

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)

23.03.03 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 конструкции полноприводного гусеничного трайка на
электрической тяге

Студент

Н.В. Абузяров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на тему: «Разработка конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге».

Пояснительная записка содержит четыре раздела, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, всего 62 страницы. Графическая часть содержит 6 листов формата А1, выполненных в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В первом разделе рассмотрена история развития гусеничных мотоциклов и виды гусеничных мотоциклов.

Во втором разделе составлено техническое задание и техническое предложение на разработку конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге, выполнены конструкторские расчеты по подбору электродвигателя и аккумуляторной батареи для данного транспортного средства.

В ВКР также разработаны вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда. Намечены мероприятия по экологической безопасности.

В последнем разделе ВКР определена экономическая эффективность разработанной конструкции квадроцикла на электрической тяге.

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

The title of the graduation project is: «The design development of an all-wheel drive caterpillar trike on electric traction».

An explanatory note consists of four parts, introduction and conclusion, list of references, totally 62 pages. The graphic part is on 6 A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The graduation work is fully consistent with the issued assignment.

In conditions of the poor development of the improved roads network, the economic inexpediency and technical difficulties of its significant expansion, the use of wheeled and caterpillar vehicles with high cross-country ability takes on particularly importance.

Considering the current trends in the use of electric drives, it was decided to develop the design of an all-wheel drive caterpillar trike on electric traction.

The first part of graduation project describes the history of the development of caterpillar motorcycles and the types of caterpillar motorcycles.

In the second part we draw up the terms of reference and the technical proposal for the development of an all-wheel drive caterpillar trike on electric traction. The design calculations are made for the selection of an electric motor and a battery for this tricycle.

The graduation project covers safety and labor protection issues. Measures to provide an ecological safety are offered.

In the last part of graduation project an economic efficiency of the developed trike on electric traction is calculated.

In the conclusion the results of the study are presented.

Содержание

Введение.....	5
1 История развития гусеничных мотоциклов	7
2 Конструкторская часть	21
2.1 Техническое задание на разработку конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	21
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге.....	24
2.3 Конструкторские расчеты	36
3 Безопасность и экологичность технического объекта	41
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	41
3.2 Определение профессиональных рисков.....	43
3.3 Способы снижения профессиональных рисков	44
3.4 Пожарная безопасность технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	49
3.5 Экологическая безопасность технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	51
4 Экономическая эффективность проекта.....	53
4.1 Расчет себестоимости	53
4.2 Расчет затрат на выплату заработной платы.....	54
4.3 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	56
4.4 Расчет общей суммы затрат на изготовление конструкции	58
Заключение	59
Список используемой литературы и используемых источников.....	60

Введение

«В последнее время остро ставится вопрос о поиске альтернативных источников энергии и замене двигателей внутреннего сгорания (ДВС) более совершенными и экологически чистыми устройствами. Общемировой рост цен на энергоносители делает все более дорогостоящим использование автомобилей с ДВС. Резкое ухудшение экологической обстановки в крупных городах и мегаполисах зачастую также связано с эксплуатационными недостатками традиционных автомобилей. По этой причине в настоящее время практически все ведущие автомобилестроители инвестируют немалые средства на разработку и внедрение гибридных автомобилей, в которых совместно с ДВС работает электродвигатель, питаемый от аккумуляторов. Интенсивно ведется разработка двигателей, использующих в качестве горючего водород и иные виды топлива, энергию солнечных лучей и др.

Использование электромобилей становятся все более актуальным решением проблемы для мегаполисов. Электромобиль, как транспортное средство обладает целым рядом достоинств по сравнению с традиционными автомобилями, главным из которых является отсутствие вредных выбросов в атмосферу в процессе работы. Также можно отметить низкий уровень шума, меньший нагрев окружающей среды и более высокий КПД. Главным недостатком и основной преградой на пути к широкому распространению электромобилей до настоящего времени является несовершенство источников электрической энергии – аккумуляторов» [1].

«Электромобиль относится к тяговому электроприводу. Тяговый электропривод – привод, предназначенный для приведения в движение транспортных средств (электровозов, электропоездов, тепловозов и теплоходов с электроприводом, трамваев, троллейбусов, электромобилей и т.п.). Тяговый электропривод классифицируют по роду тока (постоянного и переменного тока), системе передачи вращающего усилия от вала двигателя к движущему механизму (с индивидуальным и групповым электроприводом),

системе вентиляции (с самовентиляцией, независимой и смешанной вентиляцией). Наиболее употребительны в качестве тягового электродвигателя – электродвигателя постоянного тока, последовательного и независимого возбуждения, синхронные двигатели с постоянными магнитами и трёхфазные асинхронные электродвигатели» [26].

Задача освоения необъятных просторов нашей Родины, особенно малонаселенных ее районов, требует интенсивного развития транспортных связей. При слаборазвитой сети усовершенствованных дорог, экономической нецелесообразности и технических трудностях ее значительного расширения особое значение приобретает использование колесного и гусеничного транспорта высокой проходимости. Транспортеры, тягачи, снегоходы и болотоходы, машины высокой проходимости для выполнения специальных задач – все эти типы гусеничных машин существенно отличаются от сельскохозяйственных и промышленных тракторов как по своему назначению и условиям использования, так и по конструктивным решениям основных узловых агрегатов [2].

Учитывая современные тенденции к использованию электрических приводов было принято решение разработать конструкцию полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге.

1 История развития гусеничных мотоциклов

24 июля 1900 года Генри Стис (Henry Stith) получил патент на такой велосипед (рисунок 1).

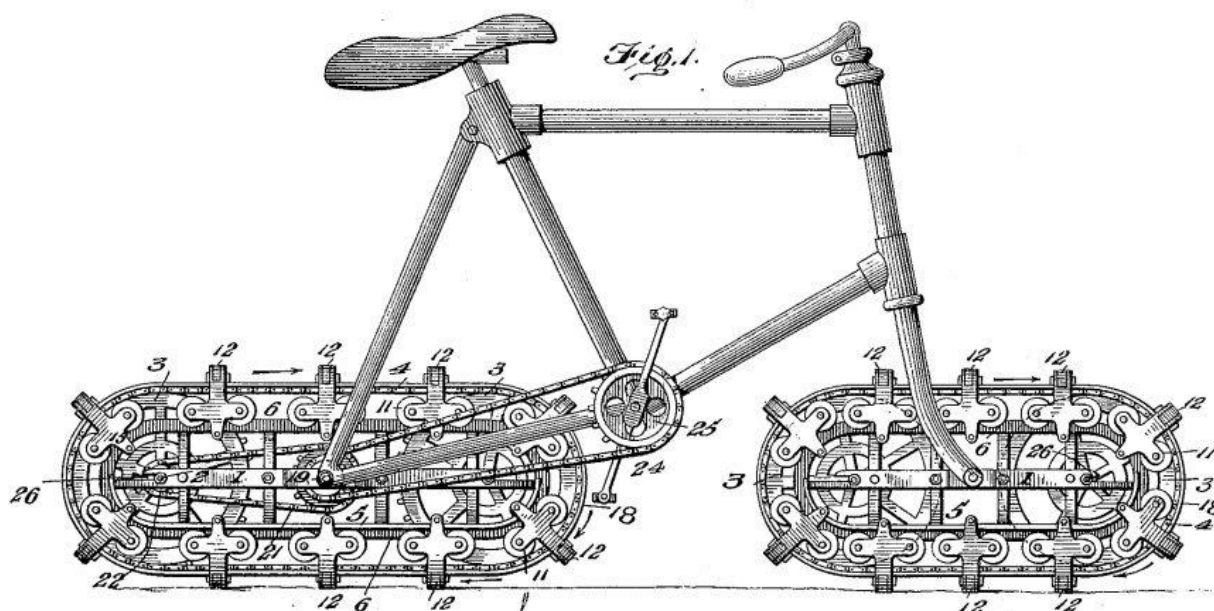


Рисунок 1 – Велосипед с гусеничным двигателем и гусеничным направляющим механизмом из патента

«На момент написания статьи в журнале Популярная Механика (Popular Science) за июнь 1944, у сына Stith-а все еще был этот велосипед, который Генри построил для него. Позже, изобретение пропало бесследно.

Трехколесный мотоцикл с двигателем 3×2 был создан в 1926 году на базе Triumph 500 SV Модель P Mk2 (рисунок 2). Он был переделан из обычного по заказу Service Corps королевской армии (RASC), и изготовлен в одном экземпляре. Не известно, как он показал себя на испытаниях, но хочется предположить, что внедорожные способности были неплохими. Идея не получила развития из-за совершенствования конструкции обычных мотоциклов. RASC Triumph сейчас хранится в музее транспорта армии (Museum of Army Transport, Beverley) в Великобритании, и они сожалеют, что вряд ли он когда-либо будет полностью восстановлен и

продемонстрирован, потому что они не в состоянии найти аутентичные 11 дюймовые шины задних колёс» [25].



Рисунок 2 – RASC Triumph гусеничный мотоцикл, 1927

Так выглядел стандартный Triumph SD, 1-цил. SV 500cc, 1921-1927 гг. (рисунок 3).



Рисунок 3 – Triumph SD, 1-цил. SV 500cc, 1921-1927 гг.

«Компания ОЕС (Osborn Engineering Co.) располагалась в Gasport, Nants, Великобритания. В 1928 году она изготовила два прототипа гусеничных мотоциклов (рисунок 4). Такой байк мог эксплуатироваться как с гусеницей поверх колёс задней тележки, так и без нее. Второе заднее колесо было связано внутренним зубчатым ремнем с цепным приводом первого колеса. Машины были предложены армии и частным покупателям как тракторы. Компания уже готова была продавать такие мотоциклы, но проект никого не заинтересовал» [24].

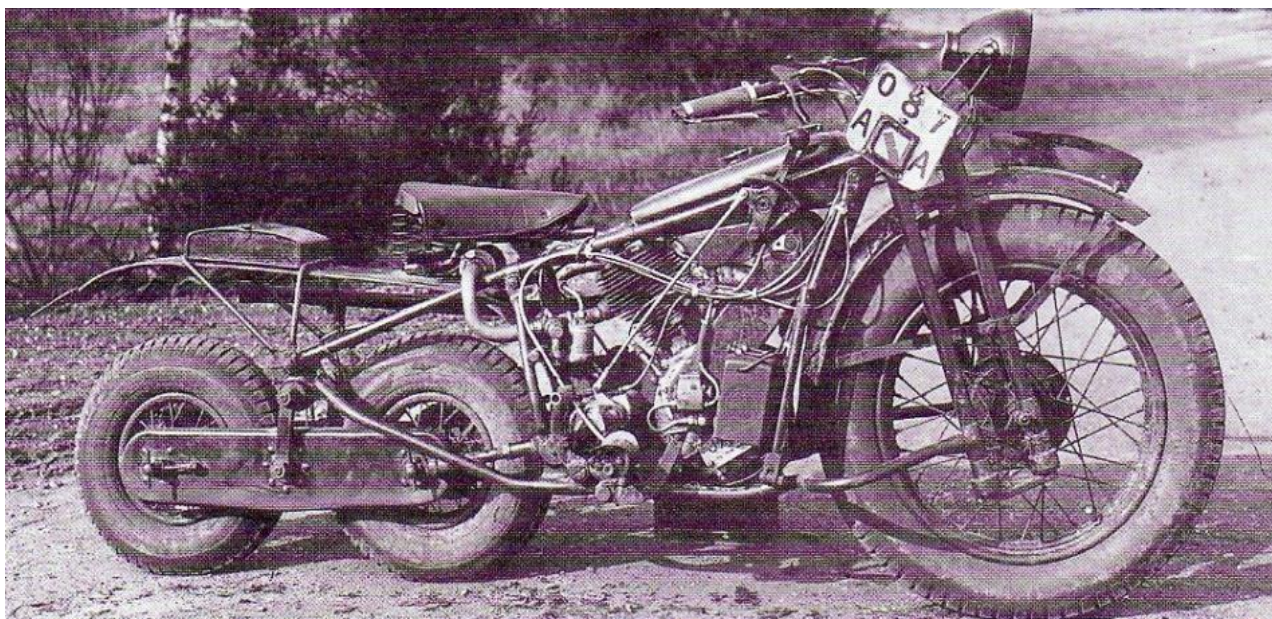


Рисунок 4 – ОЕС гусеничный мотоцикл, 1928 г.

«На самом деле впервые фото (рисунок 5) было напечатано в журнале Популярная Механика (Popular Science), за февраль 1931. Этому мотоциклу, даже посвящена статья «Tractor cycle for rough ground» (Трактор цикл для бездорожья). Подпись к фото: «Итальянская милиция испытывает мотоцикл совместно с «боевым танком», в качестве индивидуального средства передвижения по пересеченной местности. Они находят его превосходство над лошадьми в скорости передвижения» [23].



Рисунок 5 – Tractorcycle. Италия, 1931 г.

Гусеничный мотоцикл с двигателем 3х2, 3-х местный, производство Victoria-Werke AG (рисунок 6) в Нюрнберге, 1930-е.

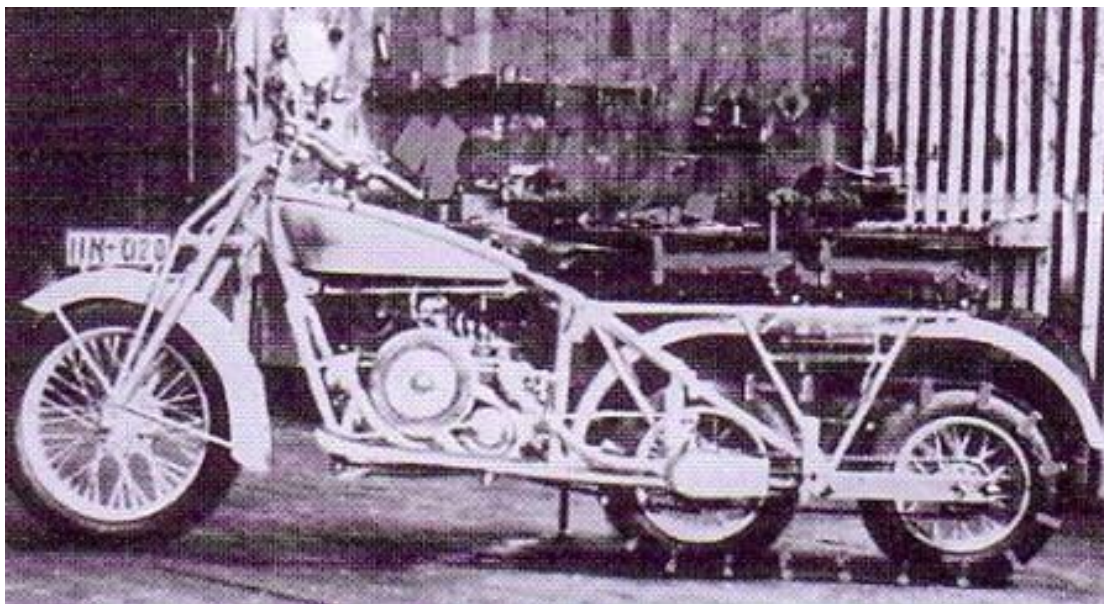


Рисунок 6 – Гусеничный мотоцикл с двигателем 3×2, 3-х местный, производство Victoria-Werke

В основу гусеничного мотоцикла лег вот этот Victoria Boxer модель KR VI (рисунок 7).



Рисунок 7 – Мотоцикл Victoria Boxer модель KR VI

Технические характеристики гусеничного мотоцикла Victoria:

- год выпуска: 1927-1932;
- максимальная скорость: 120 км/ч;
- четырехтактный двигатель – оппозитный двигатель;
- количество цилиндров: 2;
- объем: 596 см³;
- диаметр/ход поршня: 77 мм×64 мм;
- мощность/оборотов: 18 л.с / 4000 мин⁻¹, 24 л.с спортивная модель;
- количество передач: 3;
- независимая передняя амортизационная вилка патент Victoria;
- шины 26×3 и 27×3,5.

BMW Spezial TR500 «Sneekrad» (рисунок 8) создан по заказу Вермахта на базе популярной модели BMW R12 инженером Riemerschmidt в 1936 году, в одном экземпляре. Управляемость вызывает сомнения.

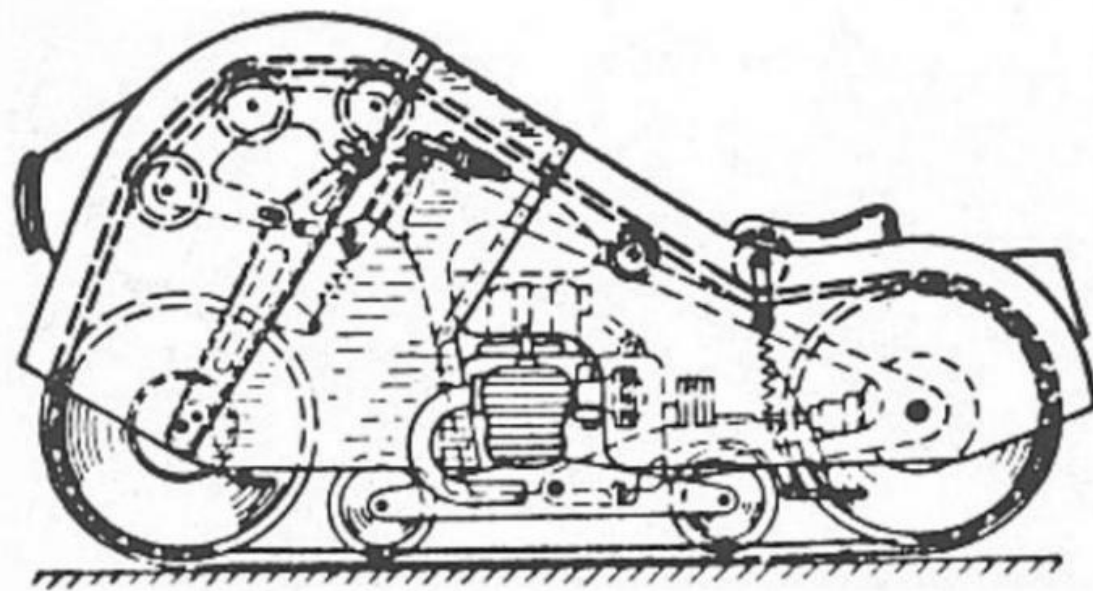


Рисунок 8 – MW Spezial TR500 с коляской "Sneekrad". Германия, 1936 г.

Мотоцикл Мерсье Motochenilles Тип 1 (рисунок 9, 10) с передней гусеницей был создан в 1937 году в Буа-Коломб, Франция. Мерсье получил заказ от швейцарской армии и создал этот прототип для испытаний. Так

получилось, что испытывался он не для швейцарской, а для французской армии. Двигатель объемом 350 см³ и мощностью 11 л.с. был слабоват, хотя позволял подниматься на склоны крутизной до 42°. Коробка передач 3-х ступенчатая. Всего было изготовлено 3 прототипа разных типов для французской армии.



Рисунок 9 – Мотоцикл Мерсье Motochenilles. Франция, 1937 г.



Рисунок 10 – Мотоцикл Мерсье Motochenilles Тип 1 и Мерсье Motochenilles Тип 2, 1937 г.

Мотоцикл Мерсье Motochenilles Тип 3, с бронещитом на испытаниях (рисунок 11)., 1937 г. Бронещит существенно ухудшал ходовые характеристики и без того плохо-управляемого шасси.



Рисунок 11 – Мотоцикл Мерсье Motochenilles Тип 3, с бронещитом на испытаниях, 1937 г.

В Германии после Первой мировой войны начался настоящий расцвет мотоостроения – в условиях мирного договора не было упомянуто никаких ограничений на производство мототехники. Еще одним важным фактором была её ценовая доступность, в отличие от автомобилей.

В начале 1930-х годов компания BMW стала работать над созданием специализированного военного мотоцикла. Так появились BMW R35 (рисунок 12), R12, R71.

Одной из главных проблем полугусеничных мотоциклов, была стабилизация вертикального положения на малых и больших скоростях, при движении по пересечённой местности. Этим объясняется отсутствие интереса к данной технике со стороны частного сектора.



Рисунок 12 – Мотоцикл BMW R35

«Разработчик Gyro Transport Systems, из США, решил эту проблему, применив гироскопическую стабилизацию. Но и это революционное решение не подстегнуло продвижение «Тракторциклов» в массы.

Разработан Gyro Transport Systems в 50-е годы XX века. Произведен American Tuscan (рисунок 13) в Солт-Лейк-Сити, штат Юта в 1967 году. Его 20 л.с. двигатель позволял взбираться на склоны до 45° благодаря гусенице. Самобалансировался встроенным гироскопом, что позволяло не бояться завала на бок во время движения. Спереди могли быть установлены лыжи. Мог дополнительно оснащаться фарой-искателем. Коробка передач - 4х ступенчатая. Этот единственный Tuscan, изготовленный в 1965 году, по заказу Службы охраны лесов США для Рейнджеров, остался прототипом. По предоплате предлагался частным лицам за 400\$, но никого не заинтересовал» [22].



Рисунок 13 – Мотоцикл Tuscan, 1965 г.

В России также были свои разработки – гусеничный мотоцикл АНТ-1 (рисунок 14) самодельный, из России, 1980-е.

«АНТ-1 – мотоцикл на полугусеничном ходу с рулевым передним колесом с шиной низкого давления и приводной гусеницей предназначен для передвижения по бездорожью, преимущественно летом и в межсезонье, зимой по снегу (толщина покрова до 25 см), а также по льду и насту. Проходимость мотоцикла, в принципе, – «езде». Исключение составляют только водные преграды глубиной свыше 30 см (заливает систему зажигания) да топь, где человек увязает по колено. На мотоцикле возможна перевозка груза до 30 кг, а на прицепе – до 80 кг, летом – на колесном (с широкопрофильными шинами), зимой – на санях» [8].

АНТ-1 способен преодолевать снег глубиной 25 см. Полезная нагрузка: водитель 30 кг на мотоцикл 80 кг на прицеп. Масса мотоцикла 110 кг.



Рисунок 14 – Мотоцикл АНТ-1, 1980 г.

Alpen Scooter (рисунок 15), своего рода снегоход от компании Pozzo di Resoago. С начала 80-х использовался горными войсками итальянской армии. В комплект прицепного оборудования входят: передняя лыжа, санки, носилки на лыжах, гусеница для грунта и гусеница для льда. Двигатель ранних серий объёмом 200 см³, позже устанавливался объёмом 250 см³ и 300 см³.



Рисунок 15 – Мотоцикл Alpen Scooter, 1980 г.

Alpen Scooter (Итальянского Красного Креста) с гусеницей на асфальте (рисунок 16).



Рисунок 16 – Мотоцикл Alpen Scooter (Итальянского Красного Креста) с гусеницей на асфальте

«Для населения нашей страны более доступны транспортные средства отечественного производства. Поэтому не удивительно, что смог появиться, например, гусеничный мотоцикл «Урал» (рисунок 17). Инженеры-любители дорабатывают конструкцию своего транспортного средства в различных целях. Это позволяет легко передвигаться по снегу, перевозить достаточно большие грузы.

При создании такой чудо-техники используются детали от комбайна, а также мотор от мотоцикла «Урал». Движение у подобной техники достаточно маневренное. При этом расход топлива составляет около 6 л на 100 км. Оборудование развивает скорость по целине до 60 км/ч» [4].



Рисунок 17 – Мотоцикл гусеничный «Урал»

Сноубайк, как явление, находится в самом начале своего жизненного пути. У него есть все шансы стать популярным, ведь имея эндуро или кроссовый мотоцикл, можно на зиму переоборудовать его в сноубайк, а не покупать дорогой горный или спортивный снегоход. Компания Snowrider очень вовремя развернула в Тюмени полноценное и отлично технически оснащенное производство с максимальной локализацией (рисунок 18).



Рисунок 18 – Набор для установки гусеничного комплекта

Выпускаемые наборы адаптеров позволяют устанавливать гусеничный комплект практически на любые современные легкие эндуро или кроссовые мотоциклы с объемом двигателя от 250 см³ и с левым расположением цепи.

Подвески мотоцикла имеет смысл настроить под новые условия катания: переднюю часть сделать жестче (затянуть пружины, заменить масло и/или пружины в вилке), а амортизаторы, в зависимости от стиля и условий катания, сделать более жесткими для прыжков или мягкими для глубокого снега [5].

Сегодня в линейке Snowrider три базовых комплекта, отличающихся длиной гусеницы (120, 129 и 137 дюймов). Также есть три комплекта для горного катания по снегу разной глубины (SE) и один спортивный, для катания по сложным рельефам со снежным покровом умеренной глубины и участия в соревнованиях (RS). Стоимость комплектов: 311–348 тысяч рублей [7].

Вывод по разделу.

В разделе была рассмотрена история развития гусеничных мотоциклов с начала 20 века по настоящее время. Таким образом, даже спустя десятилетия, развитие гусеничных мотоциклов остается актуальной и интересной темой и по настоящее время.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Полноприводный гусеничный трайк на электрической тяге (далее – ПГТЭТ) представляет собой рамное транспортное средство на гусеничном ходу с рулевым передним колесом, оснащенный гусеницей и двумя гусеницами, расположенными в задней части трайка и приводящимися в движение от электромоторов.

ПГТЭТ предназначено для передвижения по обычным дорогам, легкому бездорожью, преимущественно летом и в межсезонье, зимой по снегу, а также по льду и насту.

Возможность экспорта в зарубежные страны не предусмотрена.

Разработка ведется в соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

При разработке транспортного средства особое внимание следует обратить на следующие источники информации: интернет-форумы, журналы, каталоги гаражного оборудования, методические пособия и другая техническая литература.

Наименование и условное обозначение темы разработки – ПГТЭТ (полноприводный гусеничный трайк на электрической тяге).

Полноприводный гусеничный трайк на электрической тяге должен состоять из металлической рамы, рулевой передней вилки от мотоцикла с гусеницей, двух гусениц в задней части, приводящихся в движение электромоторами, посредством цепной передачи, набором аккумуляторных батарей, контроллера.

К конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге предъявляются следующие требования:

- должен быть предназначен для перевозки людей и буксируемых грузов;
- должен отвечать требованиям правил эксплуатации и быть безопасным при эксплуатации в различных погодных условиях;
- конструкция рамы должна обладать достаточной жёсткостью и прочностью;
- для оснащения транспортного средства должны максимально использоваться механические узлы, электрические и электронные элементы, агрегаты и отдельные элементы автомобильной промышленности, отвечающие современным и перспективным международным и российским требованиям;
- привод транспортного средства должен быть выполнен следующим образом: спереди – гусеница с приводом от моторколеса, сзади – две гусеницы с приводом от электромоторов;
- должна быть обеспечена модульность транспортного средства, путем возможности замены ведущей части гусеничного привода на колесный;
- дизайн транспортного средства должен быть современным, иметь красивый и эстетичный вид. Посадка и высадка пассажиров, погрузка и выгрузка груза должна быть максимально удобной.
- водителю транспортного средства должна быть обеспечена максимально хорошая обзорность;
- в процессе эксплуатации транспортное средство не должно требовать частых профилактических работ и особого ухода. При проведении технического обслуживания необходимо использовать только эксплуатационные материалы, выпускающиеся серийно, не требующие использования специальных инструментов.

Разработку конструкции выполнить в специализированных программах (2D или 3D). Предпочтительно разработку вести в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D.

Из конструктивных соображений, принимаем ориентировочно следующие технические показатели:

Габаритные размеры, не более мм	
– длина.....	3100;
– ширина.....	1265;
– высота.....	1245.
Тип двигателя.....	электрический.
Количество двигателей, шт.	3.
Мощность двигателя, кВт.....	1.
Масса.....	250.
Ширина гусеницы, мм.....	380.
Ход передней подвески, мм.....	не менее 150.
Длина гусеницы, мм.....	не менее 2000.

ПГТЭТ изготовить в 1 экземпляре. Поскольку серийное производство не предусмотрено, то поиск на патентную чистоту не обязателен.

Использовать транспортное средство должны люди, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации.

Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке.

Транспортировка осуществляется в разобранном виде, все части устройства должны быть упакованы в деревянные ящики, которые маркируются соответственным образом. Хранить устройство в собранном или разобранном виде в сухом помещении.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП. Место проведения экспертизы – кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет».

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется.

Изготовление опытного образца не предусматривается.

2.2 Техническое предложение на разработку конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге.

Полноприводный гусеничный трайк на электрической тяге. представляет собой транспортное средство состоящее из металлической рамы, рулевой передней стойки от мотоцикла с гусеницей, двух гусениц в задней части, приводящихся в движение электромоторами, посредством цепной передачи, набором аккумуляторных батарей, контроллера.

ПГТЭТ должно обеспечивать модульность транспортного средства, путем возможности замены ведущей части гусеничного привода на колесный и иметь следующие технические показатели:

Габаритные размеры, не более мм	
– длина.....	3100;
– ширина.....	1265;
– высота.....	1245.
Тип двигателя.....	электрический.
Количество двигателей, шт.	3.
Мощность двигателя, кВт.....	1.
Масса.....	250.
Ширина гусеницы, мм.....	380.
Ход передней подвески, мм.....	не менее 150.
Длина гусеницы, мм.....	не менее 2000.

Проведенный поиск аналогов показал, что в настоящее время конструкций, подпадающих по заданные технические требования не имеется.

В основном в качестве движителя транспортного средства применяется одна гусеница, реже две с приводом от бензинового двигателя. Вариант с использованием гусеницы в передней части с приводом от мотор-колеса и двух гусениц с приводом от электромоторов, не найдено.

Анализ конструктивных особенностей транспортных средств – аналогов показал, что ни одно из них не отвечает в полной мере, установленным в ТЗ требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

Техническим заданием рекомендовано обратить внимание на представленные источники информации.

Основными частями полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге являются:

- рама,
- рулевая передняя вилка от мотоцикла,
- передняя гусеница с моторколесом,
- задние гусеницы,
- электродвигатели,
- цепные передачи,
- аккумуляторные батареи,
- контроллер.

В первую очередь необходимо определиться с рамой, так как она является несущим элементом, на который крепятся все остальные элементы транспортного средства, также она должна обеспечивать требуемую прочность, надёжность крепления элементов. Рама может быть изготовлена из профиля прямоугольного сечения (рисунок 19, а) или профиля круглого сечения (рисунок 19, б).

С точки зрения сопротивления материалов, наиболее выгодными в плане устойчивости к изгибу являются круглые трубы. При минимальном количестве материала они обеспечивают максимальную жесткость

конструкции и в то же время легко изгибаются, что позволяет создавать изделия криволинейной формы.

Недостатками профильной прямоугольной трубы является:

- высокая себестоимость – труба весит на 30% больше аналогичной круглой, а стоит примерно на 35% дороже;
- наличие сварного шва. Трубы квадратного (прямоугольного) сечения производятся только по сварной технологии. По одной из сторон идет сварной шов на всю длину трубы. Труба начинает активно корродировать, причем окраска практически не предотвращает возникновение коррозии по сварному шву.

Преимуществом профиля прямоугольного сечения является его существенная пространственная жёсткость, в отличие от труб круглого сечения. За счёт плоских поверхностей, профильные трубы технически проще обрабатывать, грунтовать, красить. Плоские грани профиля обеспечивают отличную эргономику и удобство работы при креплении других элементов устройства по сравнению с трубой круглого сечения.

Принимаем форму рамы, представленную на рисунке 20, сваренную из профилей круглого и прямоугольного сечения.

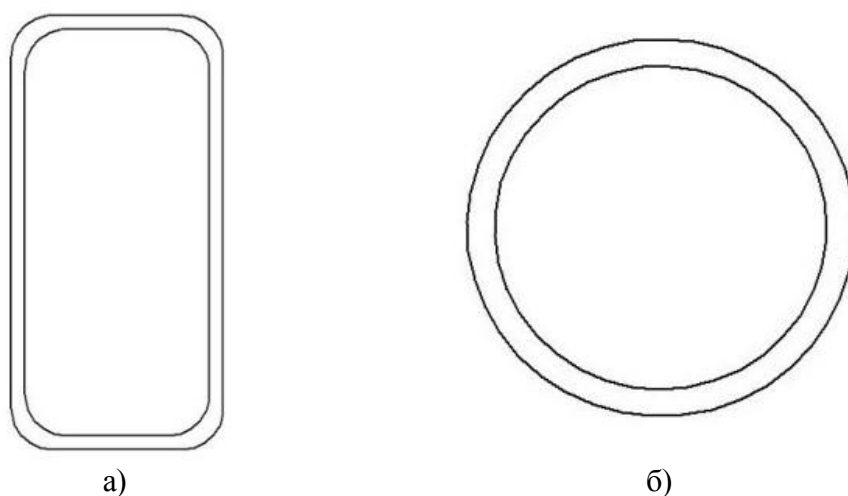


Рисунок 19 – Виды профиля для рамы

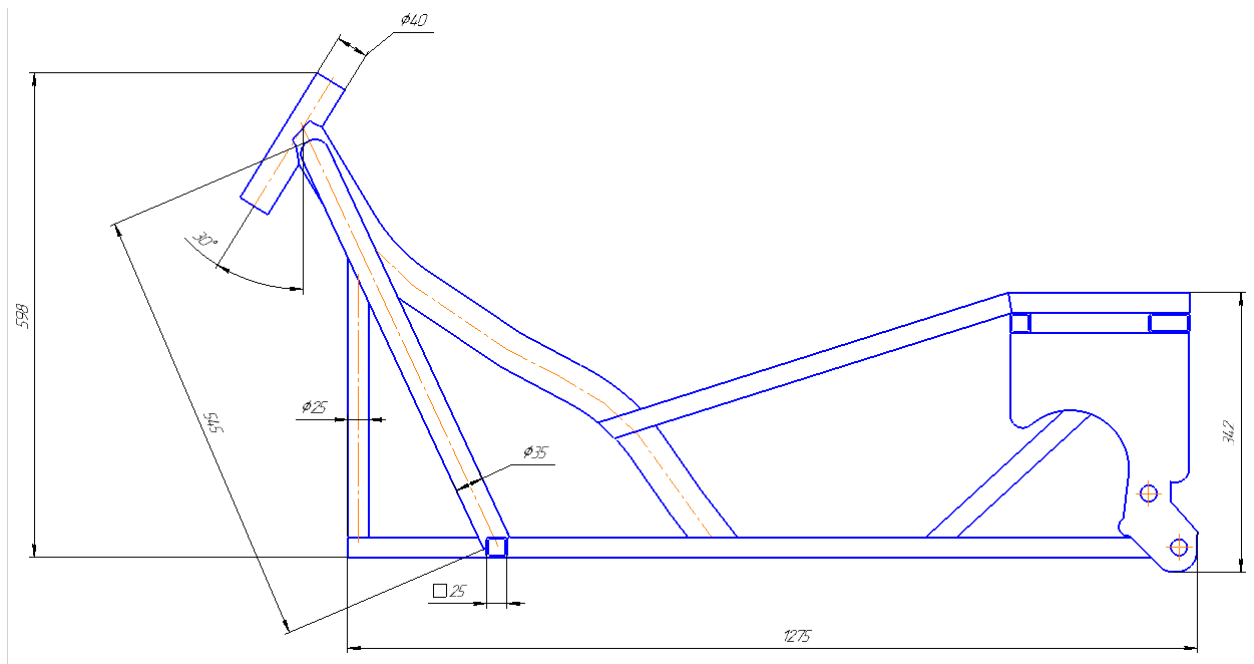


Рисунок 20 – Конструкция рамы

Для того чтобы обеспечить управляемость ПГТЭТ принимаем рулевую переднюю вилку от мотоцикла (рисунок 21).



Рисунок 21– Рулевая передняя вилка от мотоцикла

В качестве привода транспортного средства предлагается использовать:

- в передней части – гусеницу с моторколесом (рисунок 22);
- в задней части – два гусеничных движителя «Буран мини» (рисунок 23) с приводами от электродвигателей Kunray (рисунок 24) через цепные передачи (рисунок 25).



Рисунок 22 – Гусеница с мотор-колесом

Технические характеристики гусеницы с мотор-колесом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики мотор-колеса

Параметр	Значение
Тип двигателя	бесщеточный мотор-редуктор
Напряжение, В	48
Мощность, Вт	3000
Ширина гусеницы, мм	220
Грунтозацеп, мм	20



Рисунок 23 – Гусеничный движитель

Технические характеристики гусеничного движителя представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики гусеничного движителя

Параметр	Значение
Размеры (Д×Ш), мм	2070,5×380 (15«)
Шаг, мм	50,5
Количество шагов	41
Характер зацепления	через окна
Высота грунтозацепа, мм	17,5 (0,69«)
Ширина, мм	380
Масса гусеницы, кг	11

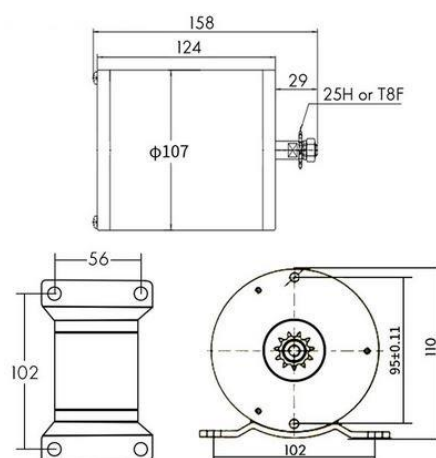


Рисунок 24 – Электродвигатель Kunray и его габаритные размеры

Технические характеристики электродвигателя Kunray представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики электродвигателя Kunray

Параметр	Значение
Тип двигателя	высокоскоростной бесщеточный
Мощность, Вт	1000
Частота вращения, об/мин: – при 36В – при 48В – максимальная	3100 3500 4200
Номинальный ток, А: – при 36В – при 48В	22,7 20,8
Номинальный крутящий момент, Н·м	4
Масса, кг	3,58

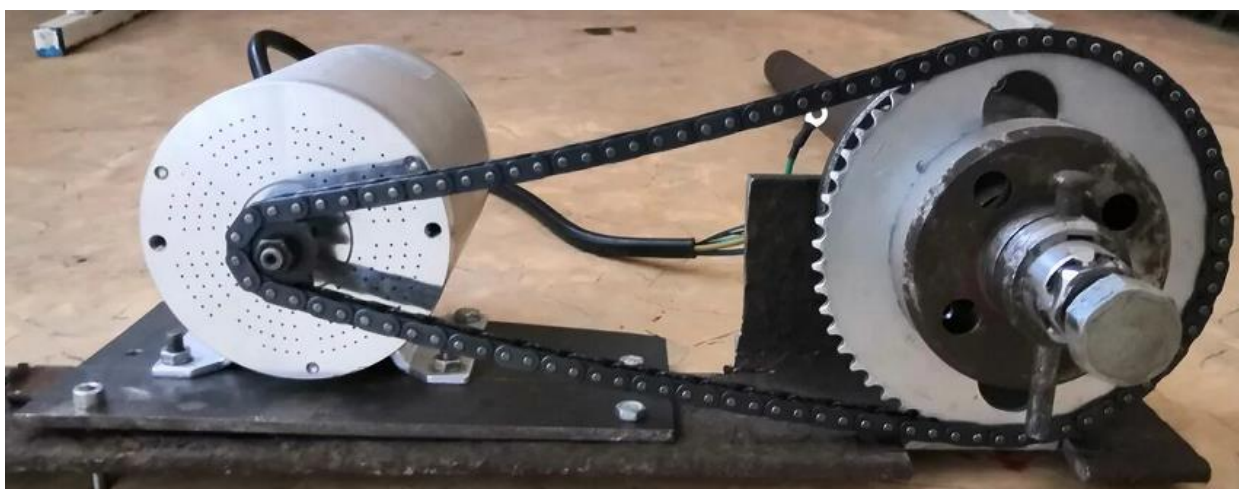


Рисунок 25 – Цепная передача

Выбранная цепная передача позволяет обеспечить передаточное число равное 4.

Выполняем выбор батареи.

Электрический аккумулятор – это химический источник тока, особенность которого заключается в обратимости внутренних химических процессов, что обеспечивает его многократное циклическое использование (через заряд-разряд). Термин «аккумулятор» используется для обозначения

отдельного элемента. То есть аккумулятор не равен батарее. Батарея – это совокупность аккумуляторов.

Батарея – это два или более соединенных параллельно или последовательно электрических элементов. В просторечии, аккумуляторной батареей называют, как батарейные блоки (относительно крупные ёмкости, наполненные мелкими аккумуляторами), так и отдельные элементы (но это неправильно).

В большинстве современных электрических машинах используются следующие виды аккумуляторных батарей:

- литий-ионные,
- алюминий-ионные,
- литий-серные.

«Иногда применяют ещё и металл-воздушные, где в качестве металла выступают цинк, литий, натрий, магний или алюминий.

Литий-ионные АКБ – самый распространённый вариант для установки на электрических автомобилях.

Преимущества:

- высокая плотность накапливаемой энергии;
- более высокое по сравнению с другими видами АКБ напряжение;
- небольшой саморазряд – до 6% в месяц, до 20% в год;
- практически полное отсутствие «эффекта памяти», из-за которого новые батареи требуется «тренировать»;
- большой срок эксплуатации – не меньше 1000 циклов или 10 лет.

Недостатки:

- высокая стоимость, которая влияет и на цену автомобиля;
- плохая устойчивость к избыточному заряду;
- небольшой температурный диапазон (от минус 20°C до плюс 50°C).

При использовании за пределами этих значений характеристики батареи ухудшаются – на холоде снижается ёмкость, при жаре аккумулятор может работать нестабильно;

- высокий уровень взрывоопасности при повреждении и нарушении герметичности» [6].

«Алюминий в составе алюминий-ионной батареи для электромобиля повышает безопасность её использования.

Кроме того, такой аккумулятор дешевле обходится при производстве. Использованию таких устройств мешает невысокая производительность катодов и меньшее количество циклов заряда/разряда.

В Китае ведутся исследования по поводу улучшения характеристик батарей. Уже разработана новая конструкция катода, увеличившая ёмкость и сроки службы литий-ионной АКБ, а также уменьшившая её цену. Новая версия, ещё не применяемая на серийных авто, выдерживает до 250 тыс. перезарядок» [9].

«Литий-серные аккумуляторы.

Аккумуляторы, принцип действия которых основан на реакции между литием и серой, делаются многослойными. Их ёмкость примерно вдвое выше по сравнению с аналогичными по размеру литий-ионными батареями. Стоимость изготовления таких аккумуляторов ниже, а рабочий диапазон температур выше, чем у большинства других источников питания электромобилей.

Недостатком литий-сернистых АКБ является небольшое количество перезарядок (до 60). Это делает батареи непригодными для установки в серийных автомобилях. Однако над устранением недостатков уже работают специалисты нескольких компаний, включая OXIS Energy. Предполагается, что к 2021 году стоимость поездки на аккумуляторах Li-S будет ниже, чем у современных литий-ионных версий» [10].

«Металл-воздушные АКБ.

Преимущества:

- небольшой вес, благодаря которому снижается и масса автомобиля;
- большой пробег электромобилей;
- сравнительно доступная стоимость;

- более простая утилизация по сравнению с литиевыми АКБ.

Недостатки:

- снижение производительности батареи при низкой температуре;
- необходимость в системе фильтрации, потребляющей почти треть общей мощности;
- внезапный выход из строя металл-воздушных аккумуляторов из-за образовавшейся на их поверхности плёнки из пероксида лития;
- небольшое число циклов заряда/разряда – до 50-60» [11].

«Кроме основных технологий производства аккумуляторов электромобилей, существует несколько видов, которые только находятся в разработке. Предполагается, что такие аккумуляторные батареи для электромобиля получат большую ёмкость и срок службы по сравнению с существующими версиями. Одной из таких разработок является аккумулятор на основе кремния и графита, способный накапливать в 5 раз больше энергии без заметного износа» [15].

Изучив представленные на рынке батареи, с учетом достоинств и недостатков их конструкций, выбираем литий-ионную батарею Winston TSWB-LYP100AH(A)(B) (рисунок 26) со следующими техническими характеристиками, представленными в таблице 4.

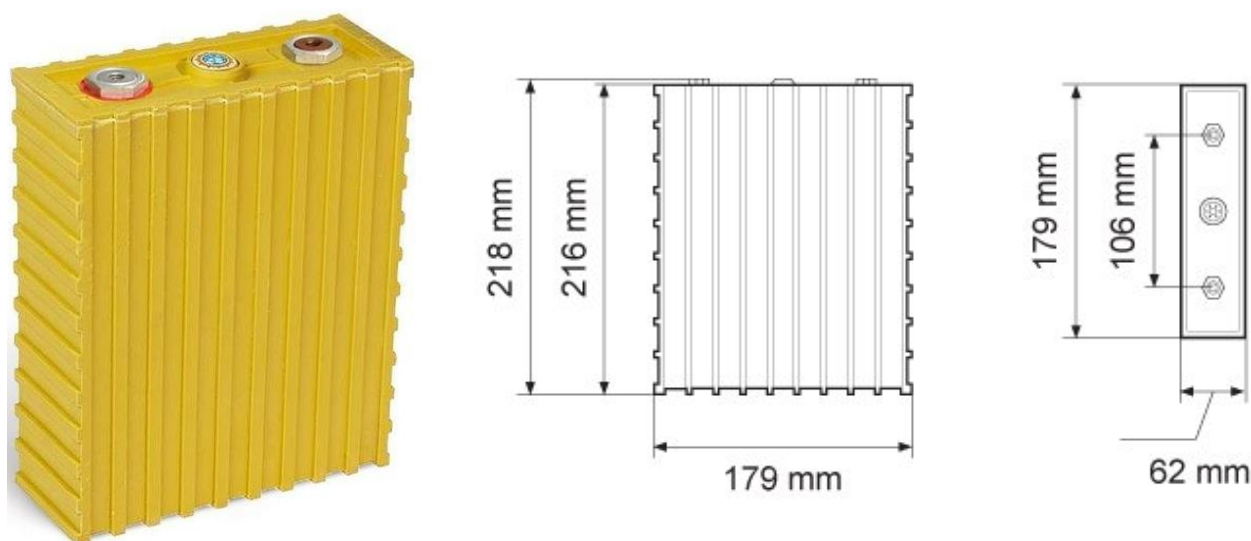


Рисунок 26 – Аккумуляторная батарея и ее габаритные размеры

Таблица 4 – Технические характеристики литий-ионной батареи Winston TSWB-LYP100AH(A)(B)

Параметр	Значение
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	143×67×268
Рабочее напряжение, В:	
– заряда	4
– разряда	2,8
Номинальная мощность, А·ч	100
Ток разряда максимальный непрерывный / пиковый, А:	300/1000
Максимально выдаваемая непрерывная / пиковая мощность, Вт:	960/3200
Максимальный зарядный ток, А	300
Количество циклов зарядки	5000-7000
Температурный режим эксплуатации, °С	от минус 45 до плюс 85
Масса, кг	3,6

Контроллер служит для запуска электродвигателя.

Контроллер создает вращающееся магнитное поле в обмотке статора, получая обратную связь о положении ротора либо по датчикам Холла, либо по противо-ЭДС (при управлении двигателями без датчиков). Контроллер обеспечивает управление двигателем: позволяет регулировать скорость вращения электродвигателя, обеспечивает торможение двигателем (рекуперация). Контроллер работает по принципу понижающего преобразователя, и благодаря этому, фазный ток, протекающий по обмоткам электродвигателя, может значительно превышать батарейный ток, протекающий от батареи до контроллера» [13].

Изучив представленные на рынке контроллеры принимаем контроллер Kungray (рисунок 27) в количестве 3 штук со следующими техническими характеристиками представленными в таблице 5.



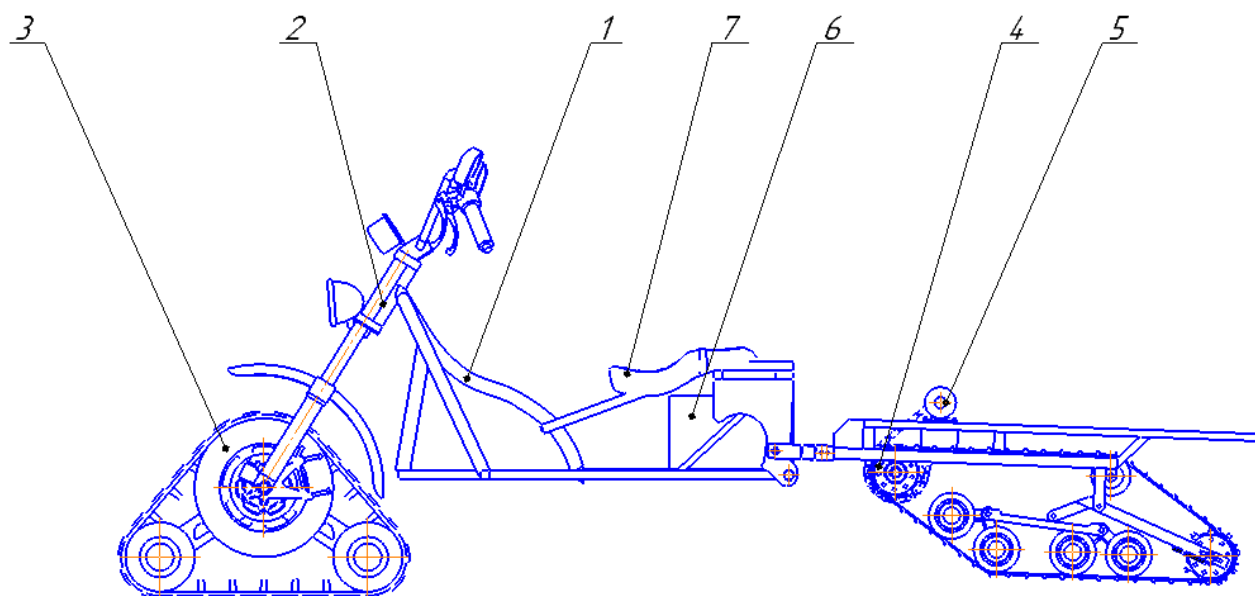
Рисунок 27 – Контроллер Kungray на 2000 Вт

Таблица 5 – Технические характеристики контроллера Kunray на 2000 Вт

Параметр	Значение
Мощность, Вт	2000
Напряжение, В	48/60
Номинальный ток, А:	
– 48 В:	33
– 60 В:	35
Габаритные размеры (Д×Ш), мм	195×82

Синхронизация работы электромоторов осуществляется путем параллельного подключения контроллеров.

После выбора всех элементов конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции (рисунок 28).



1 – рама; 2 – мотоциклетная вилка; 3 – мотор-колесо с гусеницей 4 – гусеничный движитель с рамой; 5 – электродвигатель; 6 – ящик с электрооборудованием; 7 – сиденье

Рисунок 28 – Общая компоновка модульного субкомпактного средства повышенной проходимости с электрической силовой установкой

2.3 Конструкторские расчеты

2.3.1 Выбор мощности электродвигателя

Понятие номинальной мощности электродвигателя отличается от понятия номинальной мощности ДВС.

Номинальной мощностью автомобильного ДВС называют мощность, соответствующую высшей точке его характеристики, то есть максимальную мощность, которую вообще может развить данный двигатель.

Поэтому автомобильный ДВС подбирается по максимальной мощности, требующейся для заданных условий движения.

Различают:

- продолжительную мощность;
- кратковременную (30 минутную, часовую, двухчасовую);
- мощность, предельную при коротких перегрузках (на несколько минут, секунд), ограничивается коммутацией и механической прочностью.

Исходные данные для расчета мощности электродвигателей представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные для расчета мощности электродвигателей

Параметр	Значение
Снаряжённая масса полноприводного гусеничного трайка, кг	120
В конструкции используется: – комплект из 16 батарей Winston 100АН – 57,6 кг; – 1 мотор-колесо с гусеницами – 16 кг; – 2 электродвигателя по 1 кВт – 7,16 кг; – 3 контроллера 2 кВт – 6 кг; – переходная плита, провода, крепления элементов – 8 кг	94,76
Общая масса, кг	214,76
Масса водителя, кг	80
Дополнительный полезный вес (пассажир, багаж), кг	70
Полная масса, кг	364,76
Коэффициент аэродинамического сопротивления (C_x)	0,342
Площадь поперечного сечения автомобиля (S), м ²	0,93
Коэффициент силы трения для асфальта ($F_{тр}$)	0,018
Скорость ПГТЭТ(V), км/ч	40

Продолжение таблицы 6

Параметр	Значение
Угол наклона дороги (α), °	0
Плотность воздуха (ρ_e), кг/м ³	1,225

Мощность, необходимая для движения ПГТЭТ с заданной скоростью, определяется выражением

$$N = \frac{W \cdot v}{\eta \cdot 0,736}, \quad (1)$$

где W – полный расход энергии на преодоление сопротивления движения, кВт·ч/т·км;

v – скорость ПГТЭТ, км/ч;

η – КПД трансмиссии.

Раскрываем формулу (1).

$$N = g \cdot F_{TP} \cdot m \cdot V + C_x \cdot S \cdot V^2 + g \cdot m \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

Рассчитанные значения мощности в зависимости от угла подъема при заданной скорости движения 40 км/ч сводим в таблицу 7

Таблица 7 – Зависимость мощности, необходимой для движения электротрайка с заданной скоростью от угла подъема

Наклон, град	Наклон, %	Мощность, кВт
0	0,0	1,2
2	3,5	1,4
4	7,0	1,6
6	10,5	1,8
8	14,1	2,0
10	17,6	2,1
12	21,3	2,3
14	24,9	2,5
16	28,7	2,7
18	32,5	2,8
20	36,4	3,0
22	40,4	3,2
24	44,5	3,3

Продолжение таблицы 7

Наклон, град	Наклон, %	Мощность, кВт
26	48,8	3,5
28	53,2	3,6
30	57,7	3,8

Необходимо учесть КПД узлов ПГТЭТ: электродвигателя – 0,9, трансмиссии – 0,76, контроллера с потерями на проводах и контакторах – 0,94.

Итоговый КПД с учетом кинематики ПГТЭТ:

$$\eta = 0,9 \cdot 0,76 \cdot 0,94 = 0,64$$

Определяем необходимую мощность электродвигателя.

$$N_{\pi} = \frac{N}{\eta}, \quad (3)$$
$$N_{\pi} = \frac{1951}{0,64} = 3048 \text{ Вт.}$$

Принимаем для привода 3 электропривода:

- мотор-колесо мощностью 3 кВт на переднюю часть;
- 2 электродвигателя по 1 кВт на заднюю часть.

2.3.2 Выбор напряжения батареи

Выбор напряжения батареи, то есть числа ее элементов, определяется следующими соображениями:

- батарея должна допускать заряд от сети постоянного тока, от «умформерных групп» составленных из нормальных электрических машин или выпрямительных устройств серийного производства;
- сила тока в главной цепи электрического транспортного средства не должна быть чрезмерно велика.

Первое требование вызвано тем, чтобы для зарядки батареи электрического транспортного средства не требовались электрические машины и аппараты специального изготовления. Стандартные, применяемые для зарядки напряжения постоянного тока – 110...220 В.

Второе требование вызвано тем, что большая сила тока усложняет конструкцию и увеличивает вес и стоимость коммутационной аппаратуры и проводки.

Поэтому с увеличением грузоподъемности электрического транспортного средства, а, следовательно, и мощности электродвигателя приходится применять более высокое напряжение, то есть большее число элементов батареи.

При расчете мощности и потребности в энергии следует учитывать деградационные процессы, возникающие из-за циклической работы и старения. Устройства и системы, использующие аккумуляторы, должны быть рассчитаны на некоторое постепенное снижение характеристик своих источников питания – примерно до 70-80 процентов от первоначальной мощности. Еще одним фактором, влияющим на параметры аккумуляторов, является низкая температура.

При расчете батареи исходим из-того, что ПГТЭТ будет использоваться для различных поездок по пересеченной местности, с неровностями рельефа и определим время поездки периодом 40 минут.

При средней скорости 40 км/час и дальности хода 80 км требуемое время хода 2 часа чистого времени.

При среднем токе потребления электродвигателя 50 ампер рассчитаем емкость аккумулятора:

$$C_p = 2 \cdot 50 = 100 \text{ А/ч.}$$

Из предлагаемого ряда типовых батарей выберем для использования в проекте батареи емкостью 100 А/час.

С учетом достоинств и недостатков конструкций батарей, изучив представленные на рынке батареи, принимаем литий-ионную батарею Winston TSWB-LYP100AH(B).

Выводы по разделу.

В разделе были рассмотрены технические задания и предложение, а также проведены конструкторские расчёты основных элементов транспортного средства.

Разработанная конструкция полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге полностью соответствует требованиям технического задания. Отличительной особенностью разработанной конструкции является применение в передней части транспортного средства гусеничного движителя.

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

«Экология и безопасность жизнедеятельности являются частью общего технологического комплекса в любой отрасли промышленности» [12].

«На автомобильных предприятиях часто внедряются новая техника и передовая технология. При проектировке цеха особое внимание необходимо уделять вопросам охраны труда, техники безопасности и экологии. Одной из основных задач администрации предприятия является ликвидация производственного травматизма и профессиональных заболеваний, охрана здоровья работников, обеспечение безопасности труда и окружающей среды. Задачу сохранения здоровья и работоспособности человека решает охрана труда, которая опирается на систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств. Безопасность труда обеспечивается требованиями нормативно-технической документации, правилами и инструкциями. Охрана труда является одной из основных составляющих ритмичной работы производства, так как улучшение рабочих условий приводит к таким социально важным результатам, как улучшение здоровья трудящихся, более полная удовлетворенность трудом. Улучшение условий труда так же сказываются и на экономических показателях производства (производительность труда, улучшение качества продукции и так далее.). Снижается процент невыхода на работу по причине производственной травмы, отчисление на оплату бюллетени и так далее. Разрабатывая правила техники безопасности, необходимо учитывать особенности производства и условия труда работников. Чтобы исключить случаи травм в процессе труда, рабочие места организуются в соответствии с

ГОСТ 12.2.061, в соответствии с ГОСТ 12.2.003 предъявляются требования к производственному оборудованию, по ГОСТ 12.2.049 соблюдаются общие эргономические требования» [16].

«Наиболее общими мероприятиями, направленными на снижение производственного травматизма, являются: рациональное устройство основных и вспомогательных производственных зданий и сооружений; рациональное устройство машин, установок, приборов, инструмента, приспособлений и другого оборудования, их размещение и содержание в исправном состоянии; рациональная организация рабочих мест; изоляция производственного процесса; улучшение технологии производства; механизация; автоматизация; защита работающих; организационно-массовые мероприятия» [14].

«Здоровые условия труда на предприятиях автомобильной промышленности нельзя обеспечить без учета особенностей производства, так как для осуществления эффективных оздоровительных мероприятий необходимо исходить из санитарно-гигиенической характеристики каждого отдельного производства. При эксплуатации предприятий и отдельных производственных помещений большое значение имеют условия их содержания. В гигиенически чистых, хорошо освещаемых цехах профессиональные заболевания и травматизм обычно снижаются» [19].

«Охрана окружающей среды – это прежде всего рациональное использование природных ресурсов и их постоянное воспроизводство» [17].

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и

их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на технологический процесс сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Таблица 8 – Паспорт безопасности на технологический процесс сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
Сборка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	1 Подготовка к сборке. 2 Сборка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге. 3 Испытание и доводка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Рожковые и накидные ключи по размеру крепежа. накидные ключи с рукоятью-трещоткой, плоские отвертки разных размеров из качественной стали, углошлифовальная машина, сварочный аппарат, токарный станок, фрезерный станок, сверлильный станок	Перчатки, защитные очки, сварочная маска, спецодежда

3.2 Определение профессиональных рисков

«Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда» [18].

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1 Подготовка к сборке. 2 Сборка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге. 3 Испытание и доводка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей, узлов, агрегатов	Детали, узлы, агрегаты для сборки
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Электроинструмент, станки
	Повышенный уровень шума	«Электроинструмент, станки» [21].
	«Запыленность и загазованность воздуха»	Пыль, поднимающаяся от работающего оборудования, транспорта
	Возможность поражения электрическим током	«Электроинструмент, сварочный аппарат, станки» [21].
	«Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное»	Сварочный аппарат, сварка рамы
	Излучение сварочной дуги	
	Электромагнитные поля	
	Искры и брызги, выбросы расплавленного шлака и металл	
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [21].
	«Монотонность труда, вызывающая монотонию»	«Однообразно повторяющиеся технологические операции при сборке/испытании» [21].
Напряжение зрительных анализаторов		
Статические нагрузки, связанные с рабочей позой		

3.3 Способы снижения профессиональных рисков

«Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226

Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [7].

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 1) «информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [4].;
- б) обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) организация обучения и проверки знаний по охране труда работников;
- г) проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований;

- д) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- е) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- ж) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- з) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- и) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- к) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- л) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;
- м) организация и проведение производственного контроля;

н) издание (тиражирование) инструкций по охране труда» [11].

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей, узлов, агрегатов	Выполнять на регулярной основе планово-предупредительное обслуживание. Эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования, знаки безопасности по ГОСТ, дистанционное управление оборудованием	Спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)» [5].
«Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)» [21].

Продолжение таблицы 10

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
«Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [21].
Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное «Излучение сварочной дуги Электромагнитные поля Искры и брызги, выбросы расплавленного шлака и металл	Питание электрической дуги разрешается производить только от сварочных трансформаторов, генераторов и выпрямителей. Непосредственное питание сварочной дуги от силовой, осветительной и контактной сети не допускается	Для обеспечения безопасного производства работ электросварщики должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в число которых входят брезентовый костюм с огнезащитной пропиткой, ботинки и рукавицы (перчатки). Спецодежда и рукавицы должны быть сухими, без следов масла. Для защиты лица и глаз электросварщики должны обеспечиваться защитными шлемами или щитками и специальными светофильтрами в зависимости от силы сварочного тока» [12].
«Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ	–
Монотонность труда, вызывающая монотонию	– рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической физиотерапевтические медицинские мероприятия разгрузки; занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление» [18].	

3.4 Пожарная безопасность технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

На рисунке 31 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на сборочном участке.

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему

руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;

- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании не по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности»	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [17].
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007»	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [13].
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ»	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [19].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения»	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком

Продолжение таблицы 11

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	действия» [22].
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [18].

3.5 Экологическая безопасность технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге	Мелкодисперсная пыль в воздухе, испарения СОЖ с поверхности новых деталей	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом» [21].

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге представлена в

таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
«Применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена	Экологический контроль за утилизацией и захоронением сточных вод, осадков, выбросов вредных веществ	Спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Металлический лом, стружка отправляется на переплавку. Твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и сжигаются» [8].

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- составлен паспорт безопасности на технологический процесс сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге (таблица 8);
- определены профессиональные риски при технологическом процессе сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге (таблица 9) и способы их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге (таблица 11, 12);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса сборки полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге (таблица 13).

4 Экономическая эффективность проекта

4.1 Расчет себестоимости

Рассчитываем затраты на покупку сырья и материалов по формуле (4):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (4)$$

Сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 13.

Таблица 13 – Информация по затратам на покупку сырья и материалов

Наименование	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Профильная труба 25×25×1,5	м	99,0	24,0	2376,0
Профильная труба 40×25×1,5	м	132,0	6,0	792,0
Труба 50×1,5	м	337,0	10	3370
Лист холоднокатаный 1260×2520×1,5	шт.	3375,0		3375,0
Грунтовка	кг	75	10	750,0
Краска	кг	120	10	1200,0
Уголок металлический 50х50х3	м	215,0	5	2075,0
Прочее	–	–	–	2500
Итого:	–	–	–	16438,0

Рассчитываем затраты на покупные изделия и полуфабрикаты по формуле (5):

$$P_{И} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (5)$$

Сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупные изделия и полуфабрикаты

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки	
Вилка мотоцикла	1 шт.	2750,0	2750,0	Самовывоз со склада	
Мотор-колесо, 3 кВт	1 шт.	23400,0	23400,0		
Гусеница вездехода	1 шт.	13500,	27000,0		
Электродвигатель, 1,5 кВт	2 шт.	5800,0	11600,0		
Цепь	2 шт.	790,0	1580,0		
Контроллер	1 шт.	2900,0	2900,0		
Сиденье	1 шт.	1200,0	1200,0		
Руль мотоцикла	1 шт.	1700,0	1700,0		
Гусеница с электромотором	1 шт.	40000	40000		
Амортизаторы	2 шт.	4000,0	8000		
Прочее	–	–	1600		
Всего:	–	–	121730		–

4.2 Расчет затрат на выплату заработной платы

Рассчитываем затраты на заработную плату по формуле (6):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} \right). \quad (6)$$

Сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
Заготовительная	3	3	85,43	256,29

Продолжение таблицы 15

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел·ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
Сварочная	4	4	91,39	365,56
Токарная	4	3	91,39	274,17
Фрезерная	4	5	91,39	456,95
Сверлильная	4	6	91,39	548,34
Слесарная	5	5	96,48	482,4
Сборочная	5	3	96,48	289,44
Итого:	–	–	–	2673,15
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	801,94
Всего:	–	–	–	3475,10

Рассчитываем затраты на выплату дополнительной заработной платы по формуле (7):

$$Z_{д} = Z_{о} \cdot K_{д}, \quad (7)$$

где $K_{д}$ – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 1,1» [20].

$$Z_{д} = 3475,10 \cdot 1,1 = 347,51 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на отчисления единого социального налога по формуле (8):

$$O_{с} = (Z_{о} + Z_{д}) \cdot K_{с}, \quad (8)$$

где K_C – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, равен 0,26» [19].

$$O_C = (3475,10 + 347,51) \cdot 0,26 = 993,87 \text{ р.}$$

4.3 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

«Рассчитываем затраты на содержание и эксплуатацию оборудования по формуле (9):

$$P_{\text{cod.ob}} = Z_O \cdot K_{\text{ob}}, \quad (9)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, равен 1,04» [20].

$$P_{\text{cod.ob}} = 3475,10 \cdot 1,04 = 3614,1 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на общепроизводственные нужды по формуле:

$$P_{\text{onp}} = Z_O \cdot K_{\text{onp}}, \quad (10)$$

где K_{onp} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, равен 1,5» [20].

$$P_{\text{onp}} = 3475,1 \cdot 1,5 = 5212,65 \text{ р.}$$

Рассчитываем затраты цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости по формуле (11):

$$C_{\text{ц}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_O + Z_{\text{д}} + O_C + P_{\text{cod.ob}} + P_{\text{onp}}, \quad (11)$$

$$C_{ц} = 16438 + 121730 + 3475,1 + 347,51 + 993,87 + 3614,1 + \\ + 5212,65 = 151811,23 \text{ р.}$$

Рассчитываем затраты на общехозяйственные (общезаводские) расходы по формуле (12):

$$P_{охр} = 3_0 \cdot K_{охр}, \quad (12)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, равен 1,6» [14].

$$P_{охр} = 3475,1 \cdot 1,6 = 5560,16 \text{ р.}$$

Рассчитываем общие затраты по формуле (13):

$$C_{пп} = C_{ц} + P_{охр}, \quad (13)$$

$$C_{пп} = 151811,23 + 5560,16 = 157371,39 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на внепроизводственные нужды по формуле:

$$P_{вн} = C_{пп} \cdot K_{внепр}, \quad (14)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, равен 0,05» [18].

$$P_{вн} = 157371,9 \cdot 0,05 = 7868,59 \text{ р.}$$

4.4 Расчет общей суммы затрат на изготовление конструкции

Рассчитываем общие затраты на изготовление конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге, покупку материалов, выплату денежных средств по формуле (15):

$$C_{ОБЩ} = C_{ПР} + P_{ВН}, \quad (15)$$

$$C_{ОБЩ} = 157371,9 + 7868,59 = 165240,49 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированной конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге составляет 165240,49 р.

Выводы по разделу.

В разделе был проведён расчет экономической эффективности изготовления спроектированной конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге.

Расчетная стоимость полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге составляет 165240,49 р.

Таким образом, разработанная конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге проста и недорога в изготовлении и может найти широкое применение у людей.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена работа на тему: «Разработка конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге».

Разработанная конструкция транспортного средства является оптимальной для передвижения по обычным дорогам, легкому бездорожью, преимущественно летом и в межсезонье, зимой по снегу, а также по льду и насту.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрена история развития гусеничных мотоциклов;
- определены основные признаки, характеризующие электромобиль и его систему тягового привода;
- выполнена конструкторская разработка полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге составлены техническое задание и предложение, выполнены конструкторские расчеты по подбору электродвигателя и аккумуляторной батареи для данного транспортного средства;
- рассмотрены безопасность и экологичность конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге;
- определена экономическая эффективность конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге. Расчетная стоимость полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге составляет 165240,49 р.

Таким образом, разработанная конструкции полноприводного гусеничного трайка на электрической тяге проста и недорога в изготовлении и может найти широкое применение у людей.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
2. Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
3. Бусыгин, Б. П. Электромобили : (Методы расчета). Учеб. пособие / Б. П. Бусыгин. - М. : МАДИ, 1979. - 72 с.
4. Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей / И. А. Бухарин. – М.-Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. – 292 с.
5. Веденяпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Веденяпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Колос, 1973. – 195 с.
6. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
7. Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимоней. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.
8. Галкин, Ю. М. Электрические аккумуляторные автомобили (электромобили) [Текст] : [История развития, тяговый расчет, конструкция и эксплуатация] / Инж. Ю. М. Галкин. - Москва ; Ленинград : Изд-во Наркомхоза РСФСР, 1938 (М. : Образцовая тип.). - 160 с.
9. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.
10. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

11. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки; введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 28 с.

12. ГОСТ Р МЭК 61851-1-2013. Система токопроводящей зарядки электромобилей = Ч. 1. Общие требования : Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements : национальный стандарт Российской Федерации / Подготовлен Научно-технический центр "Энергия". - Изд, офиц. : введен впервые : введен 2014-09-01. - Москва : Стандартиформ, 2014. - IV, 47 с.

13. Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. Л. Грачев. – М., 1979. – 195 с.

14. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.

15. Гурьянов С. И. Повышение точности диагностирования тормозных свойств автопоездов на стенде / С. И. Гурьянов. // Диагностика автомобилей: III всесоюзная научно-техническая конференция: тезисы докладов. - Улан-Удэ, 1989. – с. 147-148.

16. Демидов, Н. Н. Конструирование и расчет автомобилей и тракторов. Электромобили : учебное пособие / Н. Н. Демидов, А. А. Красильников, А. Д. Элизов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический ун-т Петра Великого. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2016. - 95 с.

17. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / А. А. Хачатуров [и др.]; под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.

18. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.

19. Ниргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.

20. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21. Ютт, В. Е. Электрооборудование электромобилей : Тяговые аккумулятор. батареи. Тяговое электрооборуд. постоянн. тока. Учеб. пособие / В. Е. Ютт, С. А. Бабешко. - М. : МАДИ, 1984. - 125 с.

22. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 p.

23. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.

24. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.

25. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

26. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.