

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка трехколесного транспортного средства
с электроприводом

Студент

П.П. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, В.А. Ивлиев

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

Консультанты

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

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

докт. экон. наук, доцент, Е.Г. Пипко

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

канд. пед. наук, доцент, С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на проектирование трёхколёсного транспортного средства с электроприводом и полностью независимой системой подвески, такая подвеска не только обеспечивает благоприятные условия поездки, но и повышает безопасность автомобиля.

В данной выпускной квалификационной работе представлен проект электрического трёхколесного транспортного средств. Проанализировав аналоги разрабатываемого транспортного средства с электроприводом, таких как грузовой электрический велотрицикл «Eltreco Porter», двухместный электротрицикл для пожилых людей «Transporter», электромобиль «Tesla Model S» и электрический мотоцикл «MYBRO MONK», было решено разработать транспортное средство с наименьшей стоимостью и коротким сроком окупаемости

В работе показан новый способ создания автомобилей данного типа, позволяющий избежать трудностей проектирования и изготовления, а также снизить затраты.

В дипломной работе представлена технологическая карта сборки транспортного средства.

В предпоследнем разделе «Безопасность и экологичность транспортного средства» описаны плюсы экологичности и положительного воздействия на окружающую среду трехколесного транспортного средства с электроприводом.

В последнем разделе проводится экономический расчет себестоимости сборки транспортного средства с целью оценить возможности по производству данного транспортного средства. Произведены общие выводы по проделанной работе, отраженные в заключении.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки содержащей 50 страниц машинописного текста, таблиц и чертежей, выполненных на стандартных форматах предусмотренных ГОСТ.

ABSTRACT

This graduation work about designing a three-wheeled vehicle with an electric drive and a fully independent suspension system that allows you to pass more smoothly over the roughness of the roadbed.

The key issue of the graduation work is the electrical design of three-wheeled vehicle, comprising calculated positions of the rack and pinion steering rack and pinion of steering trapezoid, and the calculation of the cost of vehicle assembly and number of personnel required for assembly.

We then analyze the analogues of the developed electric vehicle, such as the “Eltreco Porter” cargo electric Bicycle, the “Transporter” two-seat electric Bicycle for the elderly, the “Tesla Model S” electric car and the “MYBRO MONK” electric motorcycle, we decided to develop a vehicle with the lowest cost and a short payback period.

The graduation work describes in details a new way to create cars of this type, which allows you to avoid the difficulties of design and manufacture, as well as reduce costs.

The senior thesis presents a technological map of the vehicle assembly. There is a section on vehicle safety and environmental friendliness, as well as standards for vehicle assembly.

In the final part of the graduation work, the economic calculation of the cost of assembling a vehicle is given in order to allow you to evaluate your capabilities for the production of this vehicle.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Поиск и анализ аналогов транспортного средства с электроприводом	6
1.1. Первый трехколесный электромобиль.....	6
1.2 Грузовой электрический велотрицикл Eltreco Porter	9
1.3 Двухместный электротрицикл для пожилых «Transporter»	11
1.4 Электрический мотоцикл «MYBRO MONK»	12
1.5 Электромобиль «Tesla Model S».....	14
2. Тяговый расчет	19
3. Проектирование задней подвески.....	23
4. Проектирование передней подвески с рулевым управлением.....	25
5. Проектирование рамы	26
6. Разработка технологического процесса сборки транспортного средства.....	29
7. Безопасность и экологичность транспортного средства	35
8. Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства.....	38
8.1 Расчет себестоимости проектного варианта.....	38
8.2 Расчет статьи затрат «Сырье и материалы»	38
8.3 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»	40
8.4 Расчет статьи затрат «Зарплата основная».....	41
8.5 Подсчет статьи затрат «Зарплата дополнительная».....	43
8.6 Расчет статьи затрат «Отчисления на социальные нужды»	43
8.7 Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» ...	43
8.8 Подсчеты статьи «Общепроизводственные расходы».....	43
8.9 Подсчет статьи «Общественные расходы»	44
8.10 Подсчет статьи «Внепроизводственные расходы».....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	50

ВВЕДЕНИЕ

Электромобиль – автомобиль, приводимый движением несколькими электродвигателями, которые питаются от аккумулятора или топливных элементов. Первый аналог автомобиля с таким двигателем, появился несколько раньше автомобиля с бензиновым двигателем – в 1841 году. Но основной интерес к электромобилям возник только в 60-х годах XX века, причиной стали проблемы с экологией и энергетический кризис, спровоцировавший рост цен на топливо.

В настоящее время ежегодно можно наблюдать двукратный прирост продаж новых электромобилей к общему количеству продаж автомобилей по всему миру, и если год назад это был всего 1%, то сейчас это 2-3% и уже в следующем году эта планка может легко перейти 5% электромобилей от общей массы. В 2021 году планируется выпуск электромобилей от именитых брендов и порог для покупки хорошего электромобиля снижается. Рынок электромобилей продолжит с каждым годом расти, а технологии будут стремительно развиваться и уже к 2025 году по прогнозам аналитиков, доля проданных новых электромобилей может перейти отметку в 25% от общей массы.

Электромотор по своей сути достаточно эффективен и превосходит ДВС. На современных электромобилях КПД составляет около 95-97% и по своей структуре достаточно просты и надежны, чего не скажешь об аккумуляторах.

Широкая реализация электрического привода на автомобильный транспорт, имеющего стратегическое значение для современного индустриального общественного развития, сопряжена с повышенными финансовыми и материальными затратами индивидуального потребителя высокотехнологической продукции.

1. Поиск и анализ аналогов транспортного средства с электроприводом

Автомобили - основное и самое распространенное транспортное средство.

Электрическое транспортное средство - это вид транспорта, в котором для движения используется один или несколько тяговых электрических двигателей. Основным преимуществом электрического двигателя является более высокая производительность и экологичность.

Виды электрических транспортных средств:

- питаемые от внешнего источника электроэнергии;
- потребляемые электрическую энергию аккумуляторных батарей;
- гибридные транспортные средства (совместное использование в работе электрического двигателя и ДВС);
- транспортные средства, использующие для движения альтернативные источники энергии.

1.1. Первый трехколесный электромобиль

Первый трехколесный электромобиль появился в 1830 году. В самом начале автомобилестроения электромобили были даже более распространены, чем автомобили с двигателем внутреннего сгорания. Все это логично, так как электрический двигатель намного проще бензинового. Ток - это упорядоченное движение заряженных частиц. В твердых проводниках такими частицами являются электроны, сами электроны движутся очень медленно, их скорость составляет всего несколько миллиметров в секунду, а электрическое поле, которое приводит электроны в движение летит по проводникам с огромной скоростью - близкой к скорости света 300.000 км/сек. Ток бывает постоянным и переменным. При постоянном токе электроны движутся по проводнику в одном направлении. Переменный ток создается переменным напряжением, поэтому

электроны все время меняют направление, они текут по проводнику то в одну сторону, то в другую.

Во второй половине XIX века электродвигатели перестали быть диковинными лабораторными приборами, они быстрыми темпами вытесняли с производства паровые машины и потребление -электроэнергии тоже росло, особенно после изобретения в 70-х годах XIX века русскими учеными Александром Лодыгиным и Павлом Яблочковым, различных модификаций дуговой электролампы. Русский или северный свет – так называли его в Европе, освещал и бульвары Парижа и набережные Темзы.

В 1828 году венгерский изобретатель Аньош Джедлик создал самоходную тележку с электродвигателем. Российский изобретатель Борис Якоби в 1834 году создал принципиально новый тип электродвигателя, в нем применялся вращающийся якорь, который создавал крутящий момент. Его было значительно проще преобразовать в другие виды движения. Имя первого изобретателя электромобиля доподлинно не известно, но известно, что шотландец Роберт Андерсон, американец Томас Дэвенпорт и англичанин Роберт Дэвидсон практически в одно время создали свои электромеханические конструкции. Эти самодвижущиеся повозки были очень тяжелыми и могли развивать скорость не более 4 км/ч., а также были очень непрактичными. Главная проблема первых электромобилей, было отсутствие перезаряжаемых элементов питания, которые обладали бы достаточной мощностью для применения их в автомобилях.

В 1865 году француз Гастон Лантен представил первый прообраз аккумулятора. В 1878 году его усовершенствовал Камилл Фор, аккумуляторы на основе его конструкции до сих пор используются в автомобилях. В 1888 году в США был изобретен первый электромобиль с 10 свинцово-кислотными аккумуляторами, которые весили около 40 кг. Этот электромобиль скорее был велосипедом, чем полноценным автомобилем, однако со своим двигателем в 0,5 л.с. он мог развивать скорость до 8 миль в час.

Ошибочно полагать, что электромобили стали известны и популярны только в последнем десятилетии. В начале XX века электромобили наравне конкурировали с бензиновыми автомобилями.

В 1801 году петербургский академик Петров построил вольтов столб из 4200 медных и цинковых кружков, в то время это была самая крупная электрическая батарея в мире. Петров первым высказал мысль о практическом применении электрического тока для нагрева проводников освящения и плавки металлов - этот момент можно считать началом эры электротехники.

Компании «Detroit Electric» дольше всех занималась производством электромобилей, с 1906 по 1939 гг. За 33 года компания продала более 13 тысяч электрокаров, чего в XX веке не удалось сделать больше ни одной автомобильной компании.

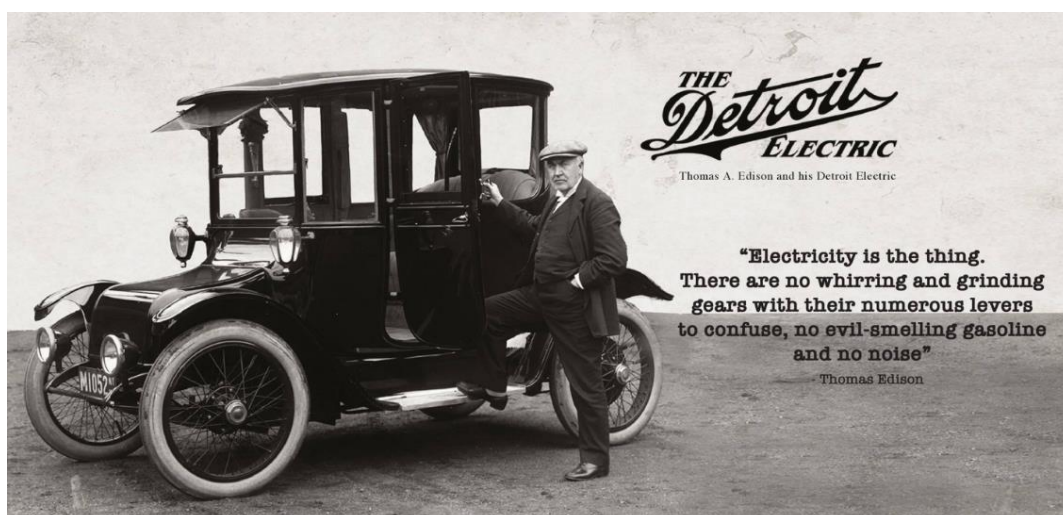


Рисунок 1- Томас Эдисон у электромобиля Detroit Electric

«Первый электрический самодвижущийся экипаж с открытым верхом под маркой Detroit Electric был выпущен в июне 1907 года, а уже к концу года было произведено 125 машин со свинцово-кислотными аккумуляторами. Впоследствии за дополнительную плату в 600 долларов (большие деньги!) на электрокары можно было установить более передовые железно-никелевые источники питания, повышавшие запас хода автомобилей в два раза — с 65 до 130 километров» [1].

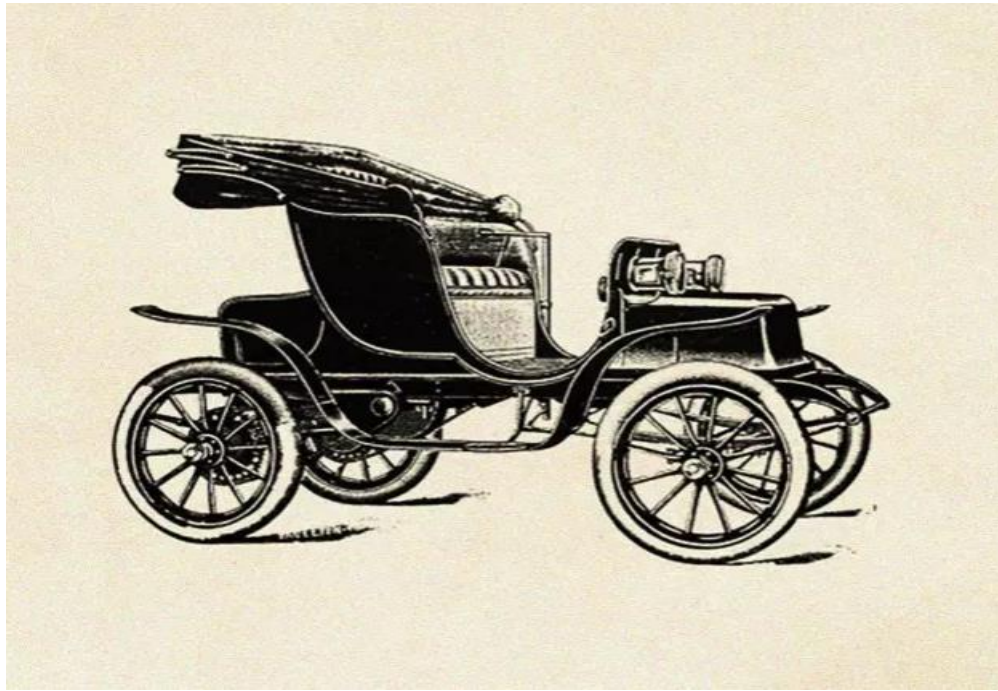


Рисунок 2- Первый автомобиль Detroit Electric 1907 года, который был больше похож на двухместную конную коляску

1.2 Грузовой электрический велотрицикл **Eltreco Porter**

Грузовой электро-трицикл «Eltreco Porter» оснащен двигателем 350 Вт 306V, а также хорошим емким аккумулятором- 12 Ач, который заряжается за 4 часа. У «Eltreco Porter» мягкая подвеска, спереди установлена амортизационная вилка, а сзади, установлены пружины, которые регулируются под вес водителя. На руле электро- трицикла установлена светодиодная лампа в которой располагается индикатор заряда батареи. Для безопасности движения на «Eltreco Porter» установлен сигнал, кнопка которого расположена слева на руле, а конструкция рамы данного велосипеда позволяет удобно садиться на него и не нужно закидывать ногу.

Благодаря малым габаритам «Eltreco Porter» можно разместить в квартире.

Трицикл «Eltreco Porter» обладает и другими достоинствами:

- Надежная тормозная система: передние V-brake и задние барабанные;
- Оптимальный вес 51 кг;
- Две корзины;

- Защита цепи от дорожной грязи и песка, полноразмерные крылья;
- Эргономичное седло регулируется по высоте;
- Практичный дизайн (черный и синий цвета).

Эксплуатационные характеристики

Максимальная скорость (км/ч)	25
Максимальный запас хода (км)	40
Максимальная нагрузка (кг)	110

Аккумуляторная батарея

Тип аккумулятора	SLA (Свинцово-кислотный)
Напряжение (В)	36
Емкость (А*ч)	12
Емкость (Вт*ч)	432
Время полной зарядки (ч)	6
Быстросъемная батарея	да

Двигатель

Тип двигателя	Электрический
Мощность двигателей (Вт)	400
Привод	Передний
Тип привода	Мотор-колесо



Рисунок 3 - Электрический велотрицикл Eltreco Porter

1.3 Двухместный электротрицикл для пожилых «Transporter»

Электротрицикл «Transporter» данное устройство приобретается и предназначено для людей пожилого возраста, для того чтобы обеспечить им комфортное передвижение в ходе реализации бытовых задач.

Электротрицикл «Transporter» имеет складную конструкцию, и в момент хранения занимает достаточно мало места. Грузоподъемность данного устройства составляет 160 кг.

Основные технические характеристики электротрицикла «Transporter»:

- Диаметр колес - 14 дюймов
- Мощность электродвигателя - 600 Вт
- Тип аккумулятора – SLA (Свинцово-кислотный)
- Емкость аккумулятора - 20 Амч
- Пробег на одном заряде - до 40 км
- Максимальная скорость - до 25 км/ч
- Тормозная система - Барабанная
- Максимальная нагрузка - 160 кг
- Вес - 75 кг



Рисунок 4- Двухместный электротрицикл для пожилых «Transporter»

1.4 Электрический мотоцикл «MYBRO MONK»

Электромотоцикл «MYBRO MONK» это базовая модель электромотоциклов в линейке «MYBRO MONK».

Плавность хода обеспечивает адаптированная к переменчивым условиям городского покрытия подвеска, а именно:

Впереди: гидравлическая, телескопическая вилка перевернутого типа, с ходом 110 мм; Диаметр пера 30 см; Штанов 40 мм, с расширением под траверсы для прочности конструкции; Резина дорожная. Размеры передней шины 120/70-12; Диск литой легкосплавный;

Сзади по подвеске имеем стальной маятник с гидравлическим моноамортизатором, ход которого составляет 95 мм. У пилота есть возможность замены масла, регулировки преднатяга пружины, изменения давления.

Габариты задней шины 130/70-12. Стоит особо отметить качество исполнения системы тормозов. Эффективное торможение гарантирует гидравлическая дисковая тормозная система с дисками диаметром 230мм и 2-поршневыми суппортами. Рама хребтовая. Изготовлена из прочной калёной стали. Это решение наиболее комфортно для последующих «апгрейдов»

мотоцикла, когда его становится мало. В модели «MYBRO MONK» использован двигатель номинальной мощностью 2000 Вт, который обеспечивает предельную скорость в 68 км/ч. Тип двигателя BLDC на неодимовых магнитах. Конструктивно двигатель реализован в форм-факторе – мотор-колесо. Это дает отличный контроль устойчивости на всем диапазоне скоростей. При этом, такой конструктив придает заднему колесу повышенную степень ударопрочности, освобождает от постоянного ТО цепи и делает узел предельно неприхотливым в условиях использования на гравии, в грязи или при повышенной влажности. Райдер может запустить мотоцикл как классически, используя ключ зажигания, так и с пульта. Трансмиссия отсутствует. Максимальное количество оборотов в минуту ограничено контроллером и составляет 800 оборотов.

Габариты мотоцикла: Вес, 89 кг; высота по седлу, 780 см; в конструкции использован гелевый 72-х вольтовый аккумулятор на 20 А/ч; время зарядки аккумулятора от 0 до 100% – 6ч от бытовой розетки; на одном заряде мотоцикл способен преодолеть более 65 км; без потери предельной емкости батарея прослужит более 320 полных циклов перезарядки – что составит более 20000 пробега. Все системы мотоцикла находятся под управлением контроллера компании «YUK» контроллер не программируемый, на 2 кВт 72 вольта. Пластик ударопрочный ABS. Оптика светодиодная. Мотоцикл оснащен полным комплектом светотехники. Приборная панель максимально информативна. Органы управления классические. Тормозные курки вынесены на руль. Мотоцикл имеет 3 режима езды: Эко, Стандарт и Интенсив.

Приятным бонусом данной модели является самый вместительный в линейке бардачок, расположенный в пространстве фальш-бака. За безопасность мотоцикла отвечает система сигнализации, оборудованная датчиками наклона и датчиками касания.



Рисунок 5- Электрический мотоцикл «MYBRO MONK»

1.5 Электромобиль «Tesla Model S»

На первый взгляд эта машина, кажется одним из множества элитных седанов, но на этом сходства заканчиваются. Модель «S»- автомобиль совершенно иного типа. В компании Tesla уверены, что она способна начать революцию и навсегда изменить облик автопрома. Это первый серийный седан премиум класса приводимый в движение исключительно электричеством. Это машина созданная развивать высокую скорость при большом запасе хода без единой капли бензина. Цель компании создать электромобиль являющимся лучшим автомобилем в мире, показать, что электромобиль способен быть таким. Цель Tesla убить двигатель внутреннего сгорания и доказать, что пришло время электромобилей. Ездить на бензиновом автомобиле должно казаться «вчерашним днем», а ездить на электромобиле - явлением будущего.

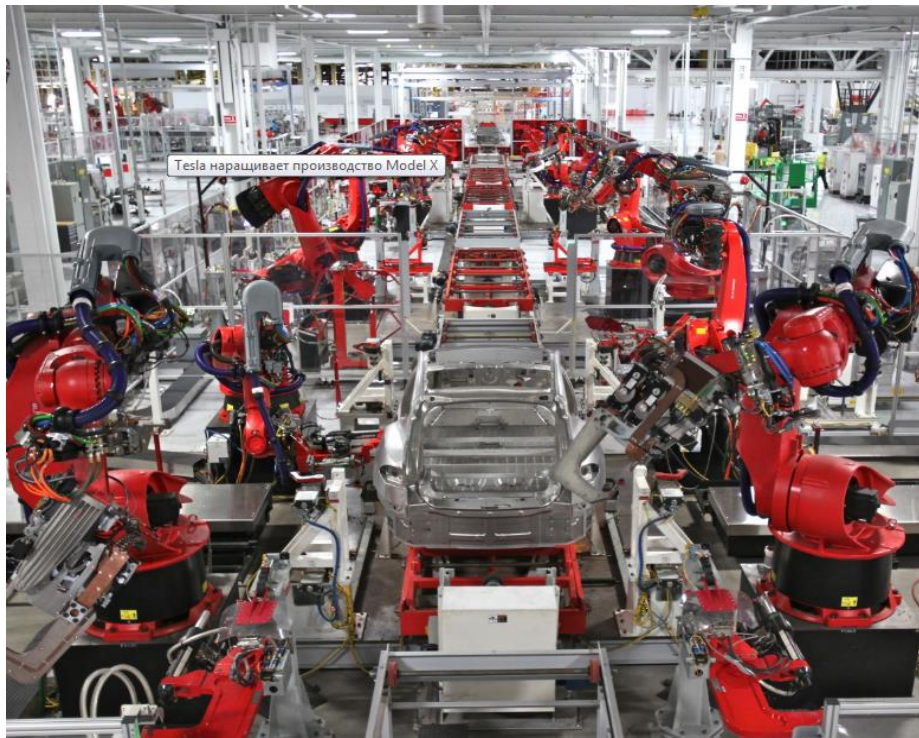


Рисунок 6- Конвейер по производству «Tesla»

Команда разработчиков компании «Tesla» начала с мотора и плоской батареи и продолжила развивать машину снизу вверх. Мотор располагается рядом с колесами, так что необходимость в карданном вале отпадает, а значит, нет и подъема под серединой заднего сиденья, нет ни бензобака, ни трансмиссии. Все пространство модели «S» выше пола совершенно свободно. Если заглянуть в салон электромобиля «Tesla Model S», можно сразу заметить, что в салоне очень много свободного места, пространства так много, что разработчики решили, что в салоне могут поместиться 7 человек. Это достигается возможностью размещением двух детских кресел в задней части машины. Багажник расположен в передней части машины. Компания «Tesla» при каждой удобной возможности рекламирует эти уникальные свойства своих машин. Будучи новой маркой они стремятся произвести сильное впечатление на рынке переполненном авторитетными гигантами. Только в США из трех автокомпаний самой младшей 90 лет, так что очевидно это не та отрасль, где любят новичков.

Чтобы увеличить запас хода, компания решила изготавливать 97% моделей «S» из легкого алюминия. Это очень редкое решение для массового

автомобиля из-за высокой цены. Разработчикам нужно превратить плоские алюминиевые листы в трехмерные детали, а сделать это с помощью штамповки на нужном уровне качества очень не просто. Чтобы справиться с поставленной задачей компания «Tesla» купили самый большой пресс в северной Америке. Невероятное давление, развиваемое прессом позволяет производить сложные элементы кузова необходимые для модели «S». Роботизированные манипуляторы выдают заготовки на 4 штампа, на каждом этапе деталь приобретает все более четкие очертания. На выходе складывается целые стопки панелей, образующие пол автомобиля, эти легкие алюминиевые детали, улучшают показатель мощности на единицу веса модели «S», а это улучшает динамические характеристики и запас хода, это те две характеристики которыми одержим один из основателей и технический руководитель компании JB" Straubel. Ходовые качества и запас хода это два важных элемента, которые необходимо улучшать. Именно им было уделено больше внимания в технических решениях.



Рисунок 7- Электромобиль «Tesla Model S»

Моторы и блоки батарей собираются на производстве силовых агрегатов. Для увеличения срока работы батарей Tesla использует поразительно простое решение, это тысячи маленьких литий - ионных батарей похожих на батареи, используемые в ноутбуках. Благодаря этим обычным батареям, по словам представителей компании, модель «S» добилась запаса хода в 480 км. Добившись запаса хода в 400-560 км, происходит переход в другой режим

эксплуатации, это запас хода большинства бензиновых автомобилей. Запас хода автомобиля можно продлевать на 100 км каждый час заряжая его, подключив к обычной розетке. Высоко производительная батарея собирается из более чем 7 тысяч маленьких батарей. Они собраны в один плоский слой с особым распределением положительных и отрицательных контактов. Окончательное расположение ячеек является определяющим для мощности батареи в компании «Tesla» оно считается совершенно секретным.

Мотор также разрабатывается на месте. Это индукционный мотор переменного тока принцип, которого был открыт ученым 19 века которому компания обязана своим именем - Николой Тесла. Ему удалось заставить электромагнитное поле вращать простейший мотор. Сегодняшняя фирма «Tesla» разработала собственный мотор с высоко проводящим медным цилиндром, когда на электромагнитный кожух подается ток, медный цилиндр начинает вращаться, этот мотор почти в три раза эффективней двигателя внутреннего сгорания, в нем всего три движущиеся детали, он напрямую соединяется с задними колесами и не нуждается в трансмиссии. Весь силовой агрегат имеет длину не больше метра (меньше сумки для гольфа), но он способен обеспечить модели «S» семейному седану высокие динамические характеристики. На деле этот силовой агрегат дает водителю совершенно другие ощущения от езды. Руководитель программы Жирон Гельен постоянно работает над их улучшением, как при включении света всю мощность двигателя можно применить мгновенно. Первое, что удивляет, это как быстро развивается мощный крутящий момент, происходит мгновенный ответ, достаточно слегка нажать на педаль и машина едет. С самого начала гарантирован быстрый старт, крутящий момент развивается мгновенно, если остановиться, а потом нажать на газ, то мгновенно почувствуется разгон. На любой скорости в распоряжении полный крутящий момент, так что в случае необходимости очень легко избежать опасных ситуаций. В отличии от бензиновых автомобилей, которым необходимо переключать скорости, модель «S» производит набор скорости непрерывно. Переходя на электричество дается возможность регулировать крутящий момент,

машина развивает тягу очень равномерно и мгновенно. Автомобилю не нужна трансмиссия, есть лишь одна скорость. Но настоящий переворот в вождении производит одна из главных инноваций в электромобилях - рекуперативное торможение. Хотя и у модели есть традиционные тормоза, их не приходится использовать. Рекуперативное торможение может включаться просто снятием ноги с педали газа. При включении магнитное поле системы рекуперации начинает противодействовать вращению мотора, замедляя автомобиль и регенерируя электричество. Регенерируемая энергия заряжает батарею и увеличивает запас хода автомобиля. Когда вновь нужно произвести нажатие на педаль, энергия возвращается. Компания «Tesla» называет это вождением с одной педалью.



Рисунок 8- «Tesla Model S I» Рестайлинг – лифтбек F-класса

«Tesla» во многом является компанией кремниевой долины. Компания использует операционную систему кремниевой долины похожую на «Google», «Facebook» и «Apple» вместе взятые в сочетании с обширными профессиональными познаниями в автомобилестроении. Все управление автомобиля «Tesla Model S» сосредоточено 17 - дюймовом планшете, в интерьере автомобиля нет практически никаких кнопок. Далее на линии первые готовые машины прибывают на участок финального контроля качества. Последняя поверка - пробный заезд, Электромобиль не выделяет вредных газов, поэтому испытывать их можно в помещении.

2. Тяговый расчет

Для определения зависимости потребляемой мощности транспортного средства от его скорости при движении с разными углами подъема выполнен тяговый расчет. Исходными данными для расчета этой зависимости являются:

Исходные данные для проведения тягового расчета занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Первостепенные значения для расчета

Расчет мощности электродвигателя		
Параметр		значение
Снаряжённая масса электромобиля, кг.		130
Вес одной батареи Winston 100AH составляет 3,6кг . Комплект из 1 батарей весит 57,6 кг .		15
Вес электродвигателя 3 кВт - 12 кг .		8
Вес контроллера 10кВт - 4 кг .		2
Дополнительный вес (переходная плита, провода, крепление, зарядное устройство, жидкость в радиаторе)		5
Общая масса с округлением, кг.		160
Масса водителя 85 кг		85
Дополнительный полезный вес (пассажир, багаж)		50
В итоге принимаем полную расчётную массу кг.	m	295
Задаёмся значениями коэффициентов:		
$C_x=0,342$ (коэффициент аэродинамического сопротивления);	Cx	0,342
$S=0,91\text{м}^2$ (площадь поперечного сечения автомобиля);	S	0,91
$g = 9.8 \text{ м/с}^2$ (ускорение свободного падения);	g	9,8
$F_{тр}= 0,018$ (коэффициент силы трения для асфальта);	Fтр	0,018
V скорость автомобиля в км/ч	V	60 км/ч
V скорость автомобиля в м/с) - переводим скорость из "км/ч" в "м/с" делением на 3,6	V	16,7м/с, формула
$\alpha= 0^\circ$ (угол наклона дороги) ;	α	0
$\rho_v=1,225 \text{ кг/м}^3$ (плотность воздуха).	ρв	1,225

Расчет мощности электродвигателя - 1 750Ватт

Зависимость мощности электродвигателя транспортного средства от его скорости определяется по формуле:

$$W = g \cdot F_{TP} \cdot m \cdot V \cdot \cos \alpha + 0,5 \cdot C_x \cdot C_x \cdot S \cdot \rho_v \cdot V^3 + g \cdot m \cdot \sin \alpha \cdot V$$

Где:

V - скорость автомобиля в км/ч;

g – ускорение свободного падения;

F_{TR} – коэффициент силы трения для асфальта;

m - полная расчетная масса;

C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления;

S - площадь поперечного сечения автомобиля;

$PВ$ - плотность воздуха;

α - угол наклона дороги.

КПД (трансмиссии (~0,76), электродвигателя (~0,90), контроллера (~0,95))
65,0%

Результаты расчетов сведены в таблицу

Таблица 2 – Расчеты мощности от скорости

$\alpha = \alpha^\circ$	0
Скорость, км/ч	Мощность, кВт
0	0,0
10	0,5
20	1,1
30	1,7
40	2,5
50	3,4
60	4,5
70	5,8
80	7,3
90	9,2
100	11,4
110	14,0
120	17,1
130	20,5
140	24,5

Таблица 3 – Расчеты мощности от угла наклона

Скорость фикс	60,0 км/ч		
Скорость фикс	16,7 м/с, пересчет		
Наклон, град	Наклон, %	Мощность, кВт	Добавка к мощности
0	0,0	45	0,0%
2	3,5	4,8	8,0%
4	7,0	5,2	16,0%
6	10,5	5,5	23,8%
8	14,1	5,9	31,6%
9	17,6	6,2	39,2%
12	21,3	6,5	46,6%
14	24,9	6,9	54,0%
16	28,7	7,2	61,2%
18	32,5	7,5	68,2%
20	36,4	7,8	75,0%
22	40,4	8,1	81,7%
24	44,5	8,4	88,2%
26	48,8	8,7	94,5%
28	53,2	8,9	100,6%
30	57,7	9,2	106,5%

По результатам расчетов построены зависимости

Зависимость Мощности от скорости



При установке на ТС мотор – колеса мощностью 3кВт – обеспечивается максимальная мощность 50км/ч. (при движении по прямой дороге).

Зависимость Мощности от угла наклона



угол = $\arctg(0,01 \cdot \text{уклонов } \%)$

6,48

12%

3. Проектирование задней подвески

Для трехколесного транспортного средства с электроприводом были приобретены две рамы от мопеда «Альфа». Данная рама от мопеда «Альфа» была установлена и закреплена на сборочный сварочный стапель для металлических конструкций.

С рамы от мопеда были сняты базовые крепления навесных элементов, которые не использовались для дальнейшего проектирования.

Задняя подвеска состоит из задней части мопеда «Альфа». Она крепится к раме, а также соединяется с передней с помощью амортизатора. При этом каждая её часть имеет возможность независимого перемещения. Это обеспечивает более плавное перемещение задней части, по встречающимся колёсами неровностям дорожного полотна.

Рамы были распилены на две составные части. Задняя часть мопеда «Альфа» была взята за основу для задней - базовой части подвески трицикла. В ходе работ было принято решение сделать ее разборной, для того чтобы с легкостью осуществлять ремонт и покраску и не усложнять конструкцию задней части. Мы не стали применять сварные работы (приваривать заднюю часть подвески с рамой), а применили способ болтового соединения.

Далее была изготовлена металлическая конструкция, позволяющая соединить без сварки заднюю подвеску. На раму были установлены следующие комплектующие:

- Амортизаторы;
- Сайлентблоки;
- Легкосплавный диск размера R14;
- Задний маятник.

Следующий этап работы с задней подвески было снятие старого лакокрасочного покрытия. Было произведено удаление болгаркой лишних металлических крепежей. Также при помощи пескоструйной методики была удалена краска и ржавь с труднодоступных мест, с которых не удалось удалить

механической (ручной) работы. После этого задняя часть подвески была отдана на покраску. Входе покраски для рамы был выбран черный - матовый цвет.

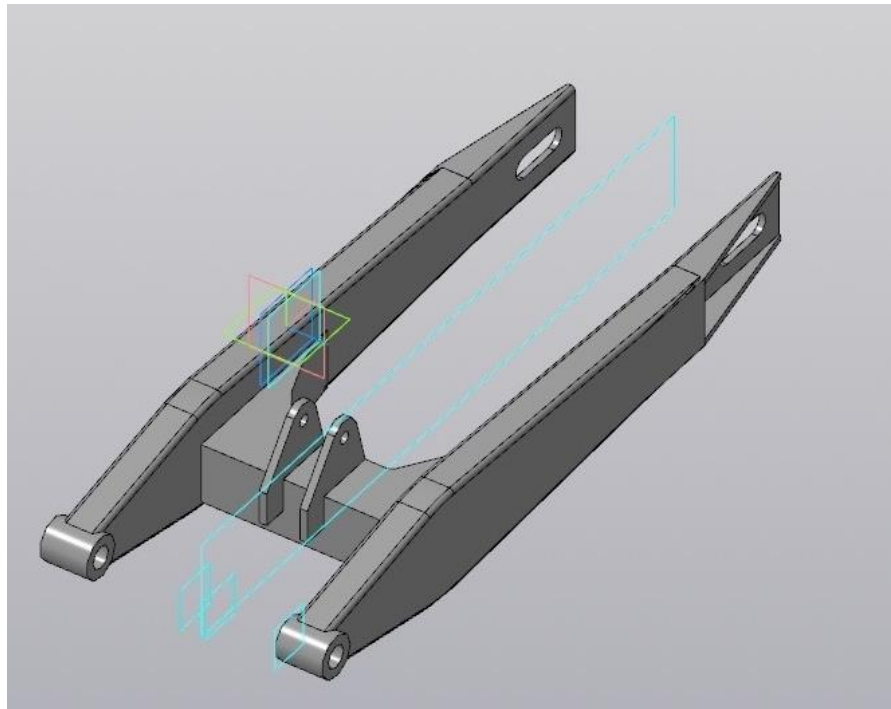


Рисунок 9- Задняя часть подвески (маятник).

4. Проектирование передней подвески с рулевым управлением

В состав передней подвески входит:

- Руль (металлический), на руле установлены рукоятки из резины. Правая рукоять - акселератора (курок газа), левая рукоять – установлен передний гидравлический тормоз.
- Передний осветительный прибор (ближний и дальний свет фар);
- Передняя рулевая вилка от мопеда «Альфа».

В переднюю рулевую вилку входит: гидравлический жидкостный амортизатор, мотор колесо на 3 кВт (с возможность рекуперации энергии).

В связи с тем, что подвеска рассчитана на колесо, которое устанавливается при боковом перемещении оси колеса, этот вариант возможен для установки мотор колеса, потому что у мотора колеса ось фиксирована (ее вынимать нельзя).

Для того чтобы это колесо можно было закрепить на вилку необходимо изготовить (разработать) дополнительное металлическое переходное устройство которое может свободно совмещаться с передней вилкой от мопеда «Альфа» и имеют в итоге прорези с возможностью установки колеса снизу (и фиксации его с двух сторон гайками).

Применив эту методику, мы увеличили межосевое расстояние между осью колеса и осью колеса, которое стояло на предыдущей вилки. Нам потребовалось изменить конструкцию базовой детали, для того чтобы мы смогли установить дисковый гидравлический тормоз (тормозной суппорт остается неподвижным, а диаметр диска увеличивается). Для этого берется диск и к диску приклепывается диск, который вытачивается на токарном станке.

В настоящее время для транспортных средств, с двумя колесами с независимой подвеской, используется: спереди вилка с гидравлическим амортизатором, а на задней вилке используется маятниковый рычаг, в которых установлены подшипники, и на которую устанавливается колесо.

5. Проектирование рамы

«Неотъемлемой частью любого привода или механизма является рама. Рама - это тот элемент, на котором устанавливаются все комплектующие привода или механизма. С помощью рамы эти комплектующие жестко связываются между собой, а рама, в свою очередь, закрепляется с помощью фундаментных болтов или других элементов к фундаменту и перекрытию» [2].

Основное назначение рамы - это размещение на ней агрегатов и обеспечение их неизменного взаимного расположения. Рама должна обеспечивать точность базирования и присоединения элементов привода или механизма и иметь достаточную жесткость, обеспечивающую долговременное взаимодействие установленных элементов. Рама воспринимает статические и динамические нагрузки, возникающие в процессе работы механизмов, и она должна воспринимать их, сохраняя размеры между элементами механизмов и собственные размеры» [2].

Разработка и изготовление электрического трехколесного транспортного средства мощностью 3 кВт с независимой подвеской.

Данный проект позволяет решить проблемы по улучшению экологической обстановки в местах общего пользования, популяризации экологически чистого транспортного средства, привлечению жителей г. Тольятти к активному отдыху, а также снижению затрат транспортными компаниями на перевозку грузов.

В результате реализации проекта будет изготовлен базовый вариант транспортного средства. В дальнейшем он может модернизироваться за счет замены задних ведущих колес гусеничным приводом для увеличения проходимости при эксплуатации в зимний период времени.

Для создания трицикла было решено использовать два мопеда «Альфа».

Сначала произвели закрепление вместе двух рам мопедов (Рис.10)



Рисунок 10- Скрепленные мопеды «Альфа»

Скрепление производилось при помощи болтовых соединений.

Выставив рамы параллельно относительно друг друга, произвели сварочное соединение рам профилями при помощи сварочного аппарата.

Затем отрезали передние части мопедов при помощи болгарки.

Одну из частей используем как основную, соединив с закрепленной задней частью при помощи сварки.

Для жесткости конструкции мы соединили рамы мопедов при помощи резьбовых соединений. (Рис. 11).

Передний тормоз оставляем без изменения, а задний переносим на передний рычаг. Этим действием мы экономим место для водителя.



Рисунок 11- Трицикл

В качестве источника энергии используем мотор – колесо мощностью 1,5 кВт (3 кВт).

Также для жесткости конструкции было сделано сварочное соединение рамы с нижней частью трицикла при помощи дуговых балок (Рис. 12).



Рисунок 12- Трицикл (вид сбоку)

6. Разработка технологического процесса сборки транспортного средства

Сборка трехколесного транспортного средства производится в три этапа:

- Сборка задней подвески
- Сборка передней подвески
- Сборка трехколесного транспортного средства

Технологический процесс сборки трехколесного транспортного средства с электроприводом представлен в виде технологической карты

Технологическая карта процесса сборки транспортного средства

Таблица 4 – технологическая карта процесса сборки транспортного средства

№	Наименование и содержание работ	Кол-во точек воздействий	Приборы и инструменты	Трудоемкость	Технический требование
1.	Сборка задней подвески				
1.1	Закрепить опору задней подвески на стапель	2	Ключ рожковый (13*17)	0,04	Опора должна быть зафиксирована в 3 точках.
1.2	Присоединить к опоре маятниковый рычаг	1	-	0,02	Должна быть обеспечена соосность сайлентблоков рычага с втулкой опорой.
1.3	Установить ось маятникова рычага в отверстие сайлентблока	1	-	0,03	-
1.4	Закрутить гайку оси маятникова рычага	1	Ключ рожковый (13*17)	0,04	Момент затяжки 0.8-1 кгс*м

Продолжение таблицы 4

1.5	Установить левый амортизатор на опору задней левой подвески	1	-	0,05	-
1.6	Закрутит ь гайку крепления верхней проушины амортизатора	1	Ключ рожковый (13*17)	0,02	Момент затяжки 0.8-1 кгс*м
1.7	Установить нижнюю проушину амортизатора на шпильку маятникового рычага	1	-	0,04	-
1.8	Закрутить гайку крепления нижний проушины амортизатора	1	Ключ рожковый (13*17)	0,02	Момент затяжки 0.8-1 кгс*м
	Примечание: для установки правого амортизатора выполнить пункты с 1.5 по 1.8.				
1.9	Установить крыло на опору задней подвески	1	-	0,09	-
1.10	Закрутить болты крепления крыла	2	Ключ рожковый (10*12)	0,01	Момент затяжки 1-2 кгс*м
1.11	Установить колесо на маятниковый рычаг	1	-	0,01	-

Продолжение таблицы 4

1.12	Закрутить гайки крепления оси колеса	2	Ключ рожковый (17*19)	0,02	Обеспечить одинаковое расстояние от левого и правого края маятникового рычага до левого и правого края обода колеса. Момент затяжки 6-10 кгс*м
1.13	Установить и закрепить тормозной суппорт	2	Ключ рожковый (6*10)	0,04	Момент затяжки 1-1.5 кгс*м
1.14	Снять левую заднюю подвеску с стапеля	2	Ключ рожковый (13*17)	0,02	
	Примечание: для сборки правой задней подвески выполнить пункты 1.1 по 1.14.				
2	Сборка передней подвески				
2.1	Установить переднюю вилку на стапель	2	Ключ рожковый (13*17)	0,04	Опора должна быть зафиксирована в 3 точках.
2.2	Установить переходные втулки на нижнюю часть вилки	2	-	0,04	Должна быть обеспечена соосность отверстий для креплений втулок с отверстиями для крепления оси колеса
2.3	Закрутить болты крепления втулок	2	Ключ рожковый (17*19)	0,02	Момент затяжки 6-12 кгс*м

Продолжение таблицы 4

2.4	Установить колесо на переходные втулки	1	-	0,02	-
2.5	Закрутить гайки	2	Ключ рожковый (17*19)	0,02	Обеспечить одинаковое расстояние от левого и правого края маятникового рычага до левого и правого края обода колеса. Момент затяжки 6-10 кгс*м
2.6	Установить и закрепить тормозной суппорт	2	Ключ рожковый (6*10)	0,03	Момент затяжки 1-1.5 кгс*м
2.7	Установить крыло	2	Ключ рожковый (6*10)	0,02	Момент затяжки 1-1.5 кгс*м
2.8	Снять вилку с стапеля	2	Ключ рожковый (13*17)	0,02	-
3 Установка передней подвески на раму					
3.1	Установить нижний упорный подшипник на вилку	1	-	0,02	-
3.2	Установить вилку на раму	1	-	0,02	-
3.3	Установить нижний упорный подшипник на вилку	1	-	0,02	-
3.4	Установить вилку на раму	1	-	0,03	-
3.5	Установить верхний упорный подшипник на вилку	1	-	0,02	-
3.6	Закрутить гайку крепления вилки к раме	1	Ключ рожковый (22)	0,02	Момент затяжки 8-13кгс*м

Продолжение таблицы 4

3.7	Установить траверсу на вилку	1	-	0,02	-
3.8	Закрутить контр гайку	1	Ключ рожковый (10*12)	0,02	Момент затяжки 1-2 кгс*м
3.9	Установить пластину крепления руля	1	-	0,02	-
3.10	Закрепить пластину	2	-	0,02	-
3.11	Установить и закрепить руль	2	-	0,03	-
3.12	Установить и закрепить фару	2	Ключ рожковый (10*12)	0,02	-
4	Сборка Трехколесного транспортного средства.				
4.1	Установить и закрепить раму на стапель	2	Ключ рожковый (13*17)	0,02	-
4.2	Присоединить левую заднюю подвеску к раме	2	-	0,03	Обеспечить соосность отверстий креплений подвески с отверстиями рамы
4.3	Закрутить подвеску к раме	3	Ключ рожковый (13*17) (19*24)	0,04	Момент затяжки 6-12 кгс*м
4.4	Установить и закрепить левый ручной тормоз с резиновой ручкой	1	-	0,03	-
4.5	Установить правый ручной тормоз в сборе с ручкой акселератора	1	-	0,03	-
4.6	Соединить суппорт переднего колеса и левую ручку тормоза шлангом	1	-	0,03	-

Продолжение таблицы 4

4.7	Соединить правый ручной тормоз с тройником привода задних тормозов	1	-	0,03	-
4.8	Соединить левые и правые суппорты задних колес с тройником шланга	1	-	0,03	-
4.9	Установить и зафиксировать пластину крепления аккумуляторных батарей на раму	4	Ключ рожковый (10*13)	0,02	Момент затяжки 1-2 кгс*м
4.10	Установить бокс с аккумуляторными батареями, контролера заряда и контролера мотор колеса на пластину	2	-	0,03	-
4.11	Соединить провода контролеров с датчиками и исполнительными механизмами	1	-	0,04	-
4.12	Установить и закрепить сидение	2	Ключ рожковый (10*12)	0,02	-
Примечание: для установки задней правой подвески – выполнить пункты с 3.1 по 3.3.					
Итого:				1,16	

7. Безопасность и экологичность транспортного средства

В последнее десятилетие экологические тенденции неуклонно набирают общественный и политический "вес" во всем мире. Сегодня экологические вопросы в обязательном порядке стоят на повестке дня международных организаций, транснациональных корпораций и правительств ведущих стран мира. Экологические вопросы вышли на глобальный уровень обсуждения. Она становится актуальной с учетом неблагоприятных климатических изменений, глобального потепления и развития альтернативной "чистой" энергетики.

Экологический контекст использования электромобилей является отправной точкой, главным аргументом в дискуссиях с участием людей, предпочитающих классические автомобили с ДВС, и их прогрессивных противников. Однако сегодня нет однозначной определенности и окончательного мнения по этому вопросу даже в сообществе ученых-экологов, поэтому он остается открытым.

Энергоэффективность этих двух типов двигателей важна в контексте положительного воздействия на окружающую среду. Дело в том, что электродвигатели обеспечивают «чистый выхлоп». Но их прямое «подпитывание», в зависимости от области использования, может происходить за счет энергии, генерируемой экологически чистыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе.

Однако Европейское агентство по окружающей среде провело и опубликовало исследование. Из этого можно сделать вывод, что даже используя энергию, полученную от топливной силовой установки-электромотор будет потреблять лишь две трети энергии, которая потребовалась бы бензиновому автомобилю, чтобы проехать с ним такое же расстояние. В численном выражении результаты исследования можно увидеть на рисунке:

Таблица 5 – Сравнение ДВС и электродвигателя на 100 км.

100 км на ДВС	100 км на электродвигателе
~26 Мдж требуется, чтобы добыть топливо и доставить его к автомобилю. Сам автомобиль использует ~142 Мдж, чтобы преодолеть названное расстояние.	~74 Мдж требуется для выработки и доставки электричества к автомобилю. Для передвижения электрокару требуется ~38 Мдж.

Эти цифры подтверждают, что электромобили, которые потребляют энергию, получаемую из ископаемых источников, все же обеспечивают гораздо более рациональное потребление по сравнению с автомобилями, работающими на топливе. Это означает, что они более энергоэффективны практически во всех условиях.

Сами по себе электродвигатели образуют «чистый выхлоп», не сжигая ничего, не образуя парниковых газов. В связи с этим они «теряют» даже самые экологичные и новейшие автомобили с гибридными двигателями. Однако проблема заключается в том, что выхлопные газы не являются единственным побочным продуктом работы транспортного средства.

Сам факт использования электромобилей приводит к выбросу значительного количества вредных микрочастиц в окружающую среду. Это происходит во время движения автомобиля. Другое исследование также подтвердило этот факт. Микрочастицы этого типа образуются при торможении и ускорении.

Их источниками являются:

- Тормозная система;
- Покрышки, которые разрушаются в процессе использования;
- Вес ТС - чем больше весит ТС, тем больше усилия требуется для набора скорости и остановки ТС;
- Дорожное полотно под влиянием веса ТС.

Экологичность электротранспорта следует рассматривать, в частности, через призму потребления энергии. Если в отдельных странах мира экологичность электромобилей может быть относительной, то есть и такие

страны, в которых их экологическая ценность близка к абсолютному показателю.

При производстве одного топливного транспортного средства вырабатывается ~ 5,6 т CO₂, а при производстве одного электромобиля – ~ 8,8 т CO₂. Отобранные в ходе их производства компенсируются отсутствием таковых на стадии эксплуатации. Все это будет менее вредным, даже если оно будет работать на угольной электростанции, чем автомобиль, которому постоянно требуется бензин или дизельное топливо.

Само же производство аккумуляторов для электромобилей связано с выбросами вредных веществ. Примерно половина всех производственных выбросов непосредственно связана с производством аккумуляторных батарей. Кроме того, кобальт крайне необходим для их изготовления. Его производят в основном в Африке.



Рисунок 13 - Производство электрокаров

Сегодня производители вносят изменения в технологии батарей. Вполне вероятно, что будут найдены технологические решения для устранения кобальта, а также для значительного снижения среднего веса батареи.

8. Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства

8.1 Расчет себестоимости проектного варианта

Себестоимость – денежная оценка затрат ресурсов предприятия на оказание транспортных услуг. Себестоимость услуг представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе оказания транспортных услуг природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а также других затрат.

В главе «Экономические расчёты разрабатываемого транспортного средства» рассматривается оценка полного перечня затрат на производство. Оно включает затраты на материалы из которых изготавливаются рама и элементы независимой подвески. Так же в неё входят расходы на покупку стандартных деталей, а также мотор-колёс мощностью 500Вт.

Дополнительно в экономическом расчёте представлена часть сравнения себестоимости сборки трехколесного транспортного средства с электроприводом со средней стоимостью аналогов с двигателем мощностью 3кВт.

Расчеты выполняются в табличной форме.

8.2 Расчет статьи затрат «Сырье и материалы»

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100} - \frac{K_{вом}}{100} \right), \quad (8.1)$$

Где C_M - оптовая цена материала, ден.ед.;

Q_M - норма расхода материала, кг, м.;

$K_{мз}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, 3%

$K_{вом}$ - коэффициент возвратных отходов, 2%.

Далее по материалам:

1. Труба круглая (32x3,2 мм).

$$M_1 = 155 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 155 \cdot 1,01 = 156,55 \text{ (руб.)}$$

2. Полоса металлическая (20x4,0 мм)

$$M_2 = 43 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 43 \cdot 1,01 = 43,43 \text{ (руб.)}$$

3. Труба круглая (26x2,8 мм).

$$M_3 = 111 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 444 \cdot 1,01 = 448,44 \text{ (руб.)}$$

4. Труба профильная (40x40x2,0мм).

$$M_4 = 117 \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 585 \cdot 1,01 = 590,85 \text{ (руб.)}$$

5. Лист металлический (1250x2500x2,0мм).

$$M_5 = 305 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 1502,2 \cdot 1,01 = 1517,525 \text{ (руб.)}$$

6. Труба профильная (40x20x2,0мм).

$$M_6 = 77 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 154 \cdot 1,01 = 155,54 \text{ (руб.)}$$

7. Изолирующая лента

$$M_7 = 70 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 35 \cdot 1,01 = 35,35 \text{ (руб.)}$$

8. Углеродная ткань (полотно)

$$M_8 = 145 \cdot 0,2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100} - \frac{2}{100}\right) = 1450 \cdot 0,2 \cdot 0,01 = 292,9 \text{ (руб.)}$$

Таблица 6 – Расчет затрат на сырье и материалы

№	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за ед. изм., ден.ед	Сумма, ден.ед.
1	2	3	4	5
1.	Труба круглая 32x3,2мм	1м	155	156,55
2.	Полоса металлическая 20x4,0мм	1м	43	43,43
3.	Труба круглая 26x2,8мм	4м	111	448,44
4.	Труба профильная 40x40x2,0мм	5м	117	590,85

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
5.	Лист металлический 1250x2500x2,0мм	0,5	3005	1517,525
6.	Труба профильная 40x20x2,0мм	2м	77	155,54
7.	Изолирующая лента	0,5	70	35,35
8.	Углеродная ткань полотно	0,2	1450	292,9
	ИТОГО:			3240,585

8.3 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

$$P_{и} = C_{и} \cdot n_{и} \cdot \left(1 + \frac{K_{мзр}}{100}\right), \quad (8.2)$$

Где $C_{и}$ – «оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов», ден.ед.;

$n_{и}$ – «количество покупных изделий и полуфабрикатов», 1-го вида, шт.;

i –

« i – ый вид покупного изделия (полуфабриката)».

$K_{мер}$ – «коэффициент транспортно-заготовительных расходов», 3%

Далее по покупным изделиям:

1. Мотор – колесо 500Вт.

$$P_{и1} = 560 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 11200 \cdot 1,03 = 11536 \text{ (руб.)}$$

2. Система управления техническим средством.

$$P_{и2} = 875 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1750 \cdot 1,03 = 1802,5 \text{ (руб.)}$$

3. Два мопед Альфа.

$$P_{и3} = 250 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 5000 \cdot 1,03 = 5150 \text{ (руб.)}$$

4. Рулевая рейка.

$$P_{и4} = 8000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 8000 \cdot 1,03 = 8240 \text{ (руб.)}$$

5. Амортизатор.

$$P_{и5} = 958 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1916 \cdot 1,03 = 1973,48 \text{ (руб.)}$$

6. Наконечник рулевой колонки.

$$П_{и6} = 350 \cdot 4 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 1400 \cdot 1,03 = 1442 \text{ (руб.)}$$

7. Болт М10 и Гайка М10.

$$П_{и7} = 32 \cdot 6 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 192 \cdot 1,03 = 197,6 \text{ (руб.)}$$

8. Болт М8 и Гайка М8.

$$П_{и8} = 35 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 350 \cdot 1,03 = 360,5 \text{ (руб.)}$$

9. Болт М6 и Гайка М6.

$$П_{и9} = 42 \cdot 2 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 84 \cdot 1,03 = 86,52 \text{ (руб.)}$$

10. Тормозная система.

$$П_{и10} = 500 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right) = 500 \cdot 1,03 = 5150 \text{ (руб.)}$$

Таблица 7 – Расчет затрат на покупные изделия

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество, шт.	Средняя цена за 1шт, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
1.	Мотор-колесо 500Вт	2	5600	11536
2.	Система управления техническим средством	1	875	1802,5
3.	Два мопеда Альфа	2	2500	5150
4.	Рулевая рейка	1	8000	8240
5.	Амортизатор	2	958	1973,48
6.	Наконечник рулевой колонки	4	350	1442
7.	Болт М10 и Гайка М10	6	32	197,76
8.	Болт М8 и Гайка М8	10	35	360,5
9.	Болт М6 и Гайка М6	2	42	86,52
10.	Тормозная система	1	5000	5150
	ИТОГО:			35938,76

8.4 Расчет статьи затрат «Зарплата основная»

$$З_о = З_Т \cdot \left(1 + \frac{К_{пд}}{100}\right), \quad (8.3)$$

$$З_Т = C_p \cdot T, \quad (8.4)$$

Где C_p - «часовая тарифная ставка, ден.ед.»;

T - «трудоемкость выполнения операции, час.»;

Z_T - «тарифная з/п, ден. ед.»;

$K_{нд}$ - «коэффициент премиальных затрат», $K_{нд} = 35\%$

$$Z_{o1} = 1078 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 1455 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T1} = 49 \cdot 22 = 1078 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o2} = 104 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 139 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T2} = 52 \cdot 2 = 104 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o3} = 49 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 66 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T3} = 49 \cdot 1 = 49 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o3} = 147 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 198 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{o4} = 49 \cdot 3 = 147 \text{ (руб.)},$$

$$Z_{o1} = 1568 \cdot \left(1 + \frac{35}{100}\right) = 2116 \text{ (руб.)}$$

$$Z_{T5} = 56 \cdot 28 = 1568 \text{ (руб.)},$$

Расчет рекомендуется выполнять дифференцированно по видам работ в табличной форме.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

№	Вид операции	Трудоемкость, час.	Часовая тарифная ставка, ден.ед.	Тарифная зарплата
1	2	3	4	5
1.	Сборка	22	49	1455
2.	Сварка	2	52	139
3.	Сверлильные	1	49	66
4.	Подготовительные	3	49	198
5.	Покраска	28	56	2116
	ИТОГО:	56		3974

8.5 Подсчет статьи затрат «Зарплата дополнительная»

$$З_д = З_m \cdot K_д / 100, \quad (8.5)$$

Где $K_д$ - коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату, $K_д$ принимаем равным 10%

$$З_д = 397 \cdot \left(\frac{10}{100}\right) = 397,4 \text{ (руб.)}$$

8.6 Расчет статьи затрат «Отчисления на социальные нужды»

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c / 100, \quad (8.6)$$

Где K_c - отчисления на социальные нужды, принимаем равным 30%

$$O_c = (397 + 397,4) \cdot \frac{30}{100} = 1311 \text{ (руб.)}$$

8.7 Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

$$P_{об} = З_о \cdot K_{об} / 100, \quad (8.7)$$

Где $K_{об}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$P_{об} = 3974 \cdot \frac{19}{100} = 755 \text{ (руб.)}$$

8.8 Подсчеты статьи «Общепроизводственные расходы»

$$P_{опр} = З_о \cdot K_{опр} / 100, \quad (8.8)$$

Где $K_{опр}$ - коэффициент общепроизводственных расходов.

$$P_{опр} = 3974 \cdot \frac{9}{100} = 357 \text{ (руб.)}$$

Цеховая себестоимость включает в себя затраты цеха на продукции и определяется по формуле:

$$C_{ц} = M + \Pi_{и} + Z_{о} + Z_{д} + P_{об} + P_{опр} \quad (8.9)$$

$$C_{ц} = 320,585 + 35938,76 + 3974 + 397,4 + 1311 + 755 + 358 = 45974,8 \text{ (руб.)} \quad (8.10)$$

8.9 Подсчет статьи «Общественные расходы»

$$P_{охр} = Z_{о} \cdot K_{охр} = /100, \quad (8.11)$$

Где $K_{охр}$ - «коэффициент общественных расходов».

$$P_{охр} = 3974 \cdot \frac{15}{100} = 596,2 \text{ (руб.)}$$

Производственная себестоимость включает затраты на производство продукции и определяется по формуле:

$$C_{пр} = M + \Pi_{и} + Z_{о} + Z_{д} + O_{с} + P_{об} + P_{опр} + P_{охр} \quad (8.12)$$

$$C_{пр} = C_{ц} + P_{охр} = 4574,8 + 596,2 = 46571 \text{ (руб.)}$$

8.10 Подсчет статьи «Внепроизводственные расходы»

$$P_{вп} = C_{пр} \cdot K_{вп} = /100, \quad (8.13)$$

Где $K_{вп}$ - «коэффициент внепроизводственных расходов»

$$P_{вп} = 46571 \cdot \frac{32}{100} = 14903 \text{ (руб.)},$$

Полная себестоимость включает производственные и внепроизводственные затраты на производство продукции и внепроизводственные расходы.

Таблица 9 – Сравнительная калькуляция базового и проектного объектов

№	Показатели	Калькуляция Базового изделия		Калькуляция нового изделия	
		Руб.	%	Руб.	%
1	2	3	4	5	6
1.	Материалы М	8926	3,8	3240,58	2,1
2.	Покупные изделия П _и	79456	34,2	35938,76	23,6
3.	Зарплата основная З _о	5498	2,4	3974	2,5
4.	Зарплата дополнительная З _д	768	0,3	397,4	0,2
5.	ЕСН	3027	1,3	1311	0,7
6.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования Р _{об}	1425	0,6	755	0,4
7.	Общепроизводственные расходы Р _{опр}	945	0,4	358	0,2
8.	Цеховая себестоимость С _ц	64275	27,6	45974,8	30
9.	Общехозяйственные расходы Р _{охр}	817	0,3	596,2	0,3
10.	Производственная себестоимость С _{пр}	51268	22,1	46571	30
11.	Внепроизводственные расходы Р _{вп}	16095	7	14903	10
12.	Полная себестоимость ТС _т	232500	100	154019,74	100

Оптовая цена базовых и новых «объектов» рассчитывается по формуле:

$$P_o = TC \cdot \frac{32}{100} = (1 + Y_p/100), \quad (8.14)$$

$$P_{o1} = 232500 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 267375 \text{ (руб.)}$$

$$P_{o2} = 154019,74 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 177122,7 \text{ (руб.)}$$

Где Y_p – уровень рентабельности для расчёта принимается равным 15%

Оптовая цена:

$$P' = P_1 \cdot (1 + \text{НДС}/100), \quad (8.15)$$

$$P'_1 = 267375 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 315502,5 \text{ (руб.)}$$

$$P'_2 = 177122,7 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 209004,8 \text{ (руб.)}$$

Где НДС – налог на добавленную стоимость;

Налог на добавленную стоимость подсчитывается по формуле:

$$\text{НДС} = \frac{P \cdot 18}{118} \quad (8.16)$$

$$\text{НДС}_1 = \frac{315502,5 \cdot 18}{118} = 48127,5 \text{ (руб.)}$$

$$\text{НДС}_2 = \frac{209004,8 \cdot 18}{118} = 31882 \text{ (руб.)}$$

Сравнивая полную себестоимость разрабатываемого транспортного средства с его конкурентами, видно, экономический эффект составляет 34%. Так по расчетам можно увидеть разницу в цене сборки транспортного средства и покупки аналога.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Философия развития индустрии электромобилей заключается в сокращении количества личных автомобилей. Предполагается, что это будет реализовано через концепцию «каршеринга». В мегаполисах частные автомобили будут заменены электромобилями. Их можно будет взять напрокат, а также использовать для общественного транспорта.

Развитие электромобилей позволит со временем отказаться от использования автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и гибридных автомобилей, полностью используя только экологически чистый транспорт. Уже сейчас многие страны обновляют автопарки общественного транспорта на электробусы. Использование чистой энергии позволит сократить выбросы в атмосферу от автотранспорта.

В расчетно-пояснительной записке представлено трехколесное транспортное средство с электроприводом в рамках выпускной квалификационной работы.

Выполнен обзор ближайших аналогов разрабатываемого транспортного средства. Проведена работа по анализу и применимости использования транспортного средства на электрическом ходу. Представлен технологический процесс сборки транспортного средства на разработанную платформу.

В разделе «безопасность и экологичность транспортного средства» проведена оценка экологичности и энергоэффективности проектируемого транспортного средства.

В заключении произведен экономический расчет себестоимости изготовления трехколесного транспортного средства с электроприводом, а также сравнительный анализ, исходя из которого, экономический эффект составил 34%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Motor [Электронный ресурс] URL: <https://motor.ru/stories/elektromobili-nachalo.htm>
2. Бизнес и Учеба. [Электронный ресурс] URL: <http://www.2x2business.ru/prr.htm>
3. Radzevich, S.P. Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis /S.P. Radzevich // CRC Press. - 2012. - 743 p.
4. Tuma, J. Vehicle Gearbox Noise and Vibration: Measurement, Signal Analysis, Signal Processing and Noise Reduction Measures (Automotive Series) /J. Tuma // Wiley. – 2014. – 260p.
5. Manojkumar, S. Design of Gearbox: A Spur Gearbox example / S. Manojkumar // Msquare Projects. – 2018. - 34p.
6. Sully, F.K. Motor Vehicle Mechanic's Textbook /F.K. Sully // Butterworth- Heinemann. – 2014. - 320p.
7. Rajput, R.K. A Textbook of Automobile Engineering / R.K. Rajput // Laxmi Publications Pvt Ltd. – 2019. – 944p.
8. Легковые автомобили [Электронный ресурс] URL: <http://www.bibliotekar.ru/auto3/32.htm>
9. Таблицы Брадиса [Электронный ресурс] URL: <https://uchim.org/matematika/tablica-bradisa>
10. Tesla. [Электронный ресурс] URL: <https://www.tesla.com/>
11. Веломобиль своими руками [Электронный ресурс] URL: <http://samodelka.info>
12. Электрический мотоцикл «MYBRO MONK» [Электронный ресурс] URL: <https://mybro.com.ua/catalog/elektromototsikl-mybro-monk-custom.html>
13. Электрический велотрицикл «Eltreco Porter» [Электронный ресурс] URL:

https://eltreco.ru/catalog/komissionnye_tovary/elektricheskiy_velotritsikl_eltreco_p_orter_treydin/

14. Двухместный электротрицикл для пожилых «Transporter» [Электронный ресурс] URL: <https://formand.ru/elektrotritsikl-osota-transporter>

15. Изобретаем веломобиль, как сделать веломобиль своими руками [Электронный ресурс] URL: <http://www.freshdesigner.ru/velomobil-032.htm>

16. Как сделать своими руками веломобиль лэм-05 [Электронный ресурс] URL: <http://velomobil.masteraero.ru/velo-mob-12.php>

17. Выбор веломобиля [Электронный ресурс] URL: <https://strongpeople.ru/velomobili/>

18. Идентификация опасностей и оценка рисков в процессе производственной деятельности [Электронный ресурс] URL: <https://websot.jimdo.com>

19. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры. [Электронный ресурс] URL: https://vk.com/doc54459861_554086812?hash=993b280eed5db6b2ee&dl=38693cac6223748241

20. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобили и автомобильный сервис»). В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. [Электронный ресурс] URL: https://vk.com/doc54459861_549342730?hash=f1a266c8a63eb9bb7f&dl=21c9098f0954182b9a

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						<i>Документация</i>		
	A4				20.БР.ПЭА.183.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1				20.БР.ПЭА.183.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	2	
Справ. №						<i>Сборочные единицы</i>		
				1	20.БР.ПЭА.183.61.01.000	Рама	1	
				2	20.БР.ПЭА.183.61.02.000	Вилка мотоциклетная	1	
				3	20.БР.ПЭА.183.61.03.000	Мотор-колесо	3	
				4	20.БР.ПЭА.183.61.04.000	Амортизатор	4	
				5	20.БР.ПЭА.183.61.05.000	Маятник	4	
				6	20.БР.ПЭА.183.61.06.000	Блок аккумуляторных батарей	1	
				7	20.БР.ПЭА.183.61.07.000	Контроллер	1	
				8	20.БР.ПЭА.183.61.08.000	Сиденье	1	
				9	20.БР.ПЭА.183.61.09.000	Фара	1	
Подп. и дата						<i>Стандартные изделия</i>		
				13		Ось амортизатора	2	
				14		Гайка М14х15-6Н ГОСТ 2524-70	8	
				15		Шпилька М18х1,5-6дх120 ГОСТ 22037-76	2	
Взам. инв. №				16		Шайба А 18.37 ГОСТ 10450-78	2	
				17		Ось поворота	2	
Подп. и дата					20.БР.ПЭА.183.61.00.000			
Инв. № подл.	Разрад.	Кузнецов П.П.			Трехколесное транспортное средство с электроприводом	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Ивлиев В.А.					1	2
	Н.контр.	Ивлиев В.А.				ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1601а		
	Утв.	Бодобский А.В.				Формат А4		

Копировал

