

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация
автомобилей»

_____ А.В. Бобровский

«02» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Соболев Дмитрий Андреевич

1. Тема Компоновочная схема спортивного автомобиля класса «Формула Студент»

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 01 » июня 2016 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту Регламент FSAE; полная масса автомобиля 300 кг; колесная формула 4x2; максимальная скорость 228 км/ч; колеса 205/50R13; $C_x=0,7$; $f_0=0,018$; $U_1=2,5$; $U_2=2$; $U_3=1,632$; $U_4=1,333$; $U_5=1,095$; ВСХ двигателя Yamaha YFZ450R.

Цель проекта: Разработка компоновочной схемы болида «Формула Студент»

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.

3.5. Расчет деталей (на прочность, износостойкость, нагрев и т.п.) и выбор материалов деталей.

3.6. Разработка вспомогательных механизмов (для охлаждения, обогрева, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

4. Технологическая /Исследовательская часть

Проработка компоновочной схемы болида

5. Анализ экономической эффективности объекта

Бизнес план предприятия по выпуску 100 спортивных автомобилей класса «Формула Студент»

6. Безопасность и экологичность объекта

Описание требований безопасности при организации работ за персональным компьютером

Заключение

Список литературы

Приложения: - **Графики тягово-динамического расчета**
- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализовка листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____ / И. В. Еремина /

Анализ экономической эффективности объекта _____ / Л. Л. Чумаков /

Безопасность и экологичность объекта _____ / А.Н. Москалюк /

7. Дата выдачи задания «02» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

И.В. Еремина

Задание принял к исполнению

Д.А. Соболев

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«02» февраля 2016г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения дипломного проекта

Студента Соболева Дмитрия Андреевича

по теме Компоновочная схема спортивного автомобиля класса «Формула Студент»

| Наименование раздела работы | Плановый срок выполнения раздела | Фактический срок выполнения раздела | Отметка о выполнении | Подпись руководителя |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1. Состояние вопроса | 14.04.2016 | | | |
| 2. Тяговый расчет | 14.04.2016 | | | |
| 3. Патентное исследование | 20.04.2016 | | | |
| 4. Расчет проектируемого механизма | 25.04.2016 | | | |
| 5. Чертежи деталей механизмов и узлов | 25.04.2016 | | | |
| 6. Исследовательская часть | 25.04.2016 | | | |
| 7. Экономическая часть | 30.04.2016 | | | |
| 8. Безопасность и экологичность объекта | 30.04.2016 | | | |
| 9. Сдача готовых ВКР на предварительную проверку | 04.05.2016 | | | |
| 10. Предварительная защита | 01.06.2016 | | | |

Руководитель дипломного проекта

(подпись)

И.В. Еремина

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.А. Соболев

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной работе по дипломному проектированию выполнена проработка компоновочной схемы спортивного автомобиля класса «Формула Студент». Нарботки по данной работе активно используются при разработке нового гоночного болида для участия в соревнованиях в 2017 году. В проекте сформулированы нормативные требования, предъявляемые к гоночным болидам и используемым в их конструкции материалам и оборудованию. Выполнен тяговый расчет гоночного болида.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 8 |
| 1 Состояние вопроса | 9 |
| 1.1 Назначение..... | 9 |
| 1.2 Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы | 9 |
| 1.2.1 Кузов | 11 |
| 1.2.2 Колёсная база..... | 11 |
| 1.2.3 Колея | 11 |
| 1.2.4 Визуальный доступ | 11 |
| 1.2.5 Несущая система | 11 |
| 1.3. Классификация конструкций..... | 12 |
| 1.3.1 Типы автотранспортных средств..... | 12 |
| 1.3.2 Классификация автомобилей по компоновочным схемам | 19 |
| 1.4. Обзор и тенденции развития конструкций. | 21 |
| 1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительно). | 22 |
| 2 Защита интеллектуальной собственности | 23 |
| 3 Конструкторская часть..... | 24 |
| 3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля | 24 |
| 4 Исследовательская часть | 29 |
| 4.1. Концептирование | 29 |
| 4.1.1 Формирование исходных данных | 29 |
| 4.1.2 Техническое описание продукта | 30 |
| 4.1.3 Боковая конструкция для автомобилей с трубчатой рамой..... | 36 |
| 4.1.4 Проем кокпита | 38 |
| 4.1.5 Обзорность..... | 40 |
| 4.1.6 Доступ к средствам управления | 40 |
| 4.1.7 Водительское сиденье | 40 |
| 4.2. Проектирование..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.2.1 Разработка дизайн-проекта | 41 |
| 4.2.2 Формирование детально-узловой состава конструкции..... | 42 |
| 4.3. Конструирование..... | 42 |
| 4.3.1 Разработка конструкторской документации..... | 42 |
| 4.3.3 Утверждение конструкции | 43 |
| 4.4 Эскизная компоновка удовлетворяющая требованиям технического регламента. | 44 |
| 5 Анализ экономической эффективности объекта | 48 |
| 6 Безопасность жизнедеятельности..... | 54 |
| Заключение | 60 |
| Список используемых источников..... | 61 |
| Приложение..... | 63 |

ВВЕДЕНИЕ

Формула Студент – это студенческие инженерные соревнования, изначально организованные Сообществом Автомобильных Инженеров (Society of Automotive Engineers, SAE) и входящие в Серию Студенческих Инженерных соревнований (Collegiate Design Series) SAE. По замыслу соревнований команда студентов университета является инженерной компанией, которая должна разработать, построить, испытать прототип автомобиля формульного класса для рынка непрофессиональных гоночных автомобилей. Испытанием для команд является сама постройка болида, который сможет успешно пройти все дисциплины на соревнованиях. При этом команда должна предоставить всю конструкторскую документацию на проект и доказать что применяемые технические решения являются оптимальными. Так же они должны помнить, что в итоге они должны “продать” свой автомобиль, поэтому необходимо учитывать и экономическую целесообразность применяемых решений, а в дополнение разработать и бизнес-план на мелкосерийное производство своих автомобилей.

Цель данной работы — разработка компоновочной схемы спортивного автомобиля класса «Формула Студент» 2017 с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САПР).

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение

Назначение проекта «Формула Студент» заключается в повышении уровня образования, росте компетенции и квалификации выпускников учебных заведений, принимавших участие в работе по созданию болида. Возможности реализации амбициозных свежих творческих идей студентами. Объединение творческой молодежи для созидательной деятельности и установление долгосрочных международных отношений.

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы

Требования к компоновке автомобиля. Приводят требования к взаимному расположению узлов, обеспечивающие нормальное их функционирование, собираемость, обслуживание, демонтаж при ремонте и разборке автомобиля, а также требования обеспечивающие соблюдение заданных уровней потребительских свойств.

Требования к составным частям автомобиля. Указывают эксплуатационные показатели и технические характеристики узлов и деталей составных частей автомобиля, обеспечивающие достижение заданных уровней потребительских свойств. При необходимости подчеркивают их конструктивные особенности, компоновочные решения, прочностные показатели, материалы изготовления, применяемые крепежные изделия и пр.

Автомобиль должен иметь высокие динамические показатели, показатели торможения и управления, а также должны быть достаточно надежными, чтобы успешно выступить во всех дисциплинах и соревнованиях, описанных в регламенте Formula SAE.

Болид должен иметь открытые колеса и открытый кокпит (формульного типа) с 4-мя колесами, расположенными не по прямой линии.

Определение «открытости колёс» – Автомобили с открытыми колёсами должны удовлетворять следующим критериям:

1) Верхние 180 градусов колёс/шин должны быть видны, *если смотреть вертикально сверху*.

2) Колёса/шины не должны ничем перекрываться с боков.

3) Части автомобиля не должны входить в «свободную зону», ограниченную двумя линиями, проходящими вертикально через точки, расположенные на расстоянии 75 мм спереди и сзади внешнего диаметра передних и задних шин в боковой вертикальной проекции, когда колёса расположены «прямо». Эта зона проходит от плоскости колеса/шины, расположенной с внешней стороны автомобиля, до плоскости колеса/шины, расположенной с внутренней стороны автомобиля. «Свободные» зоны изображены на рисунке 1.

4) Колёса соответствуют правилам/размерам.

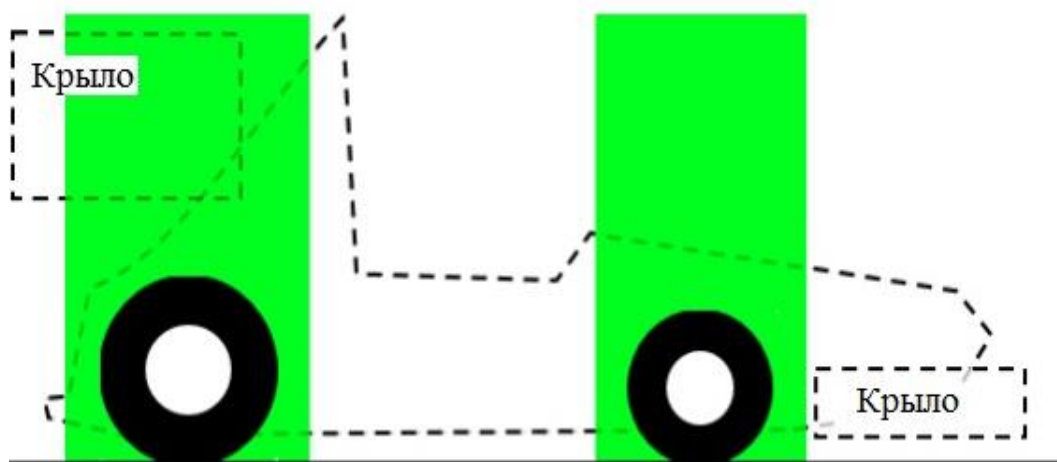


Рисунок 1 – «Свободные» зоны

1.2.1 Кузов

В кузове не должно быть отверстий в водительском отделении от носа автомобиля до гнутой части главной дуги или огнеупорной стенки кроме тех, которые требуются для того, что бы кокпит был открытым. Допускается наличие небольших отверстий около передних деталей подвески.

1.2.2 Колёсная база

Колёсная база болида должна составлять как минимум 1525 мм. Измерения колёсной базы проводят от центра поверхности соприкосновения с землёй передних и задних шин при условии, что колёса направлены вперёд.

1.2.3 Колея

Ширина наименьшей колеи автомобиля должна составлять не менее 75% наибольшей колеи автомобиля.

1.2.4 Визуальный доступ

Все детали, указанные в инспекционной форме, должны быть видимы без использования таких инструментов, как эндоскоп и зеркала. Визуальный доступ может достигаться за счёт извлечения панелей кузова или за счёт предоставления снимаемых панелей доступа.

1.2.5 Несущая система

Несущая система автомобиля должна иметь две закрепленные дуги, переднюю перегородку с опорами и Аттенюатором, а так же боковые конструкции.

1.3 Классификация конструкций

1.3.1 Типы автотранспортных средств

Легковые

К легковым машинам относятся — машины, перевозящие пассажиров (до 8 человек) или негабаритные грузы, а также спецавтомобили (буксировщики и пр.). Внутри этой категории АТС классифицируются по типу кузова, его габаритам, объему и мощности мотора и другим параметрам. Наиболее часто для определения типа легкового авто используют европейскую систему.

В основу европейской классификации положено разделение машин по габаритам. Все автотранспортные средства получают буквенное обозначение:

А — компактные малолитражки, предназначенные для поездок по городу. В 3-х или 5-дверный хэтчбек обычно помещается 2-4 человека и малогабаритный груз. Максимальная длина машин класса «А» достигает 3,6 м, ширина — 1,6 м.

В — автомобили длиной до 3,9 м и шириной до 1,7 м. Привод — передний, компактные размеры и экономный двигатель идеально подходят для использования в городе.

С — группа легковых автомобилей, наиболее распространенных в Европе. Также имеет второе название — «гольф-класс», по названию популярной среди представителей среднего класса машины «Volkswagen Golf». Параметры кузова машин этой категории — до 4,3 м в длину и до 1,8 м в ширину.

Д — седаны и хэтчбеки с длиной кузова до 4,6 м и шириной от 1,8 м. Надежные и вместительные автомобили для всей семьи.

Е — авто высшего среднего или бизнес-класса. Параметры кузова — от 4,6 м в длину и от 1,8 м в ширину. Отличаются повышенным уровнем комфорта, безопасностью, стильным дизайном и престижностью.

F — представительские автомобили класса «люкс» с длиной кузова от 5 м и больше.

по типу кузова:

Седан — классика автомобилестроения. Четырехдверный кузов имеет конструктивно отделенные друг от друга багажный и моторный отсеки.

Хэтчбек — «задний люк», 3-х или пятидверные машины, в которых одна дверца относится к багажному отсеку.

Универсал — машина с объединенным пассажирским и багажным отсеками. В народе носит название «семейный автомобиль».

Кабриолет — авто с открывающимся мягким верхом. Может также носить название «родстер».

Кроссовер — машина, сочетающая в себе вместительность «универсала» и проходимость внедорожника.

Купе — спортивные компактные двухдверные автомобили с отделенным отсеком для багажа.

Лимузин — длиннокузовные машины премиум-класса с вместительным и богато отделанным салоном. Пассажирский отсек можно отделять от водительского перегородкой.

по рабочему объёму цилиндров двигателя:

Особо малый — до 2,2 л

Малый — от 2,2 л до 2,5 л

Средний — от 2,8 л до 3,5 л

Большой — свыше 3,5 л

Высший — не регламентируется

Грузовые

Различают три основные группы грузовых машин:

1. Бортовые — к ним относятся грузовые фургоны.
2. Специализированные — самосвалы, рефрижераторы, балластные и седельные тягачи, контейнеровозы.
3. Автоцистерны.

Помимо этого, классификация грузовых авто выполняется по типу кузова, грузоподъемности, количеству осей и т.д.

По типу кузова грузовые машины делятся на закрытые и открытые, тентованные, бортовые, самосвалы, изотермические фургоны, краны, микроавтобусы, лесовозы, контейнеры, седельные тягачи и пр.

Разделение грузовых авто по количеству осей выделяет 2-х, 3-х, 4-х и 5-осные модели. Количество осей в некоторых случаях может превышать 5 штук.

По типу двигателя грузовые автомобили делят на дизельные и бензиновые.

По грузоподъемности различают малые грузовики, средние, большие, грузоподъемностью 1,5-16 тонн и от 16 тонн.

Грузопассажирские

К ним относят автомобили, сконструированные:

на базе легковых моделей — микроавтобусы, минивэны, пикапы;

на базе грузовых моделей — вездеходы, «вахты», автомобили спецназначения.

Минивэн — сочетание небольшого автобуса и легковушки. Основные приметы: короткий капот, просторный пассажирский отсек с тремя рядами сидений и высокие потолки.

Микроавтобус — транспорт для перевозки 8 и более пассажиров. Длина кузова обычно не превышает 5 метров.

Пикап — симбиоз легковушек и грузовых автомобилей. Полный привод, повышенная проходимость и возможность транспортировки крупных грузов делают эти машины незаменимыми для фермерских, лесных и других хозяйств.

Автобусы

Автопарк автобусов насчитывает самые разнообразные модели, которые создавались с учетом особенностей эксплуатации. Есть автобусы туристические, школьные, пригородные, междугородные, двухуровневые и одноуровневые городские, автобусы для перевозки пассажиров в аэропортах, перронные и другие.

Спецтранспорт

К этой категории автомобилей относятся автокраны, автолавки, строительная техника, гоночные машины, амфибии. Также в эту группу входят машины скорой помощи, бронированная автотехника, катафалки, агрегаты для уборочных работ и т.д.

Гоночные машины

В данной категории представлена спортивная техника подготовленная для участия в соревнованиях.

Формула – автомобиль с открытыми колесами предназначенный для кольцевых автогонок, (представлен на рисунке 2).



Рисунок 2 - Болид команды Scuderia Ferrari Formula 1

Спортпрототип - автомобиль, построенный специально для гонок на выносливость, (представлен на рисунке 3).



Рисунок 3 - Спортпрототип команды Toyota WEC Team
FIA GT — чемпионат по гонкам автомобилей Гран Туризмo

В чемпионат допускаются три класса автомобилей, две основных — GT1 и GT2, а также G2 для машин омологированных в национальных чемпионатах, но не прошедших омологацию FIA. Машины строятся на базе омологационных партий, подтверждающих, что автомобиль серийный. Рисунок 4.



Рисунок 4 - Автомобили участников гонок FIA GT

Кузовные автогонки — общий термин для обозначения автомобильных соревнований, которые проводятся на модифицированных моделях серийных автомобилей. Популярны в России, Аргентине, Австралии, Бразилии, Германии, Японии, Скандинавии и Великобритании. Рисунок 5.



Рисунок 5 - Автомобили категории TC1 FIA WTCC, (Lada Vesta)

Ралли — вид автогонок, проходящих на открытых или закрытых трассах на модифицированных или специально построенных автомобилях. Этот вид гонок отличается тем, что заезды главным образом прокладываются по автомобильным дорогам общего пользования, в формате «из пункта А в пункт В» с прохождением контрольных точек. Пилоты едут на максимальной скорости только на специально перекрытых скоростных участках (их обычно называют СУ или ДОП). А от одного спецучастка до другого раллисты передвигаются, соблюдая все правила дорожного движения и за строго определенный временной норматив. Рисунок 6.



Рисунок 6 – Раллийный автомобиль преодолевает водную преграду

Ралли-рейд — вид моторных гонок на длинные дистанции по пересечённой местности, проходящий в течение нескольких дней. Участники гонки обычно преодолевают за день 400—900 километров. Временная протяжённость составляет от 3-х до 30 дней. Участники ралли-рейда классифицируются в разных зачётах в зависимости от типа транспортного средства. Тремя главными классами являются мотоциклетный, а также два автомобильных: легковой (внедорожники) и грузовой. Каждый из классов делится на группы. Рисунок 7.



Рисунок 7 - Техника для участия в ралли-рейдах

1.3.2 Классификация автомобилей по компоновочным схемам

Расположение ведущих колёс:

Заднеприводная компоновка

Задний привод — конструкция трансмиссии автомобиля, когда крутящий момент, создаваемый двигателем, передаётся на задние колёса.

Задний привод в сочетании с передним расположением двигателя часто называют «классической компоновкой», потому что такая конструкция автомобиля ранее была наиболее распространённой из-за более простой технической реализации.

На заднеприводном автомобиле повернутые передние колёса создают эффект торможения, а толкающие задние — избыточную силу, поэтому заднеприводные автомобили тяготеют к заносу (скольжению задней оси в повороте), что называется избыточной поворачиваемостью.

Переднеприводная компоновка

Передний привод — конструкция трансмиссии автомобиля, при которой крутящий момент, создаваемый двигателем, передаётся на передние колёса. Переднеприводный автомобиль «под газом» стремится спрямить траекторию поворота, что называется недостаточной поворачиваемостью.

Полноприводная компоновка

Все колёса ведущие, двигатель может быть расположен как спереди («Субару», «Ауди»), так и сзади («Порше» и некоторые другие спортивные машины), или по центру («Ламборгини» и прочие экзотические марки).

Трансмиссия получается наиболее сложная и тяжёлая, но зато значительно улучшаются ходовые свойства и проходимость автомобиля.

Используется как на внедорожниках, так и на достаточно дорогих легковых автомобилях («Субару», «Ауди», «Тойота», «Ниссан») и т. д.

Такому типу компоновки свойственны наибольшие трансмиссионные потери (низкий КПД) и наименее благоприятное влияние на компоновку салона и багажного отделения.

Расположение двигателя:

Заднемоторная компоновка

Двигатель расположен сзади, ведущие колёса задние (в редких случаях — как с Порше Турбо или модель 959 той же марки — привод полный). Двигатель и трансмиссия объединены в один компактный агрегат (как в случае переднеприводной компоновки), однако здесь ведущие и управляемые колёса разделены, что упрощает конструкцию. Багажник расположен спереди, но его объём получается небольшим из-за того, что много места занимают ниши управляемых передних колёс.

Как правило, задняя ось оказывается более нагруженной, чем передняя. Это улучшает проходимость, но в то же время создаёт повышенную склонность к заносу.

Центральномоторная (среднемоторная) компоновка

Двигатель расположен сзади, но перед задней осью. Это улучшает баланс нагрузки на переднюю и заднюю ось (50:50); кроме того, уменьшается момент инерции при вращении вокруг вертикальной оси, что улучшает поворачиваемость. Поскольку здесь двигатель (особенно продольного расположения) отнимает часть пространства от пассажирского салона, то такую компоновку используют главным образом на дорожно-спортивных машинах класса GT с одним рядом сидений или дополнительным рядом более компактных «детских» сидений (схема 2+2), а также на гоночных одноместных (монопосты) и двухместных (баркетты, родстеры, спайдеры и купе) болидах для трековых и шоссейно-кольцевых гонок, например, Формула-1, Ле-Ман, NASCAR, а также ралли (Lancia) и т. д. Существуют два варианта

размещения двигателя в базе: продольное, например, у большинства моделей Ferrari и Lamborghini, и поперечное, например, Honda NSX и Toyota MR2. Второй тип компоновки более компактен и дает возможность использовать силовой агрегат от массовых переднеприводных моделей.

Переднемоторная компоновка

Двигатель расположен спереди. Ведущие колёса могут быть как задние, так и передние.

1.4 Обзор и тенденции развития конструкций.

Гигантские технологические скачки коснулись и автогонок. Динамичное развитие разнообразных областей, начавшееся в середине прошлого века, не желает останавливаться. А гонки всегда имели выставочный и рекламный сегмент.

А современные машины на треках кажутся представителями будущего или инопланетной цивилизации. Но путь к такой футуристичности и инновационности прошел достаточно много этапов, сталкиваясь как с техническими подводными камнями, так и с меняющимся регламентом, который в значительной степени корректировал направление развития болидов. Одарила своими наработками автомобильный болид и авиационная индустрия. Антикрылья и аэродинамические элементы стали внушительным вкладом в общие характеристики болидов. Аэродинамическое разряжение под автомобилем, которое добивается за счет специальной формы днища. Тем самым увеличивалась прижимающая сила к дорожному полотну, позволяя пилотам увереннее и точнее управлять болидом.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительно)

Изучив компоновочные схемы автомобилей, было принято решение остановиться на классической схеме компоновки болидов формула студент. Данная схема состоит из пространственной стальной рамы, среднемоторной компоновки силового агрегата и трансмиссии, независимой подвески колес, углепластиковым корпусом и возможностью установки дополнительных аэродинамических элементов.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

Исходные данные:

Тип автомобиля – Заднеприводный среднетоннажный автомобиль

Колесная формула – 4х2

Количество человек – $n = 1$ (чел.)

Длина = 2800 мм.

Ширина (B_f) = 1400 мм.

Высота (H_f) = 1170 мм.

Лобовая площадь автомобиля (F) = $1,3 \text{ m}^2$.

Полная масса автомобиля – $m_a = 300 \text{ кг}$.

Шины : 205/510 R 13

Коэффициент аэродинамического сопротивления - $C_x = 0.7$

Коэффициент сопротивления качению - $f_0 = 0.018$

Максимальная скорость - $V_{\max} = 228 \text{ км/ч}$ ($63,3 \text{ м/с}$)

Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e \max} = 1046,7 \text{ с}^{-1}$ (1000 об/мин)

КПД трансмиссии – $\eta_{\text{тр}} = 0.91$

Число передач – 5

$r_{\text{ст}} = 0,255 \text{ м}$

Передаточные числа коробки передач

$U_I = 2,5;$

$U_{II} = 2;$

$U_{III} = 1,632;$

$U_{IV} = 1,333;$

$U_V = 1,095.$

Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя.

| ω (об/мин) | ω (рад/с) | N (л/с) | N (кВт) | M (Н·м) |
|----------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| 4600 | 481,5 | 20 | 14,71 | 27,12 |
| 5140 | 538 | 27 | 19,86 | 36,34 |
| 5680 | 594,5 | 32 | 23,54 | 40 |
| 6220 | 651 | 36,2 | 26,63 | 41,76 |
| 6760 | 707,5 | 39,3 | 28,91 | 41,76 |
| 7300 | 764,1 | 41,5 | 30,52 | 40,67 |
| 7840 | 820,6 | 44,1 | 32,44 | 40 |
| 8380 | 877,1 | 44 | 32,36 | 37,56 |
| 8920 | 933,6 | 43,8 | 32,21 | 34,17 |
| 9460 | 990,1 | 40,5 | 29,79 | 29,83 |
| 10000 | 1046,7 | 39 | 28,68 | 27,52 |

Определение передаточного числа главной передачи.

Передаточное число главной передачи U_0 определяется? Исходя из максимальной скорости автомобиля.

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

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

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

$$U_0 = \frac{0,255}{1,095} \times \frac{1046,7}{63,3} = 3,848$$

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

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

Результаты расчетов сведены в таблицу А.1.

Анализ тяговой динамики

Тяговый баланс автомобиля.

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

$$P_T = \frac{U_k \times U_0 \times M_e \times \eta_{тр}}{r_k}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.2.

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

$$P_B = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times F \times V^2$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.3.

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_D = G_a \times \psi, \text{ где } \psi = f$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.4.

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_D$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.5.

Динамические характеристики автомобиля.

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

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

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу А.6 и А.7.

Анализ динамики разгона

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:

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

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

I_M – момент инерции вращающихся деталей двигателя;

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

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес.

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

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

U_k – передаточное число коробки передач на данной передаче

δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,03 - 0,05$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

$$\text{I передача} - \delta_{вр} = 1,12$$

$$\text{II передача} - \delta_{вр} = 1,097$$

$$\text{III передача} - \delta_{вр} = 1,087$$

$$\text{IV передача} - \delta_{вр} = 1,068$$

$$\text{V передачи} - \delta_{вр} = 1,058$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А.8 и А.9.

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

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

Результаты расчетов приведены в таблицах А.10 и А.11.

4 Исследовательская часть

4.1 Концептирование

4.1.1 Формирование исходных данных

Перед тем как принять решение о создании нового автомобиля, необходимо провести работы по поиску образца автомобиля, по подготовке технико-экономических материалов, подтверждающих необходимость разработки нового автомобиля, отвечающим запросам потребителей.

Залогом успешной реализации проекта по производству и внедрению на рынок новой модели автомобиля могут стать грамотные маркетинговые исследования, результатом которых в конечном итоге будет полученная прибыль от продажи производимых автомобилей. Основной входной информацией маркетинговых исследований являются информационно-аналитические данные о предполагаемых рынках сбыта, об автомобилях-аналогах и тенденции их развития, а также технологических возможностях предприятия о оценке экономической целесообразности запуска производства новой модели автомобиля.

Устанавливая основные потребительские свойства нового автомобиля, необходимо стремиться к достижению их уровня таким образом, чтобы данный автомобиль выделялся среди конкурентов и имел выраженные преимущества.

Здесь необходимо двигаться одновременно в нескольких направлениях:

- добиваться по определенным свойствам уровня как минимум не хуже, чем у конкурентов, а по возможности и опережать их в этом направлении;

- определять явные недостатки конкурентов и делать лучше свою разработку, исключая эти недостатки;

- учитывать собственные недостатки, допущенные на предыдущих моделях автомобиля, и не повторять их в новой разработке;

- внедрять инновации в свою разработку-то, что отсутствует у конкурентов.

Максимально собранная информация о конкурентах помогает достичь требуемых результатов.

4.1.2 Техническое описание продукта

Следующие определения применяются во всем тексте регламента :

- Главная дуга – Согнутая труба, расположенная на одном уровне или немного позади туловища водителя.

- Передняя дуга – Согнутая труба, расположенная над ногами (бедрами) водителя вблизи рулевого колеса.

- Основные дуги – Передняя и главная дуги.

- Опоры распорок основных дуг – Конструкция, идущая от нижнего конца распорок основных дуг к основным дугам.

- Элемент рамы – минимальный типичный цельный (неразрезанный) участок трубы рамы.

- Рама – сборная конструкция, поддерживающая все функциональные системы болида. Рама может состоять как из единой сварной конструкцией, так и из множества сварных конструкций, а также из комбинации комплексной и сварной конструкций.

- Основная конструкция – Основная конструкция включает в себя следующие компоненты рамы: 1) Главная дуга; 2) Передняя дуга; 3) Распорки основных дуг и их опоры; 4) Боковые конструкции; 5) Передняя перегородка; 6) Опоры передней перегородки и 7) все участки рамы, направляющие и опоры, которые передают нагрузку от поддерживающей водителя системы к узлам (1-6).

- Главные компоненты рамы – та часть рамы, которая расположена в пространстве, образованном несущей конструкцией. Верхняя часть главной дуги и распорки этой дуги не считаются частью этого пространства.

- Передняя перегородка – плоская конструкция, определяющая переднюю плоскость главных компонентов рамы; выполняет функцию защиты ног водителя.

- Деформируемый элемент – устройство, поддающееся деформации и поглощающее энергию удара. Расположено спереди от Передней перегородки.

- Зоны бокового удара – область сбоку от машины, простирающаяся по вертикали от днища машины до высоты 350 мм (13.8 дюймов) над землей и по длине от передней дуги до главной дуги.

- Межузловая триангуляция – расположение элементов рамы, спроецированное на плоскость, где нагрузка на ту же плоскость, прикладываемая в любом направлении, на любой узел, даёт только усиление натяжения или усиление сжатия в элементах рамы. Также это называется «правильной треугольной сеткой».

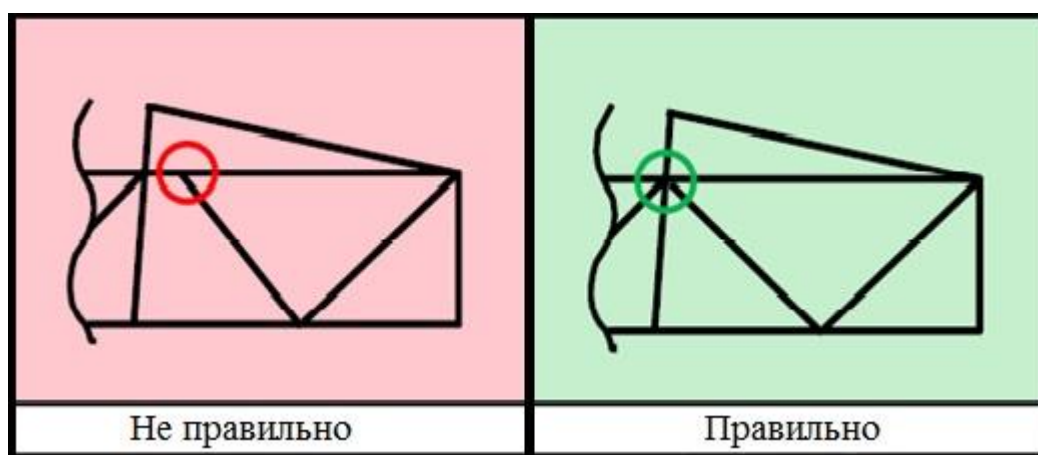


Рисунок 8 - Треугольная сетка

Главная и передняя дуги – Общие требования

а) Голова и руки водителя не должны касаться земли при любом перевороте автомобиля.

б) Рама должна иметь и главную дугу, и переднюю дугу, расположенную как показано на рисунке 13.

в) При нормальной посадке и закреплении в удерживающей водителя системе 95-ого перцентиля человека (антропометрический показатель) и всех водителей команды, должны выполняться следующие условия:

- Минимальное расстояние между шлемом и прямой линией, проведенной через верхнюю точку главной дуги и верхнюю точку передней дуги должно составлять 50.8мм (2 дюйма). Рисунок 9.

- Минимальное расстояние между шлемом и прямой линией проведенной через верхнюю точку главной дуги и нижнее основание распорок главной дуги когда последняя расположена сзади от главной дуги должно составлять 50.8мм (2 дюйма). Рисунок 10.

- Шлем не должен касаться или пересекать плоскость, определяемую главной дугой при условии, что распорки главной дуги расположены спереди от нее. Рисунок 11.

Размеры шаблона 95-ого перцентиля человека

Плоский шаблон, представляющий 95-ый перцентиль человека изготавливается по следующим размерам:

- Бедра и ягодицы представляет круг диаметром 200мм (7.87 дюймов).

- Плечи и область шеи представляет круг диаметром 200мм (7.87 дюймов).

- Голову (со шлемов) представляет круг диаметром 300мм (11.81 дюймов).

- Центры 200-миллиметровых кругов соединяются прямой линией длиной 490мм (19.29 дюймов).

- Центры верхнего 200-миллиметрового круга и 300-миллиметрового круга соединяются прямой линией длиной 280мм (11.02 дюйма).

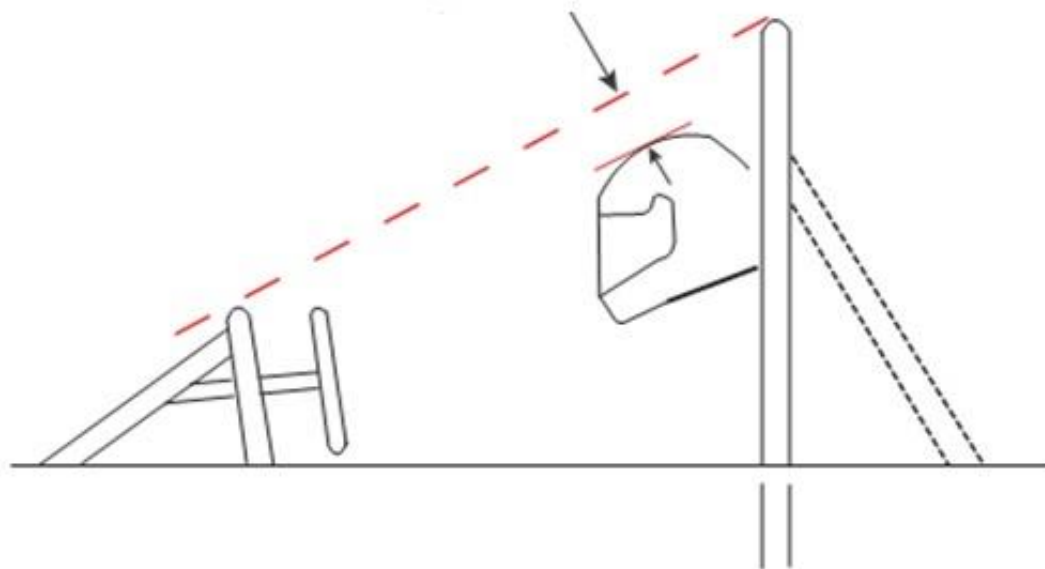


Рисунок 9 - Зазор 50 мм, минимум для ВСЕХ водителей и шаблона 95-го процентиля

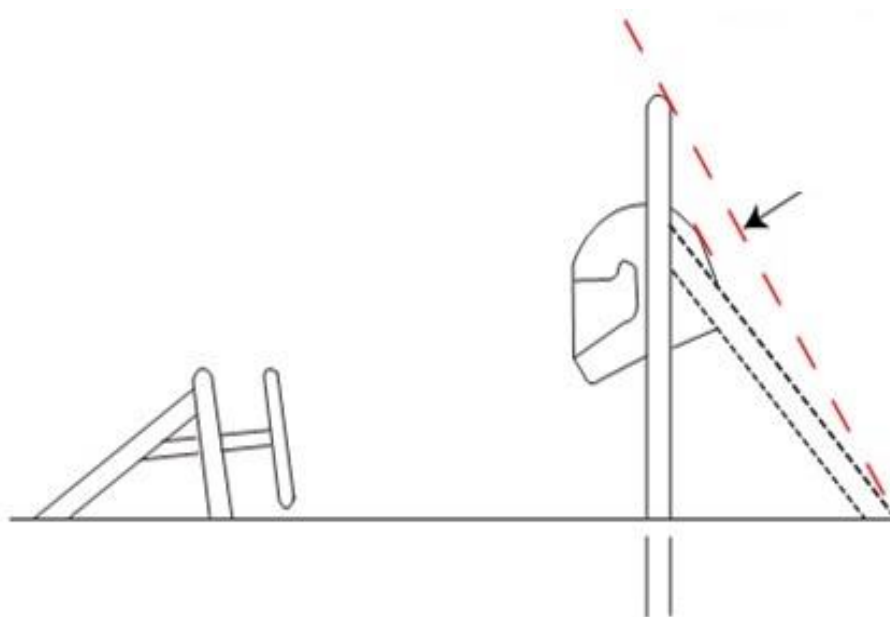


Рисунок 10 - Зазор 50 мм, минимум для ВСЕХ водителей и шаблона 95-го процентиля

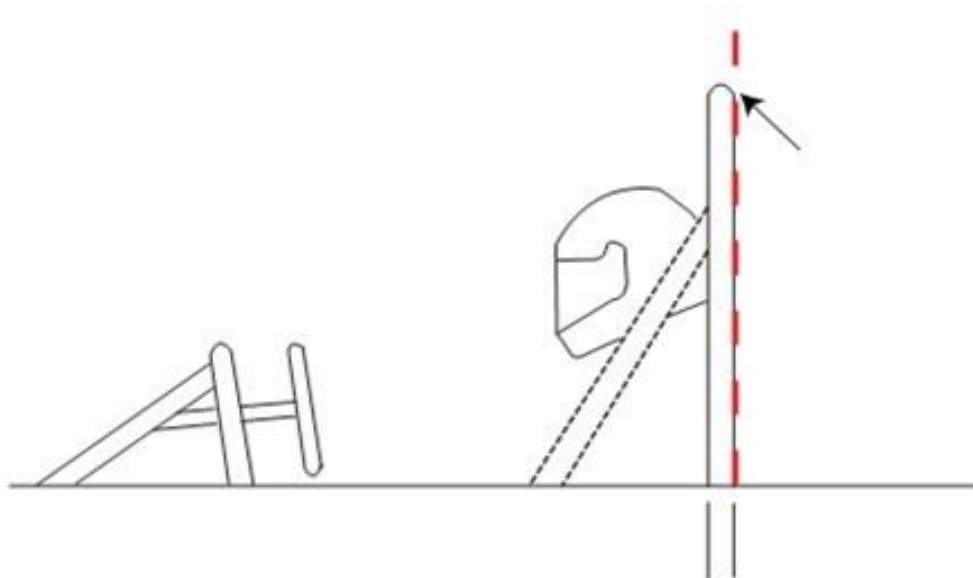


Рисунок 11 - Шлем не должен заходить за эту линию, когда используется только передняя подпорка главной дуги

г) Шаблон 95-ого перцентиля человека следует располагать, как показано ниже: (см. Рисунок 12)

- Сиденье должно быть максимально наклонено назад
- Педали должны располагаться в самой передней точки.
- Нижний 200 миллиметровый (бёдра и ягодицы) круг должен располагаться на сиденье таким образом, что расстояние между центром этого круга и задней плоскостью педалей составляет как минимум 915 мм (36 дюймов).
- Средний 200миллиметровый круг (плечи), должен лежать на спинке сиденья.
- Верхний 300миллиметровый круг (голова и шлем) должен располагаться не дальше чем 25.4мм (1 дюйм) от подголовника сиденья (то есть там, где должен быть расположен шлем водителя при управлении автомобилем).

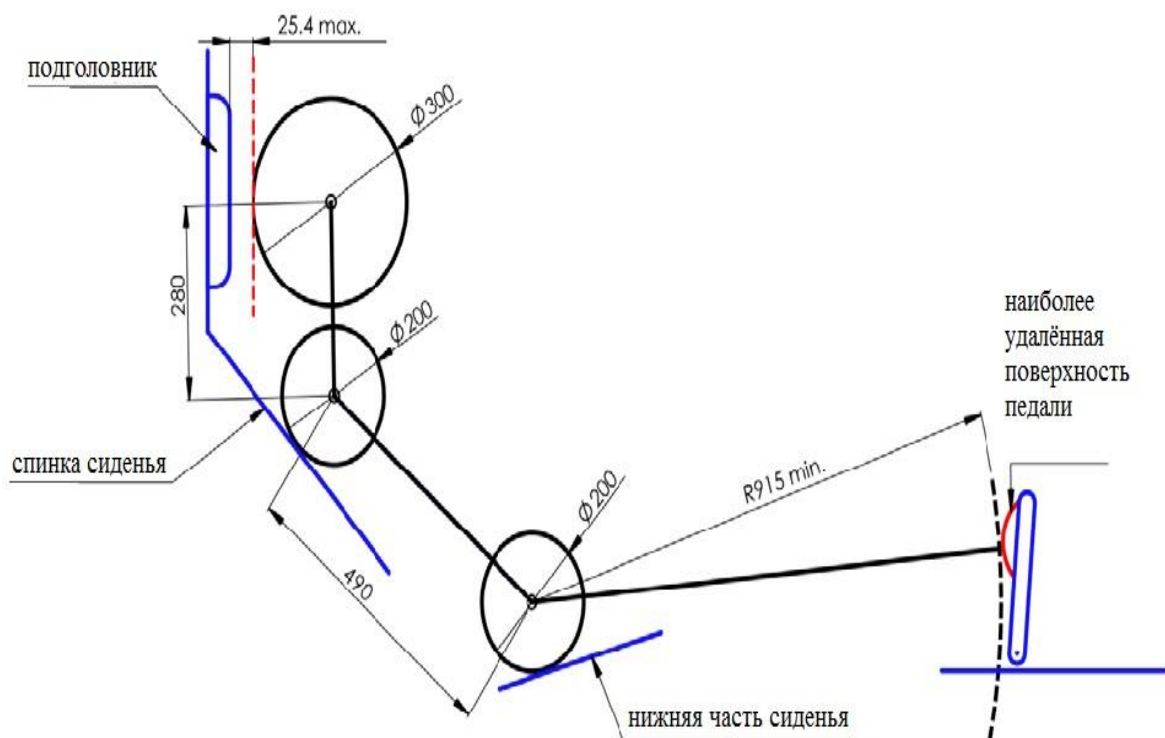


Рисунок 12 - Шаблон 95- процентиля

д) Если требования не выполняются по отношению к шаблону 95-ого процентиля человека, то автомобиль не получает наклейку прохождения технической инспекции и не допускается до участия в динамических дисциплинах.

е) Водители, у которых не выполняется условие относительно расстояния до шлема, не допускаются к управлению автомобилем на соревнованиях.

ж) Распорки главной дуги должны присоединяться к главной дуге как можно выше, но не ниже чем 160мм (6.3 дюйма) от поверхности, проходящей через верх главной дуги. Острый угол образованный главной дугой и распорками главной дуги составлять не менее 30 градусов. (См. Рисунок 11)

з) Распорки передней дуги должны присоединяться к передней дуге как можно выше, но не ниже чем 50,8мм (2 дюйма) от поверхности, проходящей через верх передней дуги. (См. Рисунок 11)

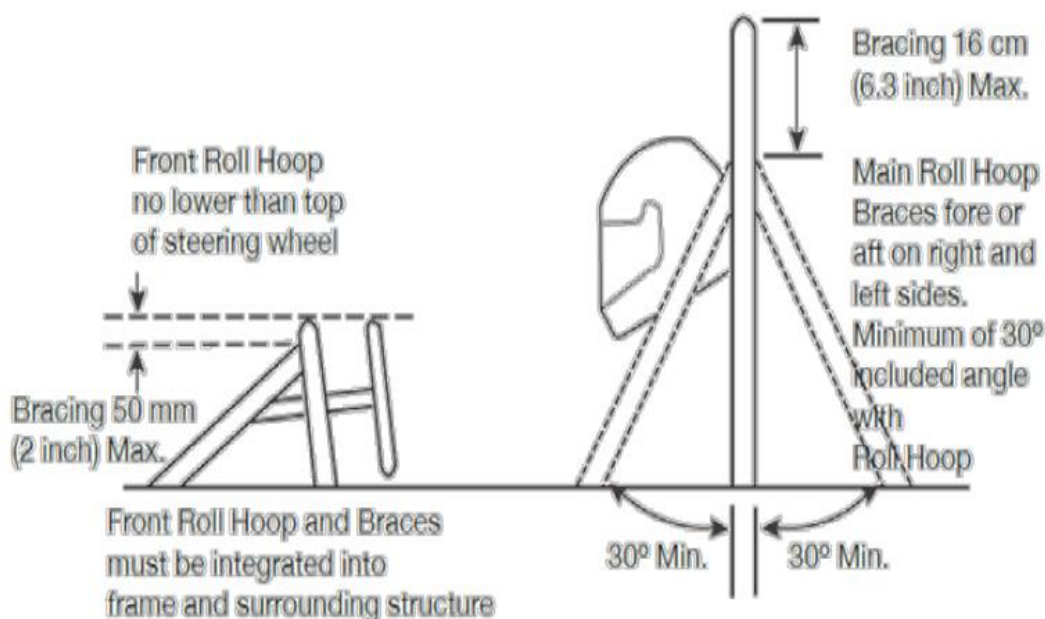


Рисунок 13 - Схема крепления распорок к передней и главной дуге

4.1.3 Боковая конструкция для автомобилей с трубчатой рамой

Боковая защитная конструкция должна соответствовать требованиям, перечисленным ниже.

Боковая защитная конструкция для автомобиля с трубчатой рамой должна состоять как минимум из трех участков труб, расположенных по бокам от водителя, который занимает положенное ему место, как показано на Рисунке 14.

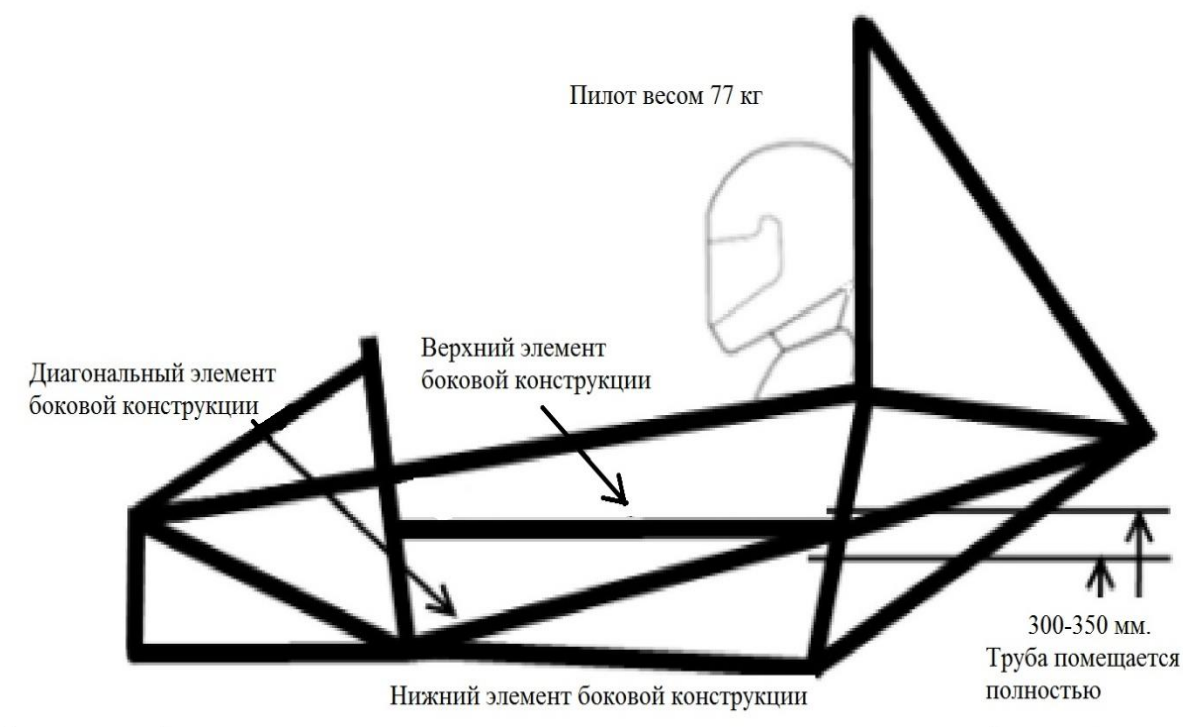


Рисунок 14 - Боковая защитная конструкция

Расположение трех требуемых труб должно быть такое:

- Верхняя труба боковой защитной структуры должна соединять главную и переднюю дуги на высоте от 300мм (11.8 дюймов) до 350мм (13.8 дюймов) над уровнем земли при наличии в автомобиле водителя весом 77кг (170 фунтов) на положенном ему месте. В качестве данной трубы может быть использован верхний лонжерон, если он отвечает требованиям по высоте, толщине стенки и внешнему диаметру труб.
- Нижняя труба боковой защитной структуры должна соединять нижнюю часть главной дуги и нижнюю часть передней дуги. В качестве данной трубы может использоваться нижний лонжерон/участок рамы, если он отвечает требованиям по толщине стенки и внешнему диаметру.
- Диагональная труба боковой защитной структуры должна соединять верхнюю и нижнюю трубы боковой защитной структуры спереди главной дуги и сзади передней дуги.

4.1.4 Проем кокпита

Для того, что бы убедиться, что доступ в кокпит, обеспечиваемый проемом, достаточного размера, через проем кокпита должен быть протаснен шаблон, показанный на рисунке 15. Он должен держаться горизонтально и опускаться по вертикальной линии, пока он не опустится ниже верхней трубы боковой защитной конструкции (или пока не достигнет высоты 350мм (13.8 дюймов) над уровнем земли для автомобилей с монококом). Продольное перемещение шаблона будет разрешено во время его опускания.

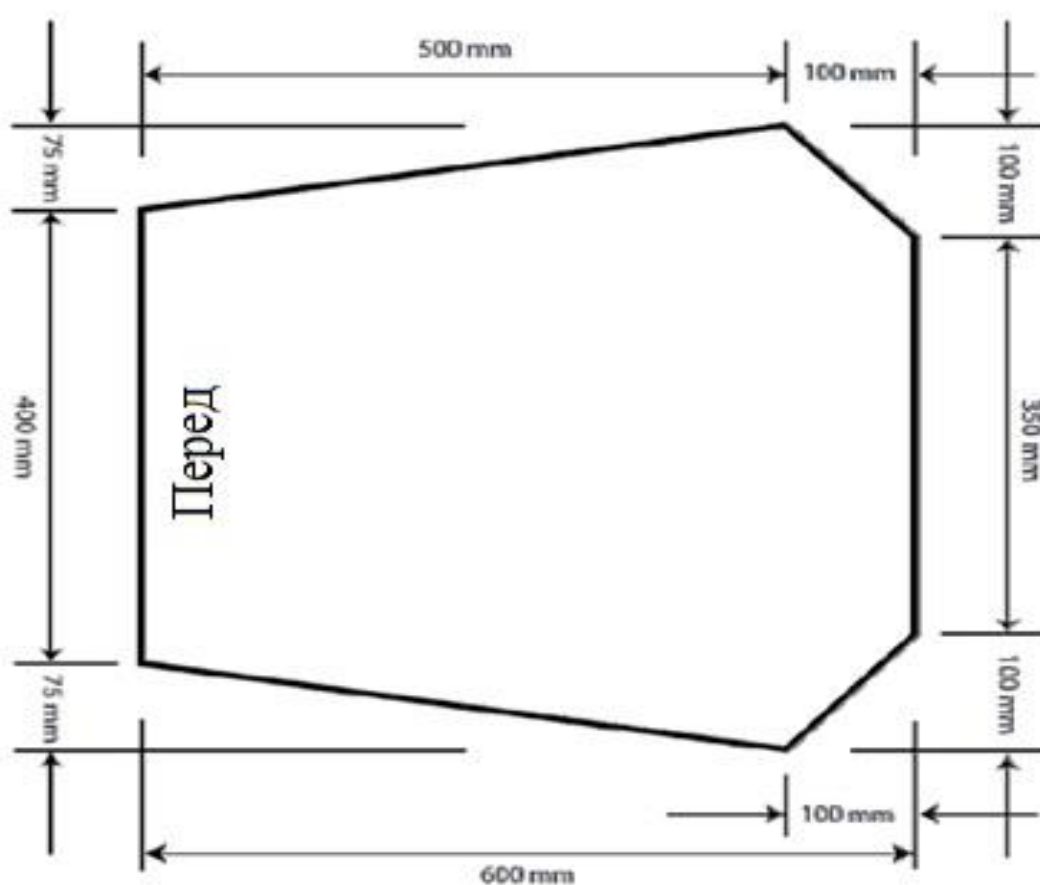


Рисунок - 15 Вертикальный проверочный шаблон

Во время этого теста рулевое колесо, рулевая колонка, сидение и прочее наполнение может быть снято. Рычаг или устройство переключения передач нельзя снимать, если только эти компоненты не составляют единое целое с рулевым колесом. В таком случае они снимаются вместе с рулевым колесом. Огнеупорная стенка не должна передвигаться или сниматься.

Внутреннее поперечное сечение кокпита

Свободное вертикальное поперечное сечение, которое позволяет шаблону, показанному на рисунке 16, свободно перемещаться в горизонтальном направлении через кокпит от самой задней педали, находящейся в не нажатом положении до точки, находящейся сзади лица водителя на 100мм (4 дюйма). Если педали регулируются, то они должны быть установлены в наиболее переднее положение.

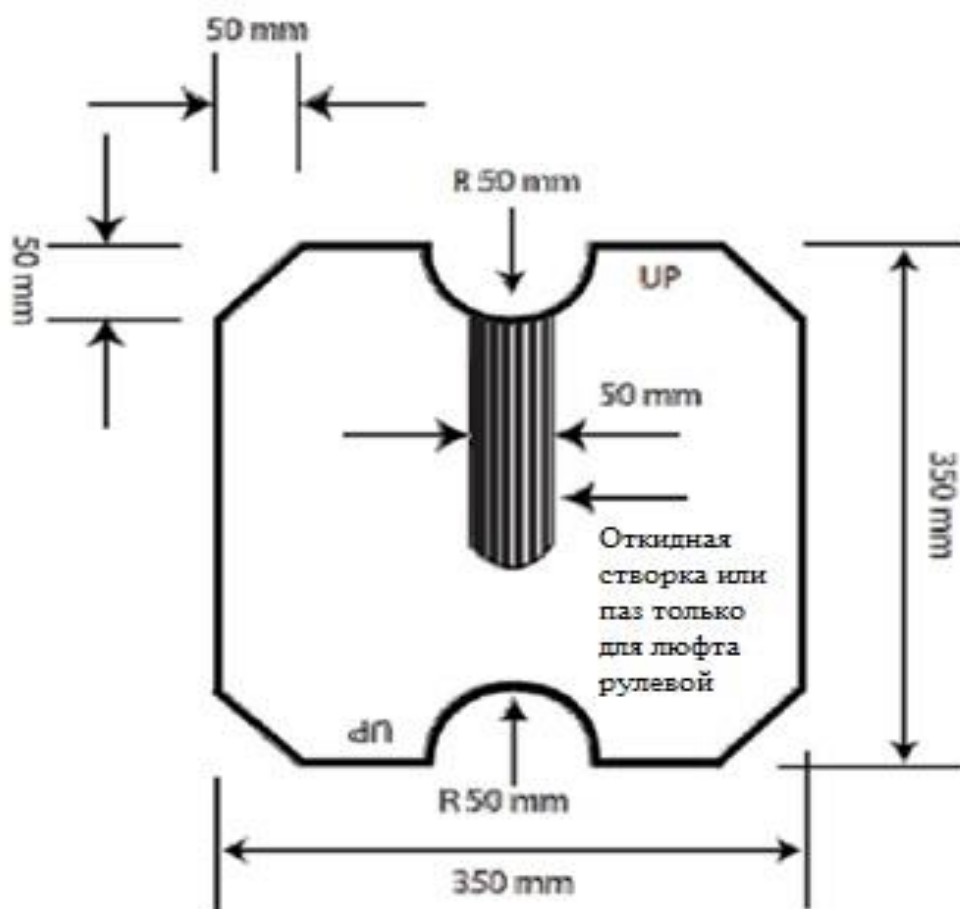


Рисунок 16 - Горизонтальный проверочный шаблон

Шаблон с максимальной толщиной 7мм (0.275 дюйма) должен быть поставлен в проем кокпита в вертикальном положении позади передней дуги настолько плотно, насколько это позволяет конструкция автомобиля.

4.1.5 Обзорность

Водитель должен иметь достаточную видимость спереди и с боков из автомобиля. Когда водитель сидит в нормальном положении, он/она должен иметь поле зрения как минимум в 200 градусов (как минимум по 100 градусов в каждую сторону от водителя). Требуемая видимость может быть обеспечена поворотом головы водителя и/или использованием зеркал.

4.1.6 Доступ к средствам управления

Все средства управления автомобилем, включая переключатели, должны быть доступны изнутри кокпита, причем ни одна из частей тела водителя, например, кисти, предплечья или локти, не должна находиться за пределами боковой защитной структуры.

4.1.7 Водительское сиденье

Нижняя точка водительского сиденья должна быть не ниже, чем нижняя поверхность лонжеронов рамы, или, при наличии, продольных труб соответствующих требованиям для боковых защитных труб рамы, проходящих ниже, чем нижняя точка сиденья.

При нормальном положении водителя должна быть обеспечена достаточная теплоизоляция таким образом, чтобы водитель не контактировал с какими либо металлическими или другими поверхностями, нагретыми до температуры большей, чем 60°C. Изоляция может быть внешней по отношению к кокпиту или объединенной с водительским сиденьем или огнеупорной стенкой. Конструкция должна обеспечивать предохранение от всех трех типов теплопередачи, а именно теплопроводности, конвекции и излучению, от нагретых источников тепла, например выхлопной трубы или шлангов/труб охлаждающей жидкости, к панелям с которыми может контактировать водитель, например сиденье или пол следующими способами:

- Изоляцией теплопроводности с помощью:

1) Отсутствия непосредственного контакта между источниками тепла и панелями;

2) Жаропрочных, изоляционных материалов с минимальной толщиной 8мм (0.3 дюйма) между источниками тепла и панелями.

- Затруднением конвекции с помощью, как минимум, 25-ти мм воздушного зазора (1 дюйм) между источниками тепла и панелями.

- Защитой от излучения с помощью:

1) Сплошного металлического теплового экрана минимальной толщины 0.4мм (0.015 дюйма);

2) Отражающей фольгой или изоляционной лентой

4.2 Проектирование

4.2.1 Разработка дизайн-проекта

На данном этапе последовательно производят следующее:

– выполняют эскизную компоновку автомобиля, создавая схему вместимости и схему шасси, причем обе схемы необходимо разрабатывать одновременно, дабы обеспечить согласованность всех геометрических параметров автомобиля;

– параллельно делают эскизные компоновки вновь разрабатываемых узлов для нового автомобиля;

– основываясь на результатах эскизной компоновки автомобиля, оформляют стилевое решение образа экстерьера и интерьера;

– утверждают стиль дизайна на основе эскизных зарисовок или виртуальных моделей;

– создают реальный макет внешней формы автомобиля и посадочный макет внутреннего пространства в натуральную величину для оценки эргономики и общего восприятия дизайна;

– изготавливают рабочие макеты отдельных узлов, технические показатели которых оценивают на так называемых ходовых макетах автомобиля;

– изготавливают демонстрационный макет, совмещающий элементы экстерьера, интерьера и рабочие макеты узлов как для реальной

визуальной оценки результатов дизайн-проекта, так и для проверки совместной работоспособности оригинальных и действующих узлов.

4.2.2 Формирование детально-узлового состава конструкции

Полученные на предыдущем этапе принципиальные технические решения по компоновке и дизайну автомобиля ложатся в основу предложений по наполнению конструкции автомобиля деталями и узлами и конструктивному их исполнению. Информация о составе в автомобиле всего перечня предполагаемых к установке узлов и деталей, характерных их особенностях в сравнении с аналогами действующего производства, уровне новизны конструкции, применяемых материалах сводятся в свободную ведомость описательных спецификаций составных частей автомобиля.

4.3 Конструирование

4.3.1 Разработка конструкторской документации

На данном этапе конструкторскими подразделениями разрабатывается полная и подробная объемная виртуальная модель автомобиля, а также соответствующий комплект конструкторских документов. Под комплектом конструкторской документации автомобиля подразумевается четыре вида документов:

- 1) полный перечень чертежей;
- 2) комплект соответствующих спецификаций;
- 3) технические требования к комплектующим изделиям;
- 4) ремонтно- эксплуатационные документы.

4.3.2 Испытание конструкции

Испытание применительно ко всему жизненному циклу разработки автомобиля – с фазы концептирования до фазы реализации, подобно процессу разработки автомобиля, подразделяется на этапы.

Выделяют пять этапов испытаний.

1 этап. Работа в процессе концептирования:

2 этап. Исследовательские испытания:

3 этап. Испытание опытных образцов автомобилей:

4 этап. Приемочные испытания автомобилей:

5 этап. Квалификационные испытания автомобилей установочной партии:

Объектами испытаний являются:

– на первом этапе – автомобили-аналоги отечественных и зарубежных брендов

– на втором этапе – макет внешних форм, посадочный макет с макетами элементов салона и багажного отделения, ходовые макеты с рабочими макетами узлов, демонстрационный макет автомобиля;

– на третьем этапе – объемная виртуальная модель автомобиля, объемные виртуальные модели узлов, опытные образцы автомобилей, опытные образцы узлов;

– на четвертом этапе – автомобили и узлы, изготовленные по конструкторским документам, откорректированным по результатам испытаний на третьем этапе;

– на пятом этапе – автомобили и узлы, изготовленные по окончательному состоянию конструкторской документации в условиях серийного производства.

4.3.3 Утверждение конструкции

Этот этап характеризуется проведением приемочных испытаний. Данные испытания являются заключительными для конструкторских работ, после чего откорректированные объемная визуальная модель автомобиля и комплект конструкторской документации передаются в действующее производство, где приступают к началу сборки автомобиля.

4.4 Эскизная компоновка удовлетворяющая требованиям технического регламента

Выполняя требования технического регламента «формула студент» была разработана компоновка гоночного болида 2017 года. Которая удовлетворяет следующие требования:

1. Верхние 180 градусов колёс/шин видны
2. Колёса/шины ничем не перекрываются с боков.
3. Колёса соответствуют правилам/размерам.
4. Колёсная база болида составляет 1530 мм.
5. Ширина наименьшей колеи автомобиля составляет не менее 75% наибольшей колеи автомобиля.

Передняя колея 1200 мм.

Задняя колея 1150 мм.

6. Несущая система автомобиля имеет две закрепленные дуги, переднюю перегородку с опорами и Аттенюатором, а так же боковые конструкции.

7. Соблюдена межузловая триангуляция.

8. При нормальной посадке и закреплении в удерживающей водителя системе 95-ого перцентиля человека (антропометрический показатель) и всех водителей команды, выполнены следующие условия:

Расстояние между шлемом и прямой линией, проведенной через верхнюю точку главной дуги и верхнюю точку передней дуги составляет 73мм.

Расстояние между шлемом и прямой линией проведенной через верхнюю точку главной дуги и нижнее основание распорок главной дуги когда последняя расположена сзади от главной дуги должно составлять 142мм.

9. Плоский шаблон, представляющий 95-ый перцентиль человека, был изготовлен по следующим размерам:

- Бедра и ягодицы представляет круг диаметром 200мм (7.87 дюймов).

- Плечи и область шеи представляет круг диаметром 200мм (7.87 дюймов).

- Голову (со шлемов) представляет круг диаметром 300мм (11.81 дюймов).

- Центры 200-миллиметровых кругов соединяются прямой линией длиной 490мм.

- Центры верхнего 200-миллиметрового круга и 300-миллиметрового круга

соединяются прямой линией длиной 280мм.

10. Шаблон 95-ого процентиля человека расположен по требованиям технического регламента.

Нижний 200 миллиметровый (бёдра и ягодицы) круг расположен на сиденье таким образом, что расстояние между центром этого круга и задней плоскостью педалей составляет как минимум 915 мм.

Средний 200миллиметровый круг (плечи), лежит на спинке сиденья.

Верхний 300миллиметровый круг (голова и шлем) должен располагаться не дальше чем 25.4мм от подголовника сиденья (то есть там, где должен быть расположен шлем водителя при управлении автомобилем).

11. Распорки главной дуги присоединены к главной дуге на расстоянии 141мм от поверхности, проходящей через верх главной дуги. Острый угол образованный главной дугой и распорками главной дуги составлять 38 градусов.

12. Распорки передней дуги должны присоединяться к передней дуге не ниже чем от поверхности, проходящей через верх передней дуги.

13. Боковая защитная конструкция для автомобиля с трубчатой рамой состоит четырех участков труб, расположенных по бокам от водителя, который занимает положенное ему место.

14. Верхняя труба боковой защитной структуры соединяет главную и переднюю дуги на высоте 328мм над уровнем земли при

наличии в автомобиле водителя весом 77кг (170 фунтов) на положенном ему месте.

Результат проделанной работы можно увидеть на рисунках 17-19.

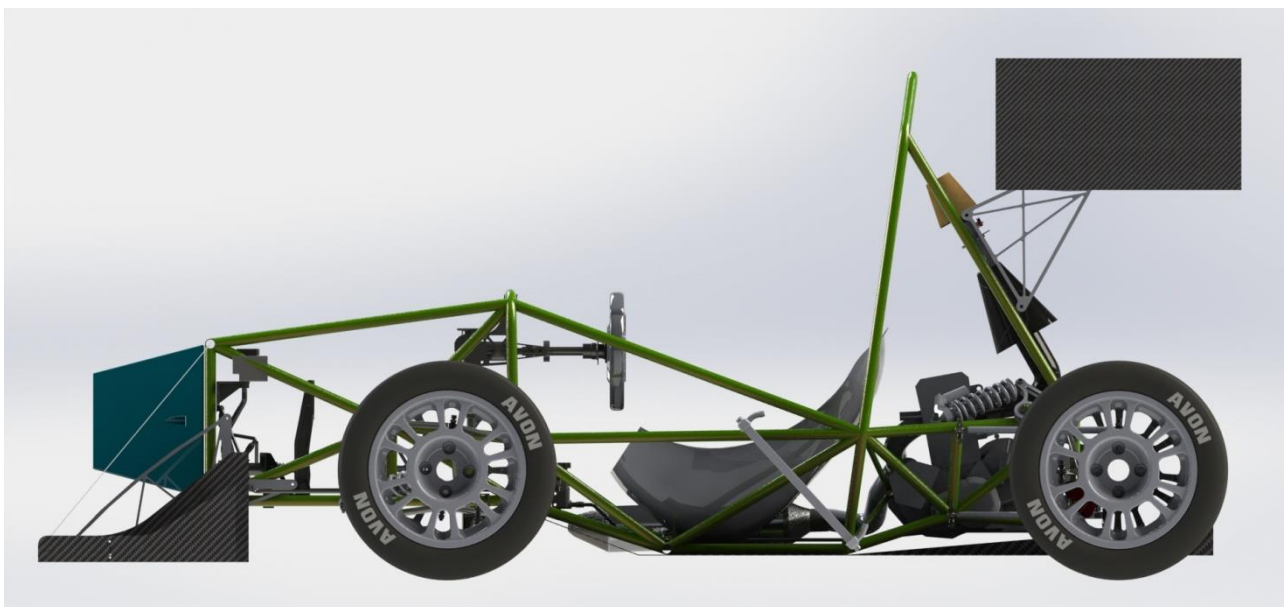


Рисунок 17 – Автомобиль вид сбоку

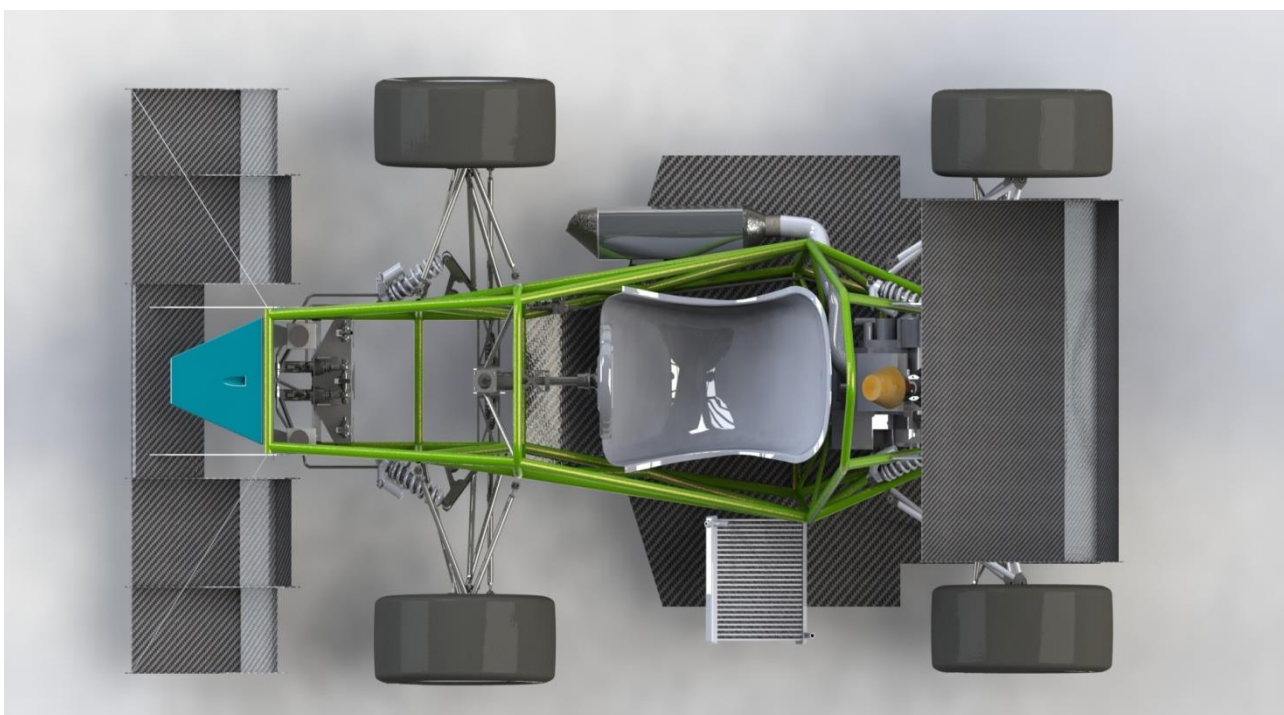


Рисунок 18 – Автомобиль вид сверху

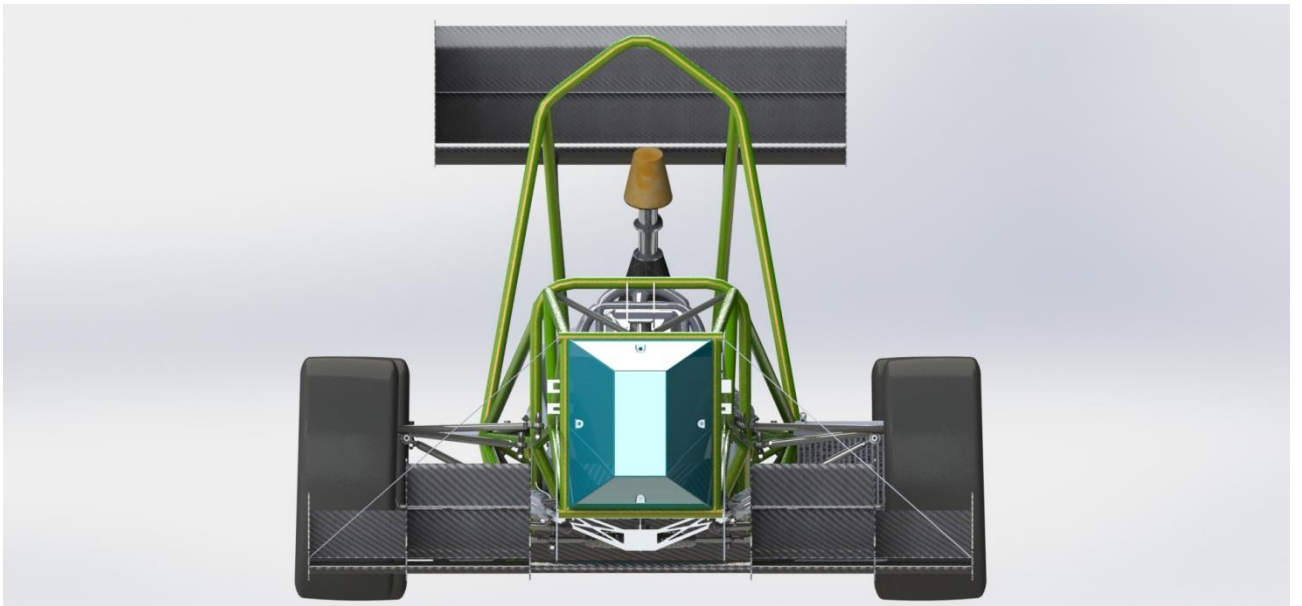


Рисунок 19 – Автомобиль вид спереди

5 Анализ экономической эффективности объекта

Бизнес план предприятия по производству и продажи 100 спортивных автомобилей класса «Формула Студент».

Исходные данные:

Стоимость автомобиля – 1 750 000 руб.

Стоимость производства одного автомобиля – 1 062 600руб.

Объем производства – 100 шт.

Ожидаемая прибыль – 68 640 000 руб.

Таблица 2 - Смета заработной платы предприятия

| Наименование | Количество | Зарплата (руб.) |
|----------------------------|------------|-----------------|
| Генеральный директор | 1 | 13 2891,7 |
| Маркетинг | | |
| Директор по маркетингу | 1 | 65 176,98 |
| Менеджер по продажам | 1 | 33 277,86 |
| Бизнес планировщик | 1 | 33 163,68 |
| Специалист по маркетингу | 1 | 28 341,06 |
| Финансы | | |
| Бухгалтер | 1 | 29 917,14 |
| Экономист | 1 | 27 311,46 |
| Отдел кадров | | |
| Руководитель отдела кадров | 1 | 28 612,98 |
| Администрация | | |
| Пилот | 2 | 33 484,44 |
| Уборщик | 2 | 28 228,2 |
| Сторож | 2 | 32 169,72 |
| Производство | | |
| Технический директор | 1 | 74 172,12 |
| Сварщик | 6 | 200 471 |

Продолжение таблицы 2

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------|
| Монтажник | 6 | 181 122,5 |
| Механик | 6 | 173 396,5 |
| Инженер | 2 | 108 733,7 |
| Специалист по композитным материалам | 8 | 33 8749 |
| Электрик | 4 | 121 804,3 |
| Дизайнер | 1 | 3 1561,86 |

Всего (в год): 20431034 руб.

Уходит в себестоимость: 204310,3 руб.

Таблица 3 – Стоимость оборудования

| Наименование | Количество | Стоимость (руб.) | Долговечность |
|-------------------------------|------------|------------------|---------------|
| Станок с ЧПУ | 2 | 660 000 | 20 |
| Сварочный аппарат | 2 | 19 800 | 21 |
| Сварочный стол | 1 | 290 400 | 20 |
| Трубогибочный станок | 1 | 14 5200 | 17 |
| Лазерная резка | 2 | 765 600 | 22 |
| Клепальный аппарат | 2 | 198 000 | 19 |
| Поршневой компрессор | 2 | 19 800 | 9 |
| Стол для работы | 4 | 198 000 | 23 |
| Шиномонтажный станок | 1 | 99 000 | 15 |
| Станок для балансировки колес | 1 | 99 000 | 17 |
| Покрасочная камера | 1 | 2 376 000 | 20 |

Таблица 4 – Расчет амортизации

| Наименование | k_a (%) | Отчисления (руб.) |
|-------------------------------|-----------|-------------------|
| Станок с ЧПУ | 0,05 | 33 000 |
| Сварочный аппарат | 0,047 | 930,6 |
| Сварочный стол | 0,05 | 14 520 |
| Трубогибочный станок | 0,045 | 6 534 |
| Лазерная резка | 0,058 | 44 404,8 |
| Клепальный аппарат | 0,052 | 10 296 |
| Поршневой компрессор | 0,11 | 2 178 |
| Стол для работы | 0,043 | 8 514 |
| Шиномонтажный станок | 0,067 | 6 633 |
| Станок для балансировки колес | 0,059 | 5 841 |
| Покрасочная камера | 0,05 | 118 800 |

Итог по амортизации: 251 651,4 руб.

Расчет арендной платы производственного помещения площадью 402 м².

Стоимость 1 м²: 500 рублей.

Стоимость 402 м²: 201 000 рублей за 1 месяц;

За 12 месяцев: 2 412 000 рублей.

Инвестиции:

Таблица 5 - Инвестиционные потребности

| Наименование | Необходимо, (руб.) |
|--------------------------|--------------------|
| Для производства | |
| Оборудование | 4 870 800 |
| Производственные расходы | 85 800 000 |
| Для маркетинга | |
| Продвижение | 7 260 000 |
| Распределение | 19 338 000 |
| Мероприятия | 18 546 000 |

Всего: 135 814 800 руб.

Источники инвестиций:

1. Бизнес ангелы - 24 420 000 руб.
2. Банковские кредиты - 85 800 000 руб.

Таблица 6 – Постоянные издержки

| Наименование | Затраты, (руб.) |
|---------------------------|-----------------|
| Постоянные издержки | |
| Аренда | 2 412 000 |
| Амортизация | 251 651,4 |
| Зарплата (частично) | 6 939 709,92 |
| Банковский заем | 85 800 000 |
| ИТОГО: 95 403 361,32 руб. | |

Таблица 7 - Расчет точки безубыточности

| | Издержки | Переменные затраты | Суммарные затраты | Продажи |
|-----|------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| 0 | 95403361,3 | 0 | 95403361,32 | 0 |
| 10 | 95403361,3 | 7326000 | 102729361,3 | 17500000 |
| 20 | 95403361,3 | 14652000 | 110055361,3 | 35000000 |
| 30 | 95403361,3 | 21978000 | 117381361,3 | 52500000 |
| 40 | 95403361,3 | 29304000 | 124707361,3 | 70000000 |
| 50 | 95403361,3 | 36630000 | 132033361,3 | 87500000 |
| 60 | 95403361,3 | 43956000 | 139359361,3 | 105000000 |
| 70 | 95403361,3 | 51282000 | 146685361,3 | 122500000 |
| 80 | 95403361,3 | 58608000 | 154011361,3 | 140000000 |
| 90 | 95403361,3 | 65934000 | 161337361,3 | 157500000 |
| 100 | 95403361,3 | 73260000 | 168663361,3 | 175000000 |

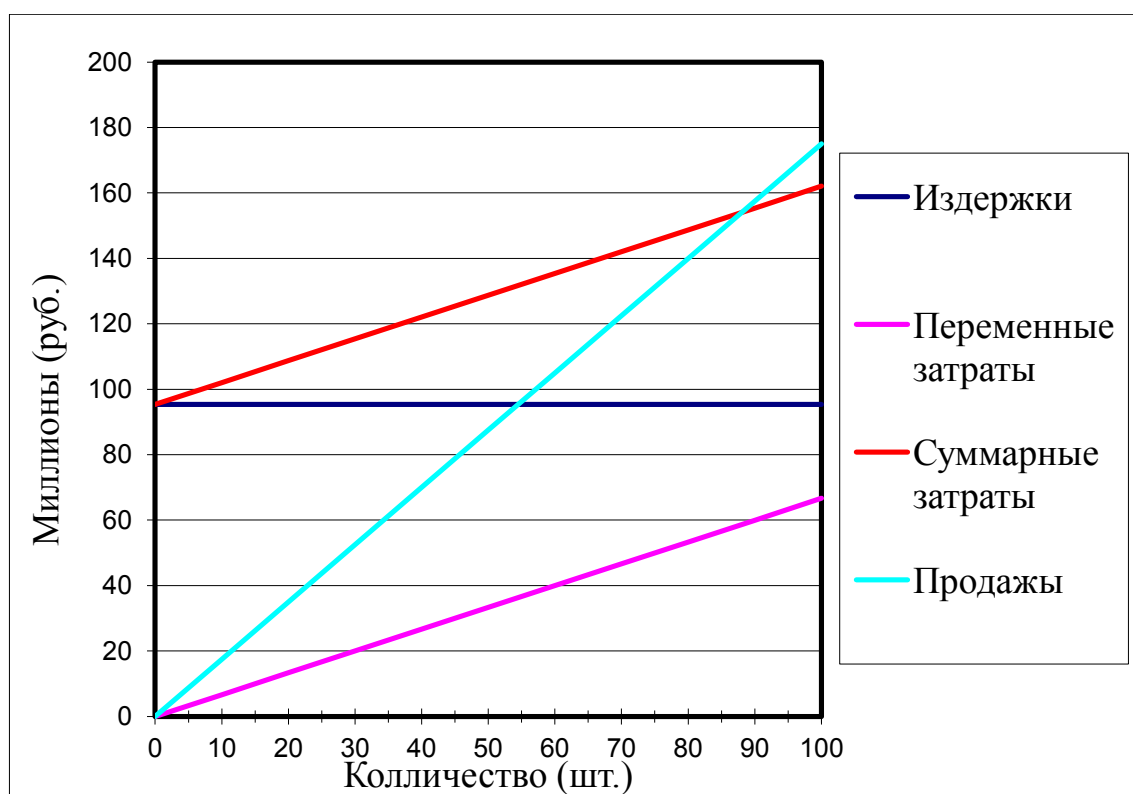


Рисунок 21 - Точка безубыточности

Структура предприятия по выпуску спортивных автомобилей
«Формула Студент»

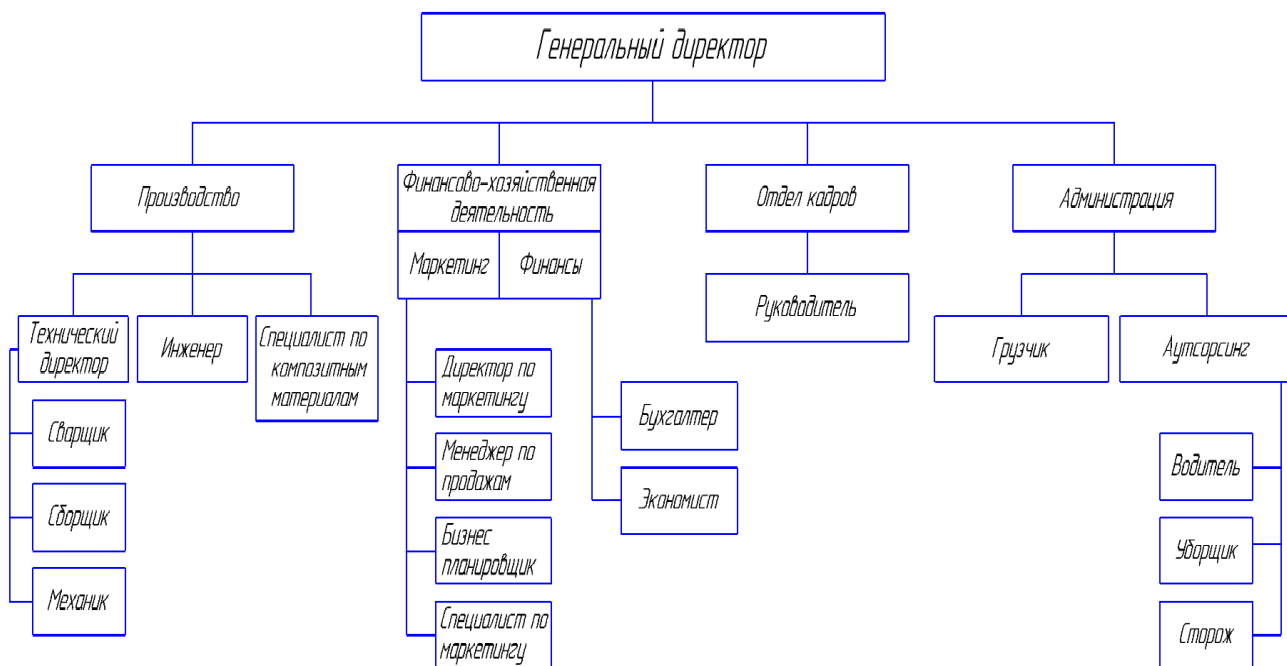


Рисунок 20 - Структурная схема предприятия

6 Безопасность жизнедеятельности

Описание требований безопасности при организации работ за персональным компьютером.

Опасные и вредные производственные факторы при работе на ПК:

- ПК является непосредственным источником электромагнитных и электростатических полей;
- негативные факторы, воздействующие на зрение, возникшие вследствие работы за монитором ПК;
- несоответствие окружающей среды (освещение, микроклимат, окраска помещения, избыточный шум, вибрация и т. п.) физиологическим потребностям человеческого организма;
- несоответствие требованиям рабочее место оператора ПК;
- монотонность труда.

Вышеуказанные факторы вызывают повышенную утомляемость, расстройство памяти, головные боли, проблемы со сном, боли в суставах и пояснице.

Вредные воздействия при работе на ПК:

- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;
- электромагнитное излучение;
- рентгеновское излучение;
- статическое электричество;
- блики и мерцание.

Конструкция ПК должна обеспечивать возможность регулировки дисплея, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении. В настройках дисплея должна быть предусмотрена регулировка яркости и контрастности. Корпус ПК, клавиатура и другие блоки и

устройства должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6, запрещено применение блестящих деталей, так как они способны создавать блики. Рабочее место пользователя ПК должна составлять не менее 6 м² по площади и не менее 6 м³ объему.

Оптимальное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха создает комфортные условия для работы. Перед началом работ и после окончания работ следует осуществлять сквозное проветривание кабинета, а так же необходимо ежедневно производить влажную уборку помещения.

Требования, предъявляемые к микроклимату на рабочем месте, оборудованном ПК:

- температура воздуха, °С.....21-25
- относительная влажность воздуха, %.....40-60
- скорость движения воздуха, м/с.....0,1
- разность температур на уровне пола и на уровне головы сидящего оператора, °С.....не более 3

В помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника должно иметься естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение может быть как общим, так и комбинированным. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 300-500 лк. Для дополнительной подсветки документов разрешено использование местных светильников. Размещать рабочее место следует таким образом, чтобы монитор был перпендикулярно ориентирован по отношению к оконным проемам, а естественный свет падал преимущественно слева (рис. 22).

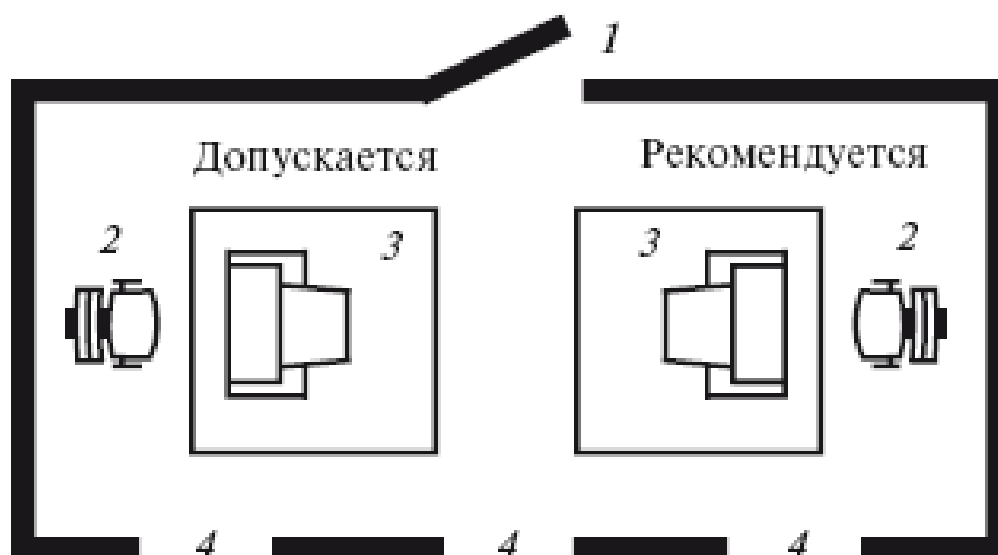


Рисунок 22 - Расположение рабочего места с ПК по отношению к световым проемам 1 - дверь, 2 - кресло оператора, 3 - рабочий стол, 4 - окна

В помещениях, где расположены ПК, уровни шума и вибрации не должны превышать допустимых значений, установленных действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами для жилых и общественных зданий (табл. 8).

Таблица 8 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

| Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | | Уровень звука, дБ |
|---|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------------------|
| Гц | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| дБ | 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |

Допустимый уровень шума при работе на ПК без печатающего устройства (принтера) составляет 50 дБ, при включенном принтере - 75 дБ.

Печатающее устройство устанавливают на звукопоглощающую поверхность автономно от рабочего места оператора ПК.

Оборудование с уровнем шума превышающее нормативные требования (печатающие устройства, серверы и т. п.), должно размещаться вне помещений с ПК.

Помещения, в которых находятся рабочие места с ПК, должны иметь защитное заземление в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации ПК.

Перед подключением ПК необходимо проверить:

- исправность разъемов;
- отсутствие изломов и повреждений изоляции проводов; отсутствие открытых токоведущих частей.

Полы в помещении должны быть ровными, с противоскользящим покрытием с антистатическими свойствами и удобными для очистки. Стены должны быть окрашены в холодные тона: светло-голубой, светло-зеленый, светло-серый. Использование блестящих поверхностей запрещено. Для отделки внутреннего интерьера запрещается применять полимерные материалы (древесностружечные плиты, слоистый бумажный пластик, синтетические ковровые покрытия и др.), выделяющие в воздух вредные химические вещества. На окнах должны быть шторы (жалюзи) под цвет стен, не пропускающие естественный свет и полностью закрывающие оконные проемы.

Монитор должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм. Защитные фильтры обязательны для ПК, не имеющих гигиенического сертификата. Рекомендуются фильтры класса "Полная защита".

Конструкция рабочего места должна обеспечивать оптимальное размещение используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, а также характера выполняемой работы. Разрешено использование рабочих столов, конструкция которых отвечает

современным требованиям эргономики с коэффициент отражения рабочей поверхности 0,5-0,7. Высота поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии регулировки высоты рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Пространство для ног должны быть: по высоте не менее 600 мм, ширине не менее 500 мм, глубине на уровне колен не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать такое положение рабочего, при котором снижается напряжение мышц шейно-плечевой области и мышц спины для предупреждения развития заболеваний. Рабочий стул следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПК. Рабочий стул должен иметь регулировки по высоте, углу наклона сиденья и спинки, а также глубины сиденья. Регулировка каждого из параметра должна быть независимой друг от друга, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углов наклона вперед до 15° и назад до 5°;
- высоту опорной поверхности спинки 300+20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах +30°;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;

- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230+30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

Рабочее место пользователя ПК должно быть оборудовано подставкой для ног размерами не менее 300 мм по ширине и 400 мм по высоте, с возможностью регулировки по высоте до 150 мм и углу наклона опорной поверхности не менее 20°.

Размещение клавиатуры на рабочей поверхности стола должна быть в пределах 100-300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной рабочей поверхности имеющую регулировку, отделенной от основной столешницы.

Обязательными мероприятиями для предупреждения развития переутомления являются:

- выполнение упражнений для глаз через каждые 20-25 мин работы за ПК;
- сквозное проветривание помещений с ПК во время обеденного перерыва с обязательным освобождением помещения;
- выполнение во время перерывов упражнений физкультурной паузы в течение 3-4 минут;
- выполнение упражнений физкультминутки в течение 1-2 мин для снятия локального утомления, которые выполняются индивидуально при появлении начальных признаков усталости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены схемы компоновок автомобилей. Результатом проделанного анализа была выбрана схема компоновки, удовлетворяющая наши критерии.

Расчет тяговой динамики показал высокие динамические показатели соответствующие уровню машин топ команд. Компоновка автомобиля удовлетворяет технические требования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технический регламент «Формула студент 2017»
2. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля [Текст] / Л.А. Черепанов; Учебное пособие. Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40 с.
3. Исаев, Е.У Проектирование автомобиля: учебное пособие / [Текст] / Е.У. Исаев, Н.С. Соломатин, Б.В. Кисуленко, В.М. Карпов [и др.] Тольятти: изд-во ТГУ, 2003. – 260 с.:пер.
4. Кудрявцев, С.М. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля: монография [Текст] / С.М. Кудрявцев, Г.В. Пачурин, Д.В. Соловьев, [и др.]; под общей редакцией С. М. Кудрявцева. – Н. Новгород, 2010. – 236 с.
5. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузову, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф.Родионов. – М. : Машиностроение, 1984. –376 с.
6. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
7. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля: учеб. пособие [Текст] / А.И. Гришкевич, В.А.Вавуло, А.В. Карпов. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 240 с.
8. Гаспарянц, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарянц. – М. :Машиностроение, 1978. – 351 с.
9. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е [Текст] / Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М. :Машиностроение, 1986. – 304 с.
10. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.

11. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983. – 356 с.
12. Пройкшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов [Текст] / А. Пройкшат. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с.
13. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
14. Капова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 – «Автомобиле –и тракторостроение» всех форм обучения [Текст] / В.Г. Капова. - Тольятти: ТГУ, 2007. – 63 с.
15. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобилия и тракторы».-ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополюс плюс, 2005 -557 с.
16. Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта автомобиля: учеб. Пособие [Текст] /В.М. Скутнев. -Тольятти: Изд. ТГУ, 2012.-295 с.
17. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.3. - 8-е изд. Перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестоковой. [Текст] / В.И. Анурьев. - М.: Машиностроение, 2001 . - 864 с.
18. Орлов, П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн.[Текст] / П.И. Орлов. Под ред. П.И. Усачева.- 3-е изд., исправл.- М.: Машиностроение, 1988
19. Петрова, М.С. Охрана труда на производстве и в учебном процессе: учеб.пособие. [Текст] / М.С. Петрова – М.: ЭНАС, 2006.-232с.
20. Осепчугов, В. В. Автомобиль: Анализ конструкции, элементы расчета: Учеб. для студентов вузов по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство". [Текст] / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин – М.: Машиностроение, 1989.-304с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-динамический расчет автомобиля

Таблица А.1 - Скорость автомобиля на разных передачах

| ω (об/мин) | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4600 | 12,76 | 15,95 | 19,55 | 23,93 | 29,13 |
| 5140 | 14,26 | 17,82 | 21,84 | 26,74 | 32,55 |
| 5680 | 15,76 | 19,69 | 24,14 | 29,55 | 35,97 |
| 6220 | 17,25 | 21,57 | 26,43 | 32,36 | 39,39 |
| 6760 | 18,75 | 23,44 | 28,72 | 35,17 | 42,81 |
| 7300 | 20,25 | 25,31 | 31,02 | 37,98 | 46,23 |
| 7840 | 21,75 | 27,18 | 33,31 | 40,79 | 49,65 |
| 8380 | 23,25 | 29,06 | 35,61 | 43,6 | 53,07 |
| 8920 | 24,74 | 30,93 | 37,9 | 46,4 | 56,49 |
| 9460 | 26,24 | 32,8 | 40,2 | 49,21 | 59,91 |
| 10000 | 27,74 | 34,68 | 42,49 | 52,03 | 63,33 |

Таблица А.2 - Сила тяги автомобиля

| ω (об/мин) | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|-------------------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 4600 | 931,21 | 744,97 | 607,89 | 496,52 | 407,87 |
| 5140 | 1247,79 | 998,23 | 814,56 | 665,32 | 546,53 |
| 5680 | 1373,46 | 1098,77 | 896,6 | 732,33 | 601,58 |
| 6220 | 1433,9 | 1147,12 | 936,05 | 764,55 | 628,05 |
| 6760 | 1433,9 | 1147,12 | 936,05 | 764,55 | 628,05 |
| 7300 | 1396,47 | 1117,18 | 911,62 | 744,6 | 611,65 |
| 7840 | 1373,46 | 1098,77 | 896,6 | 732,33 | 601,58 |
| 8380 | 1289,68 | 1031,75 | 841,9 | 687,66 | 564,88 |
| 8920 | 1173,28 | 938,63 | 765,92 | 625,59 | 513,9 |
| 9460 | 1024,26 | 819,41 | 668,64 | 546,14 | 448,63 |
| 10000 | 944,94 | 755,95 | 616,86 | 503,84 | 413,89 |

Таблица А.3 - Сила сопротивления воздуха

| ω (об/мин) | Pв1 | Pв2 | Pв3 | Pв4 | Pв5 |
|-------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 4600 | 94,31 | 147,37 | 221,4 | 331,71 | 491,54 |
| 5140 | 117,79 | 183,95 | 276,3 | 414,19 | 613,73 |
| 5680 | 143,88 | 224,58 | 337,56 | 505,81 | 749,48 |
| 6220 | 172,37 | 269,51 | 404,64 | 606,59 | 898,77 |
| 6760 | 203,65 | 318,27 | 477,8 | 716,51 | 1061,61 |
| 7300 | 237,53 | 371,07 | 557,39 | 835,58 | 1238,01 |
| 7840 | 274,03 | 427,93 | 642,73 | 963,79 | 1427,96 |
| 8380 | 313,13 | 489,18 | 734,55 | 1101,16 | 1631,45 |
| 8920 | 354,55 | 554,16 | 832,06 | 1247,13 | 1848,5 |
| 9460 | 398,85 | 623,2 | 936,11 | 1402,76 | 2079,1 |
| 10000 | 445,75 | 696,68 | 1045,8 | 1568,14 | 2323,25 |

Таблица А.4 - Сила сопротивления дороги

| ω (об/мин) | Pд1 | Pд2 | Pд3 | Pд4 | Pд5 |
|-------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 4600 | 52,92 | 52,92 | 63,03 | 68,07 | 75,37 |
| 5140 | 52,92 | 52,92 | 65,54 | 71,84 | 80,95 |
| 5680 | 52,92 | 63,18 | 68,34 | 76,02 | 87,16 |
| 6220 | 52,92 | 65,23 | 71,4 | 80,63 | 93,97 |
| 6760 | 62,22 | 67,46 | 74,75 | 85,65 | 101,41 |
| 7300 | 63,77 | 69,87 | 78,38 | 91,09 | 109,47 |
| 7840 | 65,44 | 72,47 | 82,28 | 96,94 | 118,15 |
| 8380 | 67,22 | 75,27 | 86,47 | 103,22 | 127,44 |
| 8920 | 69,12 | 78,23 | 90,93 | 109,89 | 137,36 |
| 9460 | 71,14 | 81,39 | 95,68 | 117 | 147,89 |
| 10000 | 73,28 | 84,74 | 100,69 | 124,55 | 159,04 |

Таблица А.5 - Суммарная сила сопротивления движения автомобиля

| ω (об/мин) | $\Sigma 1$ | $\Sigma 2$ | $\Sigma 3$ | $\Sigma 4$ | $\Sigma 5$ |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 4600 | 147,23 | 200,29 | 284,43 | 399,78 | 566,91 |
| 5140 | 170,71 | 236,87 | 341,84 | 486,03 | 694,68 |
| 5680 | 196,8 | 287,76 | 405,9 | 581,83 | 836,64 |
| 6220 | 225,29 | 334,74 | 476,04 | 687,22 | 992,74 |
| 6760 | 265,87 | 385,73 | 552,55 | 802,16 | 1163,02 |
| 7300 | 301,3 | 440,94 | 635,77 | 926,67 | 1347,48 |
| 7840 | 339,47 | 500,4 | 725,01 | 1060,73 | 1546,11 |
| 8380 | 380,35 | 564,45 | 821,02 | 1204,38 | 1758,89 |
| 8920 | 423,67 | 632,39 | 922,99 | 1357,02 | 1985,86 |
| 9460 | 469,99 | 704,59 | 1031,79 | 1519,76 | 2226,99 |
| 10000 | 519,03 | 781,42 | 1146,49 | 1692,69 | 2482,29 |

Таблица А.6 - Динамический фактор автомобиля

| ω (об/мин) | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| 4600 | 0,285 | 0,203 | 0,131 | 0,056 | - |
| 5140 | 0,384 | 0,277 | 0,183 | 0,085 | - |
| 5680 | 0,418 | 0,297 | 0,19 | 0,077 | - |
| 6220 | 0,429 | 0,299 | 0,181 | 0,054 | - |
| 6760 | 0,418 | 0,282 | 0,156 | 0,016 | - |
| 7300 | 0,394 | 0,254 | 0,12 | - | - |
| 7840 | 0,374 | 0,228 | 0,086 | - | - |
| 8380 | 0,332 | 0,185 | 0,037 | - | - |
| 8920 | 0,278 | 0,131 | - | - | - |
| 9460 | 0,213 | 0,067 | - | - | - |
| 10000 | 0,17 | 0,02 | - | - | - |

Таблица А.7 - Коэффициенты сопротивления качению автомобиля

| ω (об/мин) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4600 | 0,018 | 0,018 | 0,021 | 0,023 | 0,026 |
| 5140 | 0,018 | 0,018 | 0,022 | 0,024 | 0,028 |
| 5680 | 0,018 | 0,018 | 0,023 | 0,026 | 0,03 |
| 6220 | 0,018 | 0,022 | 0,024 | 0,027 | 0,032 |
| 6760 | 0,021 | 0,023 | 0,025 | 0,029 | 0,034 |
| 7300 | 0,022 | 0,024 | 0,027 | 0,031 | 0,037 |
| 7840 | 0,022 | 0,025 | 0,028 | 0,033 | 0,04 |
| 8380 | 0,023 | 0,026 | 0,029 | 0,035 | 0,043 |
| 8920 | 0,024 | 0,027 | 0,031 | 0,037 | 0,047 |
| 9460 | 0,024 | 0,028 | 0,033 | 0,04 | 0,05 |
| 10000 | 0,025 | 0,029 | 0,034 | 0,042 | 0,054 |

Таблица А.8 - Ускорения автомобиля

| ω (об/мин) | J1 | J2 | J3 | J4 | J5 |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|----|
| 4600 | 2,339 | 1,654 | 0,993 | 0,303 | - |
| 5140 | 3,206 | 2,316 | 1,453 | 0,56 | - |
| 5680 | 3,504 | 2,495 | 1,507 | 0,468 | - |
| 6220 | 3,6 | 2,477 | 1,417 | 0,248 | - |
| 6760 | 3,477 | 2,316 | 1,182 | -0,119 | - |
| 7300 | 3,258 | 2,057 | 0,839 | - | - |
| 7840 | 3,083 | 1,815 | 0,523 | - | - |
| 8380 | 2,707 | 1,422 | 0,072 | - | - |
| 8920 | 2,225 | 0,93 | - | - | - |
| 9460 | 1,655 | 0,349 | - | - | - |
| 10000 | 1,27 | - | - | - | - |

Таблица А.9 - Обратные ускорения автомобиля

| ω (об/мин) | 1/J1 | 1/J2 | 1/J3 | 1/J4 | 1/J5 |
|-------------------|------|------|-------|------|------|
| 4600 | 0,43 | 0,60 | 1,01 | 3,30 | - |
| 5140 | 0,31 | 0,43 | 0,69 | 1,79 | - |
| 5680 | 0,29 | 0,40 | 0,66 | 2,14 | - |
| 6220 | 0,28 | 0,40 | 0,71 | 4,03 | - |
| 6760 | 0,29 | 0,43 | 0,85 | - | - |
| 7300 | 0,31 | 0,49 | 1,19 | - | - |
| 7840 | 0,32 | 0,55 | 1,91 | - | - |
| 8380 | 0,37 | 0,70 | 13,89 | - | - |
| 8920 | 0,45 | 1,08 | - | - | - |
| 9460 | 0,60 | 2,87 | - | - | - |
| 10000 | 0,79 | - | - | - | - |

Таблица А.10 – Расчет времени разгона автомобиля

| | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V | | 12,76 | 15,21 | 17,66 | 20,11 | 22,56 | 25,01 | 27,46 | 29,91 | 32,36 |
| 1/J | 0 | 0,43 | 0,79 | 0,87 | 0,95 | 0,98 | 1,12 | 1,83 | 2,15 | 4,03 |
| t | 0 | 1,05 | 1,94 | 2,13 | 2,33 | 2,4 | 2,74 | 4,48 | 5,27 | 9,87 |

Таблица А.11 – Расчет пути разгона автомобиля

| | | | | | | | | | | |
|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V | 0 | 12,76 | 15,21 | 17,66 | 20,11 | 22,56 | 25,01 | 27,46 | 29,91 | 32,36 |
| Δt | 0 | 1,05 | 1,94 | 2,13 | 2,33 | 2,4 | 2,74 | 4,48 | 5,27 | 9,87 |
| ΔS | 0 | 12,11 | 27,13 | 35,01 | 44 | 51,2 | 65,17 | 117,5 | 151,2 | 307,3 |
| S | 0 | 12,11 | 39,24 | 74,25 | 118,3 | 169,5 | 234,6 | 352,2 | 503,3 | 810,6 |
| t | 0 | 1,05 | 2,99 | 5,12 | 7,45 | 9,85 | 12,59 | 17,07 | 22,34 | 32,21 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Графики тягово-динамического расчета

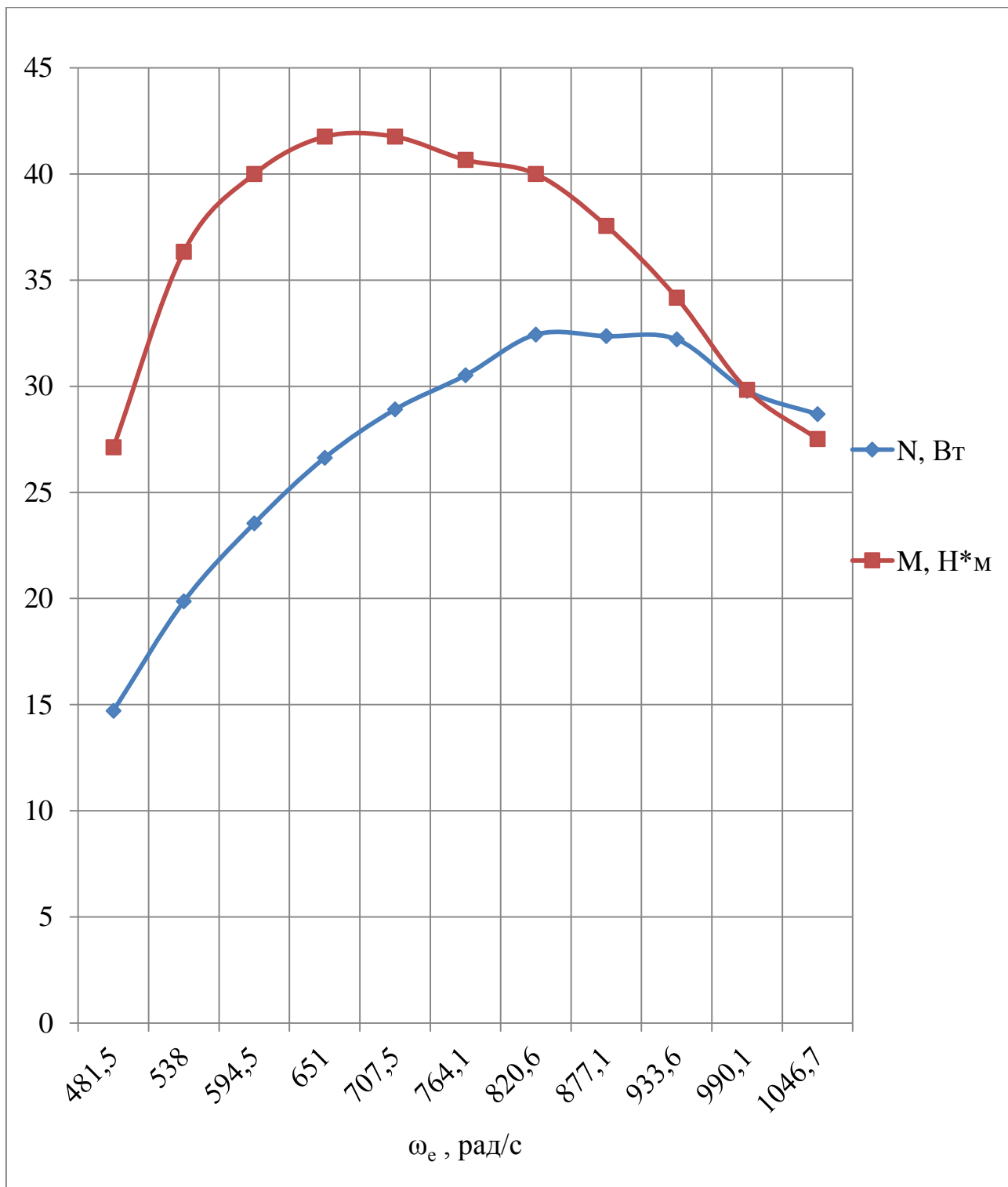


Рисунок Б.1 - График внешне скоростной характеристики двигателя

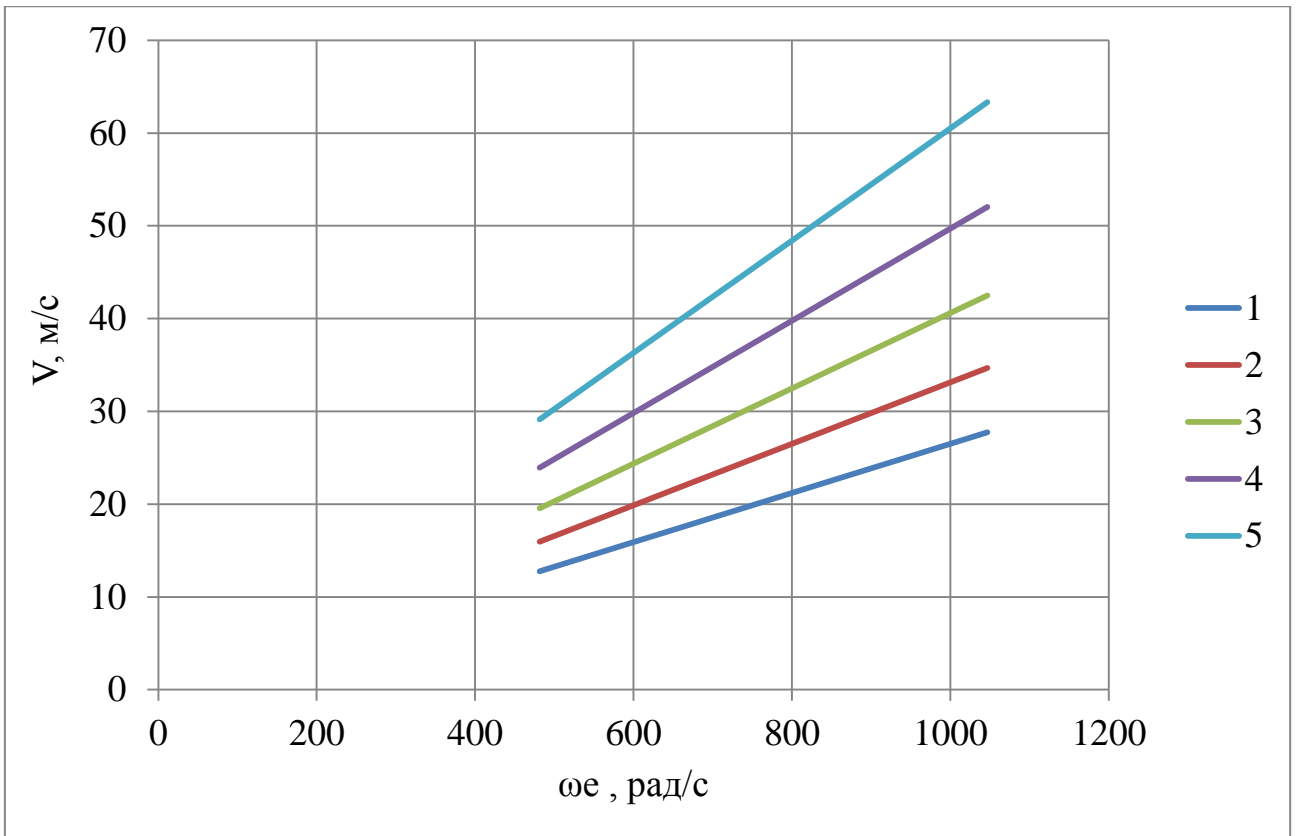


Рисунок Б.2 - График разгона автомобиля

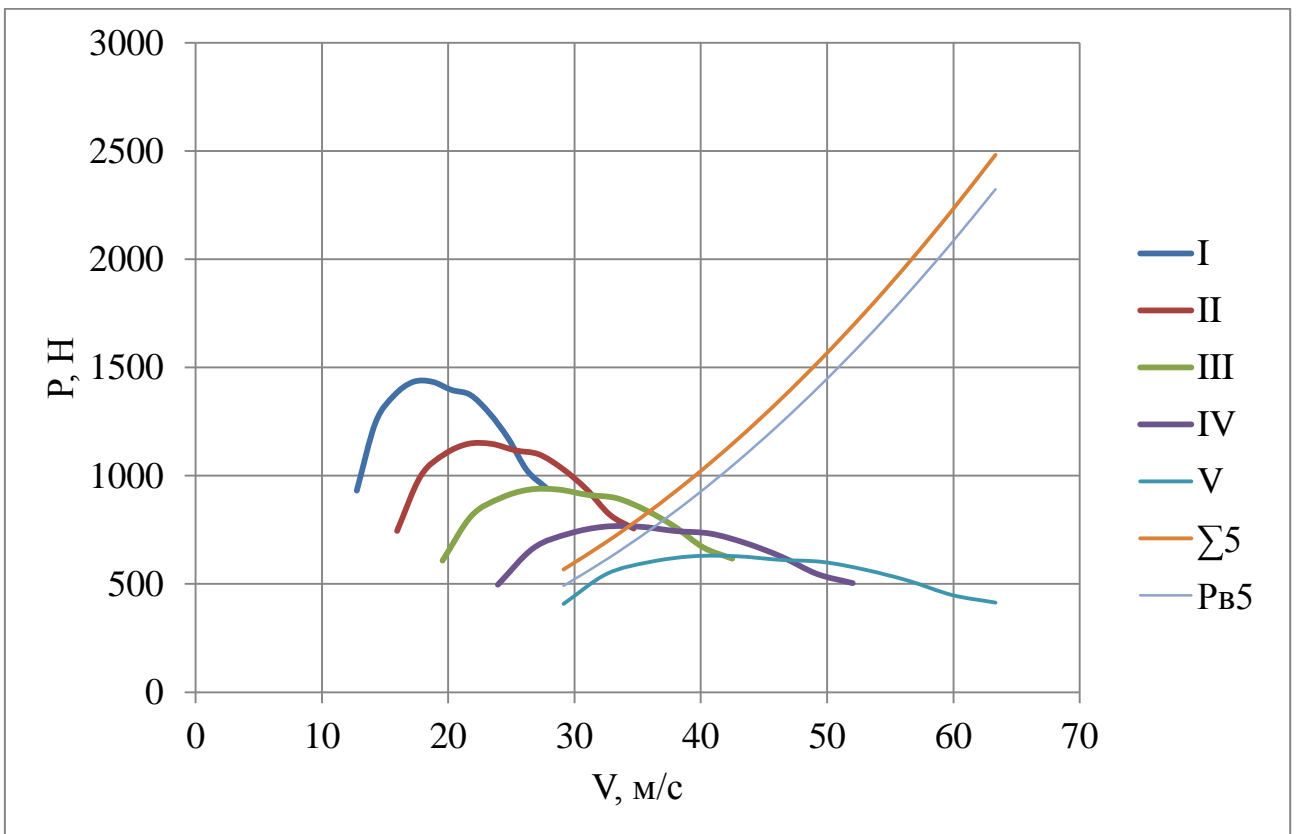


Рисунок Б.3 - График силового баланса автомобиля

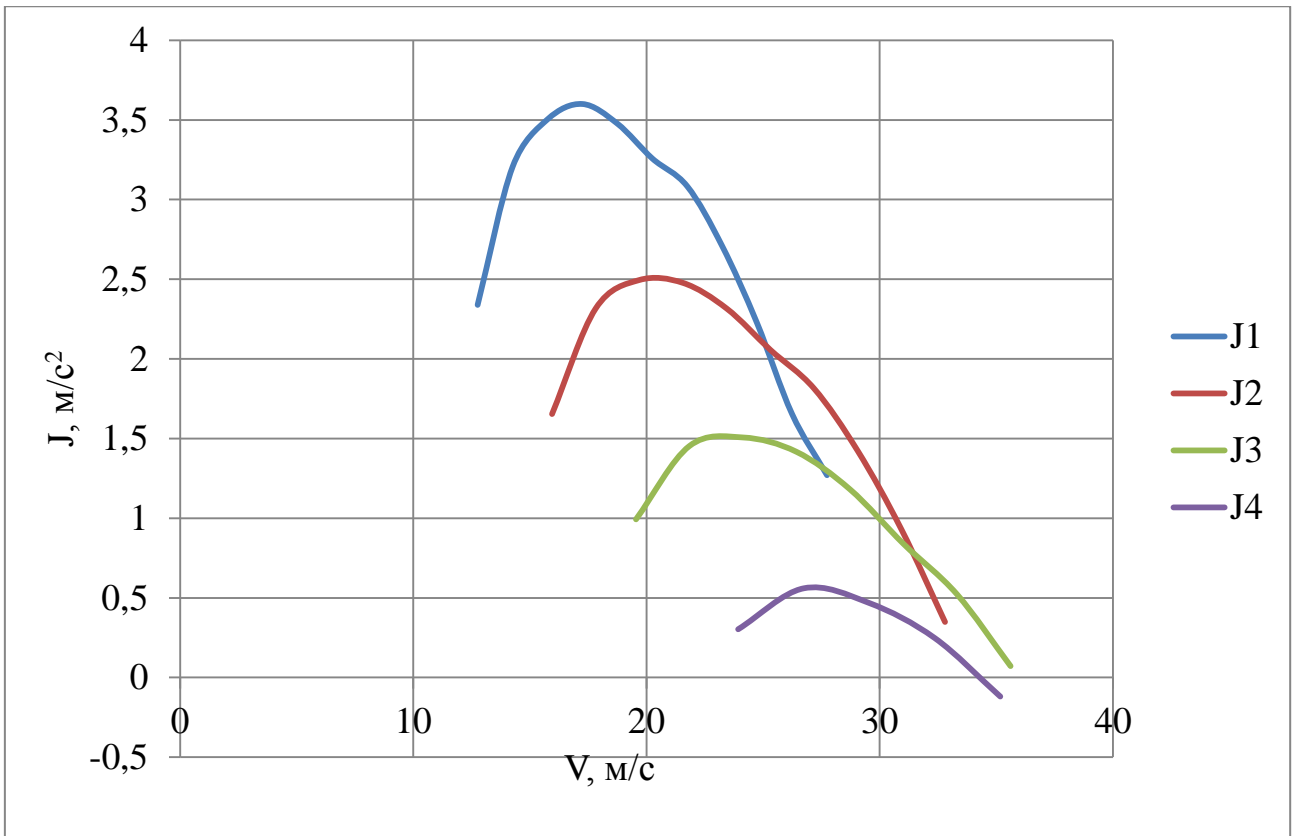


Рисунок Б.4 - График ускорений автомобиля

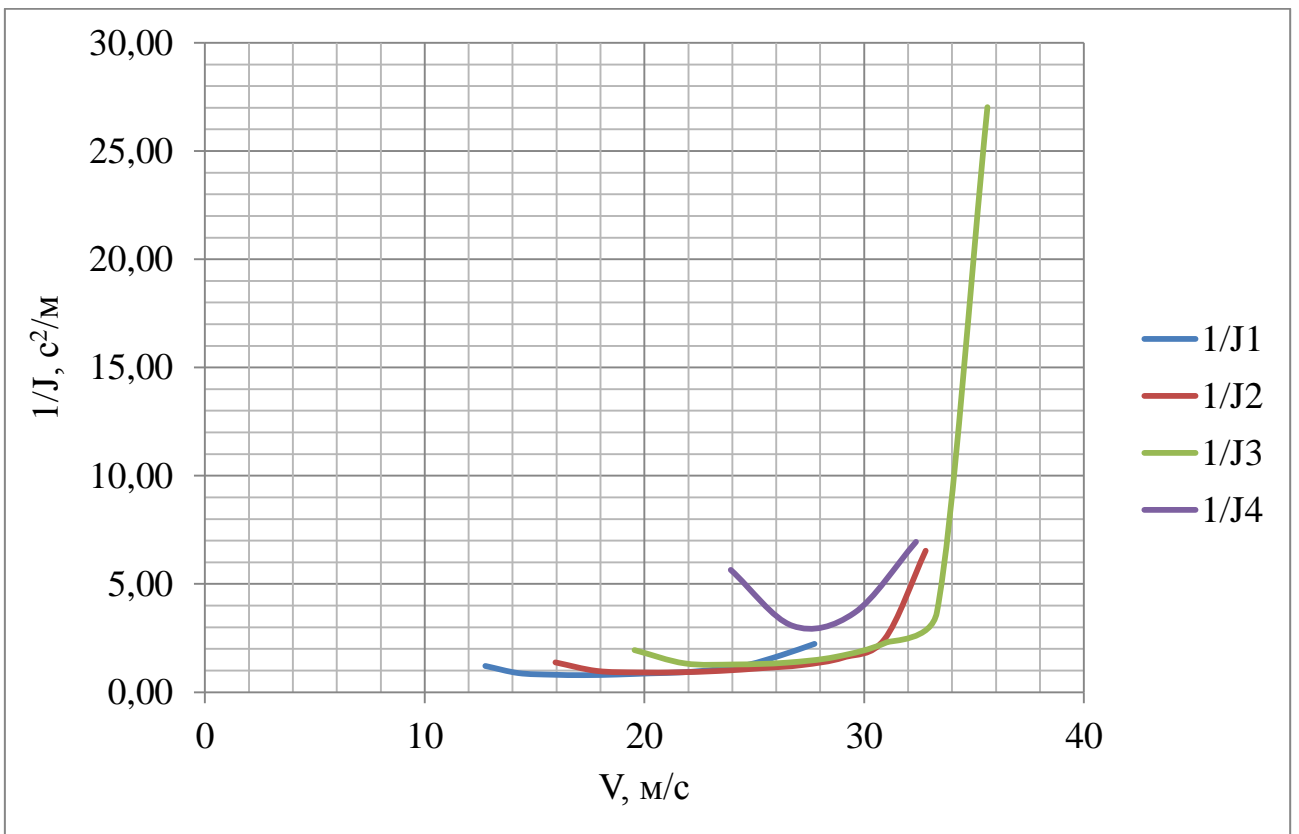


Рисунок Б.5 - График обратных ускорений

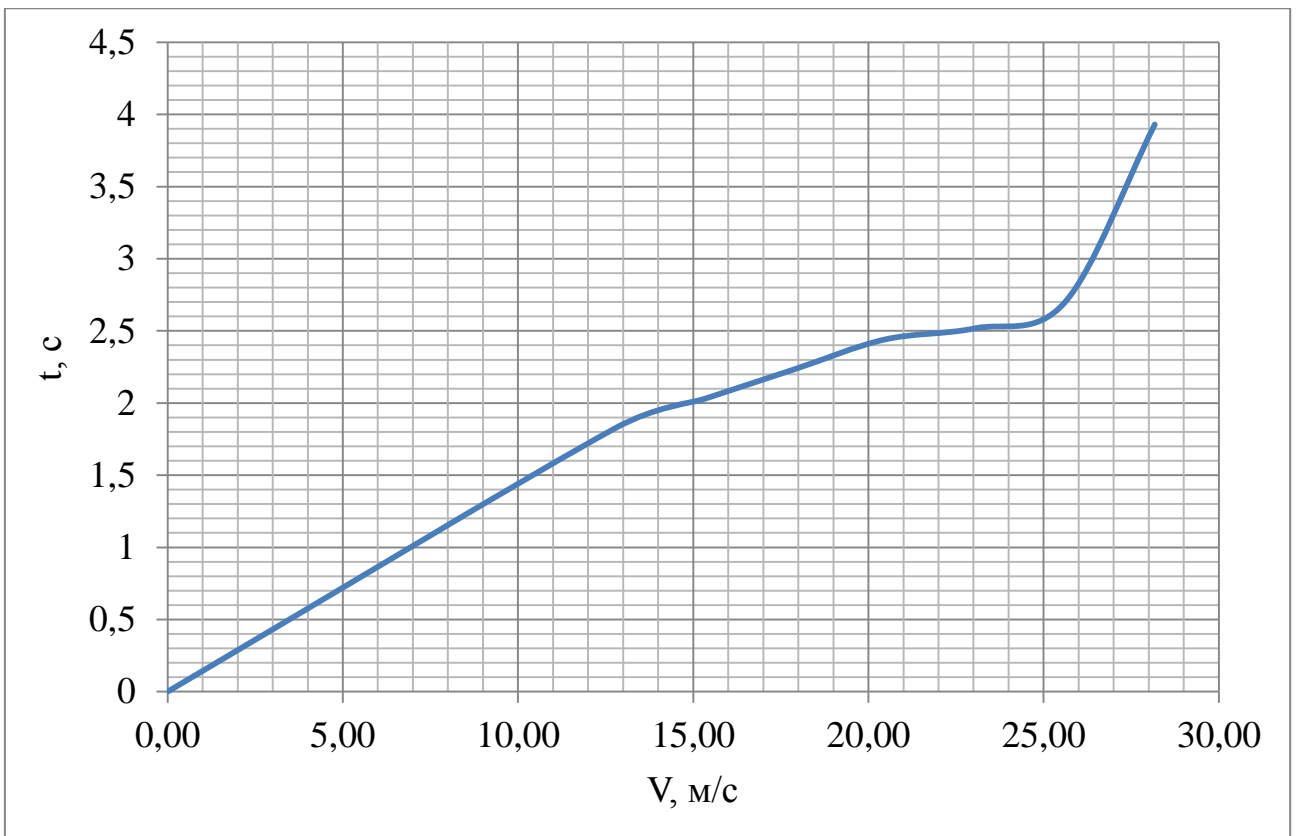


Рисунок Б.6 - График времени разгона автомобиля

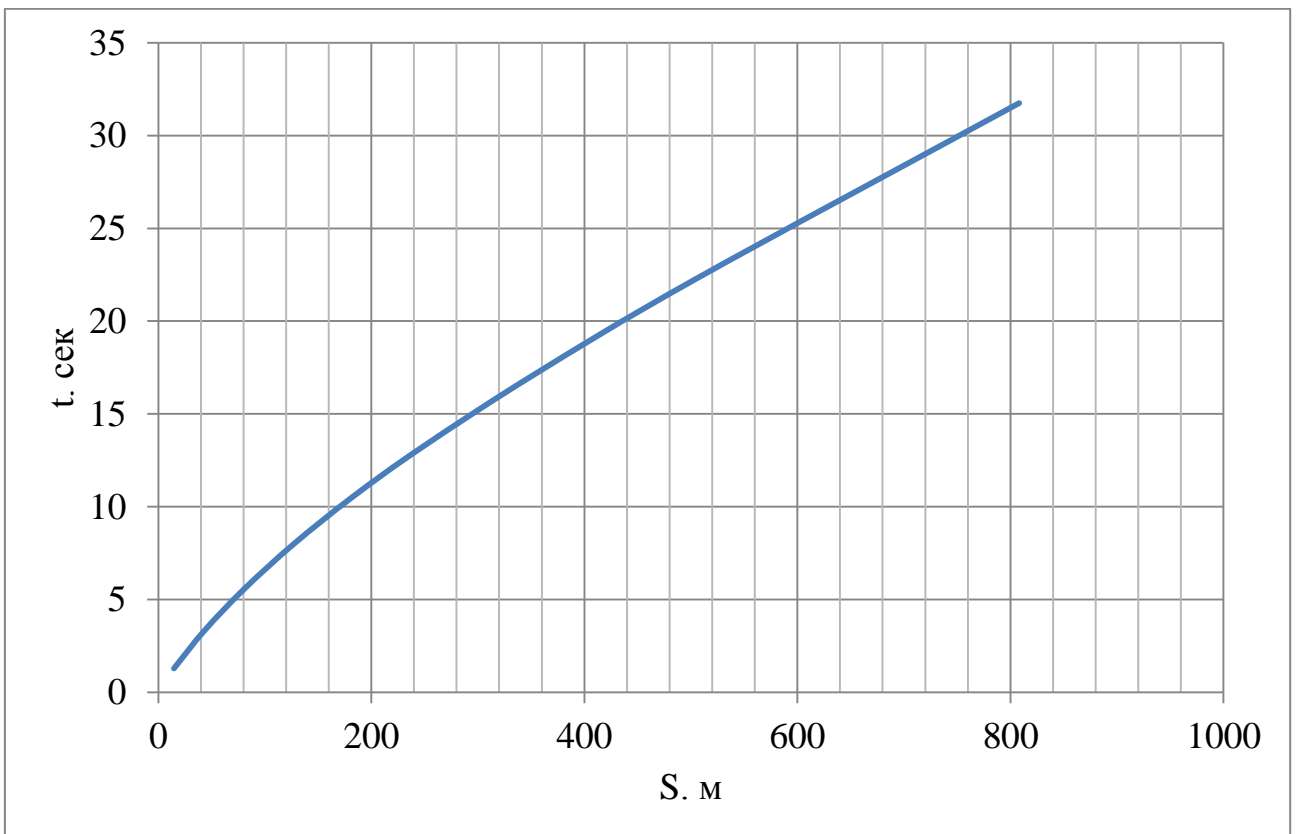


Рисунок Б.7 - График график интенсивности разгона

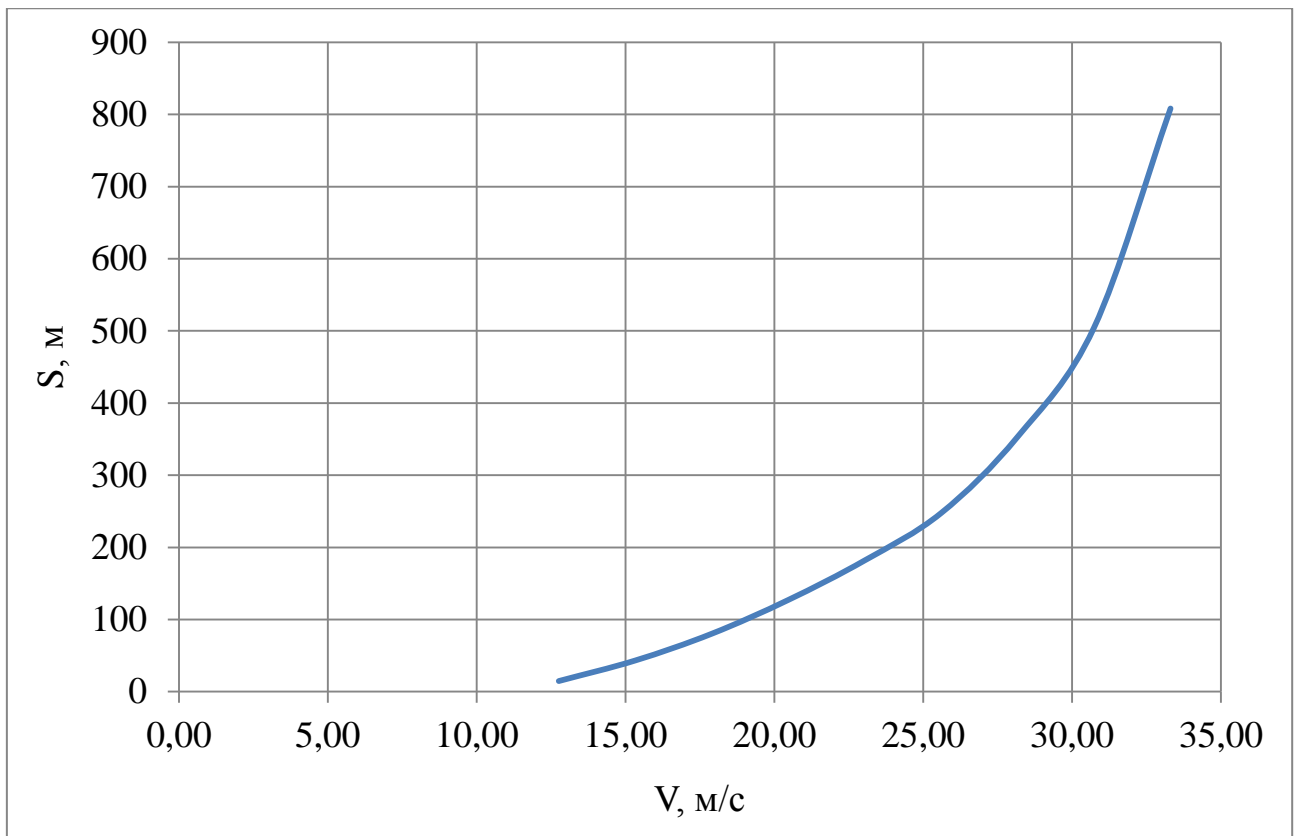


Рисунок Б.8 - График пути разгона автомобиля