

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Рестайлинг дизайна аэродинамического обвеса болида класса

«Формула Студент»

Студент

Гизатуллин Р.Т.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Бобровский А.В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Капрова В.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Фесина М.И.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Яценко Н. В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Егоров А.Г.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 17 г.

Тольятти 2017

Annotation

Restyling the design of the aerodynamic body kit of the Formula Student class car

In this graduation project on the theme "Restyling the design of the aerodynamic body weight of the Formula Student class car," a unique aerodynamic body kit of the sports car has been designed to improve the appearance and dynamic characteristics of the car. For the presented design, a feasibility study of the project was carried out, traction-dynamic calculations.

The project identified: traction balance, power balance, dynamic characteristics and analysis of dynamic acceleration of the car. In the technical part, the car of different universities from different countries is considered and its unique aerodynamic body kit is assembled. In the economic part, the production cost of manufacturing the aerodynamic body kit and the analysis of the design changes of the car are determined.

In the thesis work out measures to ensure the requirements of labor protection in the area of developing an external aerodynamic body kit for the "Formula Student".

Аннотация

Рестайлинг дизайна аэродинамического обвеса болида класса «Формула Студент»

В данном дипломном проекте на тему «Рестайлинг дизайна аэродинамического обвеса болида класса «Формула Студент»» разработан уникальный аэродинамический обвес спортивного автомобиля, с целью улучшения внешнего вида и динамических характеристик болида. Для представленной конструкции было проведено технико-экономическое обоснование проекта, тягово-динамические расчеты.

В проекте были определены: тяговый баланс, мощностной баланс, динамические характеристики, анализ динамики разгона болида. В технической части рассмотрены болида разных университетов из разных стран и скомпонован свой уникальный аэродинамический обвес. В экономической части определена производственная стоимость изготовления аэродинамического обвеса и анализ конструктивных изменений болида.

В дипломной работе проведены мероприятия по созданию требований охраны труда на месте разработке внешнего аэродинамического обвеса для «Формула Студент».

Содержание

Введение.....	7
1. Состояние вопроса.....	9
1.1. Понятие рестайлинга и ключевые элементы.....	9
1.2. Назначение аэродинамического обвеса.....	15
1.3. Материалы для изготовления аэродинамического обвеса.....	18
1.4. Способы изготовления аэродинамического обвеса.....	20
1.5. Способы влияния аэродинамического обвеса в современном мире на безопасность пешеходов.....	25
1.6. Самые нестандартные автомобили Формулы-1.....	34
1.7. Почему Университет держится за проект «Формула Студент».....	39
2. Защита интеллектуальной собственности.....	45
3. Конструкторская часть.....	46
3.1 Тяговый и динамический расчет.....	46
3.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета.....	47
3.3 Расчет ВСХ двигателя.....	48
3.4 Определение передаточного числа главной передачи.....	50
3.5 Тяговый баланс.....	50
3.6 Динамические характеристики автомобиля.....	51
3.7 Анализ динамики разгона.....	51
4. Рестайлинг внешнего аэродинамического обвеса болида «Формула Студент».....	53
4.1 Предмет рестайлинга.....	53
4.2 Обзор конструкций болидов.....	53
4.3 Скетч макета аэродинамического обвеса.....	58
4.4 Проектирование корпуса и аэродинамических элементов.....	61
5. Безопасность и экологичность.....	64
5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.....	64
5.2 Опасные и вредные факторы, имеющие место при выполнении исследовательской работы.....	66

5.2.1	Источники шума.....	66
5.2.2	Температурный режим.....	66
5.2.3	Электротравмы.....	67
5.2.4	Взрывоопасность и пожарная безопасность.....	67
5.3	Электромагнитные поля.....	68
5.4	Мероприятия по созданию безопасных условий труда на рабочем месте.....	69
5.4.1	Мероприятия посвященные охране труда.....	69
5.4.2	План мероприятий.....	70
5.4.3	Обеспечение технической безопасности.....	70
5.4.4	Эргономика рабочего места.....	70
5.5	Требования к электробезопасности на рабочем месте.....	75
5.6	Пожарная безопасность на рабочем месте.....	75
5.7	Экологические соответствия проектируемого объекта.....	76
5.8	Освещение рабочего места.....	76
5.9	Безопасность в чрезвычайной ситуации.....	78
5.10	Нормативные акты.....	79
6.	Экономическая часть проекта.....	80
6.1	Введение экономической части.....	80
6.2	Анализ конструктивных изменений на технико-экономические и социальные эффекты.....	80
6.3	Этапы выполнения НИОКР.....	81
6.4	Суммарная длительности НИР, техническая готовности по этапам.....	83
6.5	Расчет смет на НИОКР.....	84
6.6	Затрат на производство корпуса болида.....	87
6.7	Данные для расчета потерь на производстве.....	88
6.8	Рассчитываем цеховую стоимость изготовления нового корпуса болида.....	89
	Заключение.....	92
	Список литературы.....	93

Приложения А.....	94
Приложение В.....	99

Введение

«Formula Student SAE» («Формула Студент») – это мировые соревнования студенческих команд, которые включают в себя элементы научного, спортивного и инженерно-конструкторского проекта. Соревнования включают в себя, элементы инженерного творчества, экономические аспекты, управленческие действия и презентации проекта, маркетинговые решения и рекламу.

Организатором проекта стала американская группа автомобильных инженеров SAE. Проект является циклическим по регламенту, и его реализация осуществляется только одной командой в течение одного сезона. На последующие годы команда обновляется и ей ставятся новые задачи и цели.

Помимо проекта «Formula Student» есть еще несколько похожих проектов – багги и Формула Гибрид. «Формула гибрид» – проект относительно новый, но быстро развивающийся. В основном для него используется болид, построенный студентами в прошлых годах.

Главная идея междисциплинарного проекта заключается в том, что за учебный сезон студентам нужно собрать в ВУЗе команду. Между студентами распределяются обязанности, составляется бизнес план, правила поведения. Нужно найти спонсоров, сконструировать и изготовить гоночный болид. Главный этап - презентовать, защитить свой проект и перед ведущими инженерами, менеджерами показать его на отлично.

Главным элементом проекта, является проведение статических-динамических испытаний болида с целью показать его характеристики и данные. Так же, как и участие в самом главном этапе проекта – финишной гонке болидов. Преимущества проекта – творческое и инженерное создание студентами под руководством «старшего мастера» высокотехнологичных конструкций своими руками в условиях технических и стоимостных рамках правил регламента.

Каждый студент соревнования проходит путь от первых мыслей до появления готового болида, бесценный опыт работы в сложных ограниченных условиях, может чувствовать себя настоящим инженером, что является настоящей «стартовой» площадкой для будущего карьерного роста студента.

Целью данного дипломного проекта является показать, как важен рейстайлинг болида и как же внешний дизайн может повлиять на его характеристики в соревнованиях команды «Формулы Студент ТГУ».

1 Состояние вопроса

1.1 Понятие рестайлинга и ключевые элементы

Рестайлинг - это, как правило, изменение во внешности автомобиля некоторых элементов стиля. При рестайлинге может меняться не только оптика и внешний обвес кузова, но, а также изменяться металлические элементы кузова (капот, крылья, двери и т.п.). Кроме того, часто автомобильные компании проводят более глубокие обновления автомобилей, изменяя интерьер. Но все-таки рестайлинг это не новая модель, поскольку автопроизводители при этом обновлении не меняют техническую начинку машины и ее основную архитектуру.

Альтернативные названия рестайлингу: фейслифтинг, редизайн, изменение стиля, обновления в середине цикла.

Зачем автомобилю необходим рестайлинг? Большинство автомобилей имеют ограниченный цикл серийного производства. В среднем одна модель выпускается 6-7 лет. Но всем нам известно, что прогресс не стоит на месте, и вместе со всем миром меняется и автомобильный рынок, который также следует моде, новым тенденциям и меняющимся вкусам потребителям. Поэтому автомобильные марки стараются каждые 3-4 года проводить легкие обновления своему модельному ряду. В итоге каждые три года мы видим обновление многих новых моделей автомобилей.

Дело в том, что, как правило, спустя три года с начала выпуска новой модели, многие конкуренты также выпускают новые автомобили, многие из которых, несмотря на свое отставание перед другими марками, иногда на время оказываются немного впереди своих пока не обновленных конкурентов. Для того чтобы не допустить этого автопроизводители стараются не запаздывать с выпуском рестайлинговых моделей. Как правило, спустя 3 года, машина получает крупные обновления и продается еще следующие три года, прежде чем ее заменит новая модель (новое поколение).

Ключевым элементом во время рестайлинга является внешность автомобиля. Главную роль здесь конечно играет передняя часть машины. Автопроизводители постоянно хотят, чтобы их автомобили выглядели по-другому и не были похожи на конкурирующие модели. Ведь не секрет что 75 процентов автомобильных марок копируют друг у друга дизайнерские решения при создании новой модели. Поэтому множество автомобилей на современном рынке очень похожи друг с другом.

Что изменяется в автомобиле при рестайлинге? Фейслифтинг (рестайлинг) обычно связан с частями кузова, оптикой и обвесом. Как правило, производители, спустя три года после начала выпуска нового поколения автомобиля стараются изменить с передней части: бампера, передние крылья, капот, решетку радиатора и оптику. В задней части машины многие детали кузова также во время рестайлинга получают некоторые обновления (крышка багажника, задняя оптика, иногда меняются выхлопные трубы и задний бампер). Но, несмотря на это большинство новых деталей, и компонентов используют те же точки крепления, которые использовались до проведения рестайлинга.



Рисунок 1.1.1 - Мерседес Е-класс в кузове W212 (до рестайлинга). Ниже можете увидеть, как выглядит модель после обновления



Рисунок 1.1.2 - Рестайлинг E-класс в кузове W212 проведенный в 2012 году. Машина существенно изменилась

Кроме того, после фейслифтинга в автомобиле может измениться двери. Но это происходит не часто. Ведь для изменения стиля дверей требуется поменять их конструкцию, что естественно связано с большими затратами. Поэтому чаще всего двери в обновленных моделях остаются прежними.

Также дизайнеры, готовя рестайлинг машины, любят изменять внешнюю отделку кузова (молдинги, хромированные детали и логотипы модели).

В том числе при редизайне через три года выпуска автомобиля дизайнеры и инженеры могут изменить стиль интерьера.

Но опять же интерьер, как правило, меняется не значительно. Максимум что меняется это материал отделки салона, отделка центральной консоли. Иногда производитель может добавить в рестайлинговую модель новую отделку интерьера. Например, добавить деревянные панели вместо алюминия или наоборот. Иногда дизайнеры для обновленных автомобилей меняют приборные панели. Но это редкость. Как правило, автопроизводители при фейслифтинге стараются оставить старую приборную панель. Ведь чтобы изменить приборку, необходимы огромные затраты.

Иногда также во время проведения рестайлинга машина получает новые электронные технологии, новые датчики и новую навигационную систему. Некоторые автопроизводители также иногда меняют программную прошивку информационно-развлекательных систем.

Что, как правило, не меняется при рестайлинге? В основном при рестайлинге производитель не трогает архитектуру модели. То есть при этом обновлении изменения не затрагивают структуру кузова, шасси и т.п. Так во время обновления автомобиля в середине цикла серийного выпуска (в рамках одного поколения) не меняется крыша машины, задние крылья и в целом конечно кузов. Хотя иногда при обновлении модели может измениться ее длина из-за новых частей кузова. Но, как правило, при рестайлинге не меняется колесная база (расстояние между осями передних и задних колес). Конечно, на рынке иногда бывают исключения, когда колесная база меняется во время проведения фейслифтинга. Но это, скорее всего, действительно исключение, чем правило.

Изменяется ли механическая часть рестайлингового автомобиля? Обновление модели в середине цикла выпуска (3-4 года) часто включает в себя изменение силовых агрегатов (могут появляться новые модели двигателей). Иногда автомобильные компании изменяют тормозную систему автомобиля или даже меняют устройство подвески. Но происходит это очень и очень редко. Дело в том, что, как правило, эти виды обновлений не являются частью косметических изменений вовремя рестайлинга. Например, чтобы изменить подвеску, трансмиссию и двигатели необходимы более глобальные технические изменения. Но иногда во время обновлений некоторые компании решаются на это и меняют многие технические части машины. В таком случае обновление модели называется "глубокий рестайлинг".

Примеры рестайлинга новых автомобилей:



Рисунок 1.1.3 - Лада Приора 2007 год

Вот вам пример как меняется автомобиль во время проведенного рестайлинга. Сравните Лада Приора 2007 года и эту же рестайлинговую модель 2013 года.



Рисунок 1.1.4 - Лада Приора 2013 год

Вы увидите сразу, что машина получила обновленный внешний вид в основном за счет изменений с передней части. Если внимательно изучать две фотографии, то вы увидите, что изменения не значительны и поверхностны, но, тем не менее, инженеры изменили передний бампер, зеркала заднего вида и противотуманные фары.

Теперь сравниваем интерьер Лада Приору 2007 года и салон обновленной модели 2013 года. Вы также увидите незначительные изменения отделки центральной консоли, в небольшом изменении приборной панели и увидите изменённое рулевое колесо.



Рисунок 1.1.5 - Интерьер Лада Приоры 2007 года



Рисунок 1.1.6 - Интерьер Лада Приоры 2013 года

Теперь давайте сравним интерьер Лада Приоры 2007 года и салон обновленной модели 2013 года. Вы также увидите изменения отделки центральной консоли, в небольшом изменении приборной панели и увидите изменённое рулевое колесо.

В целом модель 2013 года с технической части почти не отличается от модельного ряда 2007 года. Но благодаря легкому внешнему рестайлингу и некоторым изменениям в салоне машины, Приора получила более свежей и современной. С таким стилем машине будет легче конкурировать на мировом авторынке.

Другими словами, все автомобили, которые прошли рестайлинг (редизайн, фейслифтинг и т.п.) не являются новыми поколениями одного модельного ряда. Даже если после обновления новой модели в рамках середины цикла выпуска, машина значительно претерпела изменения во внешности и интерьере, автомобиль, тем не менее, не может считаться новым поколением.

1.2 Назначение аэродинамического обвеса.

Аэродинамический обвес АДО изначально появился на спортивных автомобилях, участвующих в раллийных и кольцевых гонках и таких как Формула-1. Основное назначение обвеса заключалось в уменьшении аэродинамического сопротивления и распределение набегающего потока ветра для предотвращения потери контакта болида с землей на опасных скоростях. При этом дизайнеры спортивных команд старались сделать обвесы своих машин не только эффективными, но еще и непохожими на аналогичные конструкции у соперников. Подобная «конкуренция» позволяла подчеркивать яркую индивидуальность болида и делала гонки более зрелищными и интересными.

Одно из главных, что дает болиду АДО – обтекаемость. Ее необходимость заключается в минимальном сопротивлении с воздухом, а оно, в свою очередь, возникает, когда автомобиль разгоняется либо при езде. Таким образом, мы экономим топливо. Благодаря этому обвесы пользуются отнюдь не самым малым спросом.

Для отвода воздушного потока, который надвигается на автомобиль, нам необходим спойлер. Спойлеры можно устанавливать на капоте, на задней части крыши, на бамперах, а также на порогах автомобиля. На гоночных машинах

спойлеры имеют воздухопроводы, которые позволяют направлять воздушные массы к тормозному механизму, что влечет за собой дополнительное охлаждение.

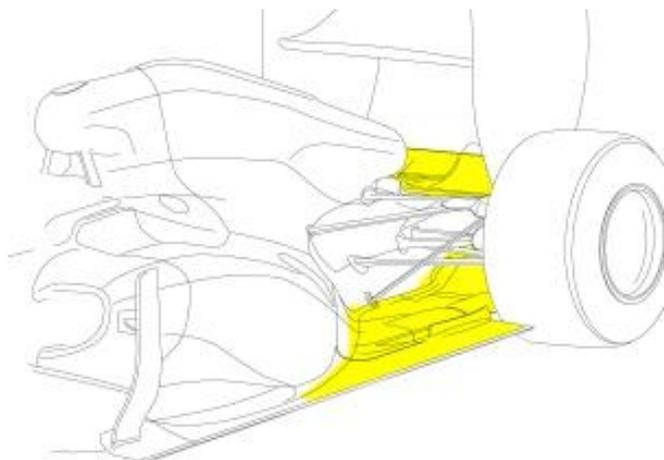


Рисунок 1.2.1 - Спойлер

Антикрыло, по своему профилю, похоже на перевернутое авиационное крыло. Служит оно для создания прижимной силы. Для увеличения действия прижимного момента, на передней части антикрыла располагается небольшой наклон к поверхности дорожного полотна. Устанавливается оно как в передней части, так и в задней части болида.

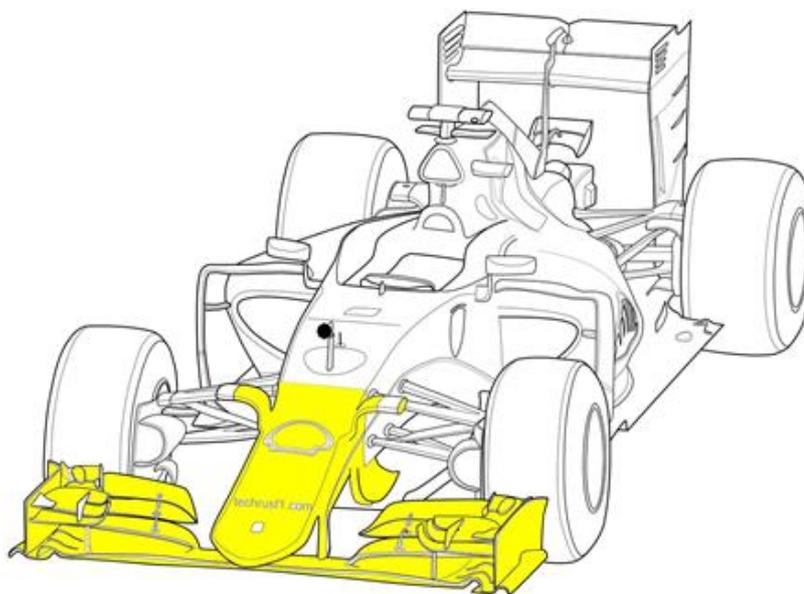


Рисунок 1.2.2 - Переднее антикрыло

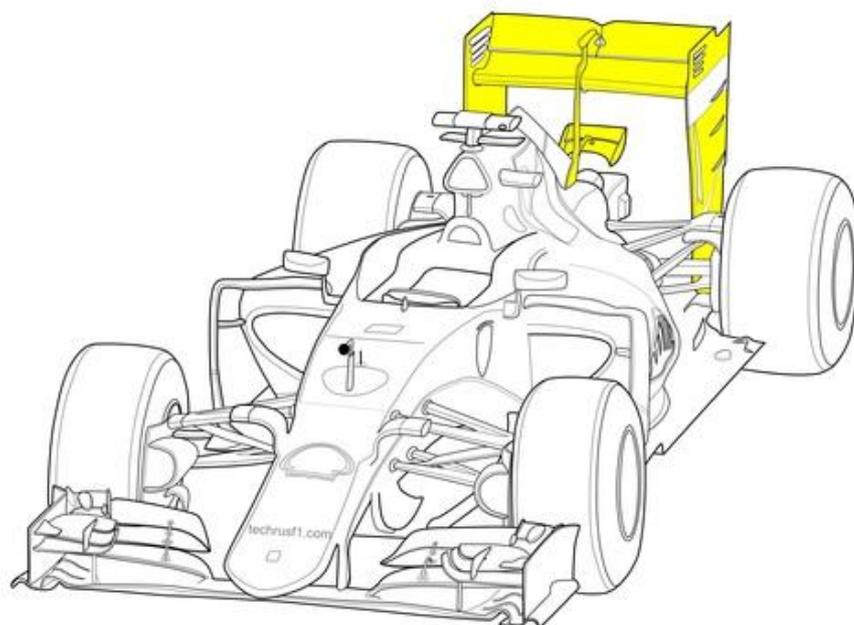


Рисунок 1.2.3 - Заднее антикрыло

Профилированные панели днища – Это кожухи, которые служат для защиты. Они закрывают элементы подвески, которые выступают, а также нижние части кузова, что способствует снижению встречного сопротивления и исключает вариант турбулентности воздушного потока, которую не в силах контролировать.



Рисунок 1.2.4 - Защита днища «Формула-1»

Основой, которая служит способом закрепления спойлеров, становится задний и передний бамперы. При встречном потоке воздуха, бампер (передний) служит защитой всего пространства, в то время как задний бампер отводит

воздушные массы, которые входят из под днища автомобиля, тем самым предотвращая образование зоны повышенного давления.

1.3 Материалы для изготовления аэродинамического обвеса.

Для изготовления обвеса болида необходимо большое количество отдельных частей. После, их необходимо соединить в одну целую конструкцию, а она в свою очередь объединит в себе все части болида. Конструкторам команды приходится постоянно идти на компромиссы, находить новые материалы и технологии, ведь это позволит сделать обвес прочным, легким и недорогим.

Рассмотрим варианты изготовления обвеса из различных материалов, которые соревнуются между собой по стоимости, качеству и ремонтно-пригодности, а ведь все эти пункты заключены в регламент «Формула Студент»

1. Сталь для обвеса болида.

Это не обычное решение делать обвес болида из стали, но для рассмотрения, очень даже интересно как сталь по сравнению с другими материалами.

Если делать обвес из стали, чего мы можем добиться? Повысить жесткость конструкции или жесткость кузова. Недостатками этого материала являются высокая плотность и низкая коррозионная стойкость, которая требует сложнейших мероприятий по защите от коррозии, а также сложность изготовления мелких деталей в руках студентов, без дорогостоящего оборудования.

Преимущества стали: низкая стоимость; высокая ремонтнопригодность; отработанная технология производства и утилизации.

Недостатки стали: самая большая масса; требуется антикоррозийная защита от коррозии; ограниченный срок службы.

2. Алюминий для обвеса болида.

Как нам известно, алюминиевые сплавы используются при изготовлении кузовов для автомобилей, а использовать их стали совсем недавно. Чаще всего

алюминий используют в производстве всего кузова, а так же его деталей, таких как двери, капот и крыша багажника.

Алюминиевые сплавы применяются в ограниченном количестве, что сказывается на цене. Существенно снизить массу кузова нам не удастся по простой причине: толщина деталей должна быть увеличена, так как прочность и жесткость этих сплавов ниже, чем у стали. Для того чтобы в полной мере достичь акустической характеристики кузова, необходимы более сложные мероприятия. Это обусловлено тем, что шумоизолирующая способность алюминиевых деталей ниже, чем стальных.

На начальном этапе изготовления алюминиевого кузова хорошо видны схожести с этапами изготовления стального кузова. В самом начале из листа алюминия формируют детали. Далее их собирают в конструкцию. В среде аргона, соединениях и заклепках используется лазерная сварка. И в завершении, крепятся кузовные панели к стальному каркасу, который был изготовлен из труб разного сечения. Все это конечно интересно, но в лабораториях, где работают студенты, нет нужного оборудования, да и весь процесс занимает слишком много времени.

Достоинства алюминия: различные вариации форм при изготовлении (в нужных лабораториях); прочность равна стальному кузову, но сам он легче; возможность вторичной переработки (при отправке на переработку материала); устойчивость к коррозии, а умеренная стоимость.

Недостатки алюминия: неремонтопригодный; дорогое соединение деталей; необходимость специального оборудования; высокие энергозатраты.

3. Стеклопластик и пластмасса

Стеклопластик подразумевает под собой абсолютно любой наполнитель из волокон, пропитанный полимерными смолами. Самыми популярными наполнителями принято считать карбон, стеклоткань и кевлар.

Порядка 80% всех пластмасс, которые используют в автомобилях, распределяется по пяти типам материалов. В это число входят поливинилхлориды, полиуретаны, АБС-пластики, полипропилены,

стеклопластики. Остатки, которые составляют 20% - это полиэтилены, полиамиды, полиакрилаты, поликарбонаты.

Чтобы обеспечить уменьшение массы автомобиля, наружные панели кузовов производят из стеклопластиков. Противоударные накладки изготавливают из полиуретана. Так же из него делают подушки и спинки сидений. Относительно недавно данный материал стали употреблять при производстве капотов, крышек багажников и крыльев.

Поливинилхлориды используют для изготовления фасонных деталей, таких как щиты приборов, рукоятки и обивочные материалы (ткани, маты). По аналогии их можно использовать при изготовлении сидения болида. Полипропилен служит материалом для изготовления рулевых колес, корпуса фар или, например, перегородок и многого другого.

Достоинства стеклопластика: небольшой вес, но высокая прочность; хорошие декоративные характеристики; простота изготовления деталей, которые имеют сложную форму; масштабность кузовных деталей.

Недостатки стеклопластика: высокое требование к точности форм и к чистоте, но это весьма возможно в лабораториях студентов; при повреждениях сложность в ремонте.

1.4 Способ изготовления аэродинамического обвеса

В настоящее время, как и в будущем, изготовление корпуса болида, актуально, студенты должны знать какие материалы использовать, в каких пропорциях, какую фирму лучше выбрать для проекта, и конечно же студенты должны уметь показать на практике, как они могут разработать дизайн, самостоятельно спроектировать и воплотить в жизнь обвес спортивного болида

В команде Togliatti Racing Team (Formula Student TGU) для изготовления обвеса болида (и не только болида) применяют стекловолокно и углеродную ткань в народе ее называют карбон.

Команды практически всех университетов и колледжей применяют эти материалы, так как у них есть большие плюсы: их стоимость минимальная,

углеродная ткань стоит около 1400 рублей за метр или за 200 грамм материала; нужно минимально количество слоев для корпуса, что означает дешевизну в количестве материалов, в болиде «Черная Пуля» используется 3 слоя материалов, один слой стекловолокно и два слоя углеродная ткань; простота изготовления; легкость и жесткость обвеса; минимальное количество времени на изготовление конструкции; и одно из самых главных, можно изготовить в обычном гараже без какого-либо сложного оборудования.

Из чего стоит изготовление обвеса:

1. Дизайн. Проектируется внешний облик обвеса

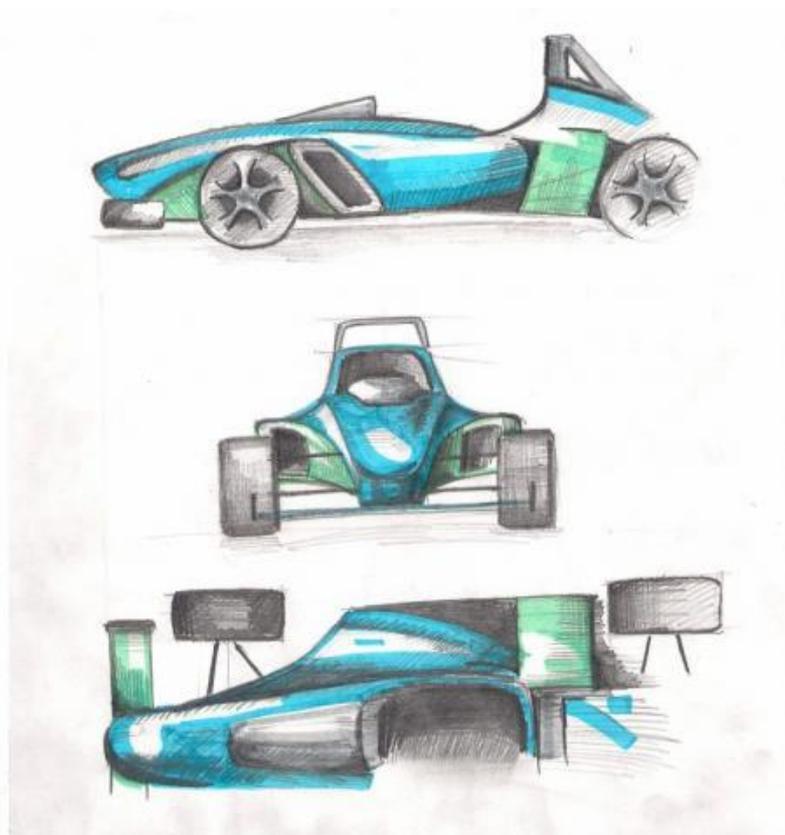


Рисунок 1.4.1 – Проектируемый болид

2. В программе «Autodesk make» рассчитывается матрица, со всеми габаритами будущего обвеса

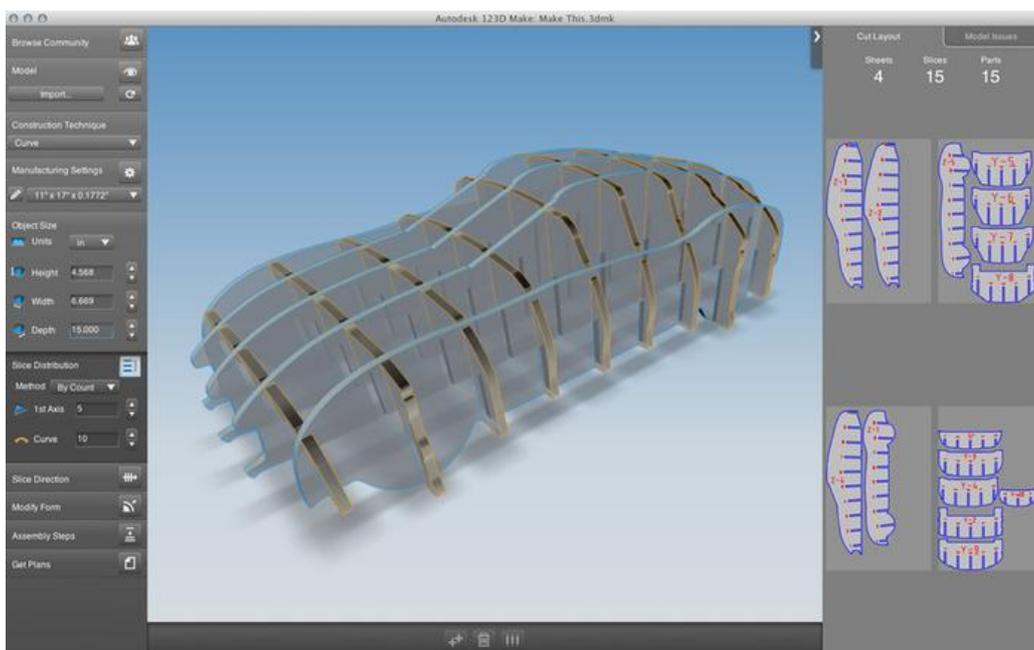


Рисунок 1.4.2 – Макет работы в программе «Autodesk make»

3. Строится матрица, в нашем случае она делается из ДСП и шпаклевки



Рисунок 1.4.3 - Матрица обвеса болида «Черная Пуля»

4. На матрицу наносится три слоя (между матрицей и первым слоем покрывают пищевой пленкой, чтобы с легкостью отделить матрицу от стекловолокна: первый слой стекловолокно; второй слой углеродистая ткань (карбон); третий слой углеродистая ткань (карбон).



Рисунок 1.4.4 - Матрица, покрытая тремя слоями углеродной ткани

5. Между слоями наносят ручную эпоксидную смолу
6. Процесс затвердевания формы длится примерно 1-2 дня



Рисунок 1.4.5 - «Жабры» болида, на матрице лежит три слоя углеткани и в течение 1 дня идет процесс «сушки» и затвердевания

7. С матрицы снимают получившиеся формы (иногда матрицы приходится ломать, так как по-другому нельзя снять форму)



Рисунок 1.4.6 - Обтекатель, получившиеся форма после отделения ее от матрицы.

8. Шкурят форму, чтобы убрать излишки
9. Повторно покрывают эпоксидной смолой, для выравнивания внешнего слоя поверхности.
10. Устанавливают на болид, просверливая в обвесе технические отверстия.



Рисунок 1.4.6 – Процесс примерки макета на раму болида

1.5 Способы влияния аэродинамического обвеса в современном мире на безопасность пешеходов

Все больше усилий конструкторов в программах мирового автомобилестроения, направлены на «смягчение» удара автомобиля. Главные цели, которые ставят перед собой конструкторы – это менее резкая остановка, при которой будет осуществлена гибель кузова, но спасена жизнь людей. Всё чаще поднимается важный вопрос сохранения жизни пешеходов, при ситуации, в которой на него наезжает автомобиль.

Предлагаются следующие подходы для решения этих проблем.

Для решения поставленных проблем нам необходимо оборудовать системы безопасности автомобиля дополнительными системами, которые позволили бы исключать или “смягчить” удар автомобиля о препятствие (пешехода) и, спасающими жизнь пешехода, при наезде на него автомобиля.

Один из способов решения проблемы защиты пешехода при наезде на него автомобиля состоит в том, что автомобиль оснащается дополнительным (встроенным в данный) амортизирующим бампером. Он, в свою очередь, при ДТП будет автоматически выдвигаться из основного бампера. Все это будет происходить, в то время как начнется торможение и непосредственно до столкновения автомобиля с пешеходом (велосипедистом, а также иным препятствием). Также в конструкцию данного бампера должна быть помещена подушка безопасности, чтобы можно было исключить серьезные травмы пешехода, а также смягчить жесткий удар автомобиля и предотвратить серьезные разрушения дорогостоящего транспортного средства.

Технически данная разработка осуществляется благодаря таким элементам конструкции как амортизаторы одностороннего действия или телескопические пневмоцилиндры, с помещенными в них капсулами, содержащими порции дизельного или другого топлива. Задняя часть данной конструкции совмещена с лонжеронами автомобиля. Передняя, располагается в нижней части основного бампера, так, где находятся пороги кузова автомобиля. Газогенератором оснащают данную конструкцию для того, чтобы привести бампер в рабочее положение.

Данный способ защиты автомобиля и пешехода при аварии может осуществляться следующим образом.

В случае, когда есть возможность предвидеть столкновение автомобиля, особенно при плохом сцеплении колес автомобиля с дорожным покрытием, водитель резко и сильно нажимает на педаль тормоза. (Как правило, в подобных ситуациях, усилие нажатия на педаль достигает 70-100 кг, в то время как, при обычной манере езды, усилие нажатия не превышает 30-40 кг).

При экстремальном торможении, сигнал с датчика, размещенного на педали тормоза, передаётся на электронный блок управления данной системы, с которого передается сигнал в виде электрического импульса и «запускает» газогенератор, а он в свою очередь приводит в действие бампер, который при выдвижении из основного бампера, встает в свое «рабочее» положение. После, в то время как выдвинувшийся бампер коснулся пешехода, а автомобиль все еще продолжает своё движение, происходит сжатие амортизаторов и в это же время происходит наполнение подушки безопасности сжатым газом, которая соразмерна росту взрослого человека и всей длине бампера. Три равные полости (продольные) имеет подушка-матрац. Две боковые полости соединены со средней полостью путем обратных клапанов. Средняя полость оснащена самоклеящейся стороной, которая обращена в сторону капота. Две боковые полости имеют те же самоклеящиеся полоски, но по краям.

Пешеход, которого сбил движущийся автомобиль, падает на переднюю часть автомобиля - капот, при этом наклоняя подушку безопасности. В этот момент происходит процесс приклеивания средней части подушки к капоту. Таким образом, увеличивается уровень давления, так как гасится удар при столкновении и исключается вариант отскока тела пешехода от капота. Далее происходит процесс открытия обратных клапанов, а в это время газ попадает в боковые полости подушки, таким образом, тем самым увеличивает их объём. После наполнения газом средней полости, происходит соприкосновение боковых полостей со своими самоклеивающимися полосками, а далее происходит

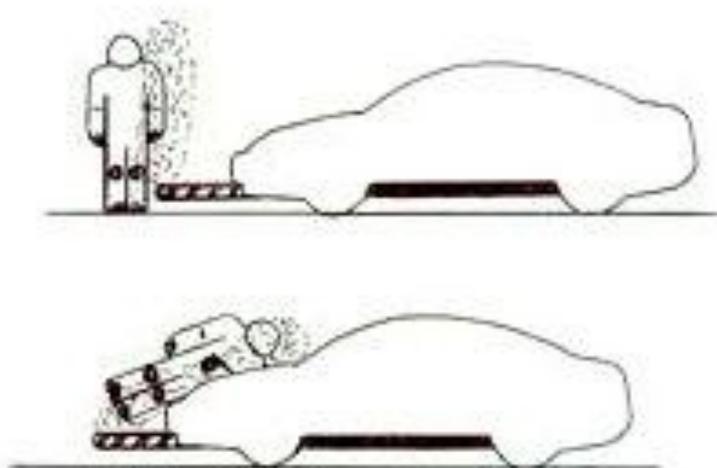


Рисунок 1.5.1 - Выдвигающегося бампера и встроенной подушки безопасности

Так же следует отметить, что данный способ защиты пешехода не может в полной мере обеспечить безопасность в условиях любых скоростных режимов. Но, значительно уменьшит показатель числа пострадавших пешеходов, при умеренной скорости, а также ущерб, причинённый транспортному средству.

Следующий вид защиты пешехода при дорожно-транспортном происшествии, который мы рассмотрим – это так называемая подушка безопасности пешехода.

У различных мировых производителей автомобилей есть данные разработки, например, это такие компании как Volvo, Volkswagen и т.д.

Данный способ защиты пешехода позволит значительно сократить число погибших и раненых в случае аварии.

Система разворачивает подушку безопасности на базе ветрового стекла, подушка сделана в такой форме, что человек, которого сбил автомобиль наиболее вероятно удариться головой именно в область подушки безопасности. Система использует радар и инфракрасную камеру для предварительного обнаружения пешехода, а во время столкновения раздувает подушку безопасности достаточно быстро, чтобы смягчить последствия.

Рассмотрим другую разработку подушки безопасности пешехода, которая сделана на основе данной, но которая способна еще лучше сократить травмы сбитого пешехода.

В этом устройстве в подушке безопасности сделаны смотровые окна в виде прорезей, которые позволяют водителю при раскрытой подушке безопасности видеть пространство перед автомобилем. Данное устройство обеспечивает уменьшение травмоопасности автомобиля при наезде на пешехода.

Одна из задач данной модели является улучшение функционально-эксплуатационных характеристик данного устройства подушки безопасности путем обеспечения быстрого складывания (сдувания) подушки после ее раскрытия при наезде на пешехода, этим достигается улучшение видимости дорожной ситуации с места водителя.

Данная задача может решиться тем, что устройство защиты пешехода при наезде на него автомобиля будет содержать подушку безопасности пешехода, размещенную в сложенном виде в нише под капотом автомобиля, которая разворачивается через дуговую прорезь между капотом и лобовым стеклом автомобиля, при помощи подачи пороховых газов от специальных пиропатронов раскрытия, дальше подушка безопасности занимает пространство перед лобовым стеклом автомобиля, закрывая собой само лобовое стекло, стойки лобового стекла, а также заднюю часть капота автомобиля, в данной подушке безопасности пешехода образованы смотровые окна в виде прорезей, это устройство содержит ультразвуковые радары, инфракрасную видеокамеру, датчики удара, которые установлены в переднем бампере, видеокамеру и компьютеризированный блок управления устройством подушки. Устройство будет снабжено узлом отвода газов из подушки безопасности, которое выполнено в виде двухкамерного корпуса, в одной из камер которого, соединенной с нишей патрубком предназначенным для забора газов из подушки безопасности, установлена крыльчатка компрессора, соосно с ней на общем валу с подшипниками, в другой камере установлена крыльчатка турбины с приводом от специальных пиропатронов откачки, при этом в камерах установлены патрубки для отвода газов из подушки безопасности и отвода газов от

пиропатронов откачки, а на валу между этими камерами установлено уплотнение.

Данное выполнение устройства подушки безопасности пешехода позволяет улучшить функциональность устройства, благодаря обеспечению быстрого складывания (сдувания) подушки безопасности после раскрытия в ситуации наезда на пешехода, а это в свою очередь обеспечивает улучшение обзора с места водителя дорожной обстановки, чтобы можно было предотвратить развитие аварийной ситуации.

Устройство подушки безопасности работает следующим образом.

При движении автомобиля компьютеризированный блок управления постоянно осуществляет мониторинг ситуации перед автомобилем на предмет присутствия пешехода на траектории движения. Мониторинг ведется видеокамерой и инфракрасной видеокамерой, они в свою очередь работают совместно и дублируют друг друга, это необходимо, чтобы снизить вероятности ошибки и повысить надежность определения пешехода. Для расчета расстояния до пешехода блок управления использует сигналы с ультразвуковых датчиков, которые установлены в переднем бампере автомобиля.

Также с помощью датчика скорости ведется мониторинг скорости автомобиля, скорость должна быть не меньше 30 километров в час, если скорость будет меньше, то срабатывание подушки безопасности пешехода нецелесообразно, потому что при столь малых скоростях, травмы будут незначительны. Так же установлен датчик удара для дублирования ультразвуковых датчиков, чтобы можно было снизить вероятность ошибки и повысить надежность устройства. При сближении с пешеходом на скорости, свыше 30 километров в час и сокращении дистанции до 5 – 15 метров, в зависимости от скорости движения автомобиля, компьютеризированный блок управления подает сигнал на специальные пиропатроны для раскрытия подушки безопасности.

Пиропатроны наполняют подушку безопасности газами, подушка безопасности вылетает из-под капота автомобиля через прорезь между капотом и лобовым стеклом и занимает собой пространство перед лобовым стеклом

автомобиля, так чтобы закрыть само стекло, стойки лобового стекла и заднюю часть капота автомобиля. В подушке безопасности сделаны смотровые окна в виде прорезей, которые необходимы для наблюдения за дорожной ситуацией водителем автомобиля. Смотровые окна имеют прямоугольную форму, и сделаны горизонтально на стороне водителя.

Через 1-2 секунды после раскрытия подушки, компьютеризированный блок управления подает сигнал на устройство быстрой откачки газов из подушки, чтобы она сложились, при этом подушка безопасности убирается к нижней части ветрового стекла, это нужно для восстановления полного обзора дорожной обстановки, что снижает риск развития аварийной ситуации. Устройство быстрой откачки газов работает при помощи турбины, которая установлена на двигатель для нагнетания воздуха в цилиндры. Происходит процесс откачки газов из подушки безопасности. Устройство имеет корпус, который разделен перегородкой на две камеры. В первой камере находится крыльчатка турбины и пиропатрон для откачки, во второй камере установлена крыльчатка компрессора, которая отбирает газы из подушки безопасности и отводит их в атмосферу. Обе крыльчатки жестко соединены с валом. Пиропатрон откачки раскручивает крыльчатку турбины, а вместе с ней через вал и ведомую крыльчатку компрессора, происходит откачка газов из подушки безопасности.

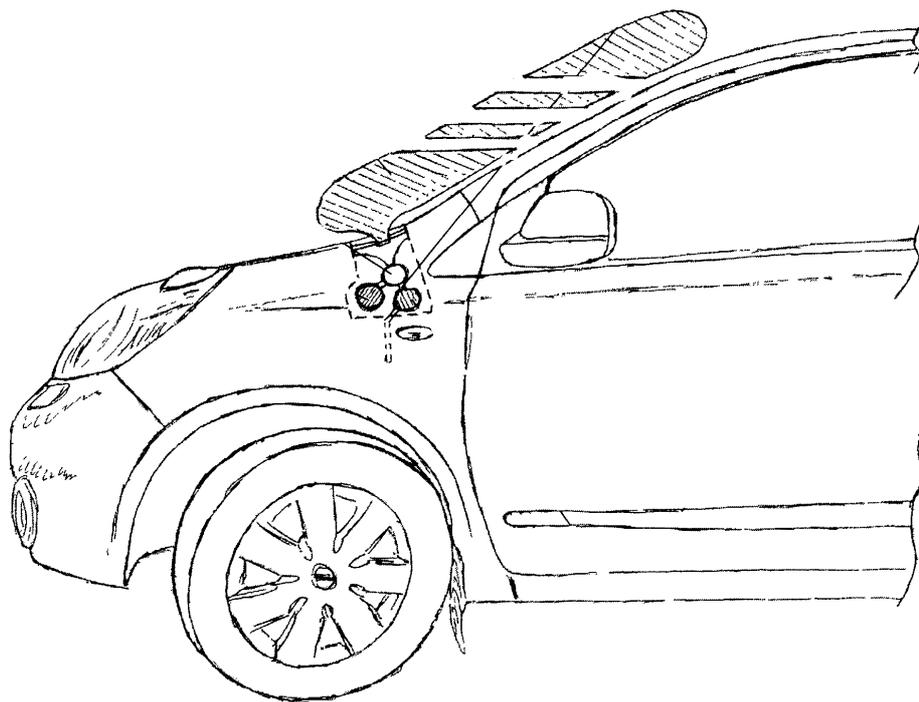


Рисунок 1.5.2 - Иллюстрация подушки безопасности пешехода

Последний вид системы защиты пешехода при наезде на него транспортного средства, который будет рассмотрен в данной статье, называется «Активный капот». Данную систему, по сравнению с подушкой безопасности пешехода и системой выдвижного бампера, который также имеет подушку безопасности пешехода, можно уже встретить на серийно-производимых автомобилях иностранной промышленности.

Данная система активно применяется на таких марках автомобилей как Lexus, ŠKODA, Mercedes-Benz, Mazda, Volvo и т.д.

Активная система капота автоматически поднимает крышку в случае столкновения с пешеходом. Контролируемый при помощи датчика на переднем бампере и пиротехнического механизма, капот поднимается на 65 мм за 40 миллисекунд, и несмотря на удар, остается в поднятом положении.

В результате пешеход при ударе о бампер не ударится о твердые и тупые детали, расположенные под капотом. В случае столкновения капот сыграет роль амортизатора. Риск травмы сокращается, так как голова и плечевой пояс пешехода не ударяются о двигатель.

Данная система является первостепенной для системы безопасности, в которой используется подушка безопасности пешехода.

Рассматриваемая нами система защиты пешеходов при ДТП подразумевает такие конструктивные элементы, как входные датчики, блок управления и исполнительные устройства. Датчики ускорения используются как входные датчики. Чаще всего их устанавливают в переднем бампере. Также допустима установка контактного датчика.

Система функционирует, взаимодействуя с собственным электронным блоком управления, а также с общим блоком управления системы, отвечающей за пассивную безопасность. Наилучшим вариантом использования блока управления системы пассивной безопасности, является реализация интегрированного программного обеспечения. Таким образом мы можем достигнуть увеличения уровня эффективности системы пассивной безопасности в целом.

Такие детали как подъемники капота, являются исполнительными устройствами данной системы защиты пешеходов. Они устанавливаются с обеих сторон капота и строго параллельно движению. Подъемники оснащены пиротехническим или пружинно-пиротехническим приводом.

Суть всей работы, выбранной системы, заключается в том, что при открытом капоте, в случае столкновения автомобиля и пешехода, расстояние между пешеходом и частями двигателя, увеличивается, а, следовательно, травмирование человека (пешехода) будет минимальным. Можно сделать вывод, что поднятый капот играет роль подушки безопасности.

В случае столкновения автомобиля и пешехода, датчики ускорения и контактный датчик отправляют сигналы в блок электронного управления, а он, в соответствии программе, подает сигнал для срабатывания пиропатронов подъемников капота.

Одним из видов данной системы является система НВО Protecto ®. Система НВО Protecto ® способна выполнять все функции таких систем, предлагая высокую надежность, гибкость конструкции и легкую приспособляемость по привлекательной цене. Protecto ® представляет собой

полную систему защиты пешеходов, которая позволяет производителям европейских автомобилей создавать условия для удовлетворения новых европейских и азиатских правил, путем уменьшения травмы головы, при наезде автомобиля на пешехода. Protecto ® включает надежный блок датчиков, который легко интегрируется в бампера и способен очень быстро обнаружить воздействие объекта в область бампера. Также часть Protecto ® представляет собой электронный блок управления, который включает в себя собственный алгоритм, разработанный компанией НВО. Этот алгоритм может классифицировать объект на основе измеренных значений и принять необходимое решение. Этот алгоритм способен различать влияющие объекты (т.е. пешеходов) и определять в зависимости от скорости, необходимость срабатывания системы активного капота, что позволяет избежать неправильных активаций капота. Электронный блок также может быть интегрирован в уже существующий блок управления системой пассивной безопасности (на пример блок управления подушками безопасности).

В случае столкновения с пешеходом, приводы Protecto поднимают капот (около 80 мм), чтобы создать безопасное расстояние между головой пешехода и жесткими точками под капотом. Это снижает риск серьезной травмы с относительно мягким капот поглощая большую часть энергии удара. Эти приводы были разработаны в сотрудничестве с ведущими поставщиками таких систем. Общая скорость работы всей системы Protecto ® составляет 45 м/с.



Рисунок 1.5.3 - Иллюстрация системы активный капот.

Кроме описанных ниже систем защиты пешехода, так же используются другие конструктивные решения, которые способствуют снижению травматизма при столкновении: щетки без каркаса, гнущийся капот, наклон капота с лобовым стеклом, мягкий бампер, увеличенное расстояние от капота до двигателя.

Все рассмотренные выше системы безопасности пешехода при наезде на него транспортного средства, а именно активный капот, подушка безопасности пешехода и выдвигающийся бампер, который также содержит подушку безопасности, являются актуальными разработками на сегодняшний день, которые способны в разы сократить случаи серьезного травмированных пешеходов, а также велосипедистов.

1.6 Самые нестандартные автомобили «Формулы-1»

Так как «Формула Студент», это студенческих соревнований класс Мини-Баха и берут свое начало из «F-1» (Формула-1), нужно обязательно обратить внимание на «Формула-1», какие необычные болиды делали на соревнованиях, которые превышают рейтинги и просмотры в тысячу раз «Формулы Студент».

Автомобили Формулы-1 создаются как воплощение красоты и превосходного дизайна, но бывают исключения.



Рисунок 1.6.1 - March 711, 1971 год

В 1971 году переднее крыло March 711 получило прозвище «кофейный столик», но оно больше походило на гладильную доску, на которой вся команда могла уютить свою форму. Подобный дизайн в виде доски для сёрфинга больше подходил для езды по воде, чем по треку. А лучше, чтобы это были подводные гонки, и никто больше не видел это уродство.



Рисунок 1.6.2 - Arrows A22, 2001 год

Решив, что два аэродинамических крыла это слишком банально, Эрроуз представили болид A22 с тремя крыльями. К сожалению, Гран-при Монако оказалось для гонщиков этой команды слишком тяжёлым испытанием, потому что большое правое крыло всё время закрывало им обзор.



Рисунок 1.6.3 - Honda RA108, 2008 год

История Формулы-1 знает примеры многих прекрасных автомобилей. К сожалению, болид Earth не входит в их число. Благодаря этому болиду команда заработала всего 4 очка за весь сезон.



Рисунок 1.6.4 - Ligier JS5, 1976 год

В сезоне 1976 года команда Ligier участвовала со своим новым автомобилем, который будто набрал лишний вес за время зимних каникул и никак не смог его сбросить к началу сезона. Если бы воздухозаборник автомобиля был чуть повыше, то он вряд ли бы проходил в туннель на Гран-при Монако.



Рисунок 1.6.5 - Ferrari F2012, 2012 год

Всё сообщество Формулы-1 было поражено, когда Ferrari представили свой новый автомобиль, как казалось, собранный из конструктора Lego. В том сезоне практически все команды использовали тот же самый п-образный дизайн передней части болида.



Рисунок 1.6.6 - Williams FW26, 2004 год

В 1967 группа The Beatles спела песню под названием “I am the walrus”, а в 2004 году команда Williams, выпустила болид, который прозвали «Моржом». Автомобиль FW26 имел радикально новую конусообразную носовую часть, которую, тем не менее, к середине сезона заменили на более традиционную конструкцию.



Рисунок 1.6.7 - McLaren MP4-29, 2014 год

Новый дизайн носа болидов в 2014 году получил прозвище «муравьед», но большинство фанатов склоняется к тому, что он похож на аэродинамический репродуктивный орган.

Из всех показанных нестандартных конструкций обвесов, можно сделать вывод, что многие инженеры-конструктора подходят с необычным взглядом на форму обвесов и чертили не совсем удачные модели болидов, также их рестайлинг сильно влиял на обтекаемость обвеса так и на внешний вид болида.

1.7 Почему Университет держится за «Формулу Студент»

Для того чтобы группа студентов одного университета набрала максимальное количество баллов на соревнованиях болидов, в первую очередь необходимо собрать болид. Для этого студенты делегируют между собой обязанности, разрабатывают бизнес-план, производят конструкторские расчеты, ищут спонсоров, готовят презентации и защищают свои проекты перед членами жюри, лучшими инженерами и конструкторами, менеджерами и экономистами. Одна из главных особенностей, нашего проекта – это в первую очередь, создание

студентами новых, высокотехнологичных конструкций собственными «руками». Немаловажно то, что всё это происходит в условиях контроля себестоимости и ограничения регламента Проекта «Формула Студент». Отличают: значительный рост знаний студентов, компетентности и квалификации, принимавших участие в проекте «Формула Студент ТГУ» возможность реализации новых творческих амбиций, студентами расширение массовости и высокой инициативности студентов в научных работах, инженерной и экономической деятельности развитие интеграции научной и образовательной деятельности с промышленным комплексом страны объединение творческой молодежи для созидательной деятельности, установление международных долгосрочных связей.

По окончании ВУЗа студенты «выходят» высококвалифицированными специалистами, которые способны самостоятельно решать серьезные задачи в условиях рыночных отношений. Этому помогает практические навыки проектирования и расчета всего болида и узлов в CAD-программах. Приобретения организаторских способностей, опыта активной работы со спонсорами и практики рыночных отношений, прохождение этапа проб и ошибок, объективной оценки собственных знаний и сил, приобщение к миру мотоспорта, который открывает новые таланты для международных выставок и соревнований.

Студентам, разных возрастов и курсов надо спроектировать, рассчитать, изготовить и собрать полностью гоночный автомобиль, так же обвес для него. Студентам можно применять любые инновационные мысли, соответствующие регламенту, во все дизайнерские решения и узлах конструкции болида. Данная работа над болидом, требует значительных умственных, организационных, финансовых и конечно же физических затрат. Основная задача сделать самый быстрый и энергоёмкий болид, при ограниченных экономических затратах, а также составить бизнес план, на выпуск таких автомобилей

Каждая команда, проектирует, рассчитывает и изготавливает свой болид, Основная задача создать своими руками максимально динамичный и надёжный автомобиль для различных задач на этапах, а также добиться максимально возможной экономической эффективности при его изготовлении, и исходя из

двигателя с 10 л.с., без возможности изменять его настройки. «Формула Студент» постоянно совершенствуется, благодаря этому появляются этапы с возможностью реализовывать абсолютно новые технические идеи, в том числе инженерные «фантазии».

Это перспектива, в которой студенты, используют знания о современной электронике и электротехнике, создают принципиально новые решения для топливной экономичности ну и конечно же тех. характеристики автомобиля автомобиля.

Данное увлечение студентов считается одним из перспективных путей развития автомобильной индустрии и одновременно является и трудным, особенно в области организации проекта в ВУЗе. Одна из задач самостоятельно спроектировать и изготовить максимально динамичный, экономичный, с минимальным шумом автомобиль в рамках регламента.

Идея впервые появилась организовать уникальные соревнования в 1976 году принадлежала SAE. Проект оказался настолько хорош, что число заинтересованных студентов возрастает в течение трех десятилетий. На данный момент, завершающие мероприятия чемпионата мира среди студентов проходят в таких странах как США, Великобритания, Германия, Южная Корея, Бразилия, Италия, Россия, Австралия, Мексика, Индия, Япония, Южная Африка и т.д. Данные соревнования развивают студентов до высокоэффективных компетентных кадров, это уже поняли, как и ведущие компании во всём мире, так и не самые масштабные компании стран.

Это можно понять по не под не счётным числом спонсоров автомобильной и электротехнической индустрии, как GM, BMW, Audi, Yamaha, Solid Works, VW, Honda, Continental, Solid Works, Toyota, Bosch, Shell, motul и так далее.

В соревнованиях принимают участие более 300 университетов из 40 стран со всего мира. Наиболее популярные: Cambridge, Oxford Brookes, Stanford University, Thayer School of Engineering at Dartmouth и многие другие

Для максимальной эффективности проекта, студентов было разработано три «Класса» по уровням сложности:

- «Класс 3»: подразумевает допуск всех проектов, находящихся в стадии проектирования. Студенты предоставляют свой проект, презентацию к нему и бизнес-план гоночного болида.

- «Класс 2»: На защиту предоставляются практически готовые болиды, незавершенные или работающие не полностью, по разным причинам и не принимающие участие в тестах на динамику. Команды предоставляют полноценную презентацию к защите своего болида, самопрезентацию команды и бизнес план.

- «Класс 1»: Принимают участие полностью готовые автомобили «на своем ходу». Все болиды проходят полный цикл статических и динамических испытания. Командам предстоит задача защитить и обосновать экономические и технические решения. А также провести презентацию бизнес плана.

- «Класс 1, серия 200»: принимают участие доработанные болиды с улучшенными техническими настройками. В предыдущем году данные болиды участвовали в соревнованиях «Класса 1».

Участникам необходимо учесть, что какая-то компания желает открыть производство гоночных болидов, в количестве тысячи штук ежегодно при определенной стоимости, и хочет выбрать для этого оптимально лучшую конструкцию с техническими данными и экономической экономии. Для выяснения наиболее благоприятного предложения проводится «тендер» с оценкой всех проектов. Участникам во внимание дают критерии такие как амбициозность, оригинальность, технические характеристики, надежность, себестоимость и эстетичность дизайна конструкции, а также унифицированность продукта под простоту обслуживания деталей болидов. За каждое испытание команде дают очки. Победителем считается проект, который набрал максимальное количество очков. Также, есть номинации в каждом отдельном оценочном тесте, на технические или дизайнерские решения.

В судейских рядах, выступает коллегия, которая состоит из ведущих инженеров-конструкторов и менеджеров мировой промышленности.

При защите проекта к оценке представлены все инженерные-конструкторские решения, которые вошли в конструкцию болида с учетом

регламента и требований рынка. Одно из главных целей, выявить знания, умение команды, оценить конструкцию и технологию изготовления гоночного болида. Команда, продемонстрировавшая наилучшее использование инженерно-конструкторских знаний, признается лучшей. Основной целью является создание аналогичной презентации своего проекта, в которой учитываются все факторы и посредством которой, можно убедить потенциальную компанию или производителя, что именно данное предложение будет наилучшим вариантом на ранке, что оно будет оптимальным образом ориентировано на потребителя и впишется в предполагаемые расходы. Также представляется техническая сторона проекта, показывающая его компетентность на современном рынке. Основная идея заключается в том, что необходимо наиболее точно определить рассчитанную себестоимость, включая потери на оснастку, применяемых технологий, изготовление деталей, обучение, энергоресурсов и трудозатраты. Помимо этого, необходимо предоставить расчет поставки на изготовление болида.

Соответствовать регламенту. Одно из назначений, проверка конструкции болида на соответствие регламенту, проверка их на безопасность и надежность. Проверка проходит в четыре этапа: тех. осмотр, тормозные характеристики, тест на наклон 60 градусов и шумовой тест. В конструкции болида проверяют все критические узлы и крепежи. Если болид не проходит проверку, то соответственно он не допускается к динамическим соревнованиям. Динамические тесты состоят из четырех тестов: тест на ускорение – с целью определения болида с наилучшей динамикой разгона на 75 метров по прямой трассе. Тест «Слалом-Восьмерка» - основная цель определить грамотно спроектированную подвеску болида и управляемость автомобиля. Тест «Спринт» - предназначен для определения самого гоночного, маневренного и управляемого болида, в условиях движения без помех и по назначенной конфигурации трассы. Тест «Выносливость и топливная экономичность» - болидам необходимо пройти дистанцию протяженностью 22 километра, израсходовав минимальное количество топлива, с обязательным питстопом, а также сменой пилота. Тесты

показывают реальную надежность конструкции болида и экономичность проекта, а также квалификацию команды.

1. Правильная организация и постановка целей.
2. Проектирование конструкции болида.
3. Моделирование рабочих процессов в САПР.
4. Корректировка конструкции.
5. Изготовление рамы, отдельных узлов и агрегатов.
6. Сборка и покраска узлов, всех агрегатов и болида.
7. Подготовка отчета для квалифицированных судей.
8. Презентация отчетов для этапа.
9. Выступление команды на этапах.
10. Отчетность для спонсоров о выполненной работе.
11. Подведение итогов с учетом проведенного анализа.
12. Постановка целей на следующий год.

В ходе работы над болидом, студенты активно изучают программы, проходят обучения, выполняют сложные работы и получают сертификаты о своей компетентности. При проектировании болида, обычно используется Solid Works – пакет автоматизирован в трех мерном проектирование, позволяет рассчитывать динамические нагрузки и аэродинамику болида.

При своих идеях и проектах, у команды студентов резко возрастает мотивация к различным областям знаний, что приводит к тому, что в ходе участия в проекте студенты практически осваивают: автомобили, менеджмент, рынок, маркетинг, фотодело, автоматизированное проектирование и моделирования, материаловедение, электроника, социология, психология, инженерная педагогика, программирование, сопромат и так далее.

Достижение поставленных результатов невозможно без конструктивной организации команды, распределения задач и обязанностей. Почему уделяется этому аспекту столько внимания? - В команде «Формула Студент ТГУ». На сегодняшний день, команда студентов изучает структуру и организацию труда основываясь на современных педагогических системах. Проводит постепенный переход таким образом, чтобы не исключать творческую составляющую. Вся

документация и презентации о соревнованиях на английском языке, вне зависимости от страны-организатора соревнований. Поэтому для повышения своей конкурентоспособности, мы постоянно совершенствуемся для своей компетенции.

Решать самые сложные задачи, а главное постоянно развиваться и реализовывать новые творческие идеи

В мире данный проект уже давно оценен по заслугам, а с 1976 года чемпионат вырос более чем в 50 раз и продолжает расти.

ВУЗы всего мира признают проекты «Formula SAE» наиболее значимыми и показательными для образовательного процесса и имиджа университета. Участие в подобных соревнованиях значительно повышает престижность университета, а, следовательно, команде уделяется значительное внимание: организуются выставочные стенды, музеи, выделяются специальные помещения и необходимое оборудование. Немаловажно, что такие университеты, как Cambridge, Oxford Brookes, Embry-Riddle Aeronautical, Thayer School of Engineering at Dartmouth, Stanford, Yale гордятся своими результатами на чемпионатах серии «Formula SAE».

2. Защита интеллектуальной собственности

Задание не предусматривает защиту интеллектуальной собственности.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет

В одной таблице мы сводим исходные данные, которые позволят провести тягово-динамический расчет заднеприводного болида «Формула Студент». Расчет производился строго в соответствии с методическим пособием, описанном в источнике [3].

Таблица 3.1.1 - Данные для проведения тягово-динамического расчета

Параметры	Обозначение	Значение
Колесная база		4 x 2
Количество мест		одно
Снаряженная масса болида	M_0 , кг	245
Максимальная скорость	$V_{\text{макс}}$, км/ч (м/с)	189 (85,83 2)
Угловая скорость коленчатого вала	$\omega_{\text{е, макс}}$, рад/с (об/мин)	1413,7 2 (13500)
Максимальная мощность двигателя	$N_{\text{е, макс}}$, кВт	87,6
Максимальный крутящий момент двигателя	$M_{\text{е, макс}}$, Н·м	76,76
Тим и размерность колеса		205/51 0R13
Коэффициент аэродин. сопротивления	C_x	0,28
Величина тах преодолеваемого уклона	i	0,33
КПД трансмиссии	$\eta_{\text{тр}}$	0,90
Габариты ширины болида	B , мм	1450
Габариты высоты болида	H , мм	1155

Коэф. Сопротивления качения	f_0	0,06
Передаточные числа КП:	U	
- первая передача КП	U1	2,5
- вторая передача КП	U2	1,75
- третья передача КП	U3	1,34
- четвертая передача КП	U4	1,085
- пятая передача КП	U5	0,955
- шестая передача КП	U6	0,87
- главная передача КП	U0	2,19

3.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля:

$$M_{\text{авто}} = M_0 + M_{\text{челов}} \cdot (n) + M_{\text{баг}}$$

(1)

где: M_0 – снаряженная масса болида, кг;

$M_{\text{челов.}}$ = 75 килограмм – масса одного человека;

n – кол-во пассажиров;

$M_{\text{баг}}$ – вес багажа.

$$M_{\text{авто}} = 325 \text{ кг}$$

Полный вес болида:

$$G_{\text{авто}} = M_{\text{авто}} \cdot g, (2)$$

где: g – ускорение свободного падения, м/с².

$$G_{\text{авто}} = 325 \cdot 9,81 = 3188,25 \text{ Н} \quad (2)$$

Болид с заднеприводной компоновкой, ведущие колеса сзади, делаем распределение веса осей в соотношении: переднюю ось 48% и 52% - на заднюю ось.

Вес, приходит на ведущие колеса:

$$G_{1\text{авто}} = 0,48 \cdot G_{\text{авто}} = 0,48 \cdot 3188,25 = 1530 \text{ Н};$$

Вес, приходящийся на ведомые колеса:

$$G_{2\text{авто}} = 0,52 \cdot G_{\text{авто}} = 0,52 \cdot 3188,25 = 1658 \text{ Н};$$

Параметры обтекаемости гоночного болида

Коэффициент обтекаемости кузова болида:

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

где: $\rho = 1,29$ – плотность воздуха в нормальных условиях, (кг/м³).

Получаем $k = 0,194$

Лобовая S автомобиля:

$$F = 0,8 \cdot B \cdot H, \quad (4)$$

где: B – габариты болида в ширь, (м);

H – габаритная высота автомобиля, (м)

Из формулы получаем $F = 1,340 \text{ м}^2$

Ширина шины 205/510R13, радиус качения данного колеса рассчитывается по формуле:

$$r_{\text{колес}} = 0,5 \cdot R + \lambda z \cdot T \quad (5)$$

где: R – посадочный диаметр шины, дюйм;

$\lambda z = 0,85$ – коэффициент вертикальной деформации;

T – высота профиля шины.

Из формулы получаем:

$$r_k = 0,26 \text{ м}$$

3.3 Расчёт ВСХ двигателя

Для начала определим мощность исследуемого двигателя, учитывая максимальную скорость автомобиля по формуле мощностного баланса и с учетом КПД трансмиссии:

$$N_{\text{скор}} = \frac{1}{\eta_{\text{тр}}} (G_{\text{авто}} \times \psi_V \times V_{\text{max}} + \frac{C_x}{2} \times \rho \times F \times V_{\text{max}}^3) \quad (6)$$

$\psi_V = q$ – коэффициент сопротивления дороги при V_{max} скорости автомобиля.

$$N_{\max} = \frac{N_V}{a*\lambda + b*\lambda^2 - c*\lambda^3} \quad (7)$$

$a = b = c = 1$ – эмпирические коэффициенты исследуемого двигателя.

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

Эффективная мощность двигателя:

$$N_{\text{эф.м.}} = N_{\max.} * [a \times \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \times \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - c * (\frac{\omega_e}{\omega_N})^3] \quad (8)$$

где: ω_e – текущее значение угловой скорости коленчатого вала, рад/с;

ω_N – угловая скорость коленчатого вала при максимальной мощности, (рад/с) и равным 1413,72 (рад/с.)

$N_{\text{эф.м.}}$ – текущее значение эффективной мощности двигателя, Вт.
Для построения кривой эффективного момента M_e (Н · м) применяем формулу:

$$M = \frac{N_{\text{эф.м.}}}{\omega_e} \quad (9)$$

Рассчитываем зависимости $N_{\text{эф.м.}}(\omega_e)$ и $M(\omega_e)$. Далее все сводные результаты представим в виде графика в приложении А

Таблица 3.3.1 – Результаты расчетов

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
------	-------	------	-------	-------

Продолжение таблицы 3.3.1

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

3.4 Определение передаточных чисел главной передачи

Передаточное число главной передачи U_{Π} мы можем определить исходя из максимальной скорости исследуемого автомобиля.

$$U_{\Pi} = \frac{r_k}{U_k} \times \frac{\omega_{\max}}{V_{\max}} \quad (10)$$

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

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

$$U_{\Pi} = 3,5$$

Учитывая принятые числа, мы произведем расчет скорости исследуемого болида на разных передаточных числах

$$V = \frac{r_k \times \omega_B}{U_{\Pi} \times U_k} \quad (11)$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А1

3.5 Тяговый баланс

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

$$P_{\text{тяг.}} = \frac{U_{\text{к.}} \times U_{\text{пер.}} \times M_{\text{е}} \times \eta_{\text{т}}}{r_{\text{колес}}} \quad (12)$$

Результаты расчетов сведены в приложение А2.

При движении, исследуемый гоночный болид приобретает силу сопротивления воздуха. Ее мы определим по ф-ле:

$$P_{\text{в}} = \frac{1}{2} \times C_{\text{x}} \times \rho \times F \times V^2 \quad (13)$$

Результаты расчетов сведены в таблицу А3

Сила сопротивления качению автомобиля:

$$P_{\text{д.в.}} = G_{\text{авто.}} \times \psi, \quad (14)$$

где $\psi = q$

Результаты расчетов сведены в приложение А4.

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля:

$$P_{\text{сум.}} = P_{\text{в.}} + P_{\text{д.в.}} \quad (15)$$

Результаты сведены в таблицу 5 в приложении А

3.6 Динамические хар-ки болида

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

$$D_{\text{авто.}} = \frac{P_{\text{тяг.}} - P_{\text{возд.}}}{G_{\text{авто.}}} \quad (16)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению приведены в приложение А6 и А7.

3.7 Анализ динамики разгона

Ускорение во время разгона мы можем определить при движении болида по горизонтальной дороге и с жестким покрытием в условиях отличного качества при максимальной мощности двигателя, а также отсутствия буксования ведущих колес. Ускорение рассчитывают:

$$J = \frac{D - f \times g}{\delta_{\text{вращ}}}, \text{ где} \quad (17)$$

$$\delta_{\text{вращ}} = 1 + \frac{I_M \times \eta_{\text{тр}} \times U_{\text{тр}} + I_k \times g}{G_{\text{авто}} \times r_{\text{колес}}^2}, \text{ где} \quad (18)$$

$I_{\text{м.и.}}$ – момент инерции вращающихся деталей двигателя;

$$U_{\text{тре.}} = U_{\text{п}} * U_{\text{кол.}} - \text{передаточное число трансмиссии}; \quad (19)$$

$I_{\text{сум.м.к}}$ – суммарный момент инерции ведущих колес.

Если точное значение $I_{\text{м.и.}}$ и $I_{\text{сум.м.к}}$ неизвестно то, $\sigma_{\text{вращ}}$ определяют по формуле:

$$\delta_{\text{вращ}} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 * U_{\text{к}}^2); \text{ где} \quad (20)$$

$U_{\text{кп}}$ – передаточное число коробки передач на данной передаче

$\delta_{\text{колес.}}$ – коэффициент учета вращающихся масс колес

$\delta_{\text{двиг.}}$ – коэффициент учета вращающихся масс двигателя:

$$\delta_{\text{колес.}} = \delta_{\text{двиг.}} = 0,03 - 0,05$$

Результаты расчетов на каждой передаче коэффициентов учета вращающихся масс:

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

2 передача - $\delta_{\text{вращ}} = 1,097$

3 передача - $\delta_{\text{вращ}} = 1,087$

4 передача - $\delta_{\text{вращ}} = 1,068$

5 передачи - двра = 1,058

6 передача – двра = 1,053

Результаты расчетов сведены в приложение А8 и А9.

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом по формуле. Интегрирование мы можем заменить суммой конечных величин.

$$\Delta t_{\text{пут.разг.авто.}} = \frac{V_2}{V_1} \frac{1}{j} \times d_V \approx \left(\frac{1}{j_{\text{ср}}} \right)_2 \times (V_2 - V_1) \quad (21)$$

Результаты расчетов приведены в приложение А10 и А11.

4. Рестайлинг внешнего аэродинамического обвеса болида «Формула Студент»

4.1 Предмет рестайлинга

Для предмета рестайлинга был выбран болид команды «Формулы Студент ТГУ» под названием «Черная Пуля» (рис. 4.1)



Рисунок 4.1.1 - Болид «Черная Пуля»

Как мы видим на рис.4.1.1, болид находится в полностью исправном состоянии и в 2016 году участвовал на соревнованиях «Formula SAE» в Германии.

Цель дипломной работы, это рестайлинг обвеса, для повышения привлекательности внешнего вида болида, а также последующей его продаже по регламенту «Formula SAE».

4.2 Обзор различных конструкций болидов

Разберем болид на составляющие, на рис 4.2.1

1. Обтекатель (часто называют «носом» болида)
2. Составная часть «носа», закрывающая ноги водителя и рамы болида
3. Колесо
4. Часть обвеса, защищающие водителя
5. Радиатор охлаждения ДВС
6. ДВС
7. Рама болида
8. Рулевое управление

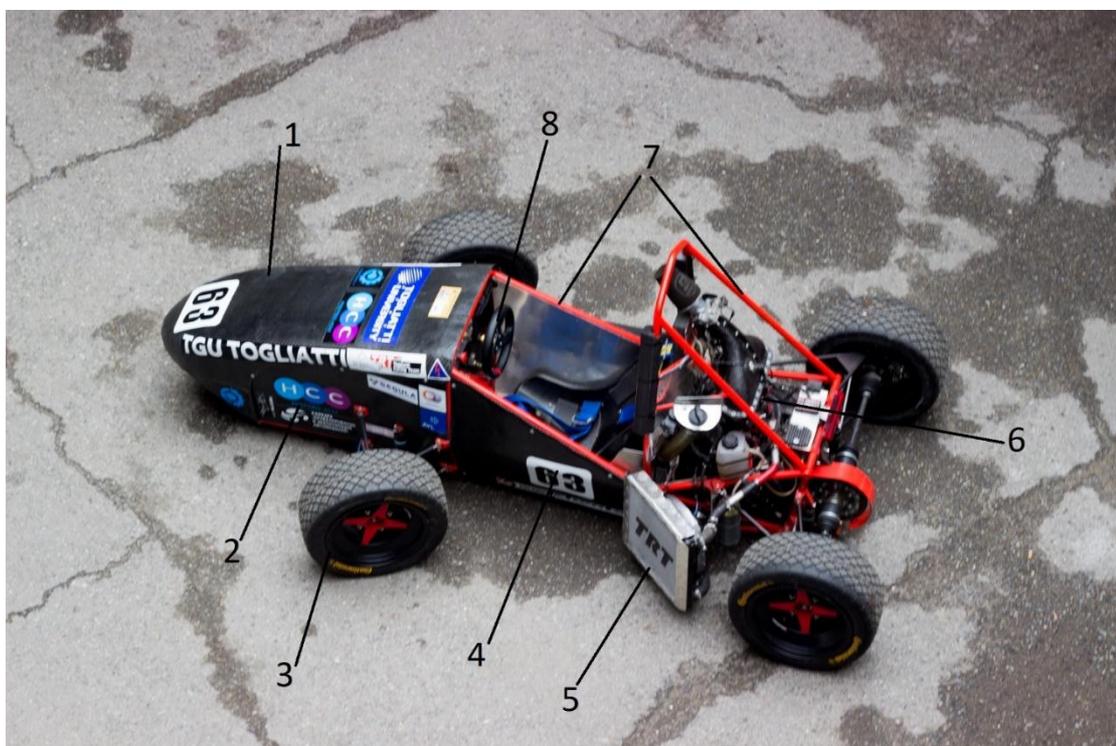


Рисунок 4.2.1 - Болид «Черная Пуля»

На рис. 4.2.1 видим, что у болида отсутствуют спойлер, переднее антикрыло, заднее антикрыло, диффузор, можно сказать, что все элементы аэродинамического оснащения убраны из модели автомобиля, этот выбор был сделан командой не просто так, они облегчили общий вес болида, путем обратного, не дополняя болид элементами, утяжеляющими его.

Аэродинамический обвес начинает «работать» на скорости 100-120 км/ч

Так что выбор команда пал на облегчение болида и на его простоту в бюджетной конструкции.

Теперь рассмотрим Немецкий болид рис. 4.3, его сделала группа студентов из Штутгартского университета. Этот болид особенно выделяется своим аэродинамическим обвесом и привлекательными «формами». Немецкие студенты установили мировой рекорд по времени разгона с нуля до ста километров в час. Построенный их электрический болид смог набрать «сотню» за 1,779 секунды

Разберем на составляющие:

1. Обтекатель (нос) болида
2. Передний спойлер
3. Колеса
4. Спойлер
5. ДВС
6. Рама болида
7. Часть аэродинамического обвеса, защищающая водителя и закрывающая внутренности болида
8. Рулевое управление
9. Амортизаторы
10. Переднее антикрыло



Рисунок 4.2.2 - Болида Немецкой команды Штутгартского университета

На рис. 4.3 видно, как немецкие студенты углубились в изучение построения аэродинамического обвеса, так как их болид разгоняется с рекордными скоростями, то скорее всего если бы не было элементов, прижимающих болид к земле, у него не было бы прижимной силы с асфальтом, ну и конечно же безопасности, т.к. болид мог «парить» над землей без нужной аэродинамики

Рассмотрим болид московской команды МАДИ. Болид команды университета МАДИ (рис.4.2.3), именно этот дизайн болида привлек к себе внимание на Moscow City Racing. Студенты ответственно отнеслись к построению аэродинамического обвеса болида, его формы впечатляют и могут понравиться любому человеку, который даже немного увлекается автомобилями. На болиде московской команды нет переднего спойлера или антикрыла, так же нет заднего антикрыла, это конечно не плохой выбор компоновки автомобиля, но судьи, как и большинство спонсоров заинтересованы в необычных конструкторских решениях, думаю им было бы интересно рассмотреть также же обвес, но уже с элементами аэродинамики.



Рисунок 4.2.3 - Болид команды МАДИ

При рестайлинге болида нужно не забывать о его окраске, например, как это сделала команда Техасского университета агрокультуры и машиностроения рис.4.2.4. Нельзя не заметить агрессивный рисунок на «носу» обвеса, что напоминает кровожадную акулу. Эта команда американского университета заработала рекордное количество очков - 981 баллов из 1000.

Я считаю, что судей зацепило не только его технические характеристики, но и его не обычный, узнаваемый раскрас. В своей рестайлинге я это учту и сделаю расцветку запоминающейся.



Рисунок 4.2.4 - Болида американского техасского университета

Рассмотрели болиды разных команд, с разных стран, можно взять из каждого болида полезную информацию и переложить ее на новый обвес. Так как обвес болида «Черная Пуля» полностью съемный и рестайлингу не поддается, то нужно разработать новый дизайн обвеса и примерить его на предыдущую раму (рис 4.2.5)

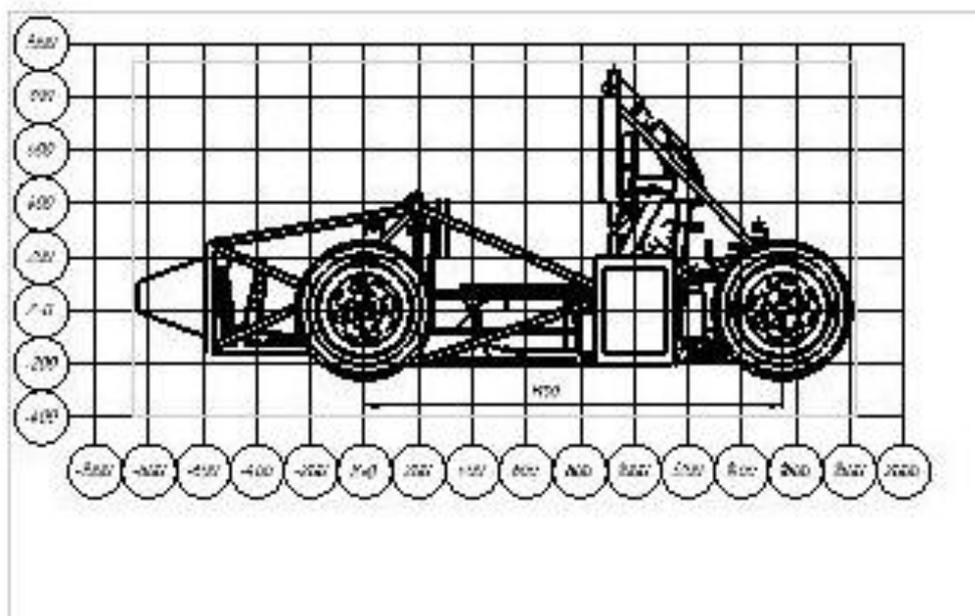


Рисунок 4.2.5 - Болид «Черная пуля», без обвеса

4.3 Скетч макета аэродинамического обвеса

Скетч - эскиз будущего рисунка, то есть рисунок в стилистике спрей-арт небольших размеров, обычно не больше альбомного листа, выполненный на бумаге или картоне, иногда на пластике. На данный момент на многих сайтах и интернет порталах проходят соревнования в нарисование скетча разных предметов, в том числе автомобилей.

По его габаритам «Черной пули» рисуем скетч аэродинамического обвеса, в нем должны сочетаться аэродинамические характеристики, привлекательность, современность исполнения, надежность, может даже агрессивный окрас и конечно же обвес должен полностью удовлетворять регламент «Formula SAE». Для зарисовки внешности болида я вдохновлялся болидами из «Formula-1», (зарисовка была сделана на ватмане А3, затем отсканирована и перенесена в электронный вид). На рисунке 4.3.1 показан первый скетч нового аэродинамического обвеса.

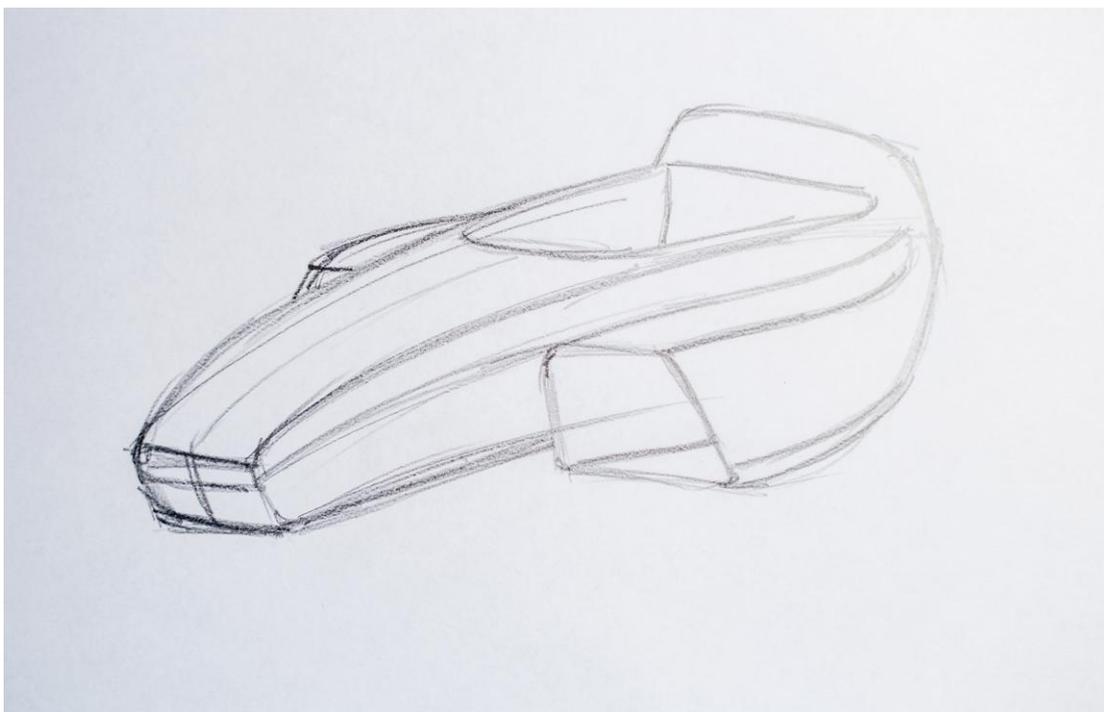


Рисунок 4.3.1 – Скетч нового корпуса болида.

Далее зарисовываем аэродинамические элементы болида, в данном случае переднее антикрыло, которое по своему профилю напоминает перевернутое крыло самолета, на передней части антикрыла располагается небольшой наклон к поверхности дорожного полотна рисунок 4.3.2

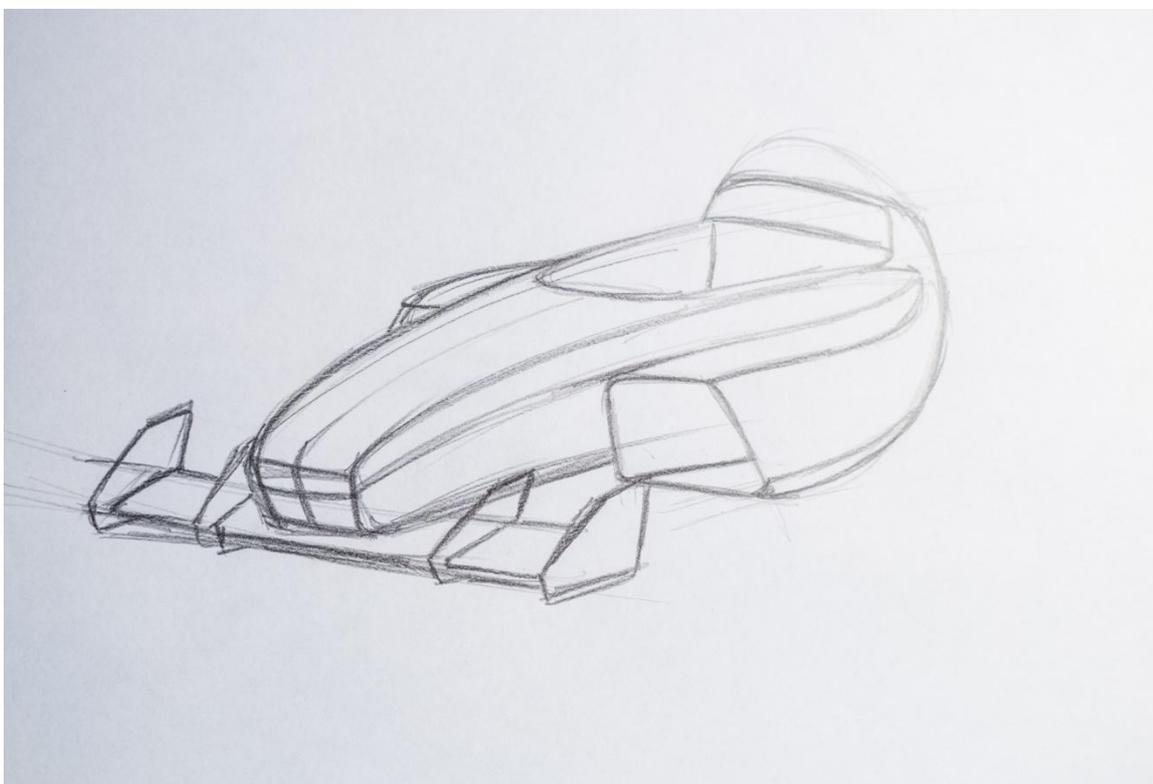


Рисунок 4.3.2 – Скетч с передним антикрылом

Чтобы болида приобрел формы гоночного автомобиля дорисовываем колеса и оставшиеся элементы корпуса рисунок 4.3.3

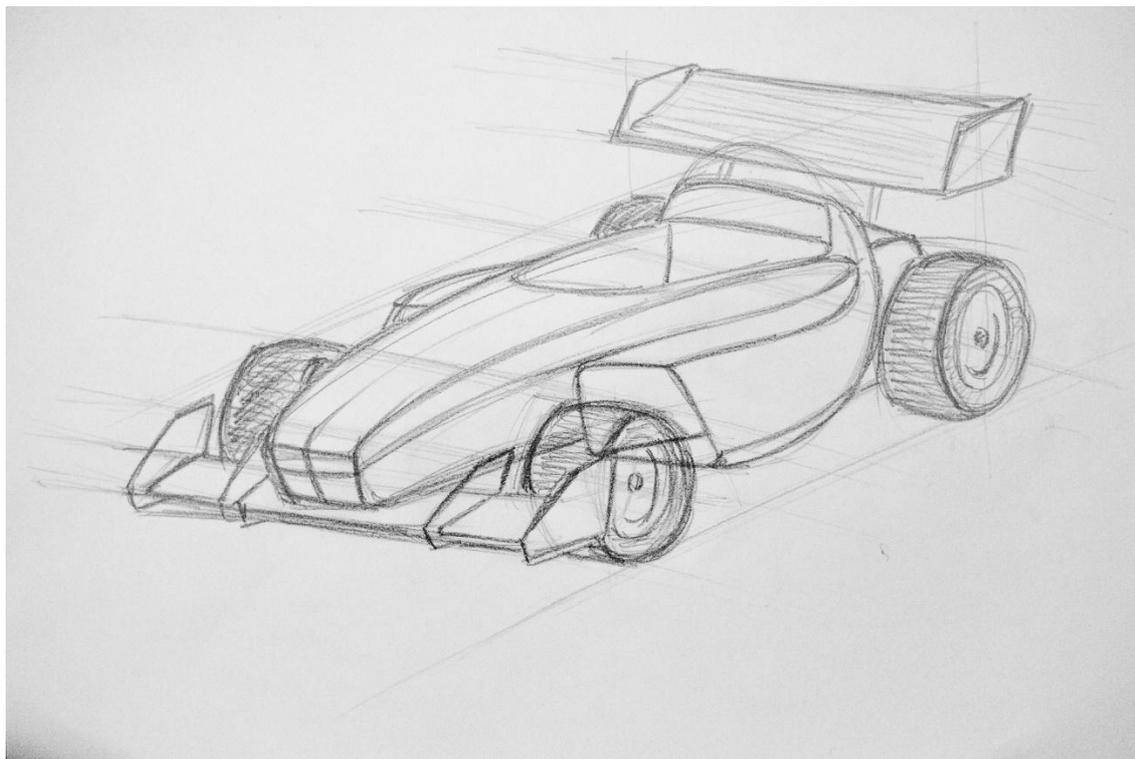


Рисунок 4.3.3 – Скетч макета нового аэродинамического обвеса

Далее рисуем вид сверху и вид сбоку рис.4.3.4 и 4.3.5, которые максимально похожи на будущий болид.

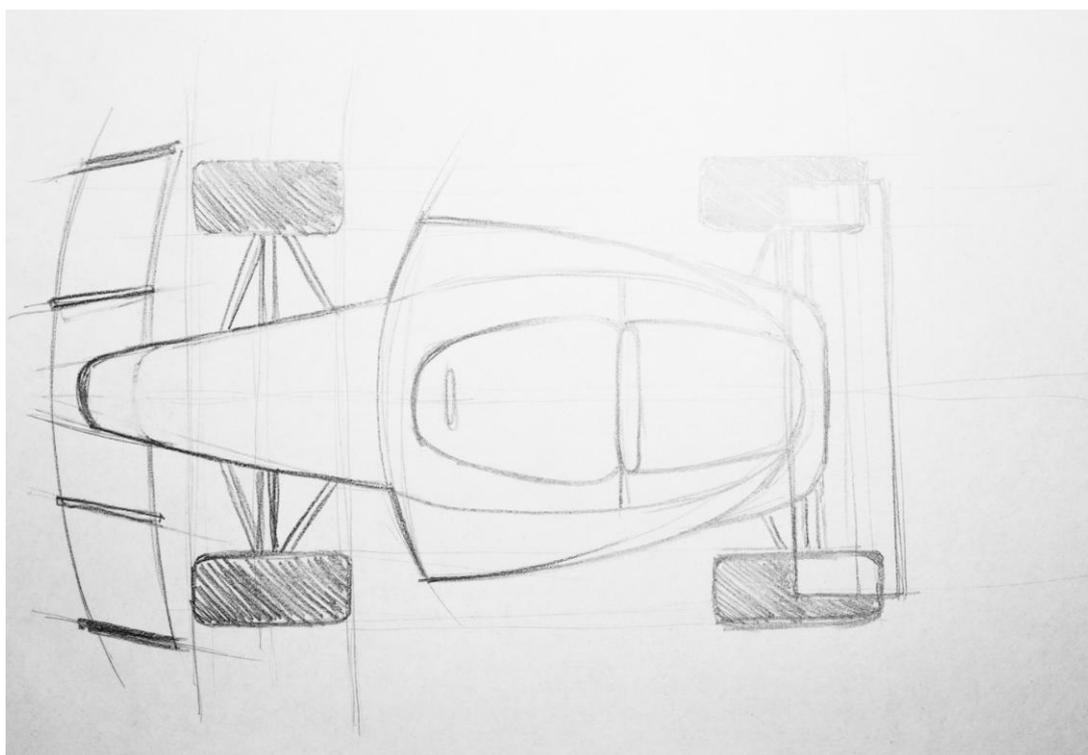


Рисунок 4.3.4 – Вид сверху

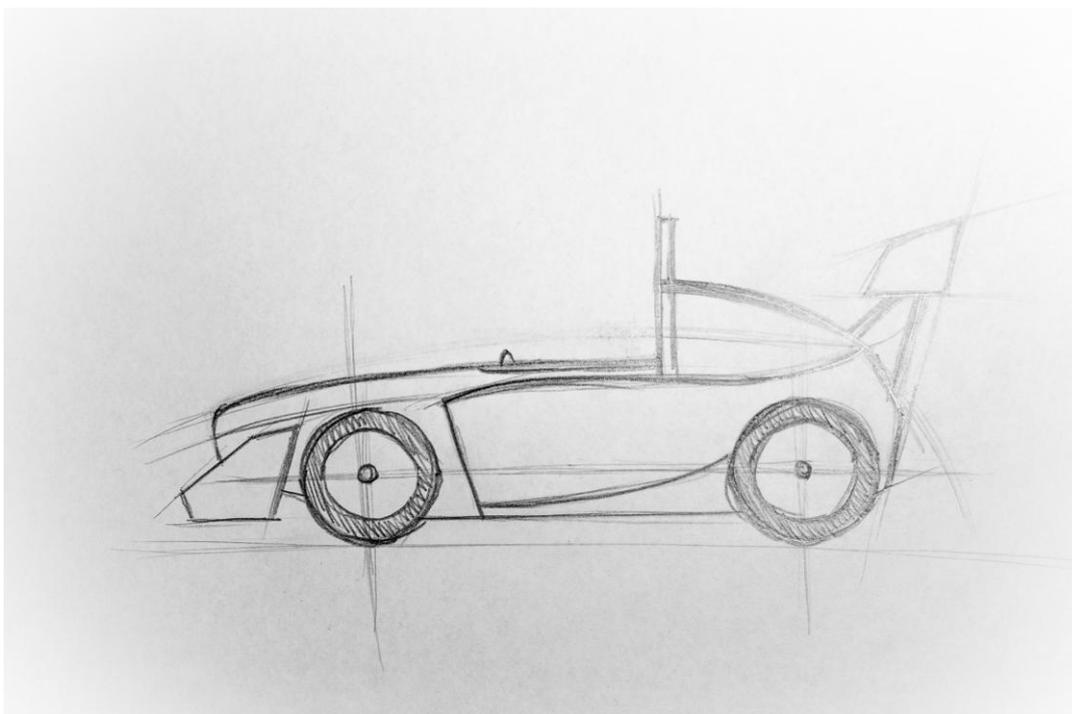


Рисунок 4.3.5 – Вид сбоку

4.4 Проектирование аэродинамического обвеса в КП

С помощью программы КОМПАС-3D V16 чертим обвес корпуса и аэродинамические элемента по габаритам подходящие каркасу болида используя рисунок 4.2.5

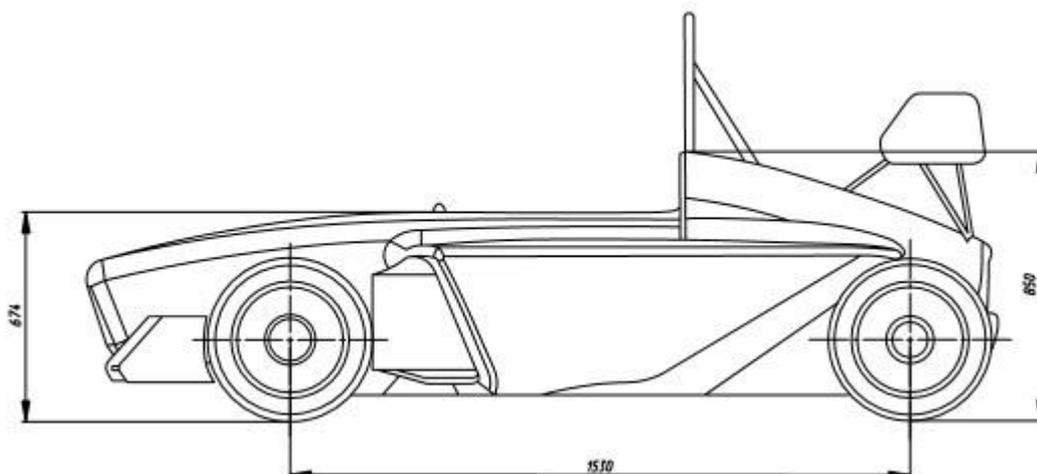


Рисунок 4.4.1 – Вид сбоку

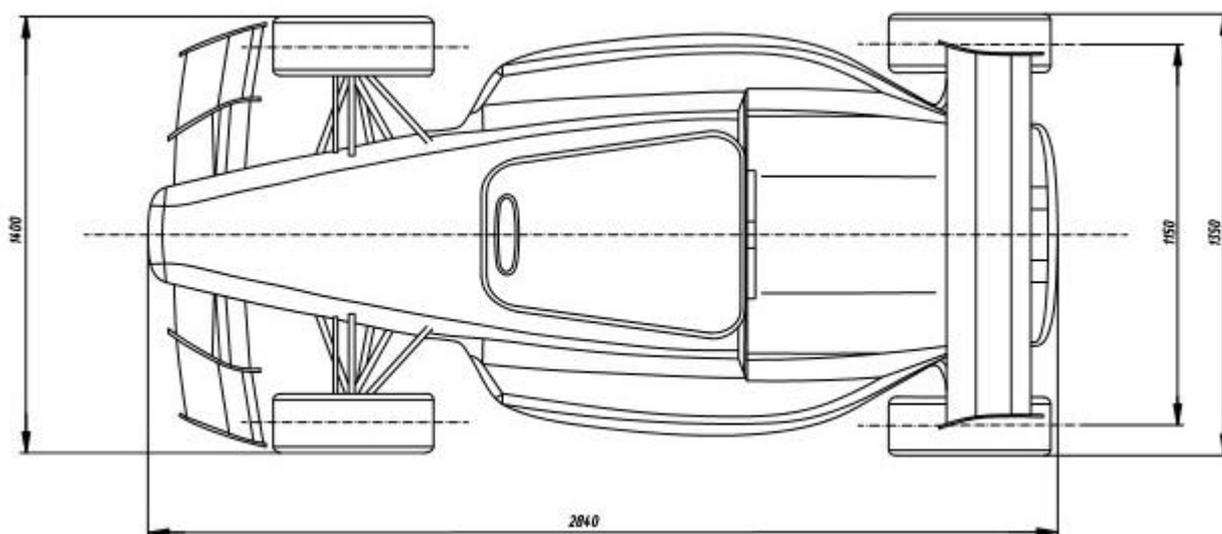


Рисунок 4.4.2 – Вид сверху

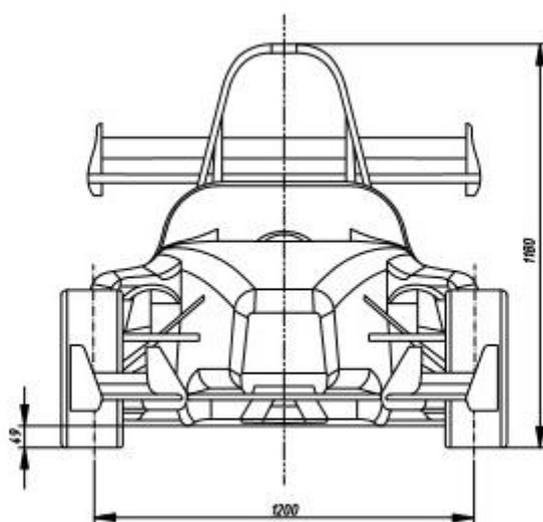


Рисунок 4.4.3 – Вид спереди

По этим чертежам в будущем будет производиться новый обвес болида с названием «Черная Пуля 2». Также чертим наглядный вид в 3Д, рисунок 4.4.4

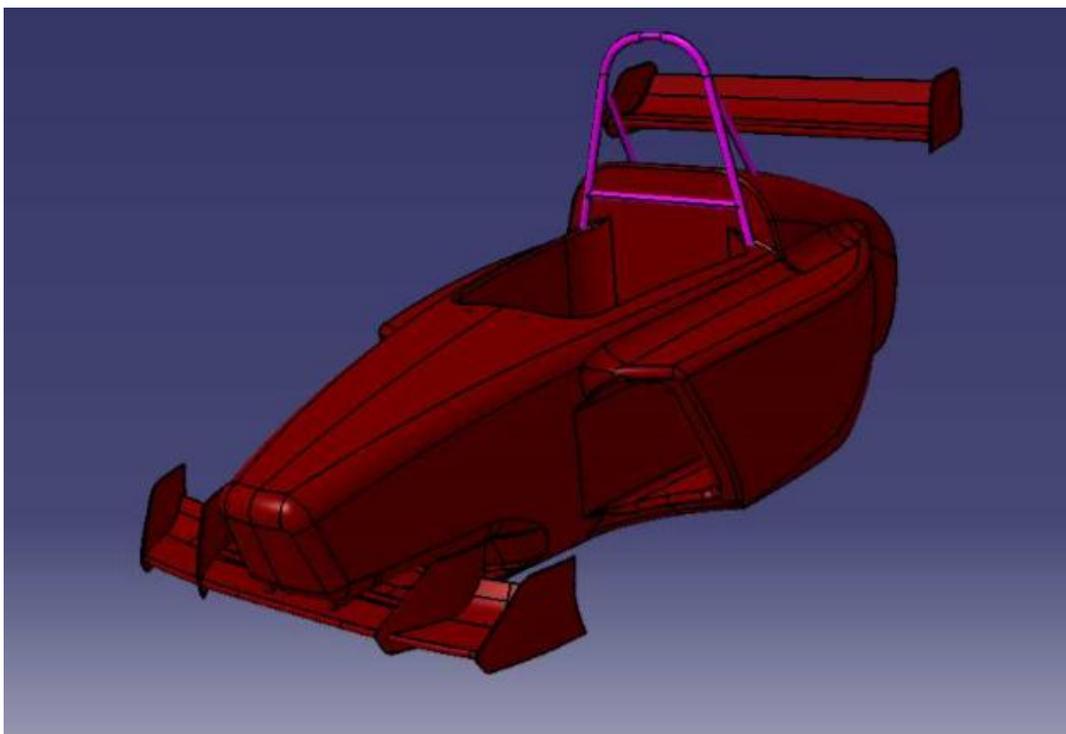


Рисунок 4.4.4 - Наглядный вид обвеса в 3Д

5 Безопасность и экологичность проекта

5.1 Описание рабочего места для проектирования аэродинамического обвеса, оборудования и выполняемых технологических операций

Рассмотрим пример эскиза рабочего места на рисунке ниже.

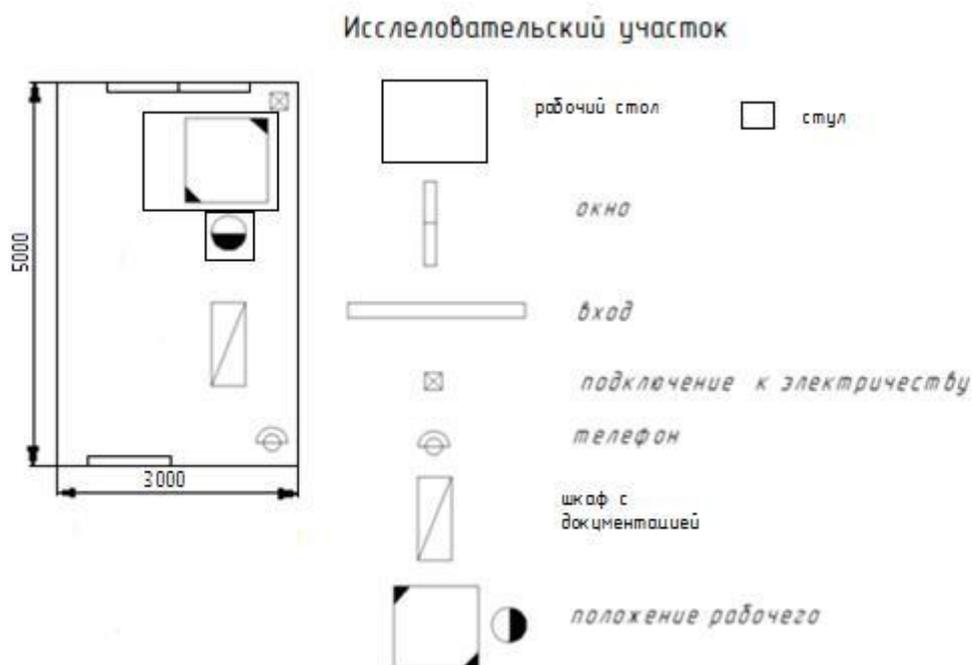


Рисунок 5.1 – Эскиз рабочего места сотрудника

Далее представлена таблица с перечислением оборудования на данном месте.

Таблица 5.1 - Описание исследовательского оборудования

№ Позиции на эскизе	Наименование оборудования	Работы, выполняемые на данном оборудовании
1	ПК	Расчет и анализ
2	Комп. стол	Работа с ПК и документами
3	Кресло	Место рабочего
4	Печатный принтер	Печать документов

5.2 Опасные и вредные факторы, имеющие место при выполнении исследовательской работы

5.2.1. Источники шума

Источниками шума могут являться: а) ПК работающая; б) принтер работающий.

Таблица 5.2.1 Предельные уровни звука, децибел, на рабочих местах.

Категория напряженности труда	Категория тяжести труда			
	Легкая	Средняя	Тяжелая	Очень тяжелая
Мало напряженный	80	80	75	75
Умеренно напряженный	70	70	65	65
Напряженный	60	60	-	-
Очень напряженный	50	50	-	-

Максимальный показатель уровня шума на исследуемом участке (рабочее место инженера) не должен превышать показателя 50дБА. Для того чтобы снизить данный показатель, внутренние стены помещений облицовывают (покрывают) материалами, которые способны поглощать звук. Чтобы снизить уровень вибрации, оборудование устанавливают на специальные виброизоляторы.

5.2.2 Температурный режим

Такие показатели как скорость ветра в помещении, температура, а также относительная влажность необходимо поддерживать:

а) в условиях теплого сезона (показатель среднесуточной температуры не менее +10 °С): температура +20...22 °С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не превышает 0,4 м/с;

б) в условиях холодного сезона (показатель среднесуточной температуры не более +10°С): температура +17...19 °С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не превышает 0,3 м/с.

Освещение в рабочем помещении искусственное: местное и общее (дневные лампы), а также совмещенное-естественное (свет через окна в стене). Расположение плафонов имеет форму сдвоенных рядов, где лампы в количестве 2 штук располагаются в каждом из них. В одном ряду, между платформами, расстояние составляет примерно 1,3 м. Расстояние между рядами – 5м. Высота подвеса плафона составляет примерно 2 метра.

5.2.3 Электротравмы

Вероятность получения электротравмы возрастает, при неисправностях освещения, проводки и в том числе прочих механизмов и приспособлений. Данное помещение относится ко второму классу степени опасности поражения электрическим током. Это обусловлено большой вероятностью одновременного контакта металлического корпуса оборудования и с металлическими элементами технологического оборудования, которые имеют соединение с землей (металлоконструкциями здания). В данном случае, чтобы избежать поражение электрическим током, необходимо заземлить электроустановки, которые находятся под напряжением.

5.2.4 Взрывоопасность и пожарная безопасность

Данное помещение по взрывоопасной и пожарной безопасности относится к «В» категории.

Таблица 5.2.4.1 - Опасные и вредные факторы

1. Физ. факторы		
Подвижные части оборудования	Вращающиеся части инструмента	Шумность, вибрационный
Повышенная загрязненность воздуха	Отходы от жизнедеятельности человека	Перегрев организма

Повышенное напряжение электричества	Электросети и оборудование с электроприводом	Удар электрическим током
Электромагнитное и ионизирующее излучение	Монитор ПК	Повышенная усталость и влияние на органы зрения
Недостаточное естественное освещение	Осветительное оборудование	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость
2. Хим. факторы		
Раздражающие вещества	Пыль	Воздействие на органы дыхания
3. Психофизические факторы		
Физические перегрузки		Утомление, нагрузка на позвоночник
Нервно-психические		Социальное общение с коллективом, усталость, эмоциональное напряжение, психологическое

5.3 Электромагнитные поля

В следующей таблице 5.3.1 отражены допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений, исходящих от компьютерного монитора.

Максимальный показатель рентгеновского излучения оператора компьютера на рабочем месте не должен превышать значения 10 мкбэр/ч. Показатели интенсивности ультрафиолетового и инфракрасного излучений от монитора фиксируются в пределах 10...100 мВт/м².

Таблица 5.3.1 – Доп. значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии СанПиНом 2.2.2.542-96)

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: - для взрослых пользователей - для дошкольников и школьников - для средних специальных и высших учебных заведений	20 кВ/м 15 кВ/м 20 кВ/м

В целях избежать повышенного воздействия излучений различных видов, чаще всего применяют мониторы с пониженным уровнем излучения вредных факторов. Так же необходимо устанавливать защитные экраны и соблюдать регламентированные режимы труда.

5.4.1. Мероприятия посвященные охране труда

Одним из важнейших мероприятий по охране труда является инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует множество видов инструктажа. Состоялся вводный инструктаж, главным условием которого было обязательное прохождение его всеми вновь трудоустроившимися на предприятие, а также командированные и учащиеся, которые прибыли на практику.

Регламентированные перерывы в течение всей рабочей смены необходимы для обеспечения оптимальной работоспособности и в том числе, для сохранения здоровья сотрудников. При учете их категории работы, а также уровня тяжести, необходимо установить перерывы, два часа с момента начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва. Продолжительность каждого должна составлять 10-15 минут через каждый час работы.

5.4.2. План мероприятий

К планировочным мероприятиям часто относят рациональное расположение рабочих мест, что обеспечит: а) доступ сотрудника к рабочему месту; б) возможность срочной эвакуации рабочих; в) дальность источников шума, вибрационных, токсичных веществ и тому подобные.

5.4.3. Обеспечение технической безопасности

Необходимо осуществить системы освещения рабочего места, приточной и вытяжной вентиляции, климатических условий. В том числе, не стоит забывать, что электрооборудование должно обеспечивать полное отсутствие соприкосновения персонала с деталями, которые находятся под напряжением. Таблички с указателями, которые будут информировать о месте нахождения эвакуационного выхода или оборудования под высоким напряжением должны быть расположены в заранее предусмотренных и хорошо просматриваемых местах инженерного помещения.

5.4.4 Эргономика рабочего места

Одной из важнейших проблем эргономического проектирования является проектирование рабочих мест, которые снабжены видеотерминалами.

Рабочее пространство и взаимное положение или расположение всех его элементов должно удовлетворять физическим (физическая усталость) и психологическим требованиям.

Немаловажным фактором так же является характер работы. Например, при организации рабочего места инженера, необходимо соблюдать такие основные условия как:

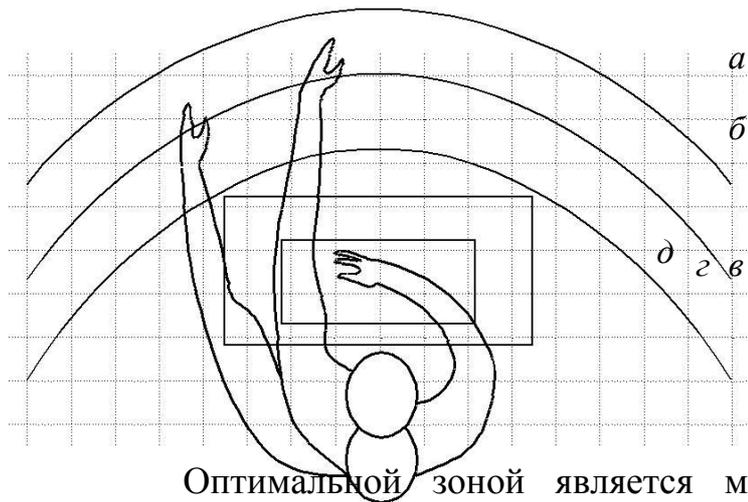
- одним из лучших размещений оборудования, которое входит в рабочего места
- необходимое рабочее пространство, которое позволило бы осуществлять требуемые перемещения.

К эргономическим аспектам проектирования видеотерминальных рабочего пространства, относят: высоту рабочего стола, размеры пространства для ног сидящего, расположению документов (различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и так далее), требования к покрытию рабочего стола. Регулируемость разных элементов рабочего пространства.

Именно стол и кресло принято считать основными элементами рабочего места инженера. Положение сидя – основное рабочее положение. Это обусловлено тем, что именно данная поза вызывает минимальное утомление при работе. Четкий порядок является немаловажной составляющей рационального планирования рабочего пространства. Например, то, что максимально часто необходимо для рабочего процесса, как правило, располагается в зоне легкой досягаемости.

Существует такое понятие, как «моторное поле». Это рабочего места, в котором осуществляется двигательные действия человека.

Понятие «максимальная зона досягаемости рук» расшифровывается как часть двигательного поля рабочего места, которое ограничено дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.



а - зона максимальной досягаемости;
 б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
 в - зона легкой досягаемости ладони;
 г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;
 д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальной зоной является место двигательного (моторного) поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

Рисунок 5.4.4.1 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Лучшее размещение предметов труда и бумаг в зонах досягаемости: экран - размещается в зоне а (в центре); Системный блок - размещается в предусмотренной нише стола; Клавиатура - в зоне г/д; «Мышь» - в зоне в справа; Ксерокс - в зоне а/б (слева); Ксерокс - находится в зоне а (справа); Документы и бумаги: необходимые при работе - в зоне быстрой досягаемости ладони, а в выдвижных ящиках стола - книжки, неиспользуемые постоянно.

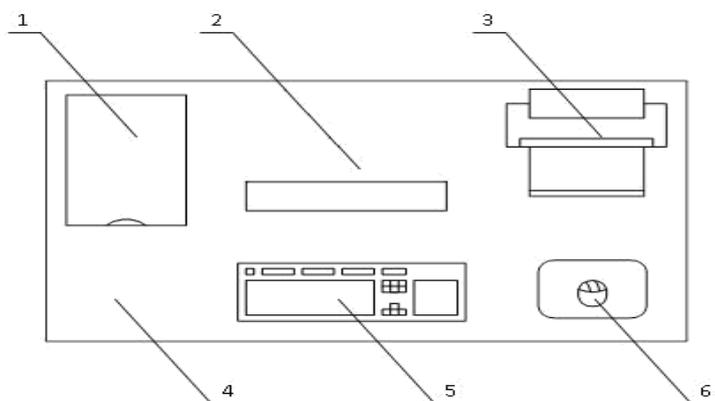


Рисунок 5.4.4.2 - Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе инженера.

Пояснение: 1 – сканер или ксерокс, 2 – монитор, 3 – принтер или ксерокс, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь». Чтобы работа проходила в комфортных для сотрудника условиях, необходимо следовать нижеперечисленным пунктам:

- Высоту стола нужно подбирать исходя из возможностей сотрудника, при которых он сможет сидеть свободно, в удобной позе, а при необходимости опираться на подлокотники;

- Для того чтобы инженеру не приходилось поджимать ноги, сидя за столом, его необходимо сконструировать таким образом, чтобы нижняя часть стола не сковывала движения ног и была на достаточно высоком уровне;

- В поле зрения инженера не должно появляться лишних бликов, в том числе и на поверхности стола;

- В конструкции стола важно учесть наличие минимум трех выдвижных ящиков, в которых в дальнейшем будет храниться документация и канцелярские принадлежности;

- Рабочая поверхность не должна превышать показатель высоты более чем на 680-760 мм;

- Высота поверхности, где будет располагаться клавиатура, должна быть примерно 650 мм.

Что касается рабочего кресла сотрудника, то тут большое значение придается таким характеристикам как: рекомендуемая высота сиденья (420-550 мм.), поверхность кресла мягкая, края закругленные, а угол наклона спинки – регулируемый.

Желательно, при проектировании рабочего пространства предусматривать возможность многофункционального размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. В случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, расстояние от глаз до экрана не должно быть менее 700 мм, а расстояние от глаза до документа около 300-450 мм. Но зачастую, если качество изображения высокое, на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным. Обязательно необходимо правильно регулировать экран: по высоте +3

см; по наклону от -10° до $+20^{\circ}$ относительно вертикали; в правом и левом направлениях.

Также очень многое зависит от правильной рабочей позы сотрудника (пользователя). В том случае, если сотрудник занимает неудобное положение, возможно появление болей в двигательных мышцах, суставах и сухожилиях. Существуют следующие основные правила к рабочей позе сотрудника: наклон головы не должен составлять более 20° ; состояние плечевых суставов должно быть расслабленным; локти находятся под углом $80^{\circ} \dots 100^{\circ}$; предплечья и кисти рук расположены в горизонтальном положении.

Такие факторы как отсутствие подставки для документов, высокое расположение клавиатуры, низкое расположение документов, отсутствие места для руки и кисти, маленькое пространство для ног, являются причиной неправильной позы. Для того чтобы избежать указанных недостатков, необходимо следовать рекомендациям: приобретать передвижную клавиатуру; предусматривать специальные приспособления и оборудования с регулированием высоты стола, клавиатуры и экрана.

Одно из важнейших значений имеют размеры значков на компьютере, плотность их размещения, яркость экрана и фоновая заставка. В том случае, если расстояние от глаз до экрана составляет $60 \dots 80$ см, высота значка не должна быть менее 3 мм, а оптимальное соотношение ширины и высоты значка составляет 3:4. В то же время, расстояние между значками должно составлять $15 \dots 20\%$ их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Медицинские работники советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз, при работе с компьютером, дело в том, что верхняя часть видеодисплея должна располагаться на уровне глаз или чуть ниже этого уровня, так как в тот момент, когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем, когда он смотрит вниз. В данной ситуации площадь обзора увеличивается, что несет за собой обезвоживание глаз.

Таким образом, мы видим, что создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве ведет к значительному облегчению труда, а также повышает его привлекательность, положительно влияющей на производительность труда.

5.5 Требования к электробезопасности на рабочем месте

Данное помещение можно отнести ко второму классу по степени опасности поражения электрическим током. Это обусловлено тем, что на участке возможно прикосновение сотрудников к электрооборудованию и металлоконструкциям, имеющим связь с землёй.

Преднамеренное электрическое соединение с землей называется защитным заземлением. К заземлению подлежат элементы, сделанные из металла электроустановок, которые доступны для соприкосновения с человеком. Данные электроустановки не имеют других видов защиты.

5.6 Пожарная безопасность на рабочем месте

Так как в данном помещении находятся такие вещества как, смазки, краска (сгораемые вещества), то помещение смело можно отнести к категории « В » по степени взрывоопасной и пожарной безопасности.

В случае возгорания, срочно использовать, в зависимости от класса пожара, огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) – порошковые огнетушители вместимостью 2 литра; хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) литра; углекислотные огнетушители вместимостью 5 (8) литра, класс «А» (твердые горючие материалы). Если же класс «В» (плавящееся при нагревании материалы), то рекомендуется использовать пену, порошки, распылённую воду.

Все помещения обязательно должны быть оборудованы первичными средствами для тушения пожара, в том случае, если персоналу будет необходимо действовать в экстренной ситуации.

В случае пожара, срабатывает охранная сигнализация, которая извещает органы пожарной охраны о месте возникновения пожара.

5.7 Экологические соответствия проектируемого объекта

Вредные выбросы в атмосферу отсутствуют. Такие показатели как «тепловое и электромагнитное излучение» являются не значительными, а шум не «уходит» за пределы помещения.

5.8 Освещение рабочего места

Одним из важнейших факторов является освещение рабочего места. И искусственный и естественный свет являются необходимыми элементами в производственном помещении.

1. Если говорить о выборе источника свет, то следует заметить, что так как температура в помещении не падает ниже 10⁰С, а напряжение в сети не падает ниже 90%, то предпочтение отдается электрическим газоразрядным лампам.

Количество светильников:

$$N_{\text{кол.с.}} = (E_{\text{мин.}} * S * k_{\text{з.}} * z) / (\Phi_{\text{с.}} * \eta * N_{\text{с.}}), \quad (5.1)$$

где $E_{\text{мин.}}$ – минимальная нормируемая освещённость, лк; S – площадь помещения, м²;

$k_{\text{з.}}$ – коэффициент запаса, учитывающий устаревание ламп, запыление и загрязнение светильников;

z – отношение средней освещённости к минимальной; $\Phi_{\text{с.}}$ – световой поток одной лампы, лм;

η – коэффициент использования светового потока;

$N_{\text{с.}}$ – количество ламп в светильнике.

2. Чтобы определить минимальную освещенность участка, важно помнить, что она не должна быть меньше 300 Лк, при всем освещении.

3. Коэффициент запаса для светильников: $k=1,5$ – для рабочих помещений, общественных зданий и оборудованного газоразрядными лампами.

4. Коэффициент неравномерности освещения примем: $z=1,1$.

5. Тип лампы: газоразрядная люминесцентная ЛД 80-4, световой поток $\Phi=5300$ лм, мощность 80 Ват, продолжительность горения 10000 часов.

6. Индекс рабочего помещения

$$i = b \cdot l / [ш \cdot (b+l)] \quad (5.2)$$

где b - ширина помещения, (3м);

l - длина помещения, (5м);

$ш$ - высота помещения, (3м).

$$i = 3 \cdot 5 / [3 \cdot (3+5)] = 0,64$$

7. Подбираем тип светильника, учитывая состав среды в помещении.

Так как помещение сухое нормальное, выбираем марку светильника ЛБ40-

1

8. Выбираем коэффициент использования светового потока.

При индексе помещения $i = 0,64$, значение коэффициента использования светового потока светильников с люминесцентными лампами

$\eta = 41$ процент (%).

9. Обязательно кол-во ламп с учётом количества ламп в светильнике $\Pi_{л} = 2$.

$$N_{\text{кол.с.}} = 300 \cdot (3 \cdot 5) \cdot 1.5 \cdot 1.17 / (5300 \cdot 0.41 \cdot 2) = 8 \text{ штук}$$

10. После расчёта количества светильников для помещения делаем проектировочную схему расположения светильников и указываем расстояние от крайних светильников до стен (I); и расстояние между соседними светильниками (L) рис.5.2

Величину L – принимаем равной 3 метрам.

Величину л – принимаем равной 1 метру.

Расчёт системы вентиляции:

Определить потребительский воздухообмен (V) из условий необходимости удаления из помещения, выдыхаемого людьми углекислого газа- CO₂(G).

Условие задачи: в помещении работает 1 чел. (P). Работа лёгкая по степени физической тяжести. Пребывание постоянное.

Параметры, необходимые для решения задачи:

а) X₁– концентрация CO₂ в приточном воздухе г/кг, л/м³: в городах 0.90; 0.60 б) X₂– допустимая концентрация CO₂ в воздухе помещений: постоянного пребывания людей 1.5; 1.0

в) G_r– выдыхаемая концентрация; г/час; л/час: при легкой физической работе 45; 30

Решение.

$$V = G / (X_1 - X_2), \text{ м}^3/\text{час} \quad (5.3)$$

$$G = G_r P = 45 \cdot 1 = 45 \text{ г/час} \quad (5.4)$$

$$V = 45 / (1.5 - 0.9) = 75 \text{ м}^3/\text{час} \quad (5.5)$$

Вывод: в помещение нужно обеспечить воздухообмен не менее рассчитанного потребного V=75 м³/ч.

5.9 Безопасность в чрезвычайной ситуации

Разберемся, что же означает понятие «Чрезвычайная ситуация». Это в первую очередь состояние, при котором может в результате возникновения источника, появляется опасность жизни и здоровью человека, наносится ущерб имуществу населения.

В данном помещении используются два направления минимизации возникновения чрезвычайных ситуаций:

1. Разработка мероприятий, которые способствуют уменьшению вероятности опасного поражающего потенциала технологических систем;
2. Подготовка объекта, персонала и населения к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций.

С целью осуществления контроля, за наблюдением мер безопасности возможно проведение лекций, которые включают в себя: общую информацию об объекте; анализ опасности промышленного объекта; обеспечение готовности промышленного объекта к ликвидации чрезвычайной ситуации; информирование общественности; приложения, включающие план объекта и информационный лист.

5.10 Нормативные акты

В данном вопросе не предусмотрены нормативные акты.

Вывод: в рамках раздела «Безопасность и экологичность объекта» мы рассмотрели опасные и вредные производственные факторы, а также их воздействие на организм человека.

Нами были разработаны следующие мероприятия по созданию обеспечения безопасных условий труда:

- 1) Электробезопасность на рабочем месте.
- 2) Пожаробезопасность на рабочем месте.

Были произведены такие инженерные расчеты как, расчет искусственного освещения и расчет механической вентиляции.

Спроектированная система освещения в полной мере соответствует всем необходимым нормам освещенности помещения для выполнения исследований и работы за ПК данном участке. С помощью инженерных расчетов мы показали, что в помещении необходимо обеспечить воздухообмен не менее рассчитанного.

6. Экономическая часть проекта

6.1 Введение

Серия соревнований Formula SAE ставит перед командами из университетов, состоящих из студентов, задачу проектирования, конструирования, производства обвеса для своих болидов.

Целью данного дипломного проекта является показать, как важен рейстайлинг болида и как же внешний дизайн может повлиять на его характеристики в соревнованиях команды «Формулы Студент ТГУ».

6.2 Анализ конструктивных изменений на технико-экономические и социальные эффекты

Таблица 6.2 – Конструктивные изменения

№	Конструктивные изменения	Изменения экономических факторов	Изменения соц. факторов	Изменения тех. факторов
1	Используется компьютерная модель	Увеличение стоимости проведения работ	Повышение качества материалов	Увеличение точности испытания

В связи с рестайлингом, некоторые элементы обвеса будут увеличиваться в материалоемкости и трудоемкости его изготовления. Так как в эксплуатации затраты не велики, то и в расчет экономическому обоснования проектируемой конструкции учитываться не будет.

6.3 Этапы выполнения НИОКР

Таблица 6.3 - Определение трудоемкости

№ ст ад. В	Наим-ние стад.	№ эт апа	Содержание работы	Трудоемк ость ч/д		Числен- ность работни- ков, человек	Используй ванное Оборудо вание
				Т ми п	Т мах		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ознакомл ение с сущ. конструк циям.	1.1	Состав. плана НИиОКР	1	3	2 Вед. Инженер Инженер б/кат	компью тер
		1.2	Оценка прогноза разв. технологии и констр. проект. объекта	1	3	1 Инж.б/кат	компью тер
		1.3	Оценка уровня организации тех. при изготовлении формы	1	3	1 Инж.б/кат	компью тер
		1.4	Анализ работ по проведенным испытаниям	2	3	1 Инж.б/кат	компью тер
2	Разработк а эскиза и тех.образ ца	2.1	Расчет и констр.обвеса	5	7	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	компью тер
		2.2	Изготовление образца болида	20	25	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компью тер. Матрица Строит. фен

Продолжение таблицы 6.3

		2.3	Сост. программы испытания	1	2	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компьютер
3	Проведение экспериментальных испытаний	3.1	Испытание обвеса и накопление статистики	12	15	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компьютер
		3.2	Построение графиков основных тех.хар.	2	5	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компьютер
		3.3	Анализ графиков и составление выводов и рекоменд.	1	3	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компьютер
4	Оформление результатов НИиОКР	4.1	Согласование отчетов	3	5	1 Инж.б/кат	Компьютер
		4.2	Расчет экономического эффекта	1	2	1 Инж.б/кат	Компьютер
		4.3	Определение обл. применения объекта	1	2	1 Инж.б/кат	Компьютер
		4.4	Непредвиденные задержки в работах	2	2	2 Инж.б/кат Вед. Инженер	Компьютер

$T_{\min} = 52$

$T_{\max} = 80$

Трудоемкость рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ожид}i} = \frac{3T_{\min.i} - 2T_{\max.i}}{5}$$

$$T_{\text{ожид}i} = \frac{3 * 5 - 2 * 12}{5}$$

Где, $T_{\min.i}$ - минимальная трудоемкость

$T_{\max.i}$ - максимальная трудоемкость

6.4 Суммарная длительность НИР, техническая готовность по этапам

Продолжительность каждого этапа, определяется по формуле:

$$T_{\text{этап}i} = \frac{T_{\text{ожид}i}}{N_i}$$

, где N_i – численность рабочих

Суммарная длительность НИР, определяется по формуле:

$$T_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^m T_{\text{этап}i}$$

$$T_{\text{сум}} = 50 \text{ дней}$$

Исходные данные по численности рабочих и результаты расчетов заносятся в форму 1, выполняется план работ.

Таблица 6.4.1 – Численность исполнителей

№ этап	Численность исполнителей			Т _{этап} <i>i</i>	Т _{сум}
	Вед. инженер	Инженер б/кат	Всего		
1.1	1	1	2	2	50
1.2	0	1	1	1	
1.3	0	1	1	2	
1.4	0	1	1	2	
2.1	1	1	2	4	
2.2	1	1	2	10	
2.3	1	1	2	2	
3.1	1	1	2	13	
3.2	1	1	2	3	
3.3	1	1	2	5	
4.1	0	1	1	4	
4.2	0	1	1	1	
4.3	0	1	1	1	
4.4	1	1	2	2	

Таблица 6.4.2 – Табелирование работ НИР

№ этап	Вед. инженер	Инженер б/кат.
1.1	2	2
1.2	1	1
1.3	2	2
2.1	2	8
2.2	2	7
2.3	3	3
3.1	1	13
3.2	1	1
3.3	2	2
4.1	1	5
4.2	1	4
4.3	1	1
4.4	1	2
Итого:	20	50

6.5 Расчет сметы на НИОКР

Расчет расходов на з.п. научного и производственного персонала

$$F_{\text{э}} = F_{\text{р}} * q * n, \text{ где}$$

$F_{\text{р}}$ – число рабочих дней в году, 254 дня

q – кол-во часов в смену, 8 часов

n – кол-во смен в день, 1 смена в день

$$F_{\text{э}} = 254 * 8 * 1$$

$$F_{\text{э}} = 2032 \text{ часа в год}$$

Расчет кол-ва рабочих дней в месяц, округлять в ближайшее большее целое число

$$D = F_{\text{э}} / 12 * q, \text{ дней}$$

$$D = 2032 / 12 * 8$$

$$D = 21 \text{ день рабочий в месяц}$$

Расчет времени работы i -ого исполнителя

$$K_{\text{ис.}i} = F_i / D$$

$$K_{\text{ис.вед.инжен.}} = 20 / 21$$

$$K_{\text{ис.вед.инжен.}} = 0,95$$

$$K_{\text{ис.инжен.б.кат}} = 50/21$$

$$K_{\text{ис.инжен.б.кат}} = 2,4$$

Где: $F_{\text{э}}$ - кол-во отработанных дней

Расчёт з.п. исполнителей с окладами:

$$Z_{\text{и}} = K_{\text{ис.и}} * O_{\text{дол.ок}} * N,$$

Где $K_{\text{ис.и}}$ – все время работы його исполнителя, месяц

$O_{\text{дол.ок}}$ – должностной оклад, рублях

N – Количество исполнителей, человек

Расчет з.п. исполнителей с окладом перенесем в таблицу 6.5.1

Таблица 6.5.1 – Расчет зарплат исполнителей

Исполнители	Количество исполнителей	Средний месячный оклад	Время работы	З.п.
Ведущий инженер	1	19500 руб.	0,95 месяц	18525 руб.
Инженер без категории	1	15700 руб.	2,4 месяц	37680 руб.
Итого:				56205 руб.

Расчет отчислений в страховой взнос:

$$C_{\text{с.в.}} = Z_{\text{ис.}} * K_{\text{с.в.}}, \text{ руб}$$

$$C_{\text{с.в.}} = 56205 * 0,3 = 16861,5 \text{ рублей}$$

Где $K_{\text{с.в.}}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы в процентах, его принимают равным 30%

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{ээ.}} = N_{\text{у}} * K_{\text{ис.}} * n * T_{\text{м.и.}} * (C_{\text{ээ.}}/60) * K_{\text{загр.}}$$

Где: $N_{\text{у}}$ – мощность оборудования, кВт

$K_{\text{ис.}}$ – коэффициент использования

$K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загрузки, примерно равен 0,98

$T_{\text{м.и.}}$ – время работы машины його оборудования на один эксперимент

$C_{\text{ээ.}}$ – цена одного кВт в час

n – кол-во экспериментов

Расчет затрат на электроэнергию сведем в табл. 7.6

Таблица 6.5.3 - Расчет затрат за электроэнергию

Наименования оборудования	N_y , кВт	$K_{загр.}$	$K_{ис.}$	$T_{m.i.}$ Мин.	n , эксп	Цээ., рублей	Сээ. Рублей
Компьютер	0,35	0,98	0,8	15	60	2,75	679,14рубл.
Программа Solid works							0рубл.
Итого:							679,14рубл.

Расчет амортизационных отчислений

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} \cdot H_{ам.} \cdot \sum t_{m.}}{F_{обор.} \cdot 100},$$

где: $F_{обор.}$ – годовое эффективное время работы оборудования, равно:

$$F_{обор.} = (365 - П - В) \cdot q \cdot n \cdot K_{загр.}$$

$$F_{обор.} = 254 \cdot 8 \cdot 0,98 = 1991,4$$

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений;

$K_{загр.}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования;

T_m – общее время работы оборудования, равно:

$$T_m = D_{обор.i} \cdot q \cdot n \cdot K_{исп.},$$

где: $D_{обор.i}$ – время работы i -го оборудования

n – количество экспериментов;

$K_{исп.}$ – коэффициент использования i го оборудования;

$C_{об}$ - первоначальная стоимость оборудования;

$$T_{m \text{ компьют.}} = 13 \cdot 8 \cdot 0,98$$

$$T_m = 101,9$$

Таблица 6.5.4 - Расчет амортизационных отчислений

Наименование оборудования	С _{об} , Руб.	К _{загру.}	Н _{ам}	Тм, час	Фобор., Час.	С _{ам} , Руб.
Компьютер	60000	0,98	18,5	101,9	1991,4	2234,94
Программа солид воркс	5000			101,9		417,47
Итого:						2652,41

Расчет накладных затрат:

$$С_{наклад.} = З_{ис.} \cdot К_{накл.} / 100$$

где: $K_{накл}$ - коэффициент накладных расходов и равен 35%
 $Z_{исп.}$ - з.п. исполнителей.

$$С_{наклад.} = 56205 \cdot 0,35 = 19671,75$$

По результатам расчетов составляется смета затрат для сравнения базовой и проектной технологии внедрения усовершенствованного аэродинамического обвеса в производство, и для расчёта себестоимости изготовления новых болидов, определения цены. Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.5

№	Статьи затрат	Обозначение	Сумма в рублях
	Текущие затраты,	$K_{текущ.}$	
1	Материальные затраты		
2	Фонд оплаты труда	$Z_{исп.}$	56205 рублей
3	Отчисления в страховые взносы	$C_{с.в.}$	16861руб 50 коп
4	Амортизационные отчисления	$C_{а.м.}$	2652руб 41 коп
5	Накладные	$C_{наклад.}$	19671руб 75 коп
	Итого:		95390руб 66 коп
	Капитальные расходы	$K_{кап.}$	
1	Стоимость компьютера	$C_{обор.компьют.}$	60000 руб
2	Стоимость программы Solid works	$C_{обор.програм.}$	5000 руб
	Итого:		65000 руб
	Все производственные затраты:		160390 руб 66 коп

6.6 Затраты на производство корпуса болида.

Проектируемый болид будет изготовлен в штучном экземпляре, поэтому мы будем рассчитывать только цеховую себестоимость изготовления нового изменённого аэродинамического обвеса.

6.7 Данные для расчета потерь в производстве.

Таблица 6.7.1 - Калькуляция обычного аэродинамического обвеса

№	Статьи затрат	Стоимость рублях	в	Отчисление процентах	в
1	Сырье и материалы	4360			
2	Покупные изделия	5540			
3	Возвратные отходы	60,5			
4	Энергия и топливо	361		80	
5	Зарплата основная	445		100	
6	Зарплата дополнительная	28		6,2	
7	Отчисления на соц. нужды	138		40	
8	Износ спец. оснастки	251		56,5	
9	Потери на брак	118		27	
10	Содержание и эксплуатация оборудования	1301		289,9	
11	Цеховые расходы	690		155,1	
12	Цеховая себестоимость	13356,5			

Из нормативной калькуляции определяем коэффициент отчислений на статьи затрат. Формулы для определения процентов % отчислений на статьи затрат:

- процент отчисления на топливо и энергию: $K_{т.э.} = (Z_{т.э.} / Z_0) * 100\%$

- процент отчисления на дополнительную заработную плату:

$$K_d = (Z_d / Z_0) * 100\%$$

- процент отчисления на социальные нужды:

$$K_{с.н.} = (O_c / Z_0 + Z_d) * 100\%$$

- процент отчисления на износ спец. оснастки:

$$K_{из.спец.о.} = (P_{из.спец.о.} / Z_0) * 100\%$$

- процент отчисления на потери от брака:

$$K_{б.} = (Z_{б.} / Z_0) * 100\%$$

- процент отчисления на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$K_{с.об.} = (P_{с.об.} / Z_0) * 100\%$$

- процент отчисления на цеховые расходы:

$$K_{цех.} = (H_{цех} / Z_0) * 100\%$$

6.8 Рассчитываем цеховую себестоимость изготовления нового корпуса болида.

Рассчитаем цеховую себестоимость изготовления нового корпуса болида

Расчёт проведём по формуле:

$$C_{\text{изг.п.}} = M + Z_{\text{т.и.э.}} + Z_o + Z_d + O_{\text{с.н.}} + Z_{\text{и.с.о.}} + П_{\text{б.}} + P_{\text{с.об.}} + H_{\text{ц.}}$$

Где: M – затраты на материалы;

$П_{\text{и.}}$ – стоимость покупных изделий;

$Z_{\text{топ.и.э.}}$ – затраты на топливо и энергию;

Z_o – заработная плата основная;

Z_d – заработная плата дополнительная;

$O_{\text{с.н.}}$ – отчисления на социальные нужды;

$Z_{\text{и.с.о.}}$ – затраты на износ спец оснастки;

$П_{\text{б.}}$ – потери от брака;

$P_{\text{с.об.}}$ – расходы на содержание оборудования;

$H_{\text{ц.}}$ – накладные цеховые расходы;

а) Расчёт затрат на материалы:

$$M_{\text{м.}} = Q_{\text{м.}} * Ц_{\text{м.}} * (1 + (K_{\text{т.з.р.}} / 100)) - Q_{\text{в.о.}} * Ц_{\text{в.о.}}$$

Где:

$Ц_{\text{м.}}$ = 5000 рубл/килограмм – оптовая цена материала;

$Q_{\text{м.}}$ = 2,5 кг – расход материала;

$K_{\text{т.з.р.}}$ = 2 % - транспортно-заготовительных отчислений;

$Ц_{\text{в.о.}}$ = 510,2 рубл./килограмм – внутривозвратная цена возвратных отходов;

$Q_{\text{в.о.}}$ = 0,32 – кол-во возвратных отходов;

Отсюда получаем:

$$M_{\text{м.}} = 5000 * 2,5 * (1 + (2/100)) - 510,2 * 0,32 = 11354 \text{ руб.}$$

б) Расчёт статьи затрат – зарплата основная.

Расчёт ведём по формуле:

$$Z_o = C_{\text{г.}} * t * (1 + (K_{\text{п.д.}}/100))$$

$C_{г.} = 95$ рублей – часовая тарифная ставка

$t = 4,02$ норма/час. – трудоёмкость изготовления;

$K_{п.д.} = 40\%$ - премиальных доплат;

Отсюда получаем:

$$Z_{о.} = 95 * 4,02 * (1 + (40/100)) = 397,176 \text{ руб.}$$

в) Расчёт статьи затрат – затраты на топливо и энергию:

$$Z_{т.и.э.} = (Z_{о.} / 100) * K_{т.и.э.} = (397,18/100) * 81 = 321,7 \text{ рубл.}$$

г) Расчёт статьи затрат – заработная плата дополнительная:

$$Z_{д.} = (Z_{о.} / 100) * K_{д.} = (397,18/100) * 6,1 = 24,2 \text{ рубл.}$$

д) Расчёт статьи затрат – отчисления на страховые взносы:

$$O_{с.н.} = ((Z_{о.} + Z_{д.}) / 100) * K_{с.н.} = ((397,18 + 24,2) / 100) * 30 = 126,41 \text{ рубл.}$$

ж) Расчёт статьи затрат – износ спец. оснастки:

$$Z_{и.с.о.} = (Z_{о.} / 100) * K_{и.с.о.} = (397,18/100) * 56,3 = 223,61 \text{ рубл.}$$

з) Расчёт статьи затрат – потери от брака:

$$П_{брак.} = (Z_{о.} / 100) * K_{брак.} = (397,18/100) * 26,4 = 104,8 \text{ рубл.}$$

и) Расчёт статьи затрат – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$P_{с.об.} = (Z_{о.} / 100) * K_{с.об.} = (397,18/100) * 290,4 = 1153,41 \text{ рубл.}$$

к) Расчёт статьи затрат – накладные цеховые расходы:

$$H_{ц.} = (Z_{о.} / 100) * K_{ц.} = (397,18/100) * 154,8 = 614,83 \text{ рубл.}$$

Отсюда себестоимость изготовления корпуса болида:

$$C_{изг.б.} = 11354 + 397,18 + 321,7 + 24,2 + 126,41 + 223,61 + 104,8 + 1153,41 + 614,83 = 14320,14 \text{ руб.}$$

Экономический результат от проектирования нового обвеса болида для «Формула Студент ТГУ» с повышением аэродинамических характеристик.

$$Э_{рез.} = C_{б.п.} - C_{н.п.} = 13274,5 - 14320,11 = -1045,61 \text{ рублей}$$

Производственный расчет показал, что в изготовление аэродинамического обвеса происходит не значительное удорожание, с в данном случае не важно, так как обвес болида выпускается в единичном экземпляре. В сфере эксплуатации изменились показатели:

- повесилась прижимная сила болида

- болид лучше держится на поворотах и высоких скоростях

Таблица технико-экономических данных выведена в таблице 6.8.1

Таблица 6.8.1 - Затраты

№	Статьи затрат	Стоимость, Руб.	Процент отчисления
1	Сырье и материалы	614,83 руб.	9,3%
2	Покупные изделия	11354 руб.	83,3%
3	Топливо и энергия	321,7	5,1%
4	Заработная плата основная	397,18 руб.	6,7%
5	Заработная плата дополнительная	24,2 руб.	0,7%
6	Отчисления на страховые взносы	126,41 руб.	2,4%
7	Износ спец. оснастки	223,61 руб.	4,1%
8	Потери от брака	104,8 руб.	1,5%
9	Содержание и эксплуатация оборудования	1153,41 руб.	19,4%
10	Цеховые расходы	614,83 руб.	9,3%
	Цеховая себестоимость	14320,11 руб.	100%

Заключение

Результатом данной дипломной работы является новый рестайлинговый аэродинамический обвес для спортивного болида класса «Формула Студент», который разработан командой «Togliatti Racing Team». Рестайлинг заключался в полной реконструкции аэродинамического обвеса, для его внешней привлекательности, для повышения аэродинамических качеств и динамических характеристик болида. Данная дипломная работа позволяет сконструировать полноразмерный аэродинамический обвес, что позволит вывести команда «TRS» на новый этап. В ходе дипломного проекта был спроектирован уникальный аэродинамический обвес, который отвечает всем нормам регламента и соответствует тенденциям развития спортивных автомобилей.

Список литературы.

1. Аэродинамика автомобиля/под редакцией В.-Г. Гухо. Машиностроение, 1986 г.
2. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля/Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
3. Проикшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов/А. Проикшат. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с.
4. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили/В.Ф.Родионов, Б.А.Фитгерман. – М.: Машиностроение, 1973 – 490 с.
5. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М.: Машиностроение, 1986 –
6. Г.А. Гаспарянц. – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля
7. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля учеб. Пособие А.И. Гришкевич, В.А.Вавуло, А.В. Карпов. – Мн.
8. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд. Б.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1984. – 220 с.
9. Лукин, П.П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузову, обучающихся по специальности «Автомобили и трактора» Машиностроение, 1984. –376 с.
10. Кудрявцев, С.М. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля. 236с.
11. Исаев, Н.С. Соломатин, Б.В. Кисуленко, В.М. Карпов [и др.] Тольятти изд-во ТГУ, 2003. – 260 с.:пер.
12. Исаев, Е.У Проектирование автомобиля: учебное пособие Е.У.
13. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля [Текст] / Л.А. Черепанов; Учебное пособие. Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40 с.
14. Технический регламент «Формула студент 2017».

15. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –34.
16. Лукин П. П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц В. Ф. Родионов–М.: Машиностроение, 1984 – 326с.
17. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: Учебн. Пособие/Сост. Черепанов Л.А. – Тольятти: ТГУ, 2001. – 40с.
18. Вахламов, В. К. Автомобили: конструкция и эксплуатационные свойства: учеб. пособие для вузов / В. К. Вахламов. - М.: Академия, 2009. - 480 с.: ил. (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиограф. с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2.
19. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. –М: Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. –М
20. Рукленок И.В. [Электронный ресурс] <https://vk.com/fsaerussia> использовалась информация со «стены» группы.
21. Сайт Тольяттинского Государственного Университета [Электронный ресурс] <https://fs.tltsu.ru/> https://fs.tltsu.ru/about/formula_student инф. О Тольяттинской «ФС»
22. Сидоров И.С, справочник [Электронный ресурс] <http://energo.bmstu.ru/page/> уникальная информация о болиде московского государственного университета МАДИ.
23. Tim Hannig Board (Chairman) hannig(at)formulastudent.de Jaguar Land Rover Ltd. [Электронный ресурс] <https://www.formulastudent.de/> Немецкий сайт про болид «Formula Student Germany» и их испытания на скорость. 2017г
24. About Formula SAE [Электронный ресурс] <http://students.sae.org/cds/formulaseries/fsae/> Американский сайт о гонках и заездах болидах в США 2016г.\
25. Иннес А.В., Исторические факты. Триумфы и трагедии Формулы-1 Год издания: 2002г. Издательство «Yauza» ISBN: 5-8153-0277-5, 0-333-90188-6.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тягово-динамический расчет автомобиля

Таблица А.1 - Скорость болида на разных передачах

ω (об/мин)	1	2	3	4	5
4600	13,06	16,05	20,15	24,18	28,94
5140	14,16	18,12	22,03	27,14	33,1
5680	16,26	20,16	25,16	30,14	36,21
6220	17,1	22,13	27,13	32,04	38,98
6760	19,21	24,11	29,15	34,76	43,21
7300	20,86	26,05	30,92	38,11	45,97
7840	22,23	26,98	33,5	41,09	50,19
8380	23,11	29,35	36,19	44,29	52,95
8920	24,56	31,21	37,21	47,12	57,19
9460	26,94	32,16	41,06	50,1	60,04
10000	28,14	35,12	42,87	51,95	63,91

Таблица А.2 - Сила тяги болида

ω (об/мин)	P1	P2	P3	P4	P5
4600	932,26	754,92	617,86	486,15	427,18
5140	1255,34	999,39	844,55	645,33	556,73
5680	1373,16	1048,76	889,25	739,36	606,12
6220	1433,86	1147,12	935,35	763,15	627,97
6760	1433,93	1147,15	936,27	764,44	628, 50
7300	1397,37	1118,19	912,66	745,61	612,67
7840	1374,45	1099,57	897,65	733,37	602,11
8380	1290,38	1032,15	842,85	688,65	554,78
8920	1175,38	948,63	766,93	635,56	512,97
9460	1025,13	820,42	667,65	544,13	449,13
10000	945,95	745,98	614,85	504,34	414,85

Таблица А.3 - Сила сопротивления воздуха

ω (об/мин)	Pв1	Pв2	Pв3	Pв4	Pв5
4600	95,41	144,46	227,1	332,69	493,11
5140	118,76	184,96	274,34	424,13	614,74
5680	143,83	221,58	347,53	503,23	748,23
6220	173,32	270,11	414,63	626,54	896,87
6760	203,63	313,37	475,82	714,21	1065,76
7300	237,53	372,26	554,79	836,28	1240,1
7840	274,15	428,74	643,13	953,82	1428,17
8380	313,14	490,28	733,87	1112,06	1630,24
8920	354,34	553,35	833,12	1248,23	1849,12
9460	393,76	625,21	933,23	1403,13	2080,28
10000	445,41	694,48	1043,28	1569,1	2324,36

Таблица А.4 - Сила сопротивления дороги

ω (об/мин)	Pд1	Pд2	Pд3	Pд4	Pд5
4600	53,93	53,93	63,03	68,07	75,37
5140	53,93	53,93	64,4	71,23	82,12
5680	53,93	64,08	68,43	77,17	86,96
6220	53,93	65,14	72,35	81,3	94,13
6760	62,11	68,23	75,84	86,1	102,12
7300	64,1	70,13	79,18	92,2	110,43
7840	65,98	73,54	83,87	94,44	119,21
8380	68,15	76,16	87,87	104,29	128,74
8920	69,2	79,02	91,14	110,78	138,24
9460	72,4	82,45	96,84	118,19	148,16
10000	74,18	85,29	100,17	123,14	160,1

Таблица А.5 - Суммарная сила сопротивления движения болида

ω (об/мин)	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	$\Sigma 3$	$\Sigma 4$	$\Sigma 5$
4600	148,11	211,3	285,32	400,81	577,43
5140	169,21	237,14	343,34	484,54	695,35
5680	200,1	279,14	409,4	583,23	835,65
6220	226,32	332,23	475,15	688,43	995,45
6760	266,13	387,13	554,17	803,61	1162,97
7300	303,45	439,44	636,85	927,34	1346,87
7840	340,99	501,13	727,23	1063,44	1541,35
8380	381,54	561,51	822,14	1215,76	1764,87
8920	424,76	633,59	925,59	1360,01	1979,86
9460	470,34	705,85	1033,34	1515,54	2227,42
10000	529,14	784,34	1151,45	1696,46	2453,23

Таблица А.6 - Динамический фактор болида

ω (об/мин)	D1	D2	D3	D4	D5
4600	0,294	0,214	0,129	0,049	-
5140	0,379	0,276	0,184	0,086	-
5680	0,420	0,287	0,18	0,076	-
6220	0,439	0,298	0,182	0,055	-
6760	0,420	0,283	0,155	0,017	-
7300	0,396	0,256	0,112	-	-
7840	0,375	0,225	0,086	-	-
8380	0,334	0,18	0,038	-	-
8920	0,277	0,134	-	-	-
9460	0,211	0,064	-	-	-
10000	0,16	0,021	-	-	-

Таблица А.7 - Коэффициенты сопротивления качению болида

ω (об/мин)	1	2	3	4	5
4600	0,017	0,019	0,022	0,024	0,026
5140	0,017	0,019	0,023	0,025	0,029
5680	0,017	0,019	0,023	0,027	0,031
6220	0,017	0,022	0,025	0,028	0,031
6760	0,022	0,023	0,025	0,030	0,033
7300	0,023	0,024	0,028	0,032	0,039
7840	0,023	0,024	0,029	0,034	0,041
8380	0,024	0,026	0,030	0,036	0,042
8920	0,024	0,026	0,031	0,038	0,048
9460	0,025	0,029	0,032	0,041	0,051
10000	0,026	0,030	0,035	0,043	0,053

Таблица А.8 - Ускорения болида

ω (об/мин)	J1	J2	J3	J4	J5
4600	2,340	1,649	0,994	0,305	-
5140	3,231	2,322	1,452	0,661	-
5680	3,513	2,489	1,511	0,47	-
6220	3,623	2,468	1,421	0,25	-
6760	3,480	2,32	1,179	0,115	-
7300	3,260	2,059	0,842	-	-
7840	3,092	1,817	0,532	-	-
8380	2,71	1,433	0,073	-	-
8920	2,228	0,929	-	-	-
9460	1,661	0,350	-	-	-
10000	1,28	-	-	-	-

Таблица А.9 - Обратные ускорения болида

ω (об/мин)	1/J1	1/J2	1/J3	1/J4	1/J5
4600	0,44	0,63	1,2	3,31	-
5140	0,32	0,44	0,71	1,80	-
5680	0,30	0,41	0,67	2,16	-
6220	0,29	0,41	0,72	4,2	-
6760	0,30	0,44	0,86	-	-
7300	0,31	0,50	1,20	-	-
7840	0,33	0,57	1,90	-	-
8380	0,38	0,71	2,89	-	-
8920	0,46	1,09	-	-	-
9460	0,63	2,88	-	-	-
10000	0,81	-	-	-	-

Таблица А.10 – Расчет времени разгона болида

V		12,7	15,2	17,65	20,14	22,51	25,13	27,48	29,93	32,63
1/J	0	0,44	0,8	0,88	0,94	0,97	1,13	1,82	2,14	4,02
t	0	1,03	1,93	2,12	2,29	2,41	2,73	4,47	5,26	9,77

Таблица А.11 – Расчет пути разгона болида

V	0	12,7	15,2	17,65	20,14	22,51	25,13	27,48	29,93	32,63
Δt	0	1,06	1,93	2,14	2,29	2,39	2,69	4,45	5,25	9,88
ΔS	0	12,21	27,11	35,1	44,12	51,34	65,21	117,49	152,11	306,12
S	0	12,23	39,19	74,34	118,2	169,4	234,4	352,3	503,2	810,3
t	0	1,03	2,97	5,03	7,44	9,83	12,62	17,01	22,32	32,1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

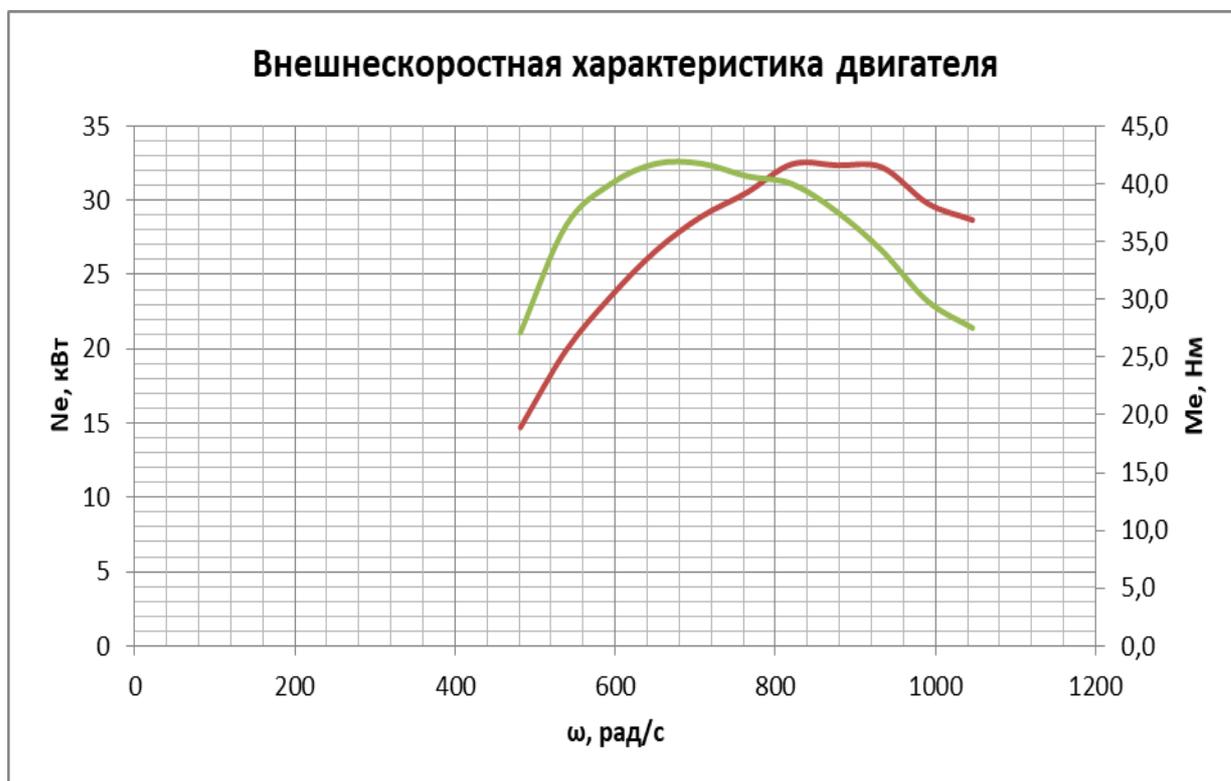


Рисунок В1 - График внешней скоростной характеристики двигателя

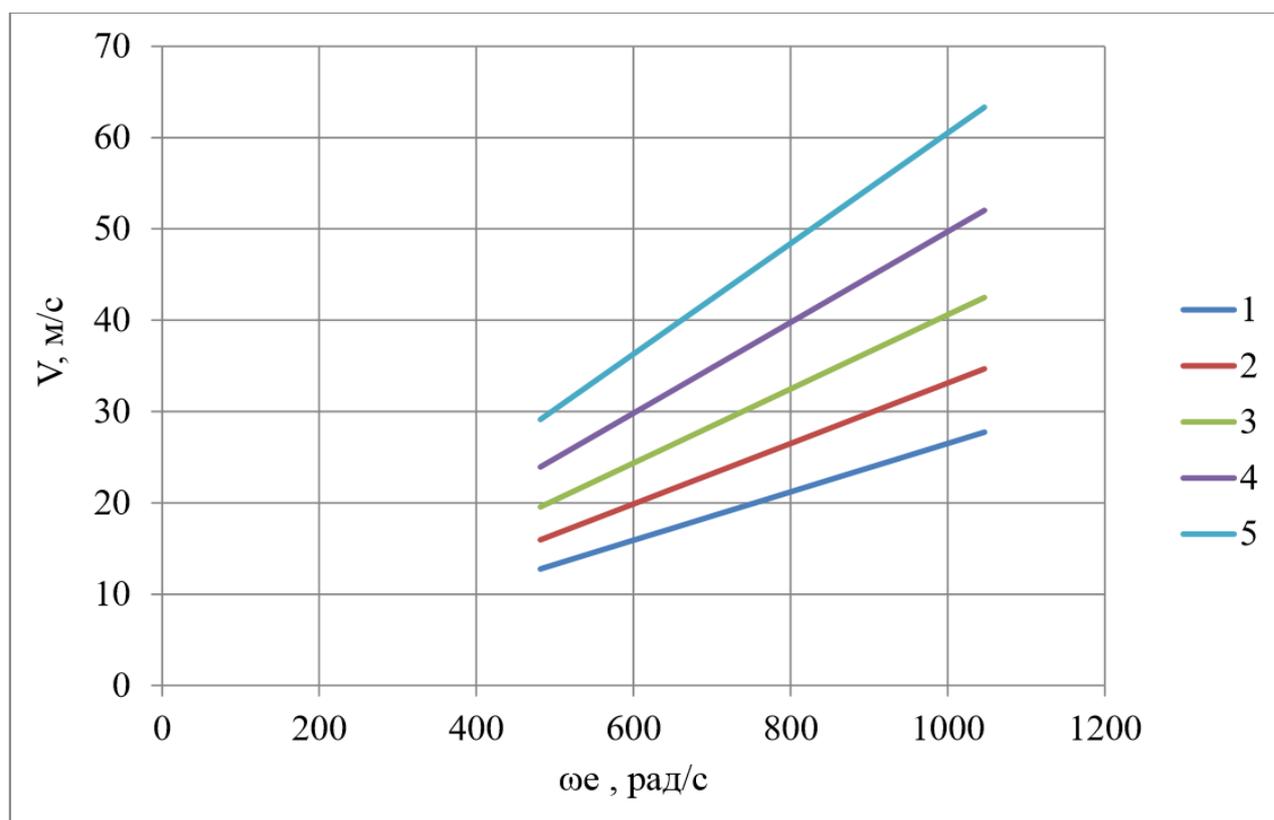


Рисунок В2 – График разгон автомобиля

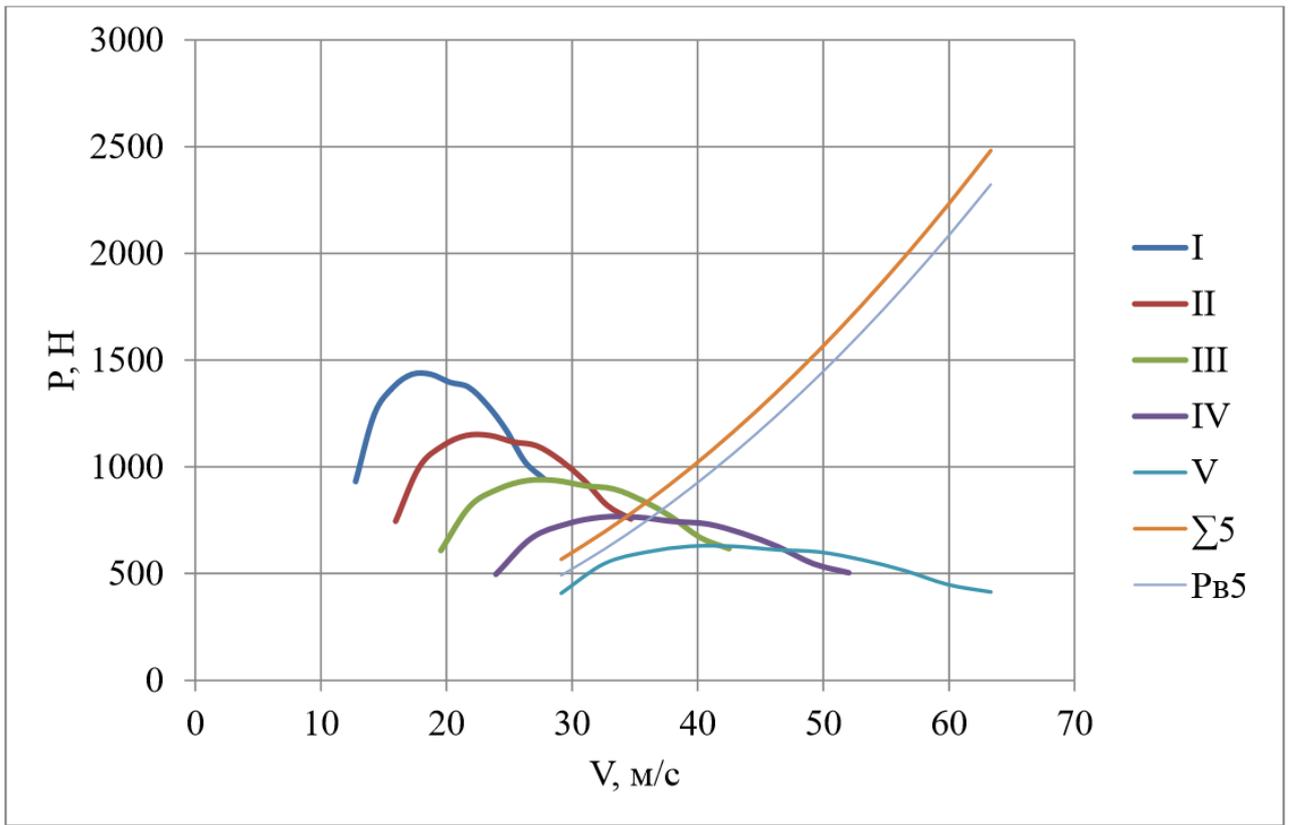


Рисунок В3 - График силового баланса автомобиля

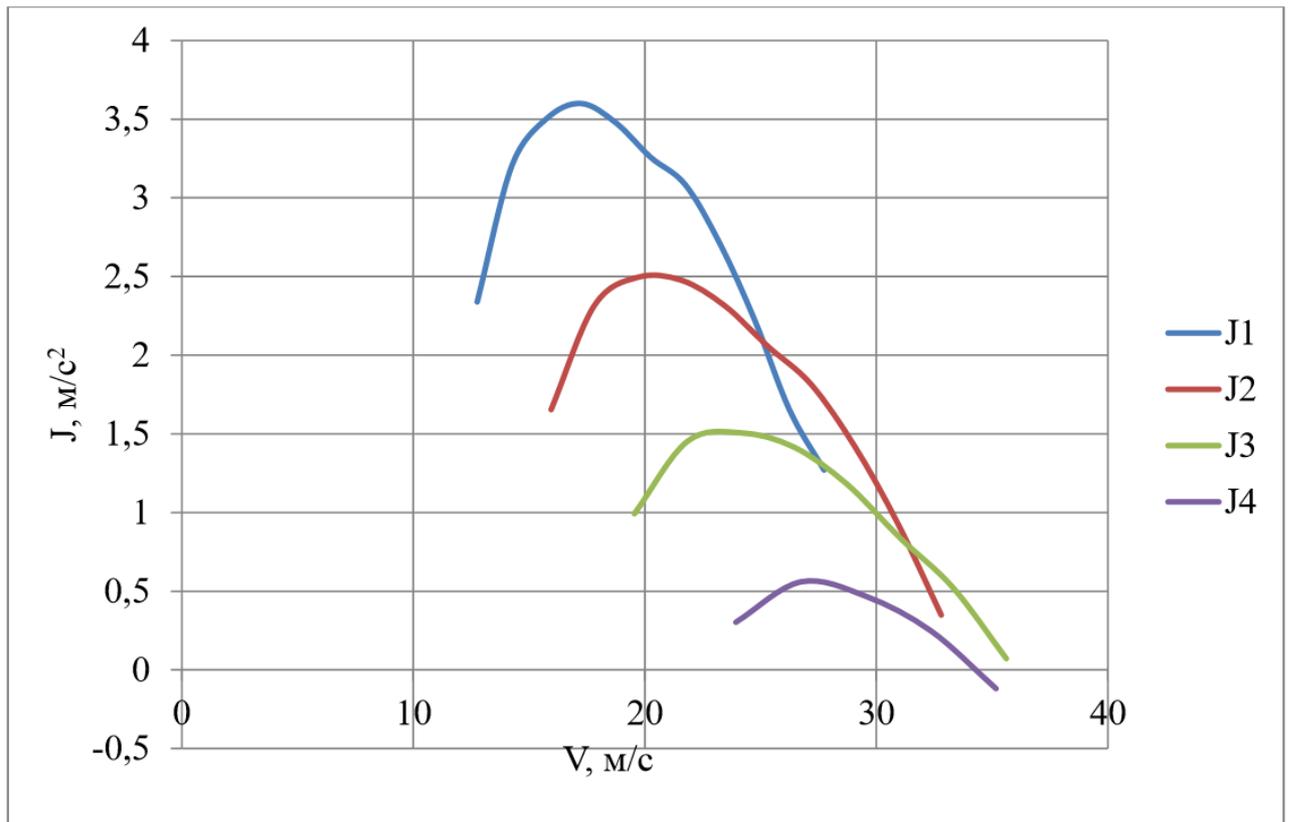


Рисунок В4 - График ускорений автомобиля

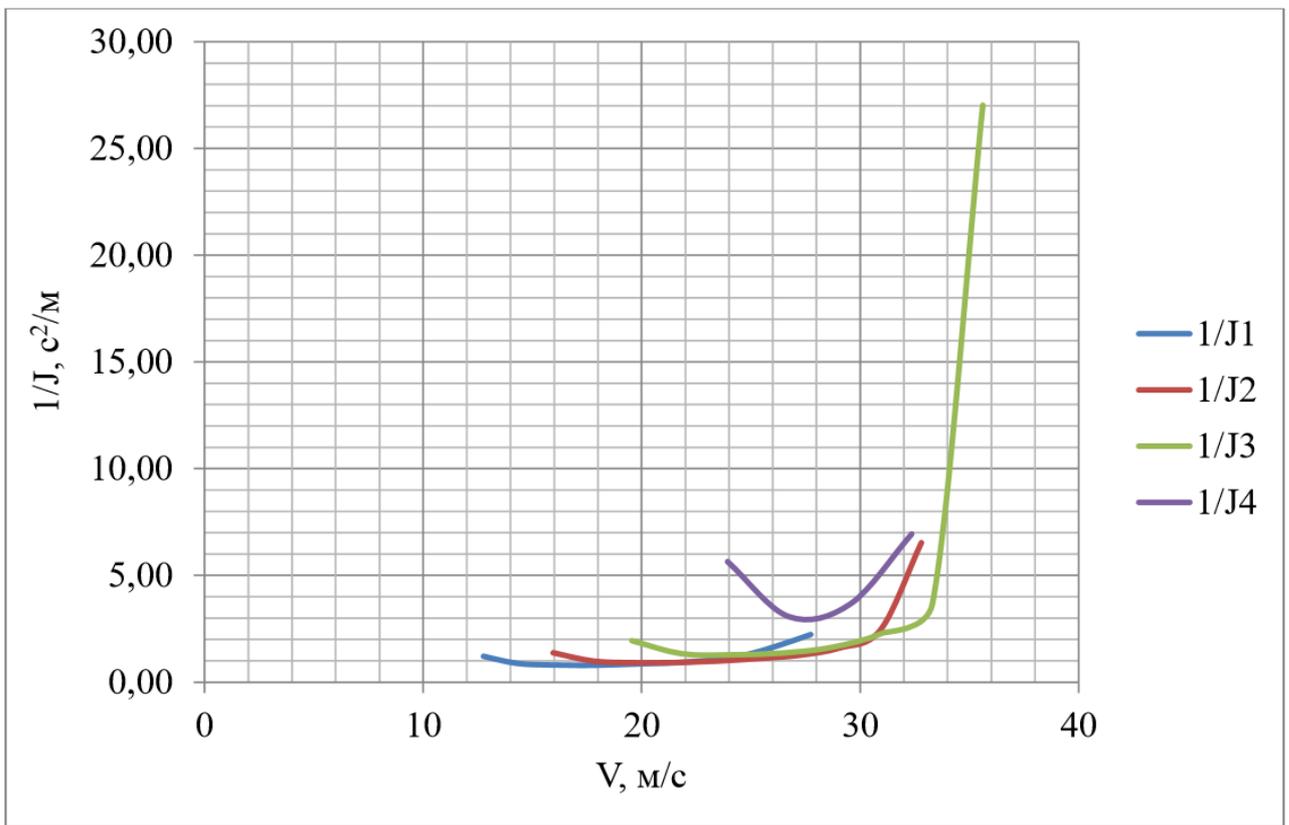


Рисунок В5 - График обратных ускорений

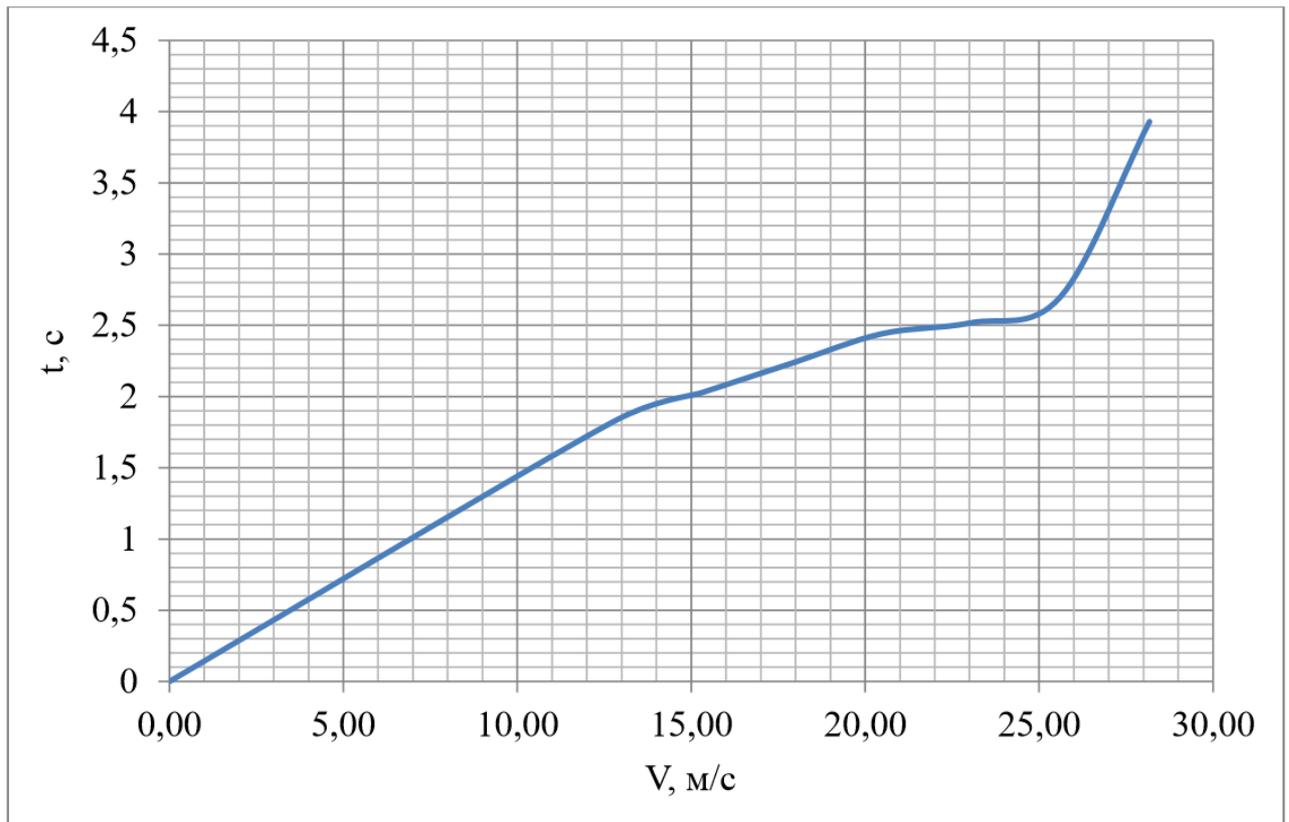


Рисунок В6 - График времени разгона автомобиля

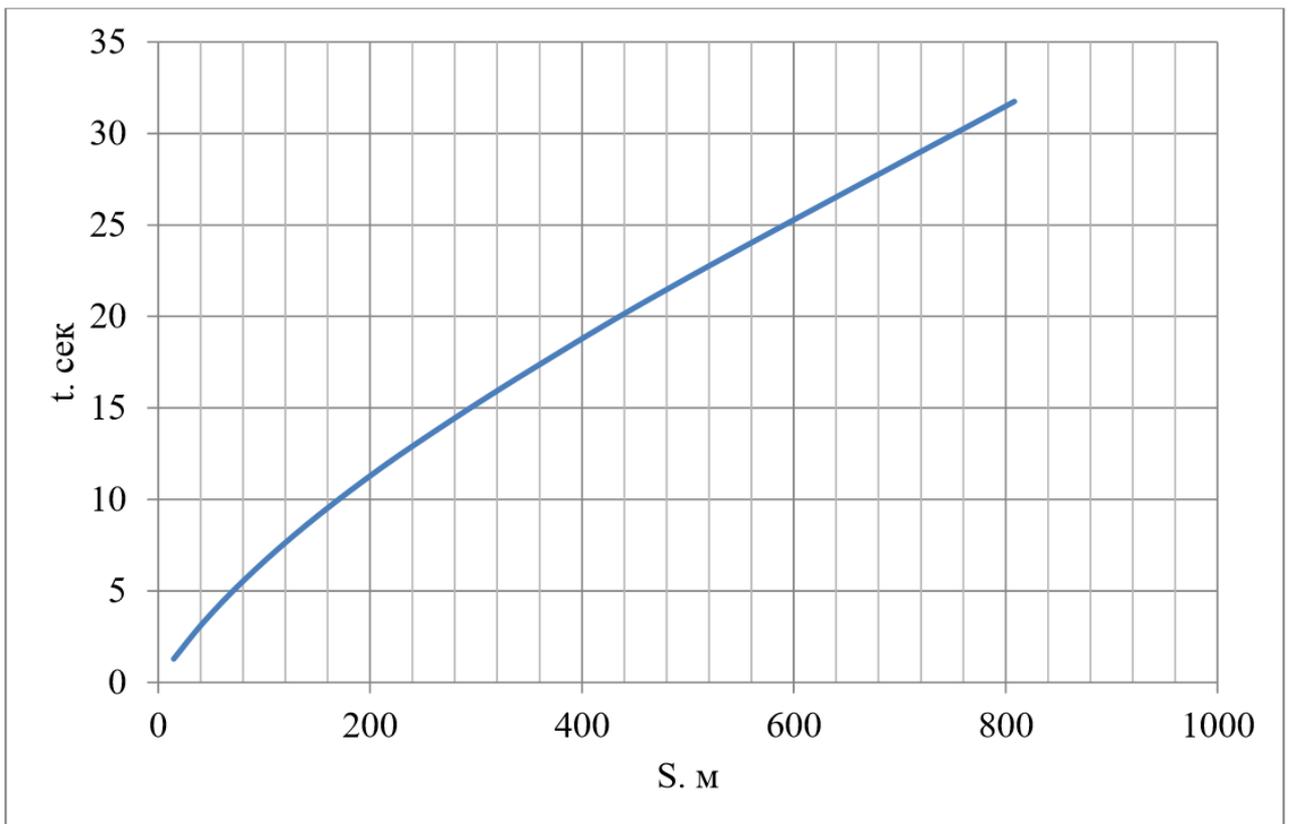


Рисунок В7 - График интенсивности разгона

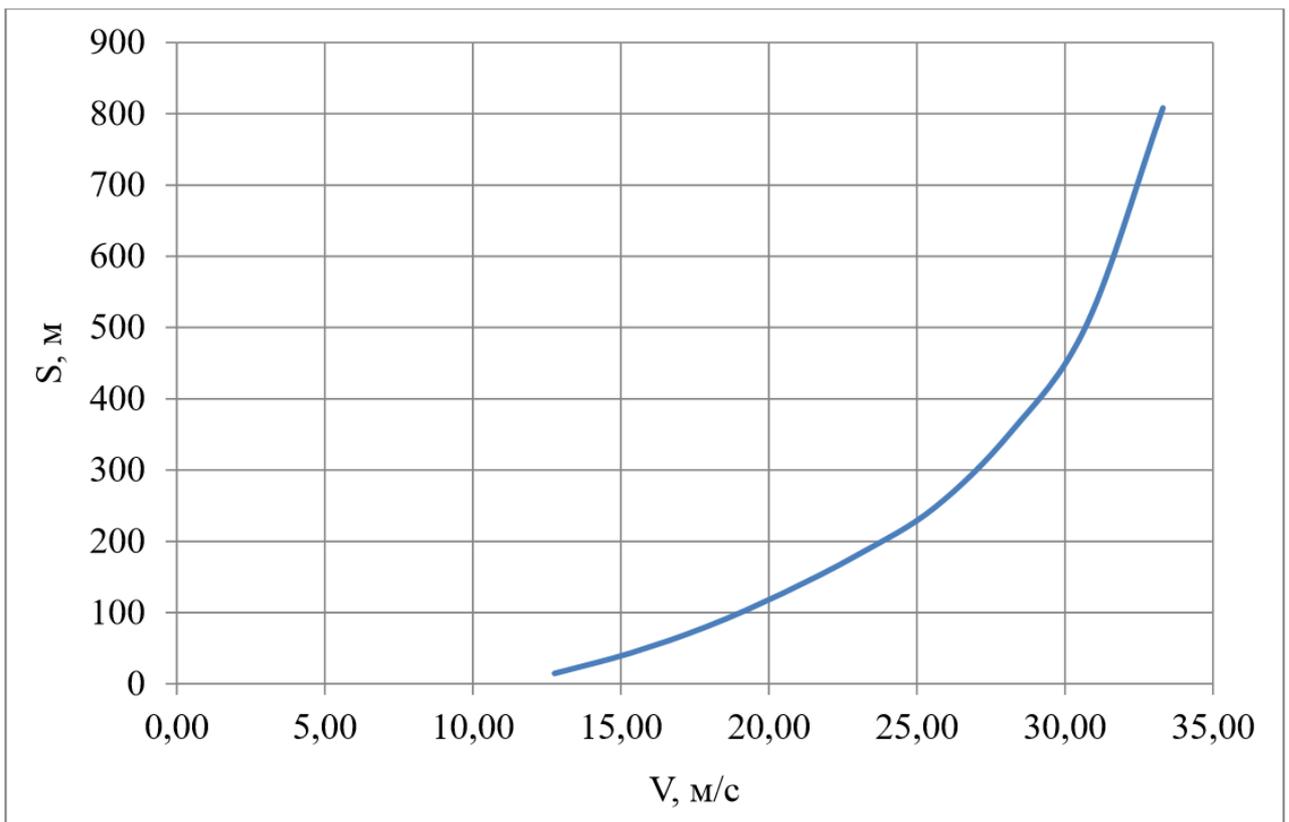


Рисунок В8 - График пути разгона автомобиля