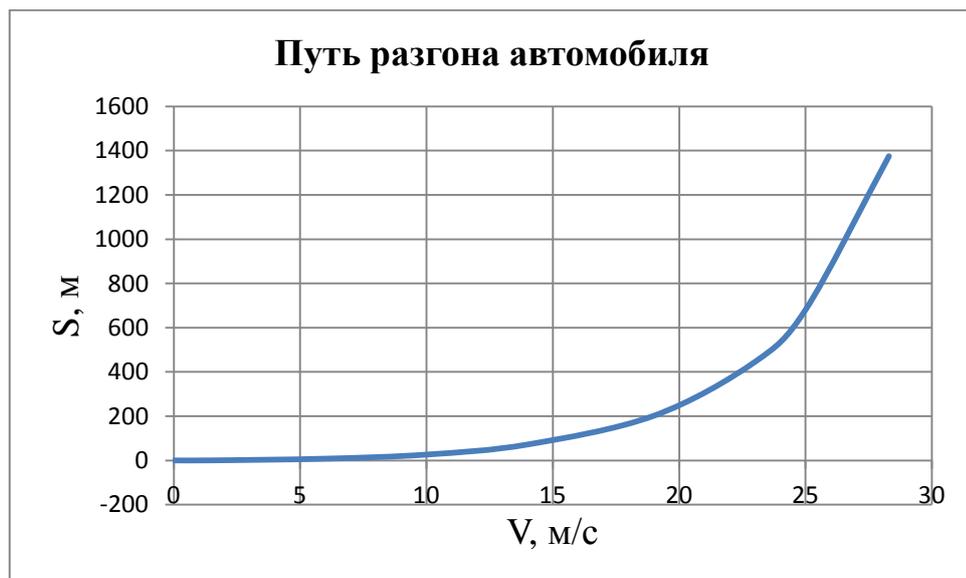


Рис. 8

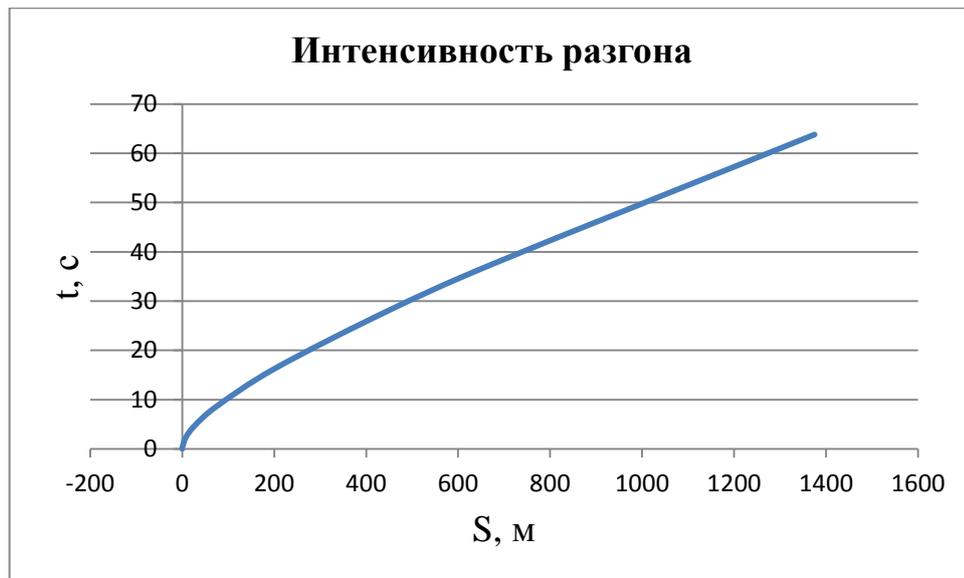


Рис. 9

7.6 Мощностной баланс автомобиля с прицепом.

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, \quad \text{где} \quad (31)$$

$N_T = N_e * \eta_{тр}$ – тяговая мощность, или мощность, подаваемая к ведущим колесам;

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_{п} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качению колес;

$N_{п} = P_{п} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_{в} = P_{в} * V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха;

$N_{и} = P_{и} * V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля;

$N_{д} = P_{д} * V = N_f + N_{п}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Результаты расчетов сводим в таблицу 8.

Таблица 8- Данные мощностного баланса

V max	5,95	9,11	12,26	15,42	18,57	21,73	24,88	28,04	31,19	34,35	37,50
Ne	12,5	20,66	28,37	36,03	43,68	49,74	55,48	60,58	63,13	63,76	62,49
Nt	11,5	19	26,1	33,15	40,19	45,76	51,04	55,73	58,08	58,66	57,49
Nв	0,03	1,03	2,52	5,01	8,06	14,03	21,07	30,16	41,48	55,44	72,13
Nд	1,39	2,18	3,04	3,96	5,01	6,16	7,5	9,01	10,65	12,57	14,73
Nв+Nд	1,42	3,21	5,56	8,97	13,07	20,19	28,57	39,17	52,13	68,01	86,86
(Nв+Nд) /Nt	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24	0,30	0,38	0,47	0,60	0,77	1,00

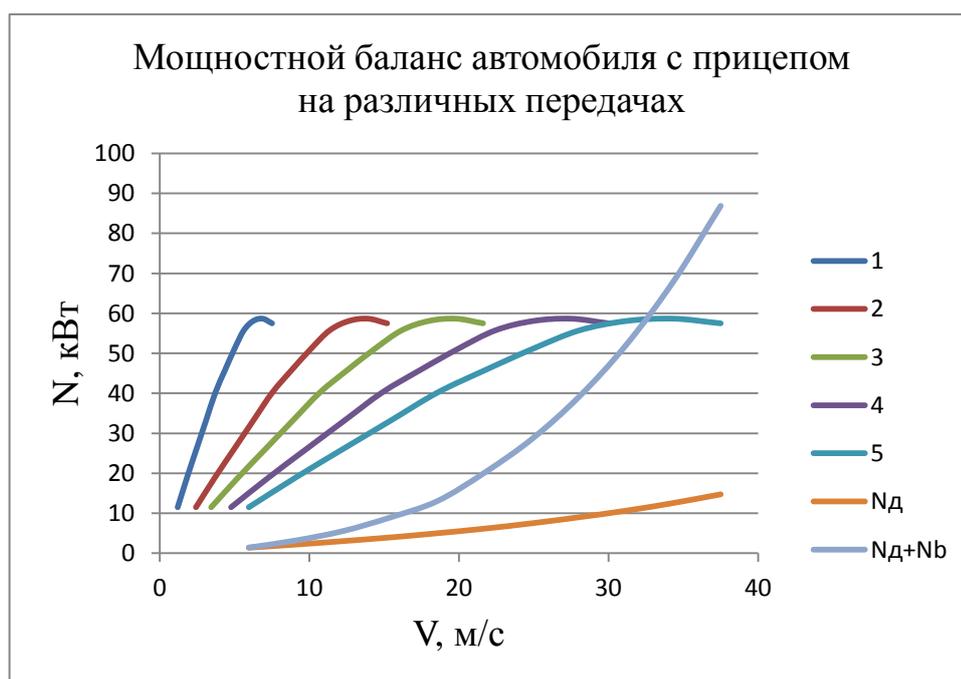


Рис.10

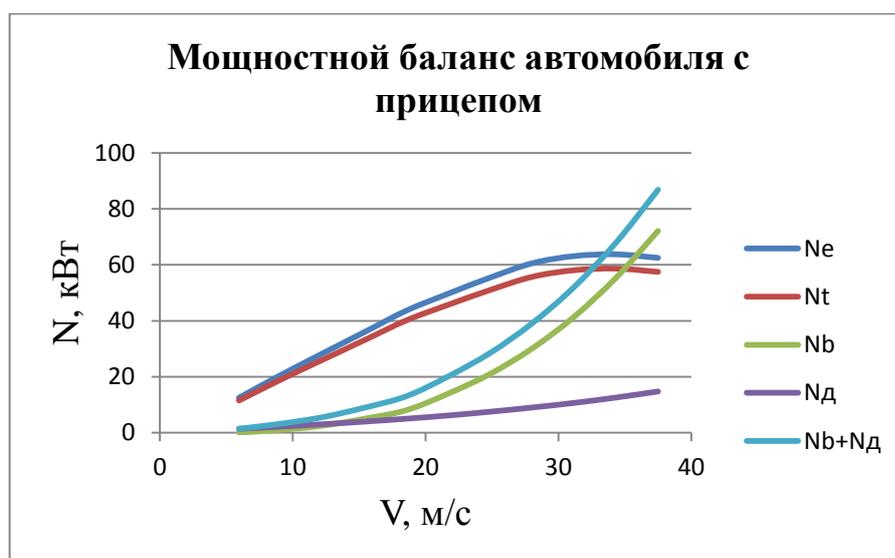


Рис. 11

8. ТОПЛИВНО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЯ.

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

Путевой расход топлива:

$$q_{п} = \frac{k_{ск} \times k_{и} \times (P_{д} + P_{в}) \times g_{е\ min} \times 1.1}{36000 \times \rho_{т} \times \eta_{тр}}, \text{ где} \quad (32)$$

$k_{ск}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от ω_e ;

$k_{и}$ – коэффициент, учитывающие соответственно изменения эффективного расхода топлива в зависимости от N двигателя;

$g_{е\ min} = 340 \text{ г/кВт*ч}$ – удельный эффективный расход топлива;

$\rho_{т} = 0.73 \text{ кг/л}$ – плотность топлива.

Рассчитанные данные сводим в таблицу 9.

Таблица 9- данные для топливно-экономической характеристики

V	12,26	15,42	18,57	21,73	24,88	28,04	31,19
$k_{и}$	1,35	1,3	1,2	1,12	1	0,98	0,8
I	0,156347	0,192619	0,239477	0,29964	0,37555	0,473004	0,598961
$k_{ск}$	1,1	0,95	0,88	0,8	0,79	0,8	0,9
ω_e/ω_N	0,362676	0,455986	0,549296	0,64261	0,73592	0,829225	0,922535
$q_{п}$	10,41	10,84763	11,82332	12,8808	14,02973	18,46889	18,62404

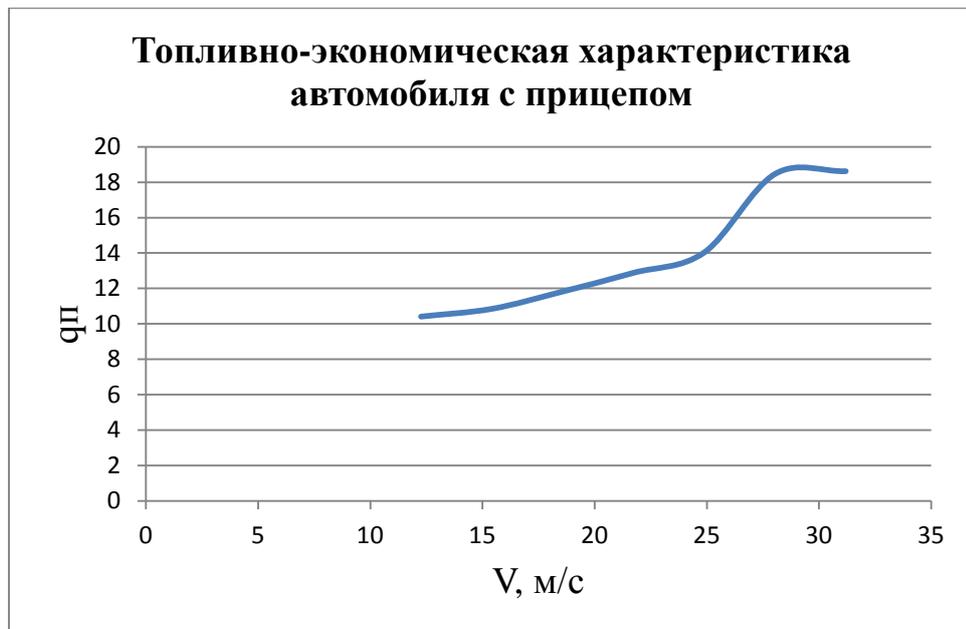


Рис. 12

Вывод: на основе полученных данных от тягового расчета автомобиля с прицепом автодомом, можно сделать вывод, что при перевозке автомобилем ВАЗ 2121 такого прицепа динамический фактор на всех передачах падает. При этом величина ускорения автомобиля уменьшается, а путь разгона растет. Исходя из мощностного баланса, можно сказать, что при повышении передачи и на определенных оборотах двигателя тяговых сил будет не хватать для буксировки данного прицепа. Максимальная скорость автомобиля падает, по причине веса прицепа и его сопротивления воздуха.

Расход топлива растет, что также является отрицательной стороной, тем не менее, из приведенных расчетов ясно, что данный автомобиль способен перевозить данный прицеп, хоть и его потенциал падает. Нужно учитывать тот факт, что расчет проводился с полной массой автомобиля, а это значит, что в нем находились пассажиры и багаж.

9. Сравнение графиков пути, времени и интенсивности разгона автомобиля без прицепа и с прицепом

Для того чтобы наглядно показать изменения в динамике автомобиля при разгоне с прицепом необходимо сравнить графики. Ниже будут приведены графики, которые основаны на вычислениях в тяговом расчете автомобиля ВАЗ 2121

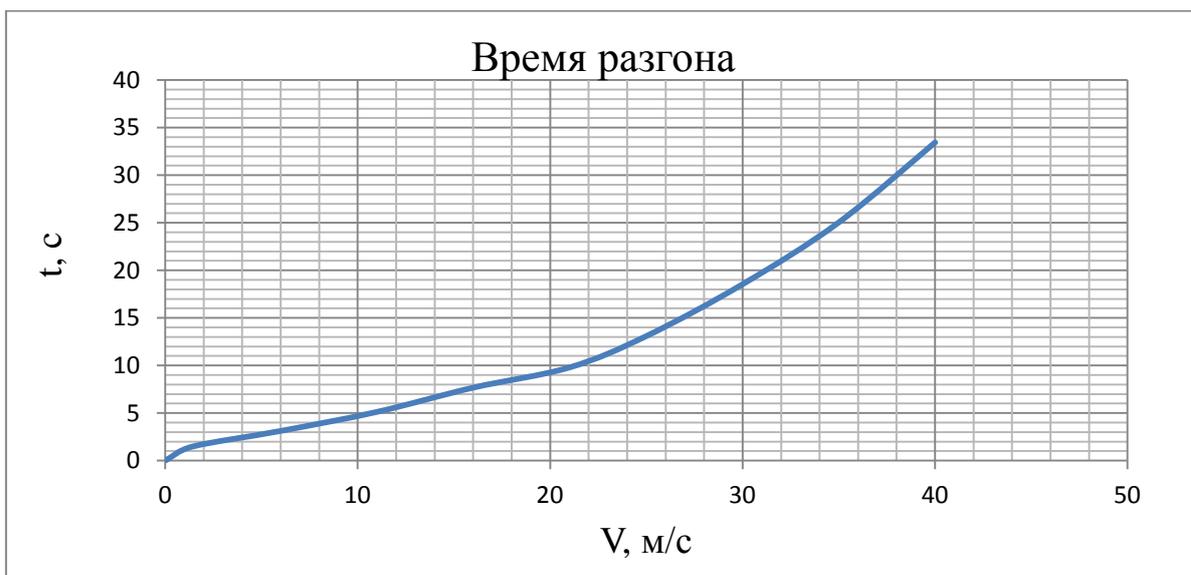


Рис 13. Время разгона без прицепа

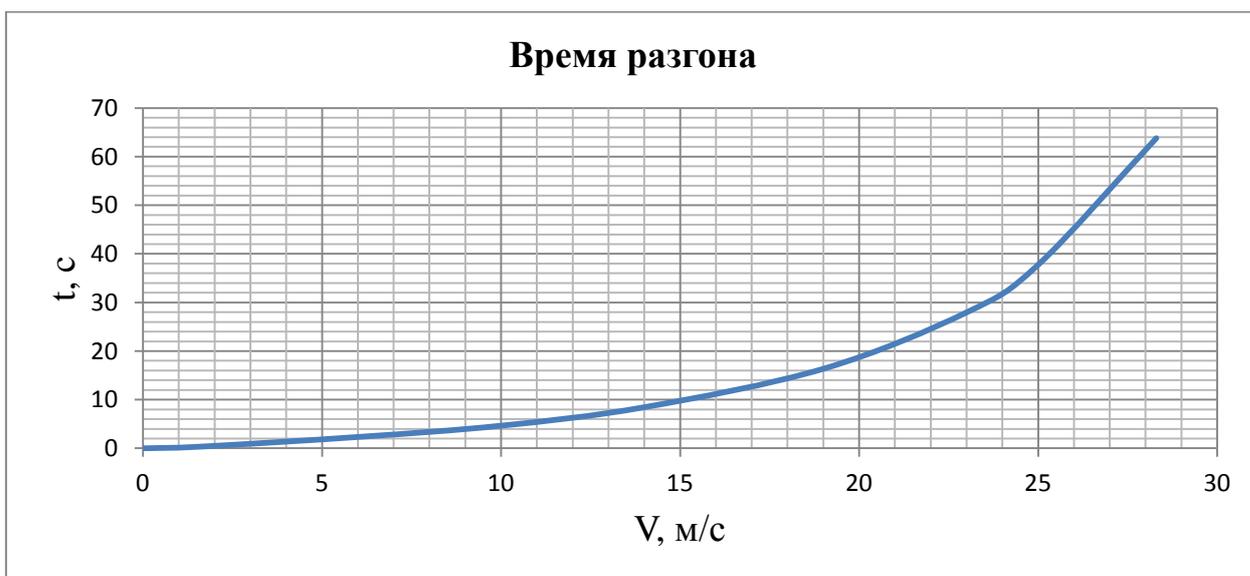


Рис 14. Время разгона с прицепом

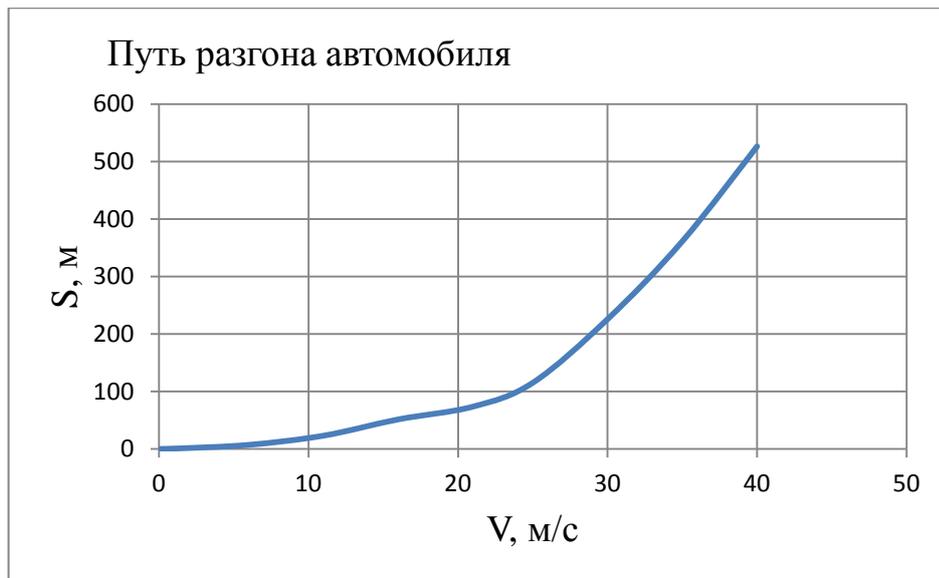


Рис 15. Путь разгона без прицепа

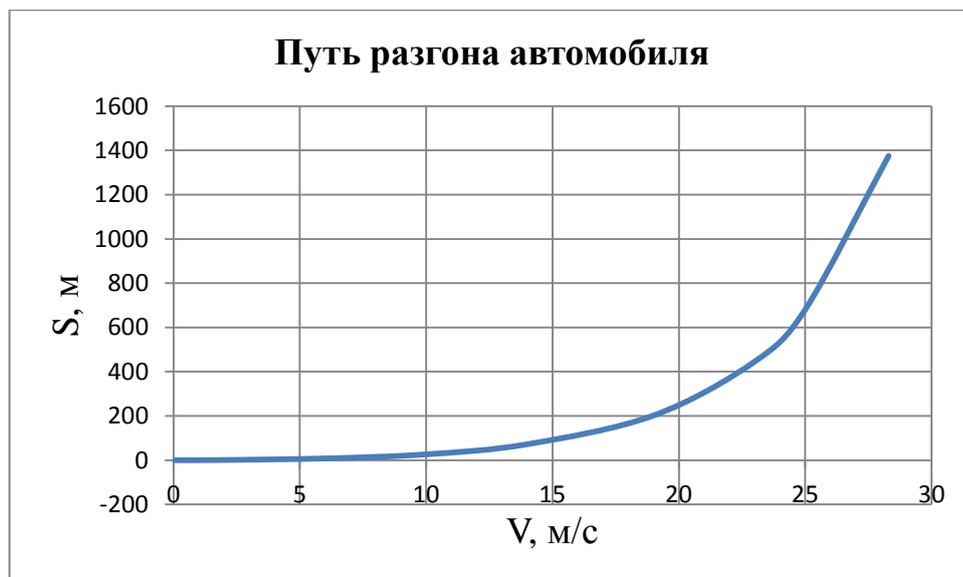


Рис 16. Путь разгона с прицепом

Как видно из графиков, максимальная скорость автомобиля с прицепом уменьшилась.

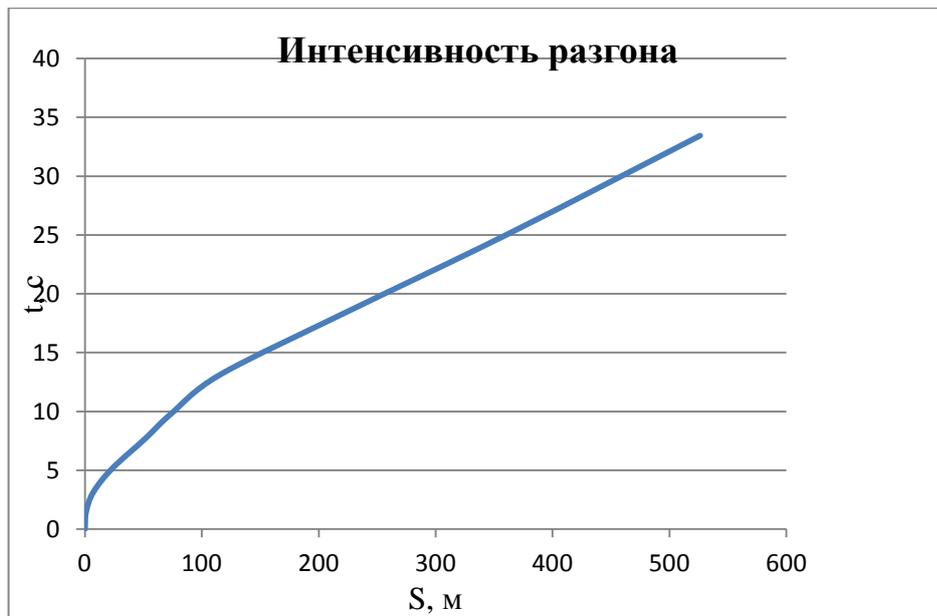


Рис.17 Интенсивность разгона без прицепа



Рис.18 Интенсивность разгона с прицепом

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 небольшие автодома прицепы это стартовая площадка для любителей путешествий. А их невысокая стоимость будет хорошим подспорьем в развитии дорожного туризма в стране. Однако небольшие размеры таких прицепов не дает им преимуществ перед более крупными автодомами. Именно поэтому дипломный проект был основан, на увеличении внутреннего пространства автодома, тем самым увеличивая его функционал. Это будет позволять путешествующим брать с собой больше людей, за счет увеличения количества спальных мест. Семья из трех человек может вполне комфортно разместиться в таком автодоме. Помимо вышеперечисленных кузовных изменений, был проведен тяговый расчет автомобиля с таким прицепом, из которого можно сделать вывод, что перевозка таких прицепов будет значительно влиять на динамические характеристики. При модернизации конструкции автодома был сконструирован раздвижной модуль, который устанавливается на ролики. Роликовые колеса позволяют выдвигать модуль на определенную длину. В полу автодома установлены рельсы, благодаря которым модуль перемещается в одной плоскости. Для того чтобы модуль в процессе транспортировки автомобилем не представлял опасности для других участников движения, в задвинутом положении он фиксируется дверным замком (снизу) и двумя крепежными стяжными замками (сверху).

В ходе модернизации автодома удалось увеличить его внутреннее пространство примерно на 45% от предыдущего. Причем выдвигаемый объем можно регулировать. Чтобы выдвижная часть твердо стояла на земле, были предусмотрены специальные опоры, которые регулируются по высоте. Учитывая то, что для перевозки таких автодомов наиболее удобным из

транспортных средств является полноприводный автомобиль, за основу в тяговом расчете был взят ВАЗ 2121 «Нива», пятидверный внедорожник.

При заданных нагрузках, а именно при сцепленном вместе с автомобилем прицепе, учитывая сопротивление воздуха, можно сделать вывод, что путь разгона увеличивается в более чем 2 раза, так же как и время. Максимальная скорость автомобиля уменьшается. По графикам мощностного баланса можно сделать вывод, что уже на третьей передаче определенных оборотов будет автомобилю будет не хватать. Ускорение автомобиля значительно падает, по сравнению с ездой без прицепа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История изобретения прицепных автодомов. Электронный ресурс URL: <http://carcamp.ru/ru/news/2013-04-26-istoriya-sozdaniya-pritsep-dachi>
2. Конструкции автодомов на колесах. Электронный ресурс URL: <https://homi.us.ru/dom-na-kolyosah.html>
3. Технология сборки прицепного автодома. Электронный ресурс URL: <https://svoimirukami.lesstroy.net/doma/dom-na-kolyosah-svoimi-rukami/>
4. Конструктивные особенности прицепных автодомов. Электронный ресурс URL: <http://remoo.ru/uchastok/avtodom-na-kolesah-pricep>.
5. Черепанов Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля. Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40с.
6. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория. – м.: Высш. шк., 1986. – 208с.
7. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478с.:ил.
8. Motorhome classification. Электронный ресурс URL: <https://www.outandaboutlive.co.uk/motorhomes/buyers-guide-advice/motorhomes/details/a-class-motorhomes/16>
9. Hymer. Motorhomes. Электронный ресурс URL: <https://www.hymer.com/uk/en/models/overview>
10. A - class. Motorhomes. Электронный ресурс URL: <https://www.outandaboutlive.co.uk/motorhomes/buyers-guide-advice/motorhomes/details/a-class-motorhomes/16>
11. PracticalMotorhome. Электронный ресурс URL: <https://www.practicalmotorhome.com/advice>

12. Difference between Caravan and Motorhome. Электронный ресурс URL: <https://www.differencebetween.com/difference-between-caravan-and-vs-motorhome/>
13. Полноприводные дома на колесах. Электронный ресурс URL: <https://den-176.livejournal.com/73106.html>
14. Дома на колесах. Электронный ресурс URL: <http://trezvyi-voditel.su/page/doma-na-kolesax-naznachenie-raznovidnosti-i-konstruktivnye-osobennosti>
15. Guide to 4 types of motorhomes. Электронный ресурс URL: <https://www.tripsavvy.com/types-of-motorhomes-2912600>
16. Campervan adventures. Электронный ресурс URL: <http://www.campervan-adventures.com/campervans/>
17. Прицеп-капля. Электронный ресурс URL: <https://car.ru/news/automobili/71339-pritsep-kaplya-samyiy-byudzhetniy-kemper-ot-rossijskih-proizvoditeley/>
18. Прицеп дача. Электронный ресурс URL: <http://100vagonov.ru/kemperyi-i-pritsepyi/pritsep-dacha-za-i-protiv-obzornaya-stat-ya/>
19. «Дачамобили». Электронный ресурс URL: <https://www.kolesa.ru/article/103-technosphere-the-house-on-wheels-2006-05-16>
20. Караваны. Электронный ресурс URL: <http://caravan-lean.com.ua/home-caravan-lean/articles/news/caravan-trailer-caravan-motorhome-camper-trailer-for-what-it-is>
21. Экономическая эффективность. Электронный ресурс URL: <https://www.business.ru/article/1810-raschet-ekonomicheskoy-effektivnosti>