

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Проектирование электромотоцикла класса «SmartMotoChallenge».

Общая компоновка

Студент

О.О. Шерстобитова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Бобровский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Проектирование электромотоцикла класса «SmartMoto Challenge». Общая компоновка. Выпускная квалификационная работа. Тольяттинский Государственный Университет, 2019.

Цель работы разработать электромотоцикл, удовлетворяющий требованиям соревнований SmartMotoChallenge.

В первой главе описывается цель соревнований. Рассмотрены основные требования регламента соревнований и проанализированы аналоги электромотоциклов.

Во второй главе разработаны рама и маятник электромотоцикла. Проведен прочностной анализ рамы, маятника и передней вилки электромотоцикла. Подобран оптимальный электродвигатель и проведен тягово-динамический расчет. Рассчитана необходимая электроемкость для электромотоцикла. Описаны основные электрокомпоненты.

В третьей главе разработана технологическая оснастка для изготовления рамы электромотоцикла.

В четвертой главе описаны основные требования к безопасности и экологичности выполнения работ.

Итогом работы стал полностью изготовленный электромотоцикл, который соответствует всем требованиям регламента соревнований.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 63 страниц, содержащей 15 таблиц, 40 рисунков и графической части, содержащей 6 листов.

ABSTRACT

The title of the work is «Designing an electric motorcycle of class “Smart Moto Challenge”. The overall layout».

The aim of the work is to develop an electric motorcycle that meets the requirements of the Smart Moto Challenge competition.

The first part describes the purpose of the competition. The main requirements of the competition regulations have been considered and analogs of electric motorcycles have been analyzed.

In the second part, the frame and pendulum of an electric motorcycle have been developed. The strength analysis of the frame, the pendulum and the front fork of an electric motorcycle has been carried out. An optimal electric motor has been selected and a traction dynamic analysis has been performed. The required electrical capacity has been calculated for electric motorcycle. The basic electrical components have been described.

In the third chapter, technological equipment for the manufacture of an electric motorcycle frame has been developed.

The fourth part describes the basic requirements for safety and environmental performance.

The result of the work is a fully manufactured electric motorcycle that meets all the requirements of the competition regulations.

Final qualifying work consists of an explanatory note in the size of 63 pages, containing 15 tables, 40 figures and a graphic part, containing 6 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ конструкций аналогов и применяемости электромотоциклов в off – road соревнованиях.....	6
1.1 Описание участия в SmartmotoChallenge.....	6
1.2 Требования регламента Smart Moto Challenge Barcelona 2019	7
1.3 Сравнительный анализ конструкций электромотоцикла.....	10
2 Проектирование электромотоцикла	13
2.1 Выбор данных электромотоцикла	13
2.2 Тягово – динамический расчет электромотоцикла	13
2.3 Проектирование передней вилки и маятника мотоцикла	27
2.4 Проектирование и расчет рамы	32
2.5 Компоновка узлов электромотоцикла	37
2.6 Оптимизация конструкции рамы.....	44
3 Технологическая часть. Разработка стапеля для сборки рамы	45
4 Безопасность и экологичность технического объекта	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	61

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом люди обретают все более высокую экологическую сознательность, стремясь использовать новые технологии, и при этом минимизировать ущерб, наносимый окружающей среде. Так все больше компаний думает о переходе с массового использования транспортных средств с ДВС сначала на гибридные силовые установки, а затем и на полностью электрический привод. Ещё с 2011 года российский автопром активизировал разработку проектов экологически чистого транспорта, особенно на фоне того стабильного роста, который наблюдается на рынке электрокаров и безопасных автомобилей.

Проект SmartmotoChallenge позволяет студентам со всего мира собственноручно создавать электромотоциклы для участия в международных соревнованиях.

Одной из дисциплин соревнований является защита конструкции, в которой необходимо обосновать то или иное техническое решение. В зависимости от эффективности решения судьями начисляются баллы, которые в свою очередь влияют на рейтинг команды.

Цель работы: Разработка электромотоцикла класса «SmartMotoChallenge»

1 Анализ конструкций аналогов и применяемости электромотоциклов в off – road соревнованиях

1.1 Описание участия в SmartmotoChallenge

SmartMotoChallenge - это с одной стороны, соревнования, в которых дается возможность инженерным и дизайнерским школам работать в реальном проекте по разработке электрического мотоцикла. Участвующие студенты, приобретут навыки работы в рабочих группах, цели, технологии и знания последнего слова техники на будущих рынках.

С другой стороны, у производителей мотоциклетной промышленности будет множество идей и дополнительный источник будущего рынка и техников.

В ходе соревнований проходит ряд статических и динамических дисциплин, во время которых судья оценивают созданный командой электромотоцикл. Для допуска к динамическим испытаниям необходимо пройти техническую инспекцию. Динамические испытания состоят из ряда дисциплин: ускорение, ускорение +, конусы, трековый заезд и заезд на выносливость. Статические соревнования проводятся параллельно с технической инспекцией и динамическими испытаниями. Всего в сумме за статические и динамические испытания можно набрать 1000 очков.

Этапы проекта включают в себя анализ рынка, формулировку продукта его дизайн, и вследствие этого, создание реального прототипа электрического мотоцикла. Также в обязательном порядке нужно разработать бизнес-план, который объясняет, как каждая команда оценивает свой мотоцикл с точки зрения производства, цен, дилеров, рынков.

Официальным языком соревнований является английский. Вся запрашиваемая документация и информация предоставляется на английском языке. Защиты во время соревнований также проходят на английском. Обсуждения на английском языке допустимы в любых соревнованиях серии.

Главная идея соревнований – дать студентам площадку для практики и применения знаний, полученных в теории, на практике.

1.2 Требования регламента SmartMoto Challenge Barcelona 2019

1.2.1 Рама

Можно использовать любой материал, который использован в рамках велосипедов/ мотоциклов. Команде необходимо предоставить техническую документацию о раме в отчете о конструкции в назначенные сроки на сайте. Для команд типа А рама должна быть сконструирована и построена командой и не допускается рама с прошлых этапов BSMC.

Для команд типа В рама может быть построена командой или может использовать доработанную коммерческую раму для использования во время мероприятия BSMC.[1]

1.2.2 Маятник

Можно использовать любой материал для маятника, который используют производители велосипедов / мотоциклов.

Команде необходимо предоставить техническую документацию о маятнике в отчете о конструкции в назначенные сроки на сайте.

Для команд типа А и В маятник должен быть разработан и построен командами и не должна использоваться с прошлых соревнований BSMC.[1]

1.2.3 Подвеска

Для типа А и типа В, можно использовать любые коммерческие амортизаторы/вилки для переднего и заднего положения.[1]

1.2.4 Колёса

Единственным ограничением является размер колес: в типе А 15", для типа В 16". Все используемые шины должны быть изготовленные производителями на рынке. Прототипы шин не допускаются. Шины должны быть одинаковыми для всех динамических дисциплинах.[1]

1.2.5 Световые огни

Световые огни должны быть запитаны от того же источника что и двигатель. Форма и структура по европейским стандартам. Можно использовать лампочки, галогенные фары или с технологией LED ... или любая технология, которая соответствует, максимальное напряжение – 12 вольт.[1]

Мотоцикл должен иметь 4 поворотника - желтого цвета (моргающие) с опцией предупреждения (4 сигнала одновременно работают)

Свет должен оставаться включенным во время всех динамических испытаний. Штраф 1 сек в случае окончания какого-либо динамического испытания с выключенным светом.[1]

1.2.6 Тормозная система

Тормозная система должна быть приведена в действие кабелем, гидравлической цепью до 1-го или 2-х колес одновременно. Они могут иметь систему рекуперации энергии, связанной с электрической трансмиссией. Компоненты тормозной системы, за исключением подсистемы рекуперации энергии, должны соответствовать европейским стандартам. Система ABS и система помощи при торможении разрешены.[1]

1.2.7 Умные компоненты

Мотоциклы используются для приключений и веселья, но во время соревнований мы должны быть уверены, что в случае возникновения проблем, вы будете в безопасности.

В этом году мотоцикл должен иметь систему, которая будет отправлять сообщения с местоположением, запасом хода и уровнем заряда батареи. Эта информация должна быть отправлена в виде веб-страницы, электронной почты или sms-сообщения организаторам соревнований или одному из членов команды. IT технологию можно внедрить не только с использованием стандартных sim-устройств, но можно использовать и Bluetooth системы, подключенные к мобильному телефону.[1]

1.2.8 Кузов и сидение

Команды могут использовать любой тип материала одобренный для мотоциклов в Европе. Конструкция не будет принята, если имеет острые углы, об которые можно пораниться.

Сиденье должно иметь часть, которая будет прикреплена к раме или сможет вращаться по фиксированной оси на раме. По желанию можно сделать сиденье для двух человек. Автомобиль может иметь 2 зеркала заднего вида, левое должно быть обязательно, правое зеркало может быть повернуто на любую сторону дороги. Номера на передней панели и по бокам обязательны. Навигатор не обязателен. Передние и задние крылья обязательны.[1]

1.2.9 Электрокомпоненты (ЭБУ + Аккумулятор + Двигатель)

Электронный блок управления, аккумулятор и двигатель могут быть любыми. Но они должны быть омологированы в Европе. Вода может быть использована в качестве охлаждающей жидкости.[1]

1.2.10 Двигатель

Тип А мощность до 10 кВт;

Тип В проекты от 10 до 30 кВт.

1.2.11 Электронный блок управления (ECU)

Для обоих типов, электронный блок управления может быть разработан командой или куплен.[1]

1.2.12 Аккумуляторная батарея

Для типа А, максимальное напряжение 60В. Для типа В максимум 120В.

Для типа А батарея может быть съёмной. Но гонку на выносливость мотоцикл должен пройти без смены батареи, т.е. должен быть запас на 30км.

Для типа В батарея и её компоненты могут быть съёмными. Гонка на выносливость может быть пройдена с двумя сменами батареями. [1]

1.2.13 Максимальный вес

Для типа А, включая вес аккумулятора – 140 кг. Для типа В, включая батарею минимального размера – 190 кг.[1]

1.3 Сравнительный анализ конструкций электромотоцикла

Электромотоцикл SuRRon X имеет легкую алюминиевую раму с мощностью двигателя 6 кВт. Используется литиевый аккумулятор с электроемкостью 1,9 кВт*ч. Емкости аккумулятора хватает на 100 км/ч. Время зарядки аккумулятора составляет 5 часов. Данный мотоцикл может развивать скорость до 85 км/ч. К минусам этого электромотоцикла можно отнести не только дороговизну мотоцикла, но и использовании алюминиевого маятника, так как не смотря на то, что алюминий легкий, и это экономит вес электромотоцикла, он не является таким прочным как стальной, а так как мотоцикл используется в условиях off-road, то маятник быстро выйдет из строя и его ремонт будет дороже и сложнее, чем по сравнению со стальным.



Рисунок 1.1 –Электромотоцикл SuRRon X

Следующий электромотоцикл Иж Пульсар. Российская разработка концепта электромотоцикла для военных и полицейских. Внешне мотоцикл немного схож с бензиновым аналогом Irbis TTR250.



Рисунок 1.2– Электромотоцикл Иж Пульсар

Данный электромотоцикл имеет 10 кВт электродвигатель и может развивать скорость до 100 км/ч. Емкости аккумулятора хватает на 150 км. Но за счет большой емкости аккумулятора время зарядки составляет 12 часов. Так же вес мотоцикла составляет 165 килограмм.

Следующий электромотоцикл ZeroFXS. По конструкции ZeroFXS рассчитан больше для езды по городу и шоссе.



Рисунок 1.3 –Электромотоцикл ZeroFXS

Мощность двигателя составляет 20 кВт, что позволяет разогнаться мотоциклу до 137 км/ч. Запас хода составляет всего 72 км. Время зарядки до 100% – 5 часов. Вес мотоцикла – 114 кг. Но стоимость такого мотоцикла составляет 11 325 €.

Еще один электромотоцикл LMXBike161-N. Супер легкая французская разработка стоимостью 6 500 €. В данном электромотоцикле используется оборудование от горного велосипед, так же к плюсам данного электромотоцикла можно отнести наличие педалей, так что если в не подходящий момент мотоцикл разрядился, можно будет спокойно доехать до зарядки.



Рисунок 1.4 –Электромотоцикл LMXBike161-N

Мощность двигателя – 6 кВт. В условиях off-road со скоростью 80 км/ч можно будет покататься 3 часа, как уверяет производитель. Время зарядки аккумулятора составляет 3 часа. Так к минусам данного электромотоцикла можно отнести только маленькую емкость аккумулятора и его стоимость.

2 Проектирование электромотоцикла

2.1 Выбор данных электромотоцикла

Проанализировав требования регламента соревнований и конструкции, готовых электромотоциклов с их геометрией, нами было решено остановиться на стальной раме, так как по прочностным характеристикам она лучше и с технической стороны, ее проще редактировать и ремонтировать.

Так как в соревнованиях электромотоцикл будет использоваться в классе А, то мощность двигателя должна быть в пределах от 3 до 10 кВт. Так как в данных соревнованиях нет необходимости в высоких скоростях, а больше необходимы тяговые возможности, то достаточно будет 5 кВт электродвигателя с жидкостным охлаждением.

Следующий важный элемент – это габариты электромотоцикла, так как габариты влияют на его маневренность, а вес мотоцикла на удобство использования. Так как в регламенте соревнований нет ограничений по минимальной и максимальной колесной базе, то колесная база нашего мотоцикла составляет 1237 мм.

В регламенте есть ограничения на минимальный диаметр используемых колес, поэтому были выбраны 16 дюймовые колеса с резиной для off-road.

Так же для тягово – динамического расчета необходимо знать приблизительный вес электромотоцикла. По предварительным расчетам вес электромотоцикла без водителя составит 60 кг.

2.2 Тягово – динамический расчет электромотоцикла

Исходные данные для проведения тягово–динамического расчета электромотоцикла класса «SmartMotoChallenge» сведем в таблицу 2.1. Расчет производился в соответствии с методикой описанной в источнике.

Таблица 2.1– Исходные данные для проведения тягово-динамического расчета.

Параметр	Значение
Колесная формула	2x1
Количество мест	1
Снаряженная масса m_0 , кг	60
Максимальная скорость V_{\max} , км/ч (м/с)	60(16,67)
Угловая скорость ω_e^{\max} , рад/с (об/мин)	250 (2475)
Максимальная мощность двигателя N_e^{\max} , кВт	10,5
Максимальный крутящий момент двигателя M_e^{\max} , Н·м	55
Тип и размерность колеса	90/100R16
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,4
Величина максимального преодолеваемого уклона i , %	25
КПД трансмиссии $\eta_{\text{тр}}$	0,98
Габаритная ширина автомобиля B , мм	1820
Габаритная высота автомобиля H , мм	1085
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,03
Передаточные числа:	
– Главной передачи U_0	5

2.2.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса электромотоцикла:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} \cdot n + m_{\text{б}} \cdot n, \quad (2.1)$$

где m_0 – снаряженная масса электромотоцикла, кг;

$m_{\text{ч}} = 75$ кг – масса одного человека;

n – число пассажиров;

m_6 – вес багажа.

$$m_a = 60 + 75 \cdot 1 = 135 \text{ кг}$$

Полный вес электромотоцикла:

$$G_a = m_a \cdot g, \quad (2.2)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

$$G_a = 135 \cdot 9,81 = 1324 \text{ Н}$$

Электромотоцикл имеет заднеприводную компоновку (задние колеса ведущие), принимаем распределение веса по осям в соотношении: 50% на передние колеса и 50% - на задние.

Вес, приходящийся на ведущие колеса:

$$G_1 = 0,50 \cdot G_a = 0,5 \cdot 1324 = 662 \text{ Н};$$

Вес, приходящийся на ведомые колеса:

$$G_2 = 0,50 \cdot G_a = 0,5 \cdot 1324 = 662 \text{ Н}$$

Коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2}, \quad (2.3)$$

где $\rho = 1,293$ – плотность воздуха в нормальных условиях, кг/м^3 .

$$k = \frac{0,4 \cdot 1,293}{2} = 0,25$$

Лобовая площадь автомобиля:

$$F = 0,8 \cdot B \cdot H, \quad (2.4)$$

где B – габаритная ширина автомобиля, м;

H – габаритная высота автомобиля, м.

$$F = 0,8 \cdot 1,82 \cdot 1,085 = 1,68 \text{ м}^2$$

Согласно выбранной ширине 90/100R16, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (2.5)$$

где d – посадочный диаметр шины, м;

$\lambda_z = 0,85$ – коэффициент вертикальной деформации;

H – высота профиля шины, м.

$$r_k = 0,5 \cdot 0,4 + 0,85 \cdot 0,09 = 0,276 \text{ м}$$

Рассчитываем ВСХ двигателя по формуле:

$$N_e = N_{\max} \frac{\omega_e}{\omega_N} + \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3, \quad (2.6)$$

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

ω_N – угловая скорость вала при максимальной мощности, рад/с.

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя, Вт.

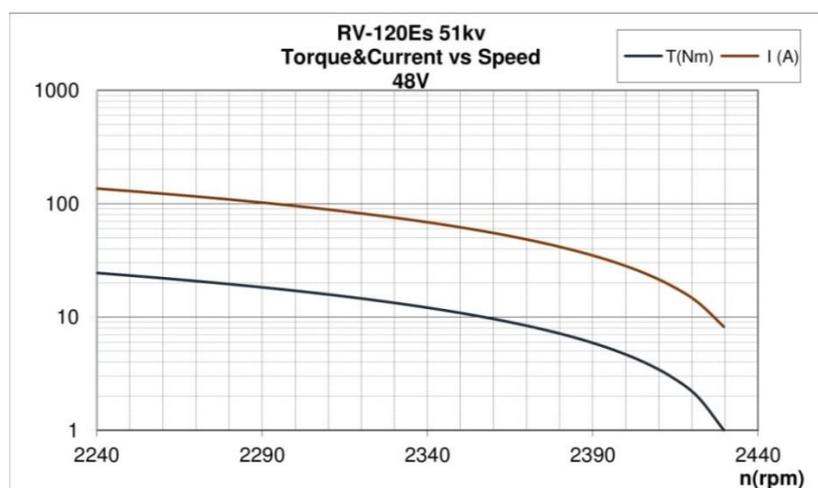
Для построения кривой эффективного момента M_e (Н·м) применяем формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (2.7)$$

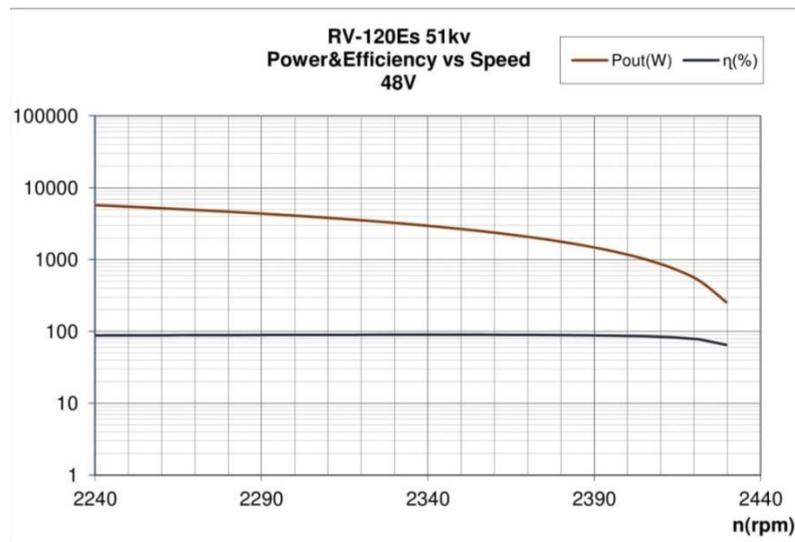
Рассчитываем зависимости $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчетов сводим в таблицу 2.2 и представляем в виде графика. Из рисунка 2.1 известны значения n_e и ω_e .

Таблица 2.2 – Результаты расчетов

n_e , об/мин	ω_e , рад/с	N_e , кВт	M_e , Н·м
2240	190,9	6,500	25
2290	250	4,000	19
2340	250	3,000	13
2390	233,3	1,500	6
2430	250	0,250	1



а)



б)

а) зависимость крутящего момента от частоты вращения;

б) зависимость мощности от частоты вращения

Рисунок 2.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя.

2.2.2 Определение передаточного числа

Передаточное число U_0 определяется, исходя из заданного значения максимальной скорости автомобиля V_{max} :

$$U_0 = \frac{r_k \cdot \omega_{max}}{V_{max}}, \quad (2.8)$$

$$U_0 = \frac{0,276 \cdot 250}{16,67} = 4,14$$

Для дальнейших расчетов принимаем округленное значение до стандартного ряда $U_0=5$. [7]

2.2.3 Силовой баланс электромотоцикла

Уравнение силового баланса:

$$F_T = F_d + F_v + F_{и}, \quad (2.9)$$

где F_T – сила тяги ведущих колес, Н;

F_d – сила дорожного сопротивления, Н;

F_v – сила сопротивления воздуха, Н;

$F_{и}$ – сила сопротивления разгону электромотоцикла, Н (не учитываем).

Силу тяги рассчитывают по формуле:

$$F_{Ti} = \frac{U_{ki} \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (2.10)$$

Сила аэродинамического сопротивления воздуха:

$$F_B = k \cdot F \cdot V_a^2, \quad (2.11)$$

Сила дорожного сопротивления автомобиля (без учета сопротивления подъему):

$$F_d = G_a \cdot f, \quad (2.12)$$

где $f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_a^2}{2000}\right)$ – зависимость коэффициента трения качения от скорости движения электромотоцикла.

Пользуемся выбранными при расчете ВСХ значениями ω_e , приводя в соответствие с ними скорости электромотоцикла. Полученные результаты сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3– Результаты расчетов

ω_e	190,9	250	250	233,3	250
M_e	55	40	28	15	1
V	5,56	8,33	11,11	13,89	16,67
F_T	976,4	710,14	497,10	266,30	17,75
f	0,03	0,031	0,032	0,032	0,034
F_B	12,98	29,14	51,84	81,03	116,71
F_d	40,33	41,10	42,17	43,55	45,24

На рисунке 2.2 изображен график тягового баланса электромотоцикла.

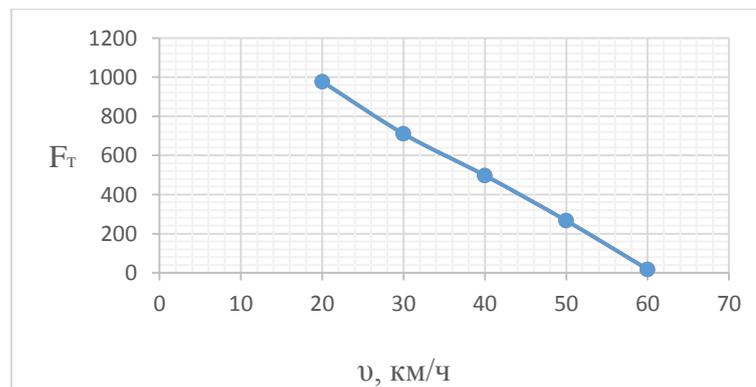


Рисунок 2.2 –Тяговый баланс электромотоцикла.

2.2.4 Динамическая характеристика автомобиля

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_a}, \quad (2.13)$$

По этой формуле и данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику электромотоцикла, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при полной загрузке электромотоцикла.

Данные расчета заносим в таблицу 2.4 и представляем графически.

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колес, определяем динамический фактор по сцеплению:

$$D_{сц} \approx \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_a} = \frac{662 \cdot 0,5}{1324} = 0,25. \quad (2.14)$$

Таблица 2.4 - Данные расчета динамической характеристики

ω_e , рад/с	Динамический фактор D
190,9	0,72
250	0,51
250	0,33
233,3	0,14

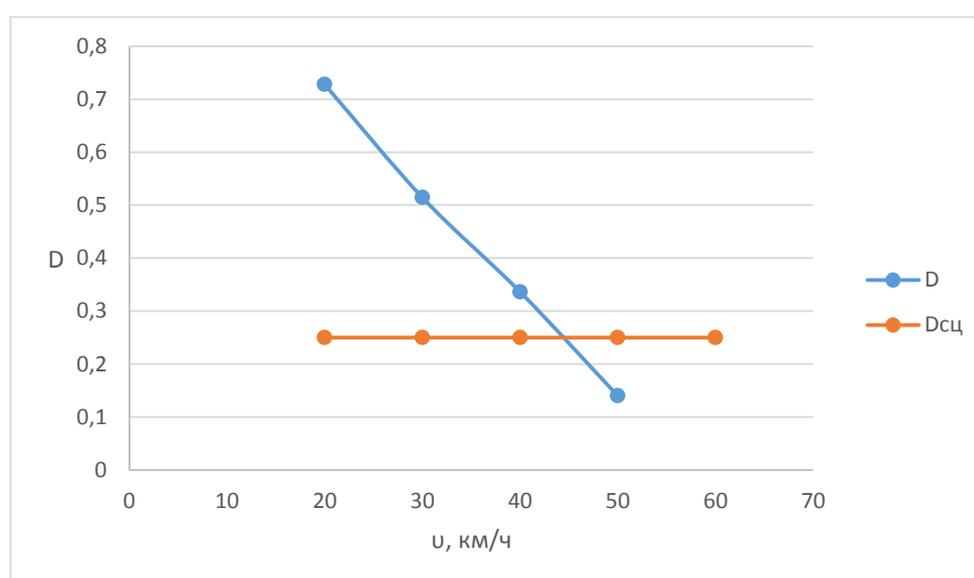


Рисунок 2.3 – Динамическая характеристика электромотоцикла.

2.2.5 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяем для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствии буксования ведущих колес.» Ускорение находим из выражения:

$$j = \frac{D-f \cdot g}{\delta_{вр}}, \quad (2.15)$$

где $\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_K^2)$ – коэффициент учета вращающихся масс двигателя, который определяем для каждой передачи в отдельности по формулам:

$$\delta_{вр1} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_1^2 = 1 + 0,05 + 0,05 \cdot 5^2 = 2,3$$

«Определяем ускорение разгона, вносим результаты в таблицу 2.5 и строим график зависимости $j = f(V)$. (Рисунок 2.4)»

Таблица 2.5 – Значения ускорение разгона

ω_e , рад/с	Ускорение j , м/с ²
190,9	2,97
250	2,05
250	1,3
233,3	0,45
250	-0,46

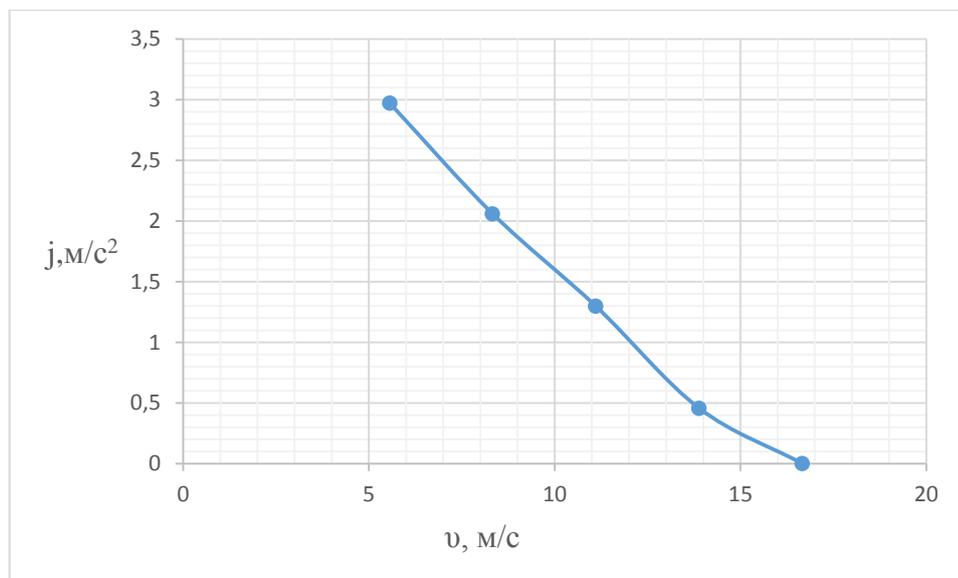


Рисунок 2.4 – Ускорения электромотоцикла.

«Затем определяем значения обратных ускорений ($1/j$) и заносим их в таблицу 2.6. Поскольку при скоростях V , близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчета обратных ускорений ограничиваются скоростью $V = (0,8 \dots 0,9) V_{\max}$.»

Таблица 2.6 – Значения обратных ускорений.

ω_e , рад/с	Величина, обратная ускорению $1/j$, с ² /м
190,9	0,34
250	0,48
250	0,77
233,3	2,19
250	-2,15

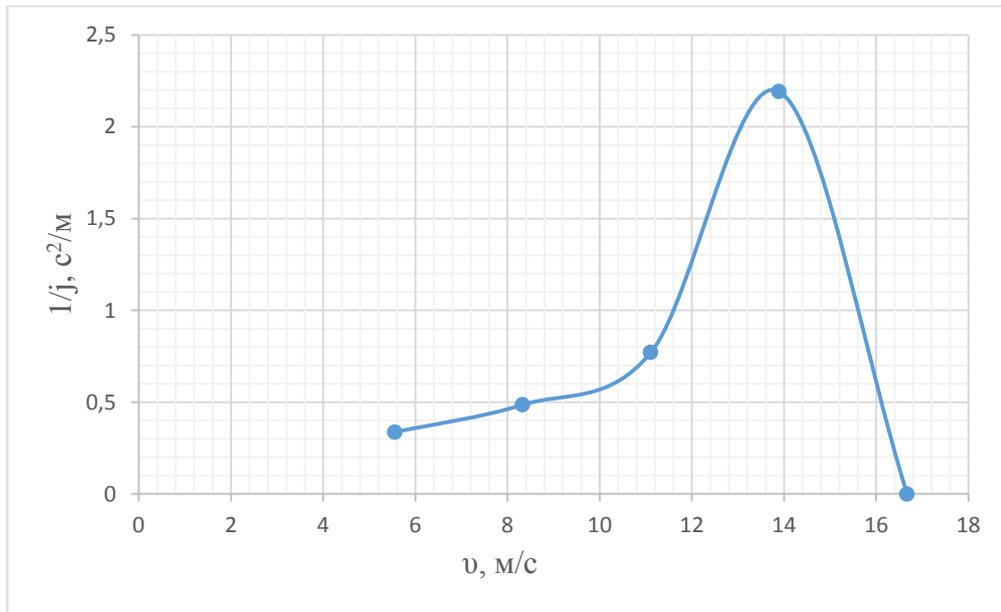


Рисунок 2.5 - Обратные ускорения электромотоцикла.

2.2.6 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \frac{1}{j_{\text{CP } i+1}} \cdot V_{i+1} - V_i, \quad (2.16)$$

«Для этого кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = \text{const}$, которому соответствуют значения $(1/j) = \text{const}$.» Эти величины можно определить следующим образом:

$$\frac{1}{j_{\text{CP } k}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{j_{k-1}} + \frac{1}{j_k} \right), \quad (2.17)$$

где k – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $\frac{1}{j_{\text{CP } k}}$, переходим к приближенному интегрированию:

$$\Delta t = \frac{1}{j_{CP\ k}} \cdot V_k - V_{k-1}, \quad (2.18)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k.$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ;

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчета сводим в таблицу 2.7 и строим график зависимости времени от скорости (рисунок 2.6).

Таблица 2.7 – Значения скорости и времени

$v_a, \text{ м/с}$	$t, \text{ с}$
5,56	0,93
8,33	2
11,11	3,8
13,89	7,9
16,67	10

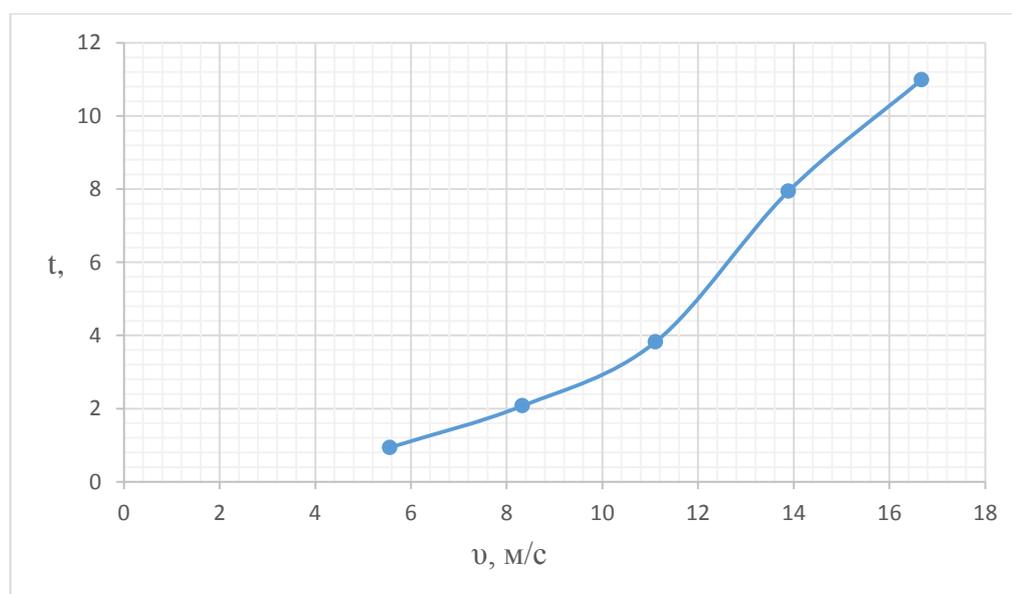


Рисунок 2.6 – Время разгона электромотоцикла.

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

В данном случае кривая $t=f(V)$ разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения $V_{\text{срк}}$.

«Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью $V_{\text{срк}}$.»

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом:

$$\Delta S = V_{\text{срк}} \cdot t_k - t_{k-1} = V_{\text{срк}} \cdot \Delta t_k, \quad (2.19)$$

где $k=1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m=n$).

Путь разгона от скорости V_0 до скорости V_1 : $S_1=\Delta S_1$, до скорости V_2 : $S_2=\Delta S_1+\Delta S_2$, до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$.

Все результаты расчета заносим в таблицу 2.8 и строим график зависимости пути от скорости (рисунок 2.7).

Таблица 2.8– Значения скорости и пути

v_a , м/с	S , м
5,56	2,6
8,33	10
11,11	27,5
13,89	78,7
16,67	110,8

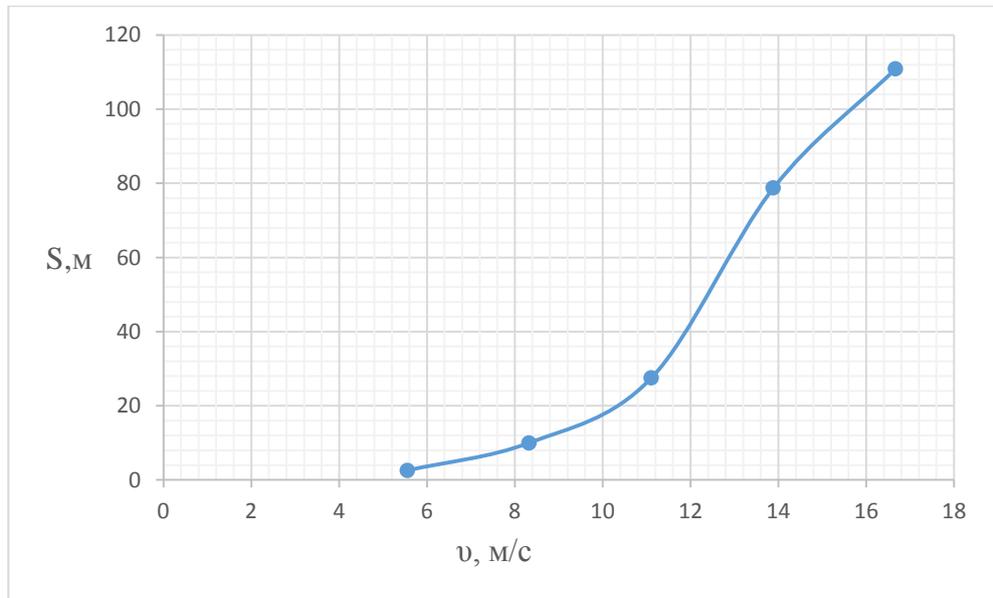


Рисунок 2.7–Путь разгона мотоцикла.

2.2.7 Мощностной баланс электромотоцикла

Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_n + N_B + N_D, \quad (2.20)$$

где N_T – тяговая мощность, подводимая к ведущим колесам, Вт;

$$N_T = N_e \cdot \eta_{тр} = N_e \cdot 0,98 ,$$

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

$N_T = F_T \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему, Вт;

$N_B = F_B \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха, Вт;

$N_D = F_D \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции мотоцикла, Вт.

Результаты сводятся в таблицу 2.9. По полученным результатам строится график зависимости мощности от скорости.

Таблица 2.9 - Результаты мощностного баланса

ω_e	190,9	250	250	233,3	250
$N_{кВт}$	10,500	10	7	3,5	0,25
V	5,56	8,33	11,11	13,89	16,67
$N_T, кВт$	5,43	5,9	5,5	3,7	2,96
$N_B, кВт$	0,072	0,243	0,576	1,125	1,946
$N_D, кВт$	0,224	0,342	0,468	0,605	0,754

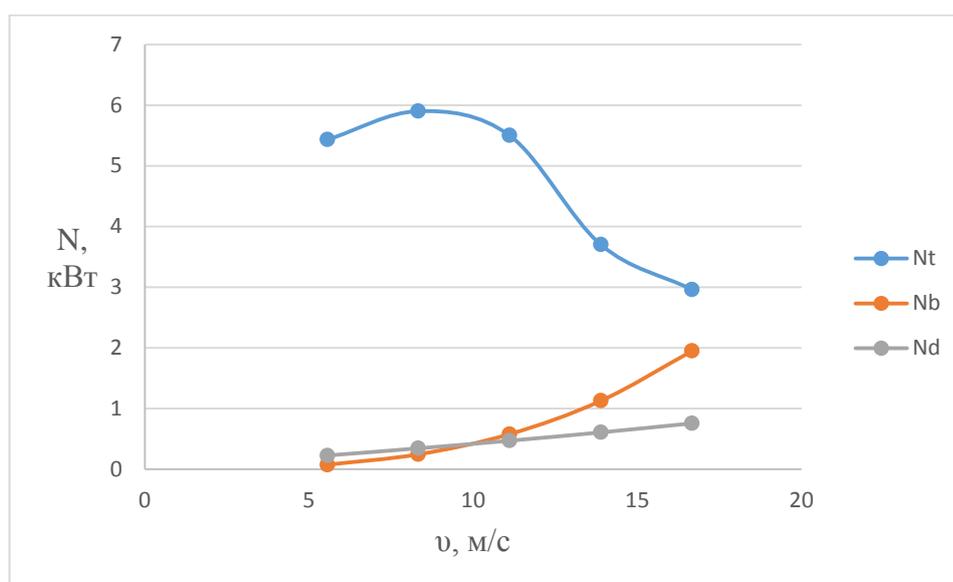


Рисунок 2.8 Мощностной баланс электромотоцикла.

2.3 Проектирование передней вилки и маятника мотоцикла

К подвеске мотоцикла относятся маятник и амортизаторы. Выше в регламенте говорилось, что команды должны изготовить свой маятник. Проанализировав часто используемые конструкции, нами было принято решение – разработать стандартную H – образную конструкцию. 3D – модель маятника изображена на рисунке 2.9.

Данная конструкция будет изготовлена из стали. Решение использовать один амортизатор обосновывается тем, что в маятниках с двумя амортизаторами, амортизаторы располагаются ближе к колесу, а не к основанию маятника. Это приводит к тому, что поршень внутри амортизаторов проходит почти такое же расстояние, что и маятник, а это в свою очередь приведет к эффекту вспенивания масла внутри амортизаторов, из – за этого амортизаторы будут хуже обрабатывать неровности. У маятника с одним амортизатором, амортизатор крепиться посередине ближе к основанию маятника, поэтому поршень амортизатор будет проходить намного меньшее расстояние, чем поршень в системе с двумя амортизаторами.

Поэтому данной конструкции будет легче справляться с большими кочками и быстрее справляться с маленькими кочками.



Рисунок 2.9 – Маятник

Маятник изготовлен из стали AISI 1020. Был проведен прочностной анализ на кручение. На рисунке 2.10 представлена схема нагружения и результаты нагружения. Точка нагрузки прикладывалась в точке касания колеса грунта перпендикулярно колесу $F=400\text{ Н}$.

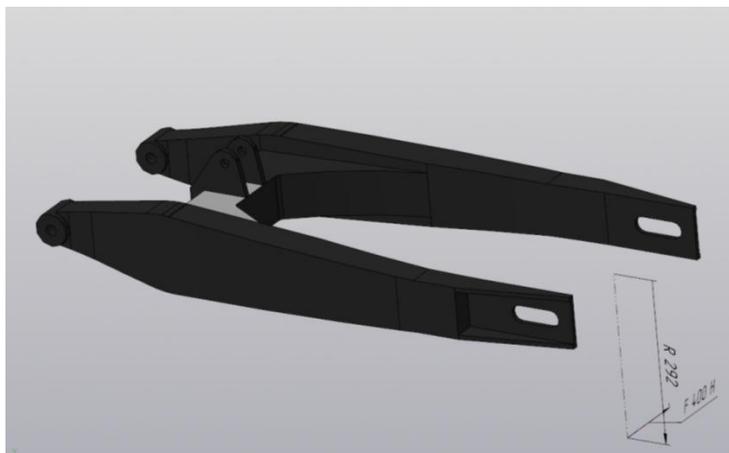


Рисунок 2.10 – Схема нагружения маятника

На рисунке 2.11 представлены результаты нагружения. Максимальное напряжение составило 184,1 МПа, не превышает предел текучести 245 МПа.

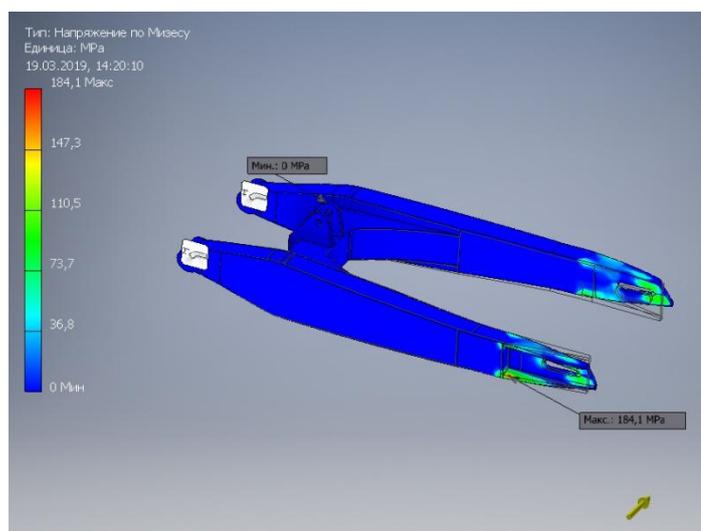


Рисунок 2.11 – Максимальное и минимальное напряжение по Мизесу

На рисунке 2.12 показано максимальное и минимальное смещение. Максимальное смещение составляет 0,37 мм.

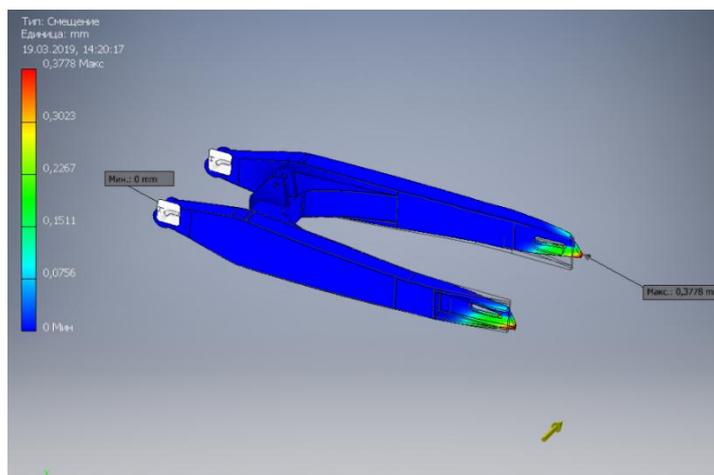


Рисунок 2.12 – Максимальное и минимальное смещение

Также после проведения прочностного анализа была проведена проверка максимального хода заднего амортизатора.

На рисунке 2.13 изображены положения максимального и нормального положения амортизатора. В электромотоцикле используется амортизатор TTR-125 (L-315mm, d=10mm). Ход амортизатора 80 мм.

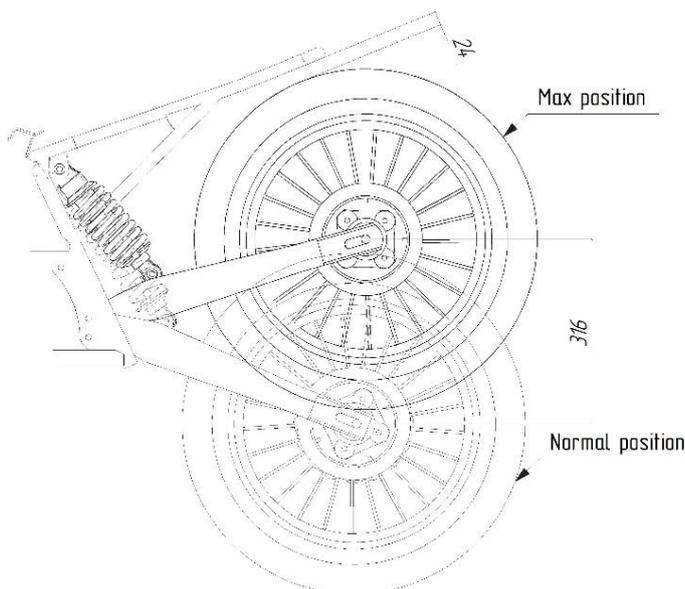


Рисунок 2.13 – Максимальный и нормальный ход задней подвески

В электромотоцикле используются покупные амортизаторы передней вилки от питбайка Irbis TTR 125, длина которых составляет - 750мм. Диаметр и длина пера - 48мм.

При нагружение передней вилки рассматривались две ситуации, первая ситуация имитировала удар в бордюр, вторая ситуация имитировала боковой удар при приземлении. Схема нагружения приведена на рисунке 2.14.

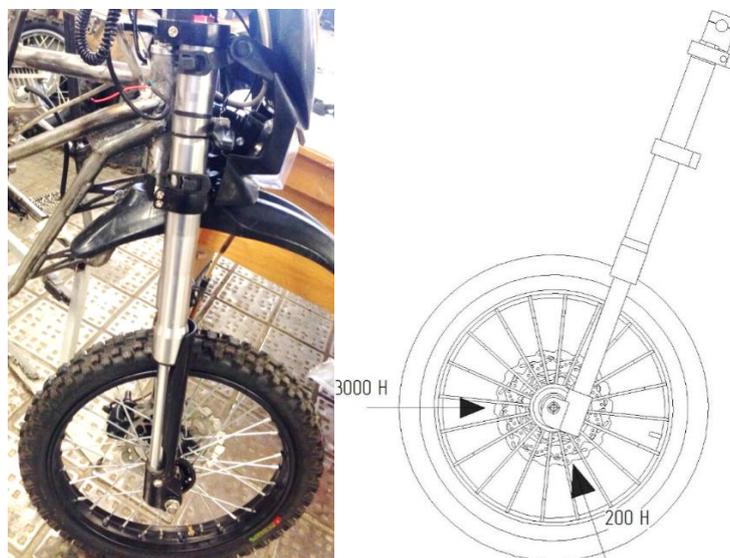
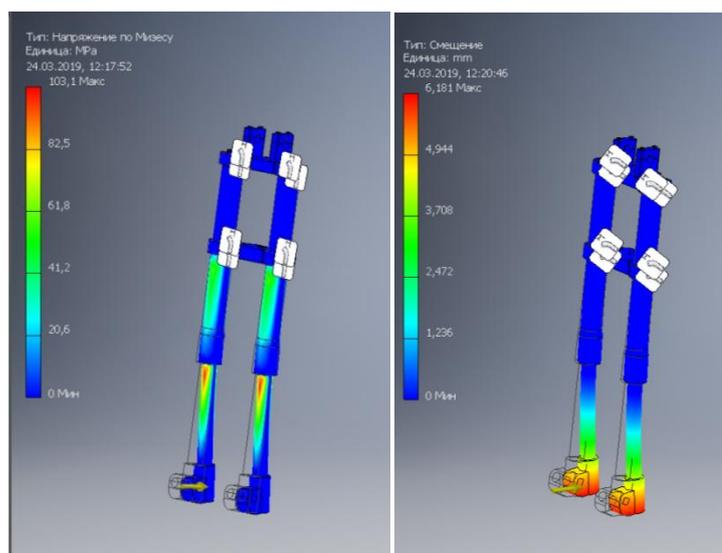


Рисунок 2.14 – Передняя вилка электромотоцикла и схема нагружения

В первом случае сила нагружения в 3 кН имитирует удар в бордюр высотой 20 см при скорости в 54 км/ч. На рисунке 2.15 приведены



а)

б)

а) напряжение по Мизесу; б) смещение

Рисунок 2.15 – Результаты нагружения.

Из результатов видно, что максимальное напряжение по Мизесу равно 103 МПа, и не превышает предел текучести алюминия 6061 (предел текучести 276 МПа).

По результатам смещения, наибольшее смещение происходит по оси $x=5,97$ mm, по $y = 3$ mm, $z = 0,046$ mm.

Второе случай имитирует ситуацию, когда мотоцикл после прыжка приземляется на немного повернутое колесо. Сила нагружения составляет – 200 Н.

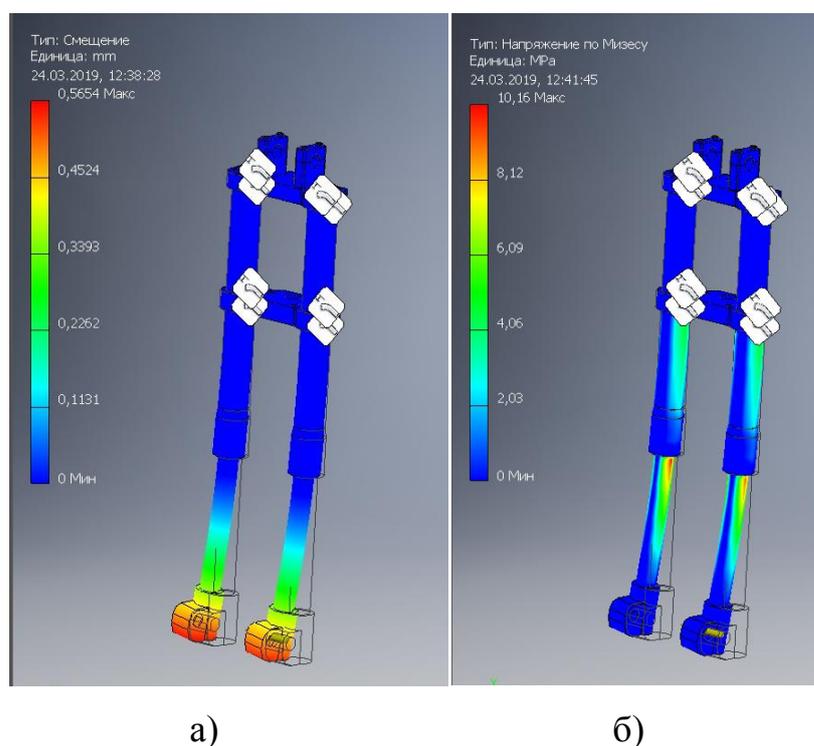


Рисунок 2.16 – Результаты нагружения.

Максимальное смещение происходит по оси $z = 0,56$ mm; и не значительные смещения по оси $x = 0,069$ mm, $y = 0,054$.

После получения результатов нагружения были проверены максимальные хода подвески и рулевого управления.

На рисунке 2.17 показан максимальный и нормальный ход передней подвески (ход передней вилки 100мм)

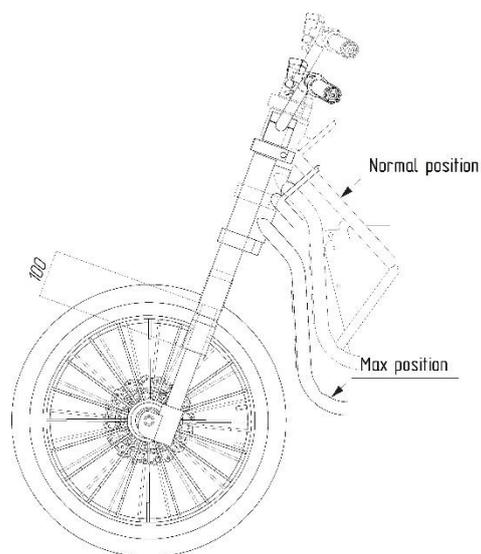


Рисунок 2.17 – Максимальный и нормальный ход подвески

На рисунке 2.18 изображено максимальное и нормальное положение руля. Максимальный угол поворота руля – 45 градусов в одну сторону.

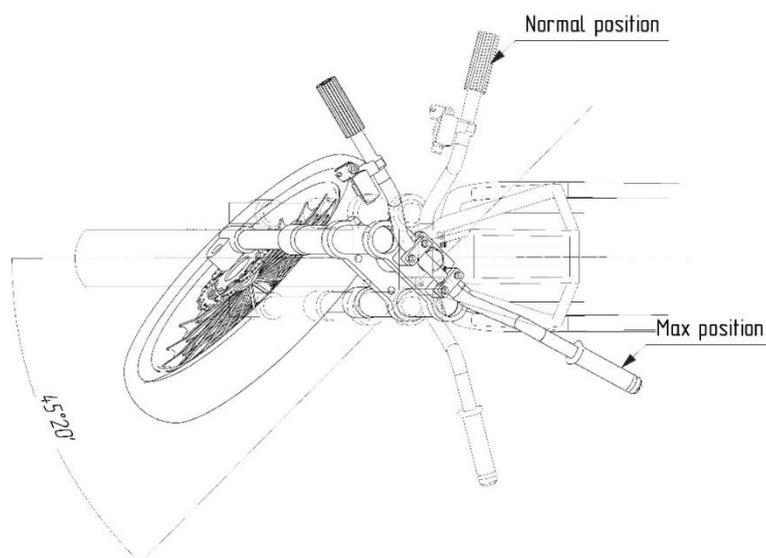


Рисунок 2.18 – максимальный и нормальный ход подвески

2.4 Проектирование и расчет рамы

2.4.1 Проектирование рамы

Работа над мотоциклом начинается с проектирования рамы. Разработка рамы начинается с определения базовых расстояний, точек, угла наклона

вилки. Одним из таких расстояний является колесная база, минимальных и максимальных ограничений в регламенте нет. Но чем длиннее будет колесная база, тем менее маневренным будет электромотоцикл. Колесная база нашего электромотоцикла составляет 1237 мм, данное расстояние обеспечивает нам необходимую манёвренность. Следующий важный элемент - угол наклона рулевой колонки. Этот элемент влияет на устойчивость и управляемость мотоцикла. Измеряется этот угол между вертикалью и осью, проходящей через центр рулевой колонки. Чем больше вылет рулевой колонки, тем лучше устойчивость мотоцикла при движении по прямой, но при этом с увеличением вылета мотоцикл будет сложнее вывести из прямолинейного движения. Угол рулевой колонки регулируется двумя способами: увеличением диаметра заднего колеса, чем меньше заднее колесо, тем больше угол наклона рулевой колонки и вылет, или опустить траверсы по трубам телескопической трубки. Что бы оценить поведение мотоцикла на дороге рассчитывают коэффициент устойчивости R. Рассчитывается по формуле 1.

$$R = \frac{c}{L+c} * 100\%, \quad (2.21)$$

где c- вылет; L- колесная база.

Коэффициент устойчивости нашего электромотоцикла равен 5, 2 %. Для классических мотоциклов величина коэффициента устойчивости обычно составляет 6,3-7,0%, но для юрких спортбайков он находится в пределах 5%.

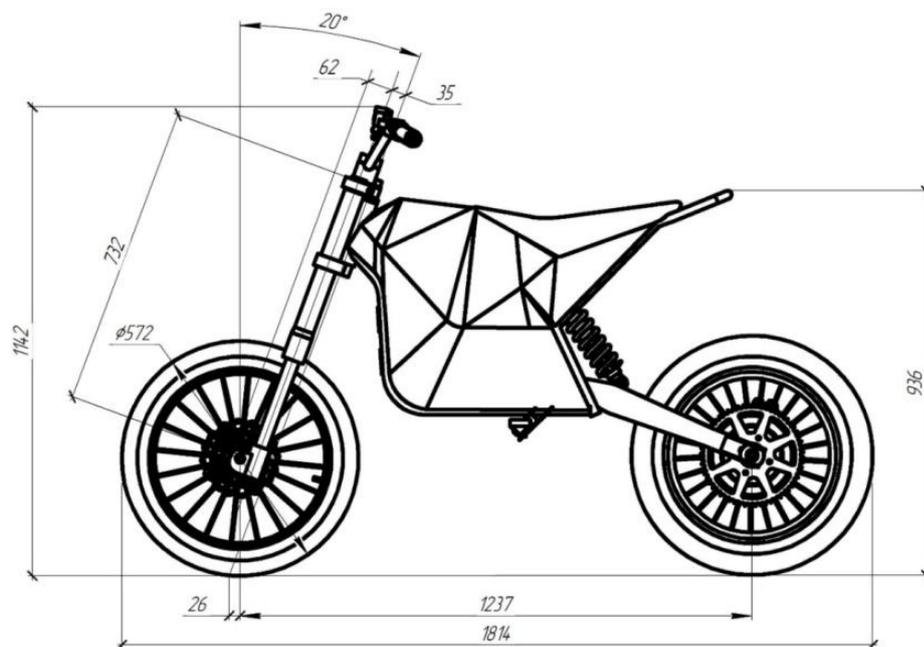


Рисунок 2.19–Общий вид электромотоцикла

Рама электромотоцикла изготавливается из стальных труб AISI 1020, для уменьшения веса используются трубы разного диаметра с разной толщиной стенки. Таким образом, рама электромотоцикла весит 13 кг.

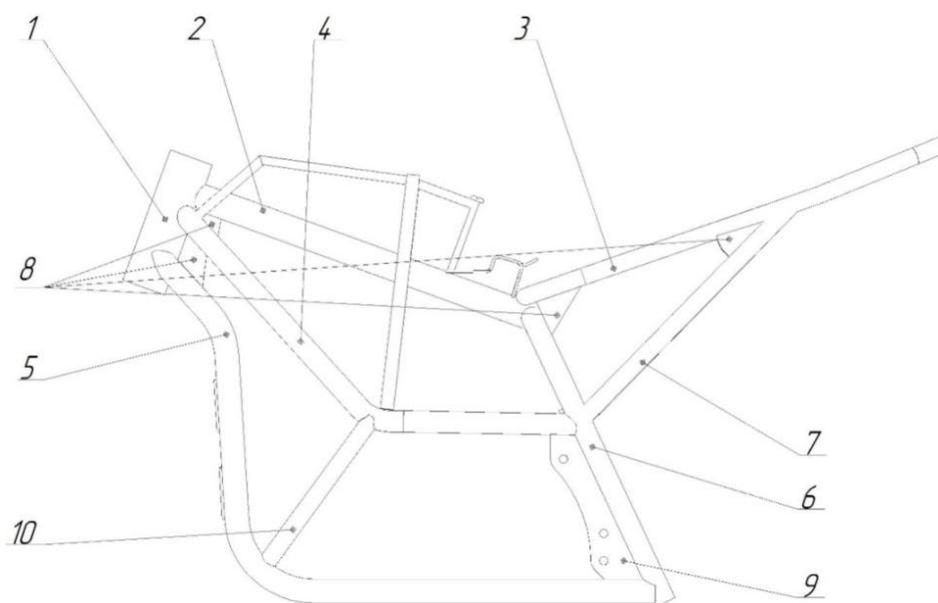


Рисунок 2.20 - Рама электромотоцикла

В таблице 2.10 представлена спецификация труб рамы электромотоцикла.

Таблица 2.10 - Спецификация труб электромотоцикла

Наименование	Используемые трубы	Длина(мм)	Кол-во
Рулевой стакан	52 x 3	162	1
«Хребет» рамы	32 x 2,5	410	1
Труба сидения	20 x 1,8	1180	1
Верхняя диагональная распорка	25 x 2,5	584	2
Нижняя диагональная распорка	25 x 2,5	845	2
Распорка двигателя и маятника	25 x 2,5	850	1
Поддержка труб сидения	20 x 1,8	400	2

2.4.2 Расчет рамы электромотоцикла

Прочностной анализ проводился согласно схеме нагружения представленной на рисунке 2.21, где сила прикладывается удаленно в центр колеса, имитируя удар в переднее колесо при скорости в 54 км/ч. Сила нагружения равна 3 кН.

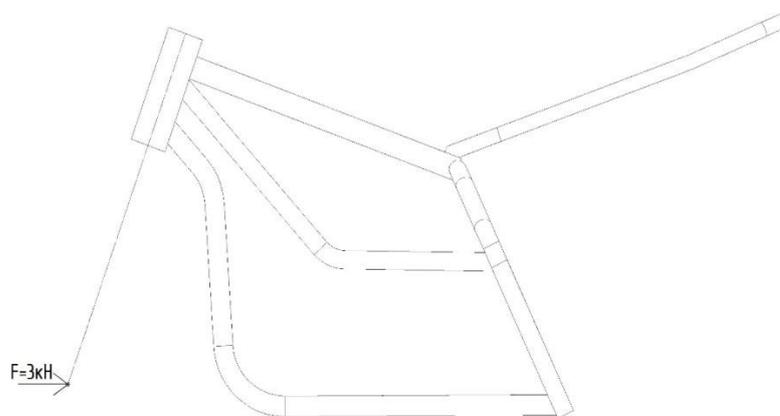


Рисунок 2.21 – Схема нагружения

Из результатов нагружения минимальный коэффициент запаса прочности составляет 5,62 (рисунок 2.22). Чем больше коэффициент запаса прочности, тем прочнее конструкция. Но больший коэффициент запаса может привести к утяжелению конструкции.

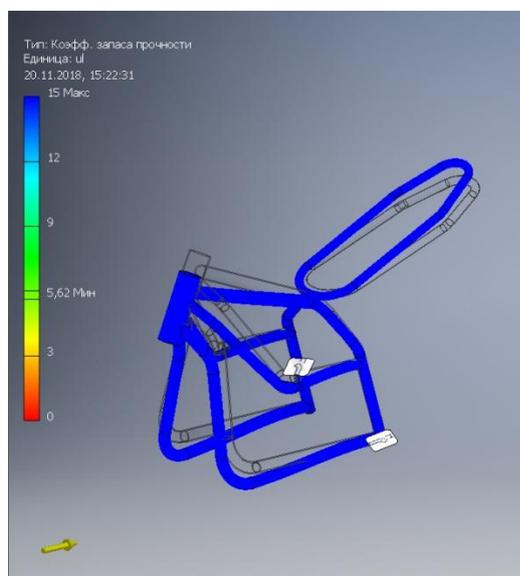


Рисунок 2.22 - Коэффициент запаса прочности

На рисунке 2.23 представлено максимальное смещение. Основная нагрузка приходится на «рулевой стакан», по оси $x_{\max}=0,5$ мм, по оси $y_{\max}=0,9$ мм, $z_{\max}=0,1$ мм.

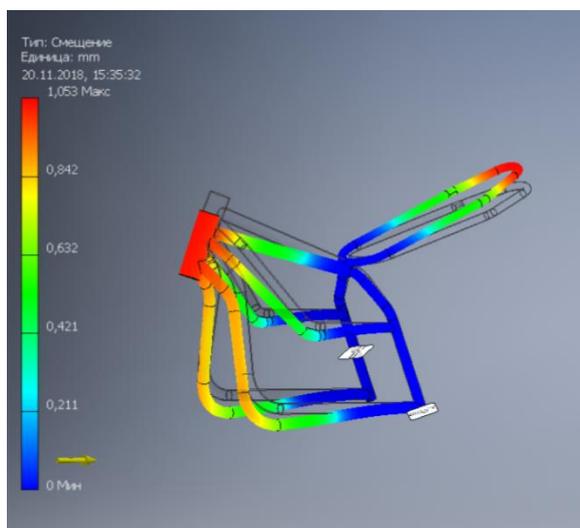


Рисунок 2.23 - Смещение (мм)

Из результатов на рисунке 2.24 видно, что максимальное напряжение по Мизесу возникает в точках крепления диагональных распорок к распорке двигателя и равно 122,5 МПа. «Максимальное напряжение по Мизесу основывается на теории Мизес-Хенки (Mises-Hencky), также она известна как теория энергии формоизменения. Данная теория утверждает, что пластичный материал начинает повреждаться в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению.[5] В большинстве случаев, предел текучести используется в качестве предельного напряжения. Сталь 20 имеет предел текучести 250 МПа.» Следовательно, из полученных результатов можно сделать вывод, что рама электромотоцикла соответствует всем прочностным характеристикам.

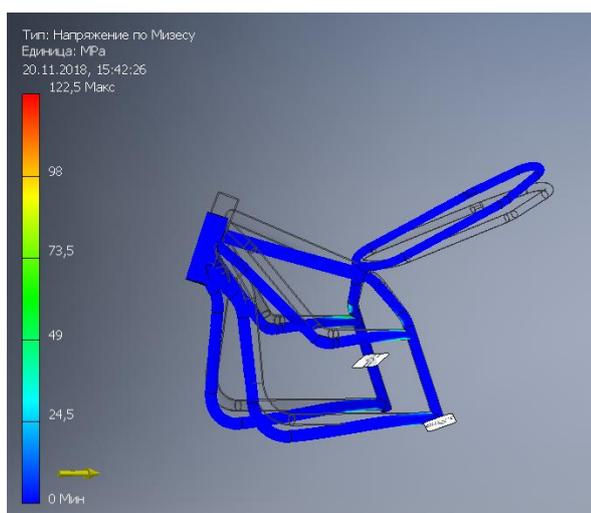


Рисунок 2.24 - Напряжение по Мизесу (МПа)

2.5 Компоновка узлов электромотоцикла

2.5.1 Электродвигатель

Ранее нами был выбран бесколлекторный бесщеточный электродвигатель RV-120Es (рисунок 2.25). Данный тип электродвигателя почти не имеет изнашиваемых деталей. [2]

У коллекторных двигателей, щетки всегда находятся в постоянном контакте с коллектором, и в результате высоких оборотов в местах их

соприкосновения возникает трение, которое вызывает износ коллектор и щеток, что впоследствии приводит к потере эффективной мощности электродвигателя.

К плюсам бесколлекторного двигателя относят отсутствие щеток и коллектора (поэтому такие моторы очень надежны и эффективны), имеет датчик положения ротора.

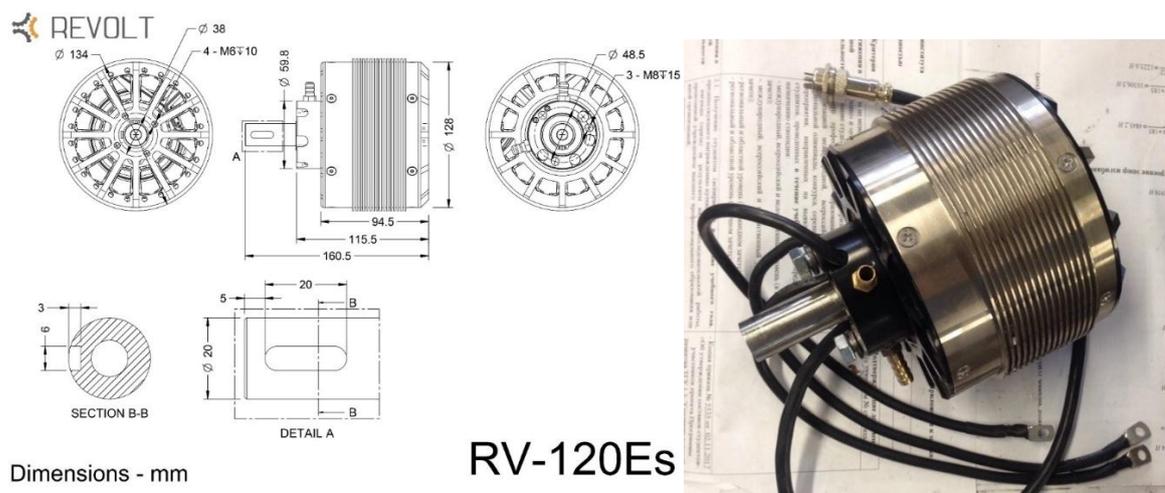


Рисунок 2.25– Электродвигатель RV-120Es

2.5.2 Синусный контроллер

К электродвигателю был подобран недорогой синусный контроллер KLS7245H, 24V-72V, 350A. Этот контроллер считается умным, так как он самонастраивающийся, его можно запрограммировать под свои характеристики, определяет положение ротора не только по датчику двигателя, но и по обратной эдс. Обратная – эдс, на выходе выдает синусный график, это позволяет двигателю плавно включаться и тихо работать, что увеличивает эффективность и срок службы электромотора. Поэтому данный контроллер является оптимальным по отношению цена – качество. [4]

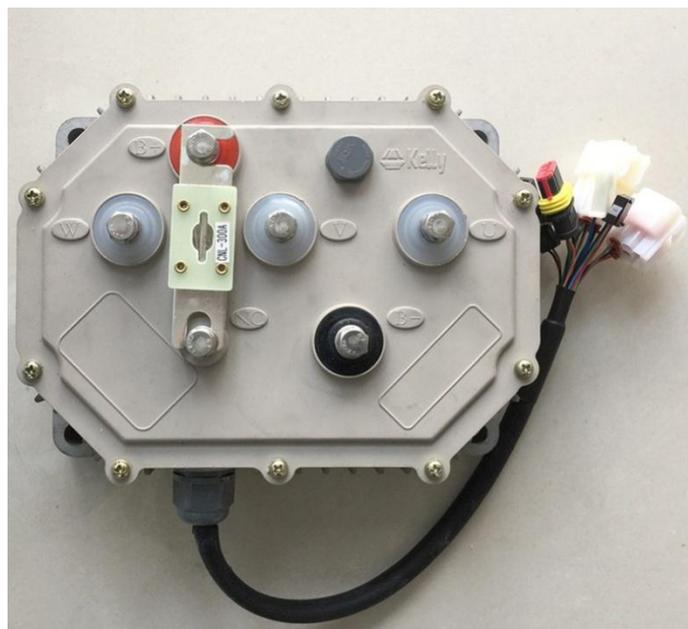


Рисунок 2.26– Контроллер двигателя KLS7245H,24V-72V,350A

2.5.3 Аккумулятор

Следующим важным электрокомпонентом электромотоцикла является аккумулятор. В данном электромотоцикле используются переработанные ячейки от вышедшего из строя автомобиля Tesla. Основная идея конструкции аккумулятора заключается в стремлении перехода к цифровому производству, что позволит минимизировать ручной труд. Сборка аккумулятора происходит следующим образом: сначала каждую батареечку надевается термоусадка. После склеиваем батарейки между собой, затем с помощью никелевой ленты батарейки свариваются между собой в ряд по 9 штук.

Так после сварки ячеек в ряд, сваривают два ряда, по 9 батареек, последовательно между собой, образуя группу. В сумме нам необходимо 13 групп. Группы разбиваем на два блока. Каждую группу в блоке проклеиваем между собой. Затем подсоединяем провода и контроллер. Такое количество ячеек позволяет получить необходимую емкость аккумулятора. Емкость аккумулятора рассчитывалась из затрат энергии на 100 км при скорости 60 км/ч и потребляемой мощности 1,5 кВт.

По подсчетам электромотоцикл тратит 1,6 часа на 100 км. По формуле (2.22) определим, сколько энергии нужно затратить на данный путь.

$$E = t * W = 1,6 * 1,5 = 2,4 \text{кВт*ч} \quad (2.22)$$

где t – затраченное время; W – затраченная мощность.

Нами будут использоваться батарейки типоразмера 18650 с напряжением 3,7 В и электроемкостью 2,9 А*ч. По формуле 2.23 определим элеткроэнергию для одной ячейки.

$$E = C * U = 2,9 * 3,7 = 10,73 \text{ Вт*ч}. \quad (2.23)$$

где C – электроемкость батарейки; U – напряжение батарейки.

Типоразмер 18650 означает диаметр 18 мм и длина 65 мм. Данный тип батареек очень распространен на современном рынке. Они используются в фонарях, ноутбуках, в электронных инструментах и т.д.

Количество необходимых ячеек для аккумулятора считаем по формуле 2.24.

$$\text{Кол-во} = \frac{E_{\text{необх}}}{E_{\text{од.батарейки}}} = \frac{2400}{10,73} = \sim 233 \text{ ячейки} \quad (2.24)$$

где $E_{\text{необх}}$ - необходимое количество электроэнергии; $E_{\text{од.батарейки}}$ - электроэнергия необходимая для одной батарейки.

Электроемкость аккумулятора определяется по формуле 2.25.

$$C = C_{\text{батарейки}} * \text{Кол-во групп} = 2,9 \text{ (А*ч)} * 233 \text{ ячейки} = 675,7 \text{ А*ч}, \quad (2.25)$$

где $C_{\text{батарейки}}$ – электроемкость одной батарейки.

Аккумулятор состоит из n - групп, в каждой группе будет n -количество ячеек. Ячейки соединяются параллельно, а группы последовательно. [8]

Количество групп определяется как разность необходимого напряжения к напряжению приходящему на одну батарейку по формуле 2.26.

$$\text{Кол-во} = U_{\text{нуж}} / U_{\text{бат}} = 48 / 3,7 = 13 \text{ групп}, \quad (2.26)$$

где $U_{\text{нуж}}$ – необходимое кол-во напряжения; $U_{\text{бат}}$ - напряжение батарейки.

На рисунке 2.27 представленная 3D– модель группы аккумулятора.

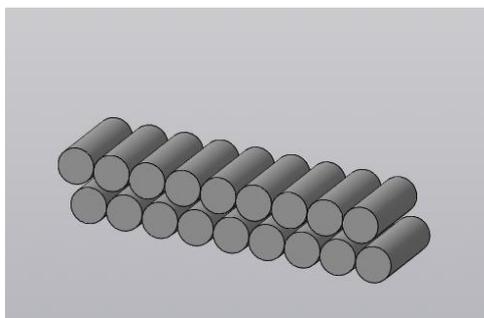


Рисунок 2.27– 3D модель группы из 18 ячеек

Количество ячеек, приходящих в одну группу определяется как разность всего количества ячеек необходимых для аккумулятора на количество групп, определяется по формуле 2.27.

$$\text{Кол-во} = \text{Кол-во ячеек} / \text{Кол-во групп} = 233 / 13 = 18. \quad (2.27)$$

Таким образом, благодаря расчетам было определено необходимое количество ячеек и групп, что позволяет определить не только его стоимость, но и габариты, построив 3D модель.

Так как во время соревнований мотоцикл будет проходить тест на «дождь», то аккумулятор должен быть герметичным, поэтому нами был разработан и напечатан на 3D-принтере корпус аккумулятора. Внутри корпуса расположены текстолитовые пластины для изоляции батарей аккумулятора.

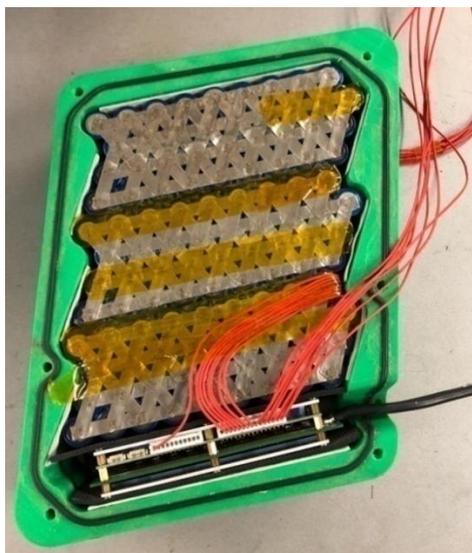


Рисунок 2.28– Сборка одной половинки аккумулятора

Демонтаж аккумулятора осуществляется через низ рамы путем вытаскивания шпилек. С одной стороны шпильки зафиксированы гайками и с другой стороны шплинтом, это позволяет быстро вытащить шпильки, после чего аккумулятор по направляющим скатывается вниз. Демонтаж аккумулятора не занимает более 30 секунд.

2.5.4 Контроллер аккумулятора

Для корректной работы аккумулятора необходим контроллер, который будет выравнивать уровень заряда в каждой ячейке аккумулятора. В нашем электромотоцикле используется 8-24 cells smart BMS (рисунок 2.29). Он позволяет выравнивать напряжения на выходе. Во – вторых, данный контроллер следит за уровнем заряда/разряда каждой ячейки, так как из –за перезаряда или полной разрядки одной ячейки, аккумулятор перестанет работать и его нельзя будет починить. [3]

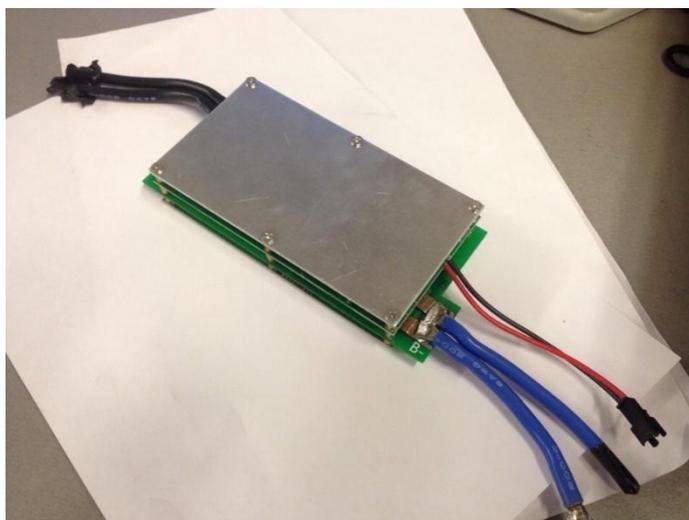


Рисунок 2.29– Контроллер аккумулятора 8-24 cells smart BMS

2.5.5 Обвес электромотоцикла

Обвес мотоцикла состоит из передней блок-фары и боковых накладок, переднего и заднего крыла, сиденья. Боковые накладки изготовлены из стекловолокна (рисунок 2.30). Передний обвес изготовлен из пластика. В

конструкции используется стандартное переднее крыло. А для изготовления заднего крыла использовался материал полиэтилен.



Рисунок 2.30 –Боковые накладки на электромотоцикл

За основу конструкции сиденья был взят сиденье мотоцикла TTR125, в котором были оптимизированы кронштейны крепления к раме, а также обивка сиденья.

Данное сиденье представляет собой своеобразную трехслойную конструкцию: пластиковое основание с кронштейнами, поролоновая прокладка и кожаная обивка (рисунок 2.32).



Рисунок 2.31–Сидение электромотоцикла

2.6 Оптимизация конструкции рамы

После проведения прочностного анализа по рисунку 2.20 можно заметить, что были добавлены распорки сидения(7), распорка диагональных труб (10), и для усиления стакана были добавлены косынки (8), так как основная нагрузка приходится на него. Так же сверху были добавлены трубы квадратного профиля 10x10x2 мм, чтобы обеспечить площадку для расположения системы готовности к движению ключ – кнопка. К этим же трубам добавлены кронштейны крепления обвеса мотоцикла.

В передней части мотоцикла добавлены перфорированные стальные кронштейны и направляющие для поддержки и базирования аккумулятора.

Во время оптимизации рамы были добавлены кронштейны контроллера из катаного уголка.

3 Технологическая часть. Разработка стапеля для сборки рамы

Для обеспечения быстрой сборки и сварки рамы был разработан каркасно-сборочный стапель из 10 мм фанеры, так как фанера обладает низкой стоимостью и высокой технологичностью, и подходит для сборки небольших конструкций небольшой массы. [6]

Данный стапель состоит из сборочных пластин, которые собираются между собой посредством пазов или крепежных изделий.

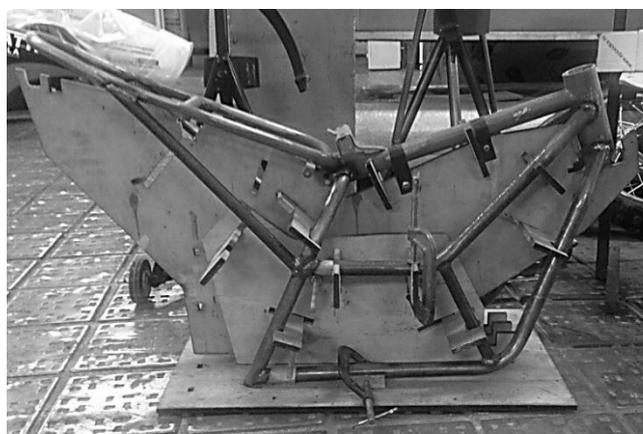


Рисунок 3.1– сборка стапеля с рамой.

Сборочные пластины в стапеле делятся на два типа:

1. Пластины, которые фиксируют трубы в нужном положении;
2. Пластины, которые осуществляют только базирование.

Данный стапель удобен тем, что после сварки рамы, рама легко достается из стапеля без его разбора.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Производственная деятельность организаций регламентируется положениями по охране труда, который обеспечивает безопасность на рабочем месте. Разработка документации ведется с оглядкой на зарубежный опыт в машиностроении, а также на свежие нормативные документы РФ. На предприятии систематизированы все необходимые данные для поддержания культуры безопасности, каждый работник проходит инструктаж, систематически проходит семинары по повышению квалификации, что является главными факторами для создания безопасных условий труда на производстве. Для производства электромотоциклов необходимы сварщик, сборщик, слесарь и электротехник.

Сварщик

Таблица 4.1 – Идентификация ОВПФ сварочных работ

Направлен ие работы	Сущность работы	Перечень необходимого оборудования	ОВПФ
1	2	3	4
Сварочны е работы	Сварка деталей	Сварочная оснастка, источник сварочного тока, ручной инструмент.	<u>Физические</u> :- механизмы, изделия. Острые кромки; - повышенная запыленность и загазованность; - высокая температура.

Продолжение таблицы 4.1

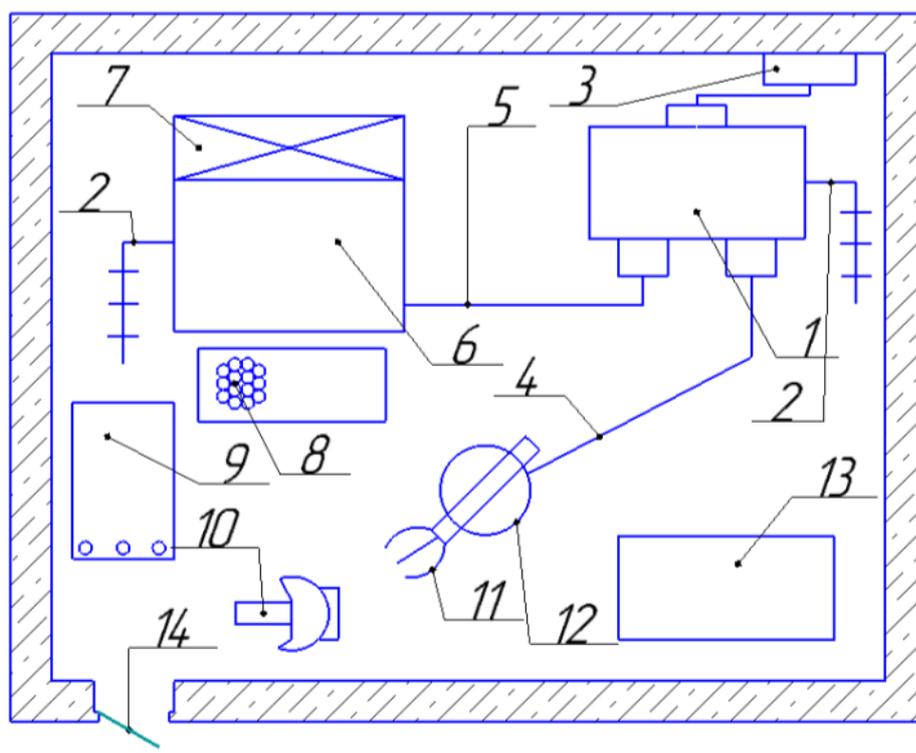
1	2	3	4
			<p>Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, излишняя яркость сварочной дуги поверхностей;</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума; - воздействие электрического тока; - искры, брызги расплавленного металла; - физические перегрузки. <p>Воздействие переменных полей и ионизирующих излучений.</p>
			<p><u>Химические</u>:- сварочные и другие аэрозоли, газы</p>

Локальными нормативными актами для данного рабочего были определены следующие требования по технике безопасности:

- необходимо подготовиться и произвести сборку перед сварочными операциям;
- проверка работоспособности и настройка рабочего оборудования происходит перед работы началом;

- прохождение инструктажей и аттестация по соблюдению требований пожарной безопасности;
- систематическая проверка знаний по технике безопасности и охране труда;
- регулярная проверка здоровья и медицинские осмотры;
- соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- соблюдать пожарную безопасность и правила охраны труда на рабочем месте.

Организация рабочего места сварщика представлена на рисунке 5.1:



1 –сварочный аппарат; 2- заземление; 3 –силовой провод питания; 4 - шланг для подачи проволоки и газа; 5 - обратный токоподводящий провод; 6 - верстак; 7 - вентиляция; 8 - резиновая изоляция рабочего; 9 - проволока; 10 - щиток; 11 - пистолет для подачи проволоки и газа; 12 - стул; 13 - ящик для отходов; 14 - дверной проем

Рисунок 4.1 – Рабочие место для проведения сварочных работ

К основным задачам сварщика относятся:

- производить сварку конструкций из любых материалов, которые обладают необходимыми свойствами;
- выполнять прихватки деталей;
- ликвидировать дефекты по средствам зачистки;
- резать простые детали с помощью дуговой сварки;
- Осуществлять контроль качества сварочного шва и его проникание в материал после сварки, специальными инструментами;

Сборщик

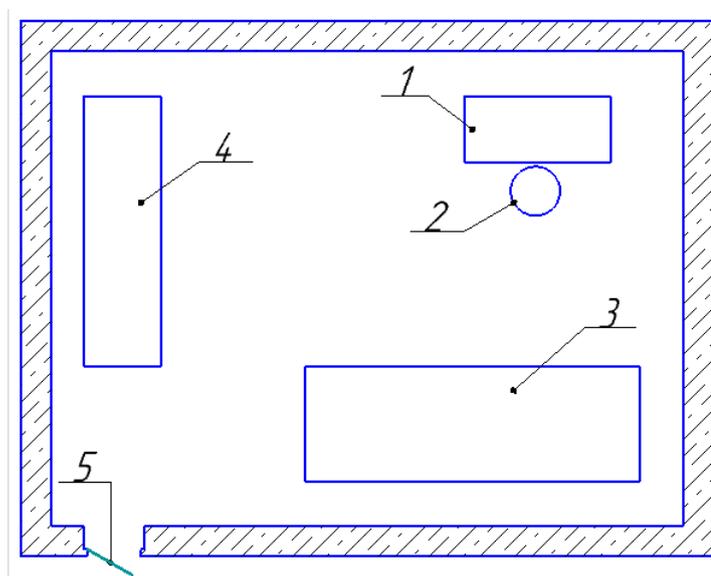
Таблица 4.2– Идентификация ОВПФ сборочных работ

Направлен ие работы	Сущность работы	Перечень необходимого оборудования	ОВПФ
Сборочны е работы	Сборка узла с упором на чертежи и модели	- верстак- ручной инструмент (зубило, молоток), - измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник).	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части разрушившегося изделия, конструкции; -острые кромки; - повышенный уровень шума; - физические перегрузки

Для данного рабочего действуют требования по технике безопасности следующие:

- ознакомление с инструктажами по технике безопасности
- промышленная санитария (чистота рабочего места)
- дисциплина на рабочем месте;
- использование оборудования по назначению;
- при обнаружении поломки - сообщать спецгруппе по ремонту оборудования;
- использование средств индивидуальной защиты.

Зона проведения сборочных работ указана на рисунке 5.2



1 - рабочий место; 2- стул; 3 - верстак; 4 - инструментальный шкаф; 5 - дверной проем.

Рисунок 4.2 – Рабочие место для проведения сборочных работ

Основными задачами сборщика является:

- сборка деталей или узлов конструкции в кондукторе по чертежу либо модели;
- проверка точности установки деталей с опорой на чертежи при помощи измерительных инструментов;
- указание примечаний для дальнейшей работы с данным узлом (деталью)

Слесарь

Таблица 4.3– Идентификация ОВПФ слесарных работ

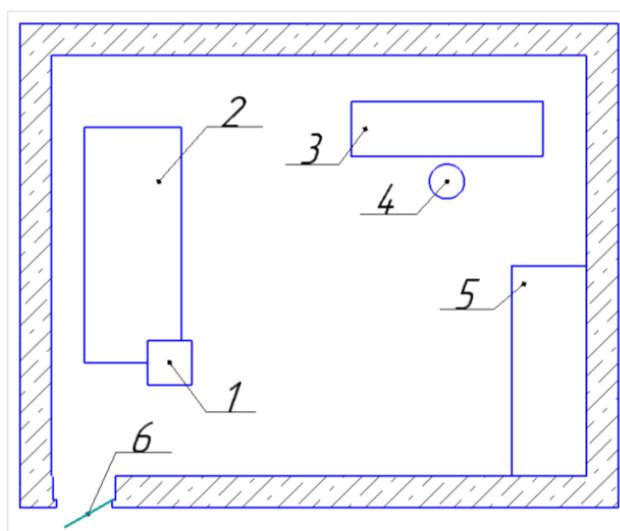
Направление работы	Сущность работы	Перечень необходимого оборудования	ОВПФ
1	2	3	4
Слесарные работы	Резка и заторцовка труб согласно эскизам	- верстак- ручной инструмент (зубило, молоток), - слесарные тиски- измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник).	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части разрушившегося изделия, конструкции. - острые кромки; - повышенный уровень шума; - физические перегрузки; - локальная вибрация.

Для данного рабочего действуют требования по технике безопасности:

- регулярная аттестация на знания пожарной безопасности и охраны труда;
- необходимость прохождения медицинских осмотров;
- обязательно соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- нарушающие правила охраны труда требования запрещены к выполнению;

- докладывать вышестоящему руководству о неисправностях и прекращать работу при их обнаружении;
- использовать специальное снаряжение во время работы;
- проверка всего оборудование перед началом работы;
- проверка исправности всего опорного и фиксирующего оборудования перед началом работы;
- использование средств индивидуальной защиты.

Рабочее место слесаря изображено на рисунке 4.3:



1 - слесарные тиски; 2- верстак; 3 - рабочий стол; 4 - стул; 5 - шкаф для инструментов; 6 - дверной проем.

Рисунок 4.3 – Рабочее место сварщика

К основным задачам слесаря относятся:

- контурная обработка листового металла;
- раскрой металла любой марки;
- торцевание под разными углами всевозможного проката
- соблюдение заданных размеров при обработке и их контроль после.

Электротехник

Таблица 5.4 – Идентификация ОВПФ электротехник

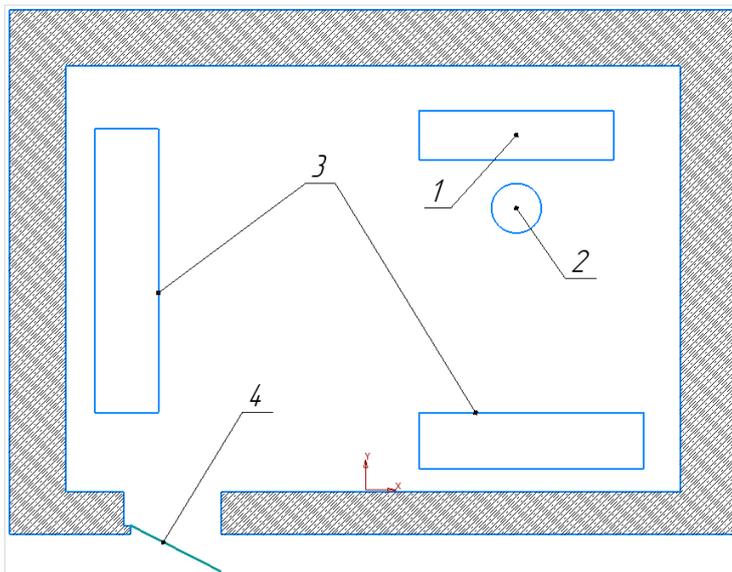
Направлен ие работы	Сущность работы	Перечень необходимого оборудования	ОВПФ
Электроте хника	-Подключение электрокомпон ентов электромотоци кла согласно электро-схем. -Настройка электродвигате ля и контроллера -Сборка аккумулятора - Разработка Smart-системы.	- сварочный аппарат для точечной сварки аккумулятора; - ручной инструмент (плоскогубцы, отвертки, кусачки и тд). - мультиметр - измерительные инструменты (линейка, рулетка, треугольник). - Паяльное оборудование.	<u>Физические:</u> - движущие машины, механизмы, изделия, части разрушившегося изделия, конструкции; -острые кромки; - электромагнитные излучения. <u>Химические:</u> - вредных химических веществ.

Для данного рабочего действуют требования по технике безопасности:

- обязательно соблюдения правил внутреннего распорядка предприятия;
- регулярная аттестация на знания пожарной безопасности и охраны труда;
- проверка исправности и готовности оборудования перед началом работы;
- прохождение медицинского обследования;

- использование средств индивидуальной защиты.

На рисунке 5.4 изображено место работы электротехника.



1 - рабочий стол; 2 - стул; 3 - шкаф для инструментов; 4 - дверной проем.

Рисунок 5.4 – Рабочее место электротехника

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены требования соревнований SmartMotoChallenge. Изучены и проанализированы аналоги электромотоциклов.

Во втором разделе была разработана трубчатая рама и маятник для электромотоцикла. Подобран электродвигатель и проведен тягово-динамический расчёт. Проведены расчеты на прочность рамы, маятника и передней вилки мотоцикла. Результаты подтвердили всю прочность и надежность конструкций. Подобраны и описаны основные электро-элементы мотоцикла.

В третьем разделе была разработана технологическая оснастка для изготовления рамы электромотоцикла. Данная оснастка позволяет точно изготовить раму.

В четвертом разделе описаны основные требования безопасности и экологичности выполнения работ.

Таким образом, итогом выполнения работы стал спроектированный и изготовленный электромотоцикл, удовлетворяющий всем требованиям соревнований SmartMotoChallenge.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Smart Moto Challenge Rules 2019 [Электронный ресурс]// URL:http://www.smartmotochallenge.org/images/bsmc/motosport/rules/SM_C_RULES_2019.pdf (дата обращения: 12.11.2018)
2. Revolt[Электронный ресурс] // URL: <http://www.revolt.org.il/rv-120-model/rv-120-regular/> (дата обращения: 18.01.2019)
3. 8-24 cells smart BMS system [Электронный ресурс] // URL: <https://www.lithiumbatterypcb.com/product/7s-8s-10s-li-ion-or-lifepo4-battery-smart-bluetooth-bms/> (дата обращения: 18.01.2019)
4. KLS7245H,24V-72V,350A,Sealed Sinusoidal Wave BLDC motor controller For 4000W-5000W Hub Motor[Электронный ресурс] // URL: <http://www.qsmotor.com/product/cls7245h24v-72v350asealed-sinusoidal-wave-blcd-motor-controller-for-4000w-5000w-hub-motor> (дата обращения: 03.02.2019)
5. von Mises yield criterion [Электронный ресурс] // URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Von_Mises_yield_criterion (дата обращения: 23.01.2019)
6. Шерстобитова, О.О., «Разработка модульной каркасно-сборочной технологической оснастки для производства элементов спортивно-гоночных автомобилей»/ О.О. Шерстобитова, Д.А. Мошко / Ежегодный сборник трудов "Студенческие инженерные проекты".-2017. – 205-207 с.
7. Методика расчета передаточного числа трансмиссии электромобиля[Электронный ресурс]// URL: <http://www.niiae.ru/articles/metodika.pdf>. (дата обращения: 15.03.2019)
8. Электромобиль своими руками [Электронный ресурс] // URL: <https://goldenmotor.ru/electromobil-svoimi-rukami> (дата обращения: 01.02.2019)

9. Оснастка технологическая [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оснастка_технологическая (дата обращения: 11.12.2018)
10. Лебедев, В. А. Технология машиностроения: Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 361с.
11. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
12. Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
13. Расторгуев, Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
14. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. (дата обращения: 15.04.2019)
15. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
16. Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 304 с (дата обращения: 21.03.2019)
17. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.

18. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
19. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
20. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с. (дата обращения: 15.04.2019)
21. Петрова, М.С. Охрана труда на производстве и в учебном процессе: учеб. пособие. / М.С. Петрова – М.: ЭНАС, 2006.-232с.
22. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах Т2 (Под ред. А.Г. Косиловой 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с., ил.).
23. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. Т.3. - 8-е изд. Перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестоковой. / В.И. Анурьев. - М.: Машиностроение, 2001 . - 864 с.
24. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с. (дата обращения: 11.04.2019)
25. Капрова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 –«Автомобиле и тракторостроение» всех форм обучения / В.Г. Капрова. -Тольятти: ТГУ, 2007. –63 с.
26. Оформление документов на технологические процессы обработки резанием: Метод. указания/Сост. Михайлов А.В.-Тольятти: ТолПИ, 1993.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация маятника

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация технологической оснастки

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание					
		<u>Документация</u>								
	19.БР.ПиЭА.263.01.000СБ	Сборочный чертеж								
		<u>Детали</u>								
1	19.БР.ПиЭА.263.01.001	Основная центральная пластина	1							
2	19.БР.ПиЭА.263.01.002	Вспомогательная центральная пластина	2							
3	19.БР.ПиЭА.263.01.003	Основание стапеля	1							
4	19.БР.ПиЭА.263.01.004	Направляющие пластины основания рамы	2							
5	19.БР.ПиЭА.263.01.005	Основная пластина крепления стакана рамы	2							
6	19.БР.ПиЭА.263.01.006	Верхняя направляющая стакана рамы	1							
7	19.БР.ПиЭА.263.01.007	Нижняя направляющая стакана рамы	1							
8	19.БР.ПиЭА.263.01.008	Распорка стапеля	1							
9	19.БР.ПиЭА.263.01.009	Направляющая верхней диагональной трубы	2							
10	19.БР.ПиЭА.263.01.010	Дополнительная пластина верхней диагональной трубы	1							
11	19.БР.ПиЭА.263.01.011	Дополнительная пластина нижней диагональной трубы	1							
12	19.БР.ПиЭА.263.01.012	Направляющая задней распорки рамы	1							
13	19.БР.ПиЭА.263.01.013	Направляющая труб сидения	1							
		19.БР.ПиЭА.263.01.000								
		Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Шерстидитова О.О.					Проектирование электромотоцикла класса "Smart Moto Challenge" Общая компоновка	Стадия	Лист	Листов
	Пров.	Бабровский А.В.						1	2	
	Н.контр.	Егоров А.Г.						ТГУ, АТД-1501		
	Утв.	Бабровский А.В.								

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Копировал

Формат А4

