

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)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка грузового трехколесного транспортного средства
 грузоподъемностью 0,8 т

Студент

Д.А. Самсонов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л.Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка грузового трехколесного транспортного средства грузоподъемностью 0,8 т» включает в себя расчет и конструкторское проектирование устройства трехколесного транспортного средства, предназначенного для перевозки грузов. Актуальность темы связана с увеличением числа транспортных средств, занятых в развозных работах, развозе строительных материалов на небольшие расстояния и курьерской доставке.

Выполнен обзор имеющихся конструкций трехколесных транспортных средств, включая производимые компаниями и использующиеся в качестве средств передвижения.

Выполнен расчет силовых и прочностных параметров трехколесного транспортного средства. Произведен расчет конструкции на уровне технического проекта. Произведен подбор необходимого для производства конструкции технологического оборудования, разработана технологическая схема сборки. Произведена разработка технологии проведения сборочных работ и составлена технологическая карта сборки.

Проведен анализ безопасности и охраны труда при производстве автомобильных компонентов.

В экономической части произведен расчет затрат при производстве конструкции и обоснована целесообразность данного проекта.

Abstract

The final qualification work on the topic "Development of a three-wheeled cargo vehicle with a carrying capacity of 0.8 tons" includes the calculation and design design of a three-wheeled vehicle device intended for the carriage of goods. The relevance of the topic is associated with an increase in the number of vehicles employed in distribution work, delivery of building materials over short distances and courier delivery.

A review of the existing designs of three-wheeled vehicles, including those produced by companies and used as vehicles, was carried out.

The calculation of the power and strength parameters of a three-wheeled vehicle has been carried out. The calculation of the structure was made at the technical design level. The selection of the technological equipment necessary for the production of the structure was made, the technological scheme of the assembly was developed. The technology of assembly work was developed and the assembly flow chart was drawn up.

The analysis of safety and labor protection in the production of automotive components.

In the economic part, the calculation of costs in the production of the structure was made and the feasibility of this project

Содержание

Введение	5
1 Теоретические положения объекта разработки	8
1.1 Трехколесные транспортные средства	8
1.2 Обзор патентных аналогов разрабатываемой конструкции	14
2 Обоснование выбора схемы и описание конструкции и работы трицикла	17
2.1 Техническое задание на разработку конструкции трицикла	17
2.2 Техническое предложение	20
2.3 Разработка структурной схемы трицикла	22
3 Конструкторский раздел	26
3.1 Тягово-динамический расчет трицикла	26
3.2 Прочностной расчёт тихоходной цилиндрической ступени	34
3.3 Расчет оси крепления переднего колеса	40
4 Технологический раздел дипломного проекта	42
4.1 Конструкция и условия работы коробки передач	42
4.2 Технологический процесс установки коробки передач	44
4.3 Расчет технологической операции сборки коробки передач	47
5 Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта	52
5.1 Описание условий труда	52
5.2 Идентификация вредных производственных факторов	53
5.3 Общие требования по обеспечению безопасности на предприятии	55
5.4 Требования эргономики при работе за компьютером	56
5.5 Расчет вентиляции в помещении	62
6 Экономический раздел дипломного проекта	66
Заключение	73
Список используемых источников	74
Приложение А Тяговый расчет трицикла	79

Введение

Решение транспортных задач на внутригородских перевозках решается различными методами. Но главным показателем эффективности является скорость доставки при минимизации ресурсных затрат. как правило, для городского трафика характерны небольшие скорости движения, при этом объемы перевозок как правило не превышают массы 1 т, а решающее значение имеет возможность быстро найти парковочное место и подать транспорт на погрузочно-разгрузочные работы.

Мировой опыт применения сверхкомпактных транспортных средств свидетельствует о том, что наиболее востребованы трехколесные транспортные средства, которые не требуют значительных вложений, но при этом обладают всеми необходимыми характеристиками. Наибольшее распространение такие транспортные средства получили в странах Юго-Восточной Азии, где условия дорожного движения наиболее сложные, а развозные работы отличаются высокой партионностью.

«Главной задачей автомобильного транспорта является полное, качественное и своевременное удовлетворение потребностей предприятий и населения в перевозках при возможно минимальных материальных затратах.

Поэтому основными задачами являются повышение уровня технического обслуживания, повышение производительности подвижного состава, и снижение затрат на перевозки грузов.» [1]

В процессе эксплуатации у трехколесного транспортного средства появляются различные неисправности, которые снижают эффективность его использования, соответственно своевременное выполнение технического обслуживания или ремонта играет важную роль при эксплуатации подвижного состава, обеспечения безопасности движения, экономии топлива и смазочных материалов. К тому же трудовые и материальные затраты на поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии значительно ниже, чем затраты на его изготовление. Задачей проектирования

новой конструкции является минимизация воздействия износа на эксплуатационные и технические показатели транспортного средства.

Для трехколесных транспортных средств, задействованных в развозке и курьерской доставке, характерны сравнительно небольшие пробеги на коротких плечах работы, при этом работа выполняется преимущественно в жилых городских кварталах, что предъявляет повышенные требования к мобильности и шумности данного транспорта. Традиционный подход в автомобилестроении предполагает применение неких универсальных решений, основанных на применении транспортных средств имеющих компактную компоновку, не смотря на то, что условия работы этих транспортных средств различны.

Поэтому, в рамках дипломного проекта, мы будем рассматривать конструкцию транспортного средства предназначенного для перевозки грузов, но при этом имеющее трехколесную компоновку конструкции.

1 Теоретические положения объекта разработки

1.1 Трехколесные транспортные средства

Обычно трициклы имеют три колеса, из которых два задних расположены симметрично относительно продольной оси и на высоте поперечной, а переднее колесо находится в вертикальной плоскости симметрии. Это определение относится ко всем существующим подклассам класса.

- Трициклы с автомобильным или мотоциклетным двигателем заднего или центрального расположения.

- Мототрициклы - в виде комбинации мотоцикла с двумя задними колесами и, соответственно, измененной конструкцией задней части транспортного средства.

- Трициклы с шинами низкого давления со специальной ходовой частью и мотоциклетным двигателем.

- Трехколесные скутеры (мопеды) с исполнением, как у мототрициклов.

Отметим, что, по крайней мере, в Германии трициклы классифицируются как открытые легковые автомобили, и водители, имеющие удостоверения на право управления обычным легковым автомобилем, могут управлять ими без сдачи дополнительных экзаменов. Однако специфические свойства этих машин требуют от водителя некоторых навыков в управлении. Пример такого транспортного средства приведен на рисунке 1. Как правило, подобные конструкции создаются на базе мототехники и не имеют значительных конструктивных особенностей от базовой техники, наследуя большую часть конструкторских и эксплуатационных показателей.



Рисунок 1 – Трицикл Rewaso CT800S (Германия)

У трайков на базе Harley-Davidson переделанных фирмой Lehman, передняя часть остается неизменной. А задняя - с двумя широкими колесами и задним мостом от легкового автомобиля, рисунок 2.



Рисунок 2 – Трицикл Trinity LLS на базе Harley-Davidson FLH

В технической документации трицикл обычно называется открытым автомобилем. Но это определение неправильно, так как - это нечто совсем иное, чем просто автомобиль с одним передним колесом.

Под трициклом изначально понимались трехколесные мотоциклы, способные двигаться вне дорог, имеющие удлиненную вилку, шины задних колес увеличенной ширины и двигатель VW - "жук", расположенный сзади, рисунок 3. При этом многими не принимается во внимание, что эти характеристики трициклов отнюдь не являются исчерпывающими. Фактически, семейство трициклов в течение многих лет является предметом пересудов, а сейчас возможности этой разновидности мотоциклов неограниченны.



Рисунок 3 – Трицикл Boom Trike на базе VW Beetle

Однако существующее разнообразие конструкций затрудняет дать точное определение. Даже такой критерий, как число колес, равное трем не является достаточным. Например, пятиколесный ИТМ безусловно относится к

классу трициклов, и к нему же принадлежат мотоциклы со сдвоенными задними колесами.

Привод на оба задних колеса является общим признаком данного класса. Прототипы, аналогичные модели Panda BMW R 1100, с приводом на одно заднее колесо, считаются ввиду их малой распространенности абсолютным исключением. Без особых проблем из класса «Трицикл» можно исключить такие модели, как Grinnall Scorpion или Mercedes F 300 Lite Jet, несмотря на наличие трех колес, рисунок 4. Эти машины относятся к автомобилям, так как они снабжены рулевым колесом вместо обычного мотоциклетного руля, имеют обратное расположение колес (два спереди, одно сзади) и кузов. Но, несмотря на наличие кузова. ITM Starship все же остается в классе «Трицикл».



Рисунок 4 – Трицикл Grinnall Scorpion

Такие специфические конструкции указывают на то, что во всех правилах имеются исключения, ставшие во многих случаях реальностью. Поэтому определение мотоциклов класса «Трицикл» достаточно условно.

Целью разработки является создание открытого транспортного средства, пригодного как для передвижения в городском потоке, так и для поездок по загородной трассе. Преимуществом трицикла перед мотоциклом является более высокий уровень безопасности, комфорта, большая грузопассажировместимость, хорошая курсовая устойчивость, экономичность. Недостатками можно считать большие по сравнению с мотоциклом габаритные размеры.

Отдельно стоит рассмотреть грузовые трициклы, которые находят свое широкое применение. Одним из таких образцов техники будет являться трицикл ИМЗ-8.4013, созданный на Ирбитском мотоциклетном заводе, рисунок 5.



Рисунок 5 – Грузовой трицикл ИМЗ-8.4013

Особенностью данного транспортного средства является достаточно высокая грузоподъемность. Изначально, по проекту, трицикл был ориентирован на компании, работающие в секторе сельского хозяйства.

Для городских перевозок данный образец не слишком подходит, поскольку имеет открытое место водителя и отсутствие ветрозащиты. Но в целом транспортное средство показало себя как простое и надежное.

На рисунке 6 изображен трехколесный грузовой трицикл с кабиной «Шмель».



Рисунок 6 – Грузовой трицикл «Шмель»

Грузовой трицикл «Шмель» предназначен для проведения транспортных и курьерских работ внутри города. Конструкция транспортного средства предполагает наличие двух мест в закрытой кабине, что выгодно отличает эту модель от всех остальных.

1.2 Обзор патентных аналогов разрабатываемой конструкции

Наряду с промышленными образцами были изучены полезные модели и описания изобретений, относящиеся к тематике разработки. Одним из таких образцов будет являться описание изобретения к патенту № 2532002 рисунок 7

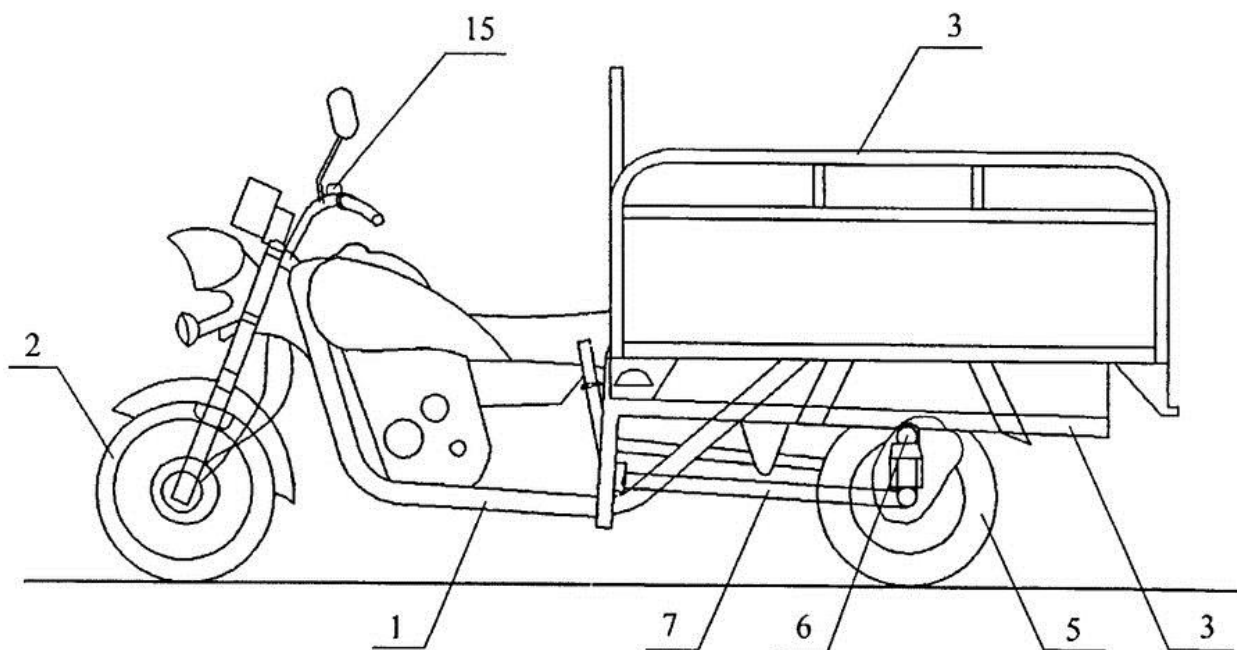


Рисунок 7 – Грузовой трицикл, патент № 2532002

«Трицикл имеет симметричное расположение задних ведущих колес и переднее управляемое колесо. Кузов трицикла в виде грузовой платформы и рама вместе с управляемым колесом могут наклоняться, как одно целое, относительно заднего моста в поперечном направлении. Рама с одной стороны шарнирно при помощи двух тяг связана с кожухом заднего моста, который с другой стороны шарнирно связан с грузовой платформой, механизм наклона которой представляет собой электролебедку, связанную с грузовой платформой, концы троса которой закреплены в левой и правой частях кожуха заднего моста. Повышается устойчивость трицикла против поперечного опрокидывания.» [16]

На рисунке 8 представлено трехколесное транспортное средство по авторскому свидетельству № 2019465

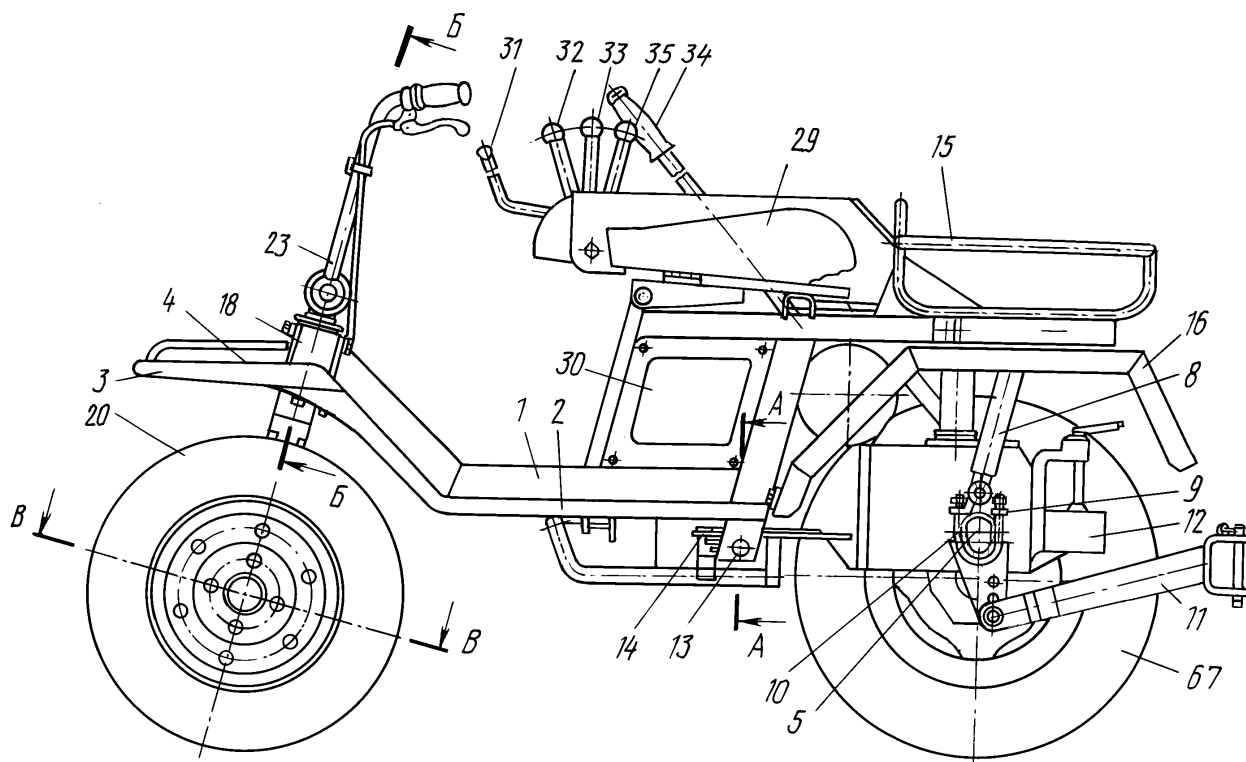


Рисунок 8 – Трехколесное транспортное средство по а.с. № 2019465

«Транспортное средство относится к сельскохозяйственному машиностроению, а именно к малогабаритным тракторам, и может быть использовано при обработке небольших земельных участков. Техническая задача: повышение универсальности путем применения в качестве базового энергетического модуля одноосного мотоблока. Сущность изобретения: трехколесное транспортное средство, преимущественно малогабаритный трактор, содержит раму 1 с опорами 2 для ног оператора, установленную задней частью на приводную ось 3 с двумя колесами 4, 5, расположенными симметрично относительно продольной оси трактора, одно управляемое колесо 6, установленное в передней части рамы 1 на узле 24 рулевого управления, двигатель 7 и сиденье 8 оператора. Управляемое колесо 6 и сиденье 8 оператора смещены в одну боковую сторону от продольной оси трактора. Задняя часть рамы 1 выполнена П-образной, поперечная часть 9 которой соединена с приводной осью 3 при помощи разъемного соединения,

выполненного в виде стоек 14 с опорными кронштейнами 15 и хомутов 16 с резьбой под гайки крепления. Продольные части 10, 11 рамы 1 расположены в продольных вертикальных плоскостях приводных колес 4, 5, а в продольной части 10 рамы 1 имеется дополнительное разъемное соединение с двигателем при помощи сферического пальца, установленного в лунках пластины 20 и зафиксированного болтовым соединением. Узел 24 рулевого управления содержит рукоятки, регулируемые по углу наклона при помощи зубчатых муфт 30 и имеющие рычаги управления муфтой сцепления, тормозом и подачей топлива. В свободной зоне справа от сиденья 8 оператора размещены рукоятки 35 - 40 управления мотоблоком и навесной системой 17 трактора.» [16]

В результате изучения различных конструкций выбор был остановлен на среднемоторном транспортном средстве с приводом на задние колеса. Задняя подвеска –зависимая, на неразрезном мосту.

Как видно, развитие электромобилей идет на протяжении длительного времени и в настоящее время развивается особенно бурно. Наиболее перспективным на данном этапе является развитие транспортных средств, реализованных по схеме гибрида, способной значительно увеличить дальность пробега, а значит повысить эксплуатационную привлекательность.

2 Обоснование выбора схемы и описание конструкции и работы трицикла

2.1 Техническое задание на разработку конструкции трицикла

В соответствии с полученным на дипломный проект заданием, требуется разработать грузовое трехколесное транспортное средство.

Грузовое трехколесное транспортное средство предназначено для транспортировки различных грузов и оборудованное откидывающимся кузовом. Для обеспечения высокой маневренности грузового транспортного средства оно выполнено по трехколесной компоновочной схеме среднемоторной компоновки (рисунок 9)

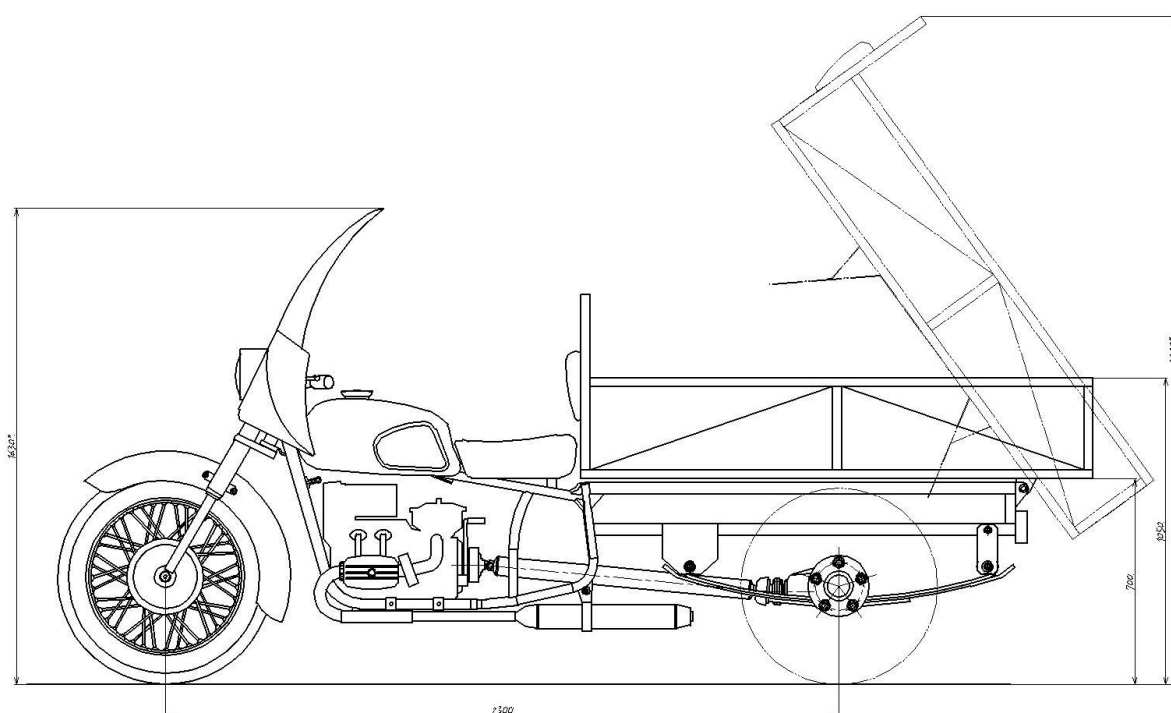


Рисунок 9 – Грузовой трицикл

Основанием для разработки конструкции является полученное задание на проектирование. Источником информации о конструкции является проведенный обзор патентных и промышленных аналогов разрабатываемой конструкции.

Характеристики устройства приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика проектируемого трицикла

Технический параметр	Значение
Габаритные размеры, не более:	3600x1500x1800 мм
База, мм:	2300
Колея, мм:	1250
Дорожный просвет при полной загрузке, мм	125
Тип двигателя	4-х тактный, двухцилиндровый, оппозитный
Грузоподъемность, кг	750
Наибольшая скорость, км/ч	120
Сухая масса, кг	400

Предполагается поставка потребителю установки в собранном виде.

«В разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия, предусмотрены условия взаимозаменяемости и возможность дальнейшего усовершенствования конструкции.» [6]

Пульты управления трицикла выполнить из черной ударопрочной пластмассы. Усилие нажатия на кнопки не более 15 Н. Усилие нажатия на рычаги не более 100 Н. Пульты расположить на рукоятках, согласно требований Технического регламента. Водитель располагается сидя. Усилие подъема платформы при полной загрузке не более 300 Н.

Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер, острые углы рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить раму и выступающие агрегаты в черный цвет. Наружные поверхности грузовой платформы окрасить в цвет хаки. Сиденье водителя обтянуть черным влагостойким кожзаменителем.

«Для безотказной и эффективной работы данного изделия ТО данного изделия должно проводиться не менее 1 раза в 12 месяцев. Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи. Не допускается в процессе эксплуатации допускать перегруза платформы.» [16]

Экономические показатели:

- примерная себестоимость изделия: 50 000 руб;
- срок окупаемости: ≈ 2.5 года;
- стадии и этапы разработки.

Сроки технического задания должны соответствовать срокам в плане договора. Разработка выполняется по заданию кафедры ПЭА, которая установила следующие этапы разработки:

- составление ТП
- эскизное проектирование
- техническое проектирование
- разработка рабочей конструкторской документации

Задачей дипломного проекта является разработка грузового транспортного средства трехколесной компоновки (трицикл). В связи с тем, что объект можно производить и продавать возникает необходимость в его патентной защите для пресечения неправомерных действий со стороны третьих лиц. Следовательно, целью данной части дипломного проекта является проверка усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности, а так же составление заявки на выдачу охранного документа.

2.2 Техническое предложение

Предложено разработать грузовое трехколесное транспортное средство. Современный уровень насыщения рынка транспортными средствами охватывает практически все виды техники. Тем не менее, по прежнему востребованы транспортные средства, которые максимально полно удовлетворяли бы требованиям экономичности, маневренности, грузоподъемности и проходимости, а при этом были бы еще и доступны о цене.

Для фермерских и средних агрохозяйств неплохо зарекомендовал себя мотороллер «Муравей», производимый в период 1959-1995. На сегодняшний день, модель является устаревшей морально и не производится. Но спрос на технику подобного рода остается, что подтверждается тем, что ряд промышленных компаний выступает с моделями грузовых трициклов.

Ввиду наличия спроса, а также учитывая перспективность применения техники подобного рода в различных сферах технической деятельности, студенческим коллективом кафедры «Проектирование и эксплуатации автомобилей» принята к проектированию и разработке конструкция трехколесного транспортного средства на базе мотоцикла ИМЗ. В соответствии с выданным техническим заданием, конструкция транспортного средства выдержана в следующей концепции:

- компоновочная схема транспортного средства – среднемоторная, привод на задние ведущие колеса.
- подвеска: передняя – телескопическая гидравлическая; задняя – рессорная с гидравлическими гасителями.
- грузовой кузов открытый, самосвального типа.
- двигатель – ИМЗ, 4-х тактный бензиновый.
- режим эксплуатации – вседорожное транспортное средство.
- транспортное средство должно соответствовать требованиям Технического регламента "О безопасности колесных транспортных

средств" и предназначено для передвижения по дорогам общего пользования.

В ходе выполнения работ был произведен анализ имеющихся аналогов трехколесных грузовых транспортных средств. Сравнительные характеристики аналогов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика аналогов трехколесных грузовых транспортных средств

Наименование транспортного средства	
SY200ZH-E (Китай)	ИМЗ-8.4013 (Россия)
	
Тип двигателя	
200 см ³ , 4-тактный, одноцилиндровый. бензиновый	750 см ³ , 4-тактный, 2 цилиндра, оппозитный OHV, бензиновый
Максимальная мощность	
14.6 л.с. (11.0 кВт при 8000 об/мин)	45 л.с.
Система охлаждения	
воздушная	воздушная
КПП	

Продолжение таблицы 2

5-ступенчатая, с задним ходом	4-ступенчатая, с задним ходом
Максимальная грузоподъемность	
500 кг	750 кг
Расход топлива на 100 км	
2.8 литра	8 литров
Максимальная скорость, км/ч	
60	75
Подвеска	
Передняя - телескопическая вилка, амортизатор масляный; Задняя - рессорная	Передняя - телескопическая вилка ИМЗ; Задняя - рессорная с гидравлическими гасителями

Анализ имеющихся аналогов выявил следующие моменты, свойственные обоим конструкциям:

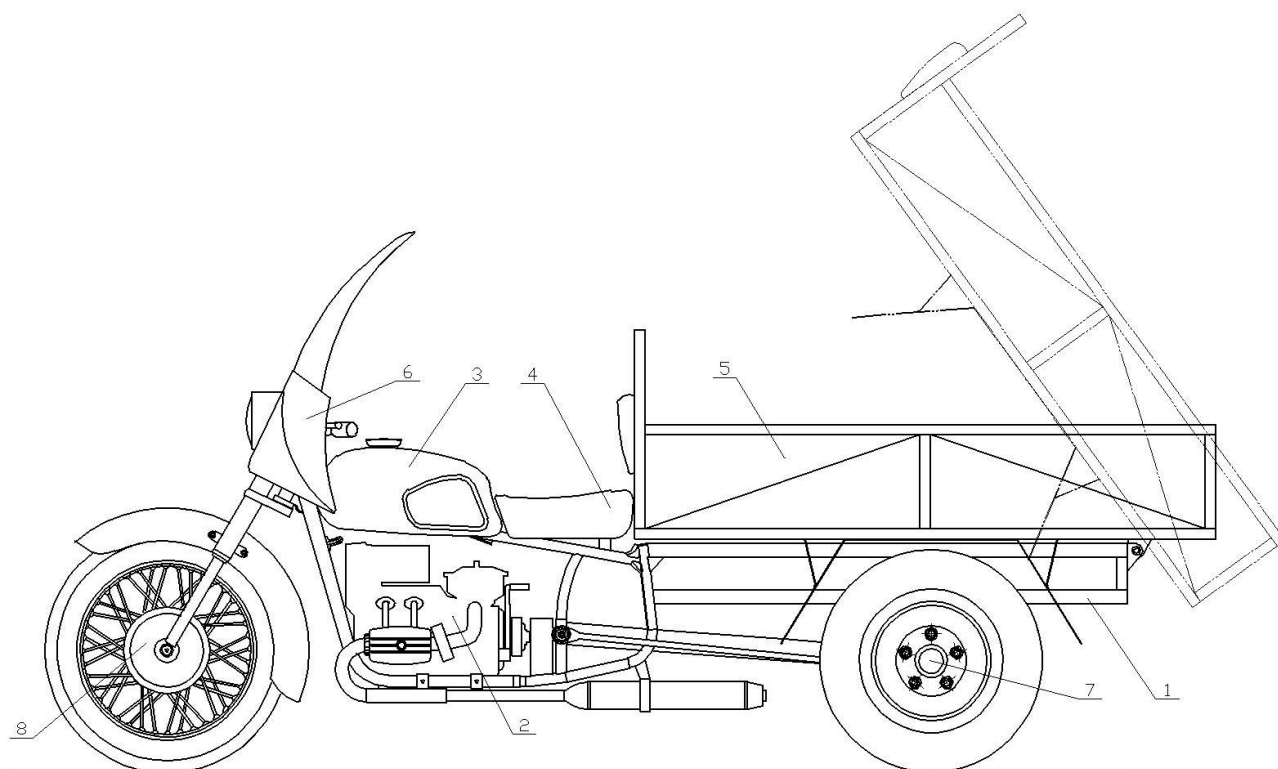
- модель SY200ZH-E обладает малой мощностью, что не позволит ей эффективно эксплуатироваться в тяжелых дорожных условиях.
- трицикл на базе мотоцикла Урал не имеет самосвальной платформы, что усложняет проведение разгрузочных работ.

2.3 Разработка структурной схемы трицикла

Целью проектирования является устранение негативных моментов, свойственных конструкциям, дополнительно будет рассмотрена возможность монтирования дополнительного оборудования. Эта возможность диктуется современными реалиями, когда многие крупные фирмы-производители мототехники ищут возможности дооборудования своих серийных моделей в пожарную технику или эвакуаторы. Пример природной катастрофы 2010 года, когда страну охватили лесные пожары, выявил проблему отсутствия

недорогих мобильных транспортных средств, предназначенных для пожаротушения, поскольку содержать пожарный автомобиль не под силу многим деревенским и фермерским хозяйствам, а потребность в такой технике весьма велика.

На рисунке 10 представлена компоновочная схема предлагаемой конструкции.



1 – рама; 2 – двигатель МТ 10-36; 3 – топливный бак; 4 – сиденье водителя;
5 – грузовая платформа; 6 – обтекатель; 7 – ведущие колеса; 8 – переднее колесо

Рисунок 10 – Компоновочная схема грузового трехколесного транспортного средства

Для разработки трицикла было принято решение использовать отечественный аналог силового агрегата с близкими показателями – двигатель ИМЗ.

Технические характеристики:

– Тип – инжекторный, четырехтактный, с верхним расположением клапанов

- Число и расположение цилиндров – 2, оппозитное.
- Рабочий объем – 0,65 л.
- Мощность – 40 л.с. (30,8 кВт) при 4400 об/мин.
- Максимальный крутящий момент – 74,5 Н*м
- Коробка передач – механическая двухвальная, трехходовая, с четырьмя не синхронизированными передачами вперед и одной назад

Передаточные числа коробки передач:

- Первая передача – 3,8
- Вторая передача – 2,118
- Третья передача – 1,409
- Четвертая передача – 0,964
- Задний ход – 4,156
- Главная передача – 4,125

Ходовая часть будет представлять следующее: задняя подвеска – зависимая, на продольных рычагах; передняя подвеска – гидравлическая телескопическая; рама пространственная сварная.

Тормозная система задних колес гидравлическая барабанного типа с приводом от педали тормоза, передних колес - барабанного типа с тросовым приводом от рукоятки переднего тормоза, расположенной на руле. Предусмотрена стояночная тормозная система с тросовым приводом на задние тормоза.

Сцепление сухое, двухдисковое, постоянно-замкнутое. Привод сцепления – механический.

Предусмотрены следующие органы управления:

- руль - мотоциклетного типа;
- рукоятка управления дроссельной заслонкой – на руле справа;
- рукоятка управления передним тормозом – на руле справа;
- педаль привода задней тормозной системы – на раме в районе подножек справа по ходу движения;

- рычаг привода сцепления - на руле слева;
- рычаг выбора передач – на раме в районе подножек слева по ходу движения;
- рычаг привода стояночной тормозной системы – справа от сидения водителя;
- тумблер включения габаритных огней;
- тумблер включения ближнего света фар;
- клавиша переключения света фар;
- клавиша включения указателей поворота;
- замок зажигания;
- кнопка зажигания;
- дополнительный тумблер выключения зажигания;
- кнопка подачи звукового сигнала.

«Электрическая схема самостоятельного изготовления, однопроводная. Система зажигания контактная от автомобиля ВАЗ-2108. Контрольные приборы и сигнальные лампы расположены на панели приборов. Предусмотрены следующие приборы и контрольные лампы:

- спидометр с приводом от выходного вала коробки передач;
- одометр;
- тахометр электронный;
- контрольная лампа включения габаритных огней;
- контрольная лампа включения ближнего света фар;
- контрольная лампа включения дальнего света фар;
- контрольная лампа включения указателей поворота;
- контрольная лампа давления масла;
- контрольная лампа заряда аккумуляторной батареи.» [22]

3 Конструкторский раздел

3.1 Тягово-динамический расчет трицикла

Тягово-динамический расчет трицикла выполняем в соответствии с данными, полученными в результате выполнения работ в соответствии с техническим заданием.

Исходные данные:

Максимальная скорость – $V_{\max} = 120 \text{ км/ч. (33,3 м/с)}$.

Коэффициент дорожного сопротивления – $f_0 = 0,015$.

Максимальный преодолеваемый подъем: $a_{\max} = 0,34$.

Коэффициент аэродинамического сопротивления – $C_x = 0,50$.

Снаряженная масса – $m_0 = 350 \text{ кг}$.

Число мест – $n = 1$.

Число передач: - 4.

Максимальная угловая скорость коленчатого двигателя – $n_{\max} = 4400 \text{ об/мин}$.

КПД: $\eta_{\text{тр}} = 0,92$.

Площадь поперечного сечения автомобиля: $H = 1,8 \text{ м}^2$.

Результаты расчета

Определение полной массы

$$m_a = m_0 + 3 \cdot m_{\text{п}} + 3 \cdot m_{\text{б}} \quad (1)$$

где $m_{\text{п}} = 75 \text{ кг}$ (масса пассажира), $m_{\text{б}} = 180 \text{ (масса груза)}$.

$$m_a = 350 + 1 \cdot 75 + 180 = 605 \text{ (кг)}$$

Распределение массы по осям с учетом коэффициента распределения массы по осям:

для передней оси коэффициент

$$m_1 = 0,30 \cdot m = 0,30 \cdot 605 = 182 \text{ кг} \quad (2)$$

для задней оси

$$m_2 = 0,70 \cdot m = 0,70 \cdot 605 = 423 \text{ кг} \quad (3)$$

Определение радиуса качения колеса:

Принимаем шину 215/55R16, радиус качения данной шины рассчитывается по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (4)$$

где d – посадочный диаметр шины, $\lambda_z = 0,8$ – коэффициент вертикальной деформации, H – высота профиля шины.

$$r_k = 0,5 \cdot 16 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,55 \cdot 0,215 = 0,300 \text{ м}$$

Определение внешней скоростной характеристики двигателя

Исходные данные: плотность воздуха $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$.

Определим мощность потерь на дорожное сопротивление на $V_{\max}$:

$$N_\psi = m \cdot g \cdot f_0 \cdot (1 + (V_{\max})^2 / 2000) \cdot V_{\max} \quad (5)$$

$$N_\psi = 605 \cdot 9,81 \cdot 0,015 \cdot (1 + 33,32 / 2000) \cdot 33,3 = 4,6 \text{ кВт}$$

Определим мощность потерь на аэродинамическое сопротивление:

$$N_{cx} = C_x \cdot \rho \cdot F \cdot (V_{\max})^3 / 2 \quad (6)$$

$$N_{cx} = 0,5 \cdot 1,293 \cdot 1,80 \cdot 33,3^3 / 2 = 21,6 \text{ кВт.}$$

Мощность необходимая двигателю для движения автомобиля с $V_{\max}$:

$$N_v = (N_\psi + N_{cx}) / \eta_{тр} \quad (7)$$

$$N_v = (4,6 + 21,6) / 0,92 = 28,4 \text{ кВт.}$$

Для дальнейших расчетов принимается реальная мощность двигателя:

$$N_{\max} = 30,8 \text{ кВт}$$

По принятой максимальной мощности двигателя рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя, по следующим формулам:

$$N_e = N_{\max} \cdot (a \cdot \omega_e / \omega_N + b \cdot (\omega_e / \omega_N)^2 - c \cdot (\omega_e / \omega_N)^3) \quad (8)$$

где ω_e – текущие значения угловой скорости коленчатого вала двигателя (об/мин), $\omega_e = 800; 1200; 1600 \dots 4400$;

ω_N – угловая скорость коленчатого вала при максимальной мощности (об/мин), принята на уровне 4400 об/мин;

N_e – текущее значение эффективной мощности;

Расчет текущего эффективного момента произведем по формуле:

$$M_e = N_e / \omega_e \quad (9)$$

Полученные данные сведем в таблицу 3.

Таблица 3 - Эффективная мощность

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Эффективный крутящий момент, Нм.	Эффективная мощность, кВт.
84	76.8	6.4
126	80.1	10.1
168	82.3	13.8
209	83.4	17.5
251	83.4	21.0
293	82.3	24.1
335	80.1	26.8
377	76.8	28.9
419	72.4	30.3
461	66.8	30.8

Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число главной передачи U_0 принимается, исходя из реальной конструкции трицикла: $U_0 = 4,125$

Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа коробки передач принимаются исходя из реальной конструкции коробки передач трицикла:

$$U_1 = 3,800, U_2 = 2,118, U_3 = 1,409, U_4 = 0,964$$

В соответствии с принятыми передаточными числами произведем расчет скорости на разных передачах, по формуле:

$$V = r_k \cdot \omega_e / (U_k \cdot U_0) \quad (10)$$

Результаты сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет скорости на разных передачах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Скорость автомобиля (м/с) на передаче			
	I	II	III	IV
84	1.59	2.86	4.29	6.27
126	2.39	4.28	6.44	9.41
168	3.18	5.71	8.58	12.55
209	3.98	7.14	10.73	15.68

Продолжение таблицы 4

251	4.77	8.57	12.88	18.82
293	5.57	9.99	15.02	21.96
335	6.37	11.42	17.17	25.10
377	7.16	12.85	19.32	28.23
419	7.96	14.28	21.46	31.37
461	8.75	15.71	23.61	34.51

Тяговый и мощностной баланс

Сила сцепления ведущих колес с дорогой:

$$P_{сц} = G_{сц} \cdot \phi = 4155 \cdot 0,8 = 3,32 \text{ (КН)} \quad (11)$$

Тяговая сила на колесах определяется по формулам:

$$P_{ti} = M_e \cdot U_i \cdot U_0 \cdot \eta_{tp} / r_k \quad (12)$$

Сила аэродинамического сопротивления рассчитывается:

$$P_B = C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2 / 2 \quad (13)$$

Сила сопротивления качению автомобиля рассчитывается:

$$P_f = G_a \cdot f_0 \cdot (1 + V^2 / 2000) \quad (14)$$

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля рассчитывается:

$$P_{\Sigma} = P_B + P_f \quad (15)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 5:

Таблица 5 – Силы сопротивления на ведущих колесах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Тяговая сила на ведущих колесах (КН) на передаче				Силы сопротивления на ведущих колесах (КН) на 4 передаче		
	I	II	III	IV	P _B	P _f	P _Σ
84	3719	2073	1379	943	22.9	91	114
126	3879	2162	1438	984	51.5	93	145
168	3986	2222	1478	1011	91.6	96	188
209	4040	2252	1498	1025	143.1	100	243
251	4040	2252	1498	1025	206.1	105	311
293	3986	2222	1478	1011	280.6	110	391
335	3879	2162	1438	984	366.5	117	484
377	3719	2073	1379	943	463.8	125	588
419	3504	1953	1299	889	572.6	133	705
461	3237	1804	1200	821	692.8	142	835

Мощность на колесах определяется по следующим зависимостям:

$$N_{t_i} = P_{t_i} \cdot V_a \quad (16)$$

Мощность аэродинамического сопротивления рассчитывается:

$$N_B = P_B \cdot V_a \quad (17)$$

Мощность сопротивления качению автомобиля рассчитывается:

$$N_f = P_f \cdot V_a \quad (18)$$

Суммарная мощность сопротивления движению автомобиля:

$$N_{\Sigma} = N_B + N_f \quad (19)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 6:

Таблица 6 - Мощности сопротивления на ведущих колесах

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Мощность на ведущих колесах (КВт) на передаче				Мощности сопротивления на ведущих колесах (КВт) на 4 передаче		
	I	II	III	IV	N _B	N _f	N _Σ
84	5.9	5.9	5.9	5.9	0.1	0.6	0.7
126	9.3	9.3	9.3	9.3	0.5	0.9	1.4
168	12.7	12.7	12.7	12.7	1.1	1.2	2.4
209	16.1	16.1	16.1	16.1	2.2	1.6	3.8
251	19.3	19.3	19.3	19.3	3.9	2.0	5.9
293	22.2	22.2	22.2	22.2	6.2	2.4	8.6
335	24.7	24.7	24.7	24.7	9.2	2.9	12.1
377	26.6	26.6	26.6	26.6	13.1	3.5	16.6
419	27.9	27.9	27.9	27.9	18.0	4.2	22.1
461	28.3	28.3	28.3	28.3	23.9	4.9	28.8

Динамическая характеристика.

Динамический фактор на соответствующей передаче определяется:

$$D_i = (P_{t_i} - P_B) / G a \quad (20)$$

Результаты расчета сведены в следующую таблицу 7.

Таблица 7 - Динамический фактор

Угловая скорость коленчатого вала, об/мин.	Динамический фактор D на передаче:			
	I	II	III	IV
84	0.626	0.348	0.231	0.155
126	0.653	0.362	0.238	0.157
168	0.671	0.371	0.242	0.155
209	0.679	0.374	0.241	0.149
251	0.678	0.372	0.236	0.138
293	0.669	0.365	0.227	0.123
335	0.650	0.351	0.213	0.104
377	0.622	0.333	0.196	0.081
419	0.584	0.309	0.174	0.053
461	0.538	0.280	0.148	0.022

Характеристика разгона

«Ускорения во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колес. Ускорения находят из выражения:» [19]

$$J = (D-f) \cdot g / \delta_{вр} \quad (21)$$

где $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс двигателя, который определяется для каждой передачи в отдельности по формулам:

$$\delta_1 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_1^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 3,800^2) = 1,463$$

$$\delta_2 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_2^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 2,118^2) = 1,165$$

$$\delta_3 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_3^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,409^2) = 1,090$$

$$\delta_4 = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_4^2) = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,964^2) = 1,058$$

«Таким образом, определяем ускорения на каждой передаче, а также с целью определения времени разгона автомобиля рассчитаем значения «обратных» ускорений и сводим результаты расчетов в таблицу 8» [19]

Таблица 8 – Обратные ускорения

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Ускорение (м/с ²) на передаче:				1/J			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
84	4.10	2.81	1.94	1.30	0.24	0.36	0.52	0.77
126	4.28	2.93	2.01	1.31	0.23	0.34	0.50	0.76
168	4.40	3.00	2.04	1.29	0.23	0.33	0.49	0.78
209	4.45	3.02	2.03	1.22	0.22	0.33	0.49	0.82
251	4.45	3.00	1.98	1.12	0.22	0.33	0.51	0.90
293	4.38	2.94	1.89	0.97	0.23	0.34	0.53	1.03
335	4.25	2.83	1.77	0.78	0.24	0.35	0.57	1.28
377	4.06	2.67	1.60	0.55	0.25	0.37	0.62	1.80
419	3.81	2.46	1.40	0.29	0.26	0.41	0.72	3.49
461	3.50	2.22	1.16	-	0.29	0.45	0.86	-

«Проведя «графическое» интегрирование значений «обратных» ускорений по приведенной ниже формуле, получаем время необходимое автомобилю для разгона в любом заданном диапазоне скоростей.» [19]

$$\Delta t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{J} dV \quad (22)$$

Результаты расчета, согласно выбранного масштаба графика, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Динамика разгона

Диапазон скорости, м/с.	Площадь, мм ² .	Время, с.
0-5	314	1,19
0-10	629	2,45
0-15	1045	4,06
0-20	1605	7,12
0-25	2295	11,52
0-30	3465	19,3

Аналогичным образом производится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$, при этом пройденный автомобилем путь определяется по формуле:

$$\Delta S = \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad (23)$$

Таблица 10 - Пройденный автомобилем путь

Диапазон скорости, м/с.	Площадь, мм ² .	Путь, м.
0-5	78	2,8
0-10	314	11,9
0-15	831	32,2
0-20	1811	80,8
0-25	3361	168,3
0-30	6573	365

«Для получения топливно-экономической характеристики необходимо произвести расчет расхода топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. Расчет производится по формуле:

$$Q_s = k_{ск} \cdot k_{и} \cdot (N_f + N_B) \cdot g_{emin} \cdot 1,1 / (36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{тр}) \quad (24)$$

где $g_{emin} = 270$ (г/(КВт·ч) – минимальный удельный расход топлива,

$\rho_T = 0,72$ (кг/л) – плотность топлива,

$k_{ск}$ – коэффициент учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя и степени используемой мощности, рассчитываемый согласно зависимости приведенной в учебном пособии.

$k_{и}$ – коэффициент учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени используемой мощности, рассчитываемый согласно зависимости приведенной в учебном пособии «Тяговый расчет автомобиля», и представленный в следующей таблице 11.» [19]

Таблица 11 – Расход топлива

Угловая скорость коленчатого вала, рад/с.	Скорость м/с.	$k_{ск}$	$k_{и}$	Q_s л/100км
84	6.27	1.120	2.054	3.258
126	9.41	1.061	1.967	3.756
168	12.55	1.015	1.844	4.374
209	15.68	0.981	1.692	5.027
251	18.82	0.960	1.517	5.638
293	21.96	0.951	1.327	6.148
335	25.10	0.955	1.138	6.546
377	28.23	0.971	0.978	6.958
419	31.37	1.000	0.900	7.908

3.2 Прочностной расчёт тихоходной цилиндрической ступени

Выбор материала и термообработка.

Шестерня: сталь 40Х, термообработка – улучшение, $H_1 = 269...302$ НВ (285,5).

Колесо: сталь 40Х, термообработка – улучшение, $H_2 = 235...262$ НВ (248,5).

Допускаемые напряжения определяем для шестерни и колеса отдельно:

$$[\sigma]_H = [\sigma]_{HO} \cdot Z_N, \quad (25)$$

где $[\sigma]_{HO}$ - базовое допускаемое напряжение, МПа;

Z_N - коэффициент долговечности.

$$[\sigma]_{HO} = \frac{\sigma_{Hlim} \cdot Z_R \cdot Z_V}{S_H}, \quad (26)$$

где σ_{Hlim} - длительный предел контактной выносливости, МПа;

Z_R - коэффициент, учитывающий шероховатость сопряжённых поверхностей;

Z_V - коэффициент, учитывающий влияние скорости;

S_H - коэффициент запаса прочности;

Шестерня:

Колесо:

$$\sigma_{H \lim_1} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 285,50 + 70 = 641,0 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{H \lim_2} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 248,5 + 70 = 567,0 \text{ МПа},$$

$$Z_{R_1} = 0,95$$

$$Z_{R_2} = 0,95 \text{ [26]},$$

$$Z_{V_1} = 1$$

$$Z_{V_2} = 1 \text{ [26]},$$

$$S_{H_1} = 1,2$$

$$S_{H_2} = 1,2 \text{ [26]},$$

$$[\sigma]_{HO_1} = \frac{641,0 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,2} = 507,46 \text{ МПа} \quad [\sigma]_{HO_2} = \frac{567,0 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,2} = 448,88 \text{ МПа [26]},$$

$$Z_N = \sqrt[m]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} \geq 1, \quad (27)$$

где N_{HO} - базовое число циклов нагружения;

N_{HE} - эквивалентное число циклов нагружения;

m – показатель степени кривой усталости поверхностных слоёв зубьев;

$$m = 6 \text{ [26]};$$

$$N_{HO} \cong (HB)^3 \leq 12 \cdot 10^7. \quad (28)$$

$$N_{HO_1} = (285,5)^3 = 2,33 \cdot 10^7 < 12 \cdot 10^7 \quad N_{HO_2} = (248,5)^3 = 1,53 \cdot 10^7 < 12 \cdot 10^7,$$

$$Z_{N_1} = 1,2$$

$$Z_{N_2} = 1,2,$$

$$[\sigma]_{H_1} = 507,46 \cdot 1,40 = 710,44 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{H_2} = 448,88 \cdot 1,40 = 628,43 \text{ МПа}$$

За расчётное допускаемое напряжение для прямозубых передач принимается меньшее из полученных $[\sigma]_{H \text{ расч}} = 628,43 \text{ МПа}$.

Определение допускаемых напряжений при расчёте зубьев на изгиб:

$$[\sigma]_F = [\sigma]_{FO} \cdot Y_A \cdot Y_N, \quad (29)$$

где $[\sigma]_{FO}$ - базовое допускаемое напряжение изгиба при

неревверсивной нагрузке, МПа;

Y_A - коэффициент, вводимый при двустороннем приложении нагрузки;

Y_N - коэффициент долговечности;

$$Y_{A_1} = 1$$

$$Y_{A_2} = 1 \text{ [26]},$$

$$[\sigma]_{FO} = \frac{\sigma_{F \lim} \cdot Y_R \cdot Y_X \cdot Y_\delta}{S_F}, \quad (30)$$

где $\sigma_{F \lim}$ - предел выносливости, определяемый на зубьях при
отнулевом цикле, МПа;

Y_R - коэффициент, учитывающий шероховатость переходной
поверхности;

Y_X - коэффициент размеров;

Y_δ - коэффициент, учитывающий чувствительность материала
к концентрации материала;

S_F - коэффициент запаса прочности.

$$\sigma_{F \lim_1} = 1,75 \cdot HB = 1,75 \cdot 285,50 = 499,63 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{F \lim_2} = 1,75 \cdot HB = 1,75 \cdot 248,5 = 434,88 \text{ МПа},$$

$$Y_{R_1} = 1$$

$$Y_{R_2} = 1 \text{ [26]},$$

$$Y_{X_1} = 1$$

$$Y_{X_2} = 1 \text{ [26]},$$

$$Y_{\delta_1} = 1$$

$$Y_{\delta_2} = 1 \text{ [26]},$$

$$s_{F_1} = 1,7$$

$$s_{F_2} = 1,7 \text{ [26]},$$

$$[\sigma]_{FO_1} = \frac{499,63 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,7} = 293,90 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{FO_2} = \frac{434,88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1,7} = 255,81 \text{ МПа}.$$

$$Y_N = \sqrt[m]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \geq 1, \quad (31)$$

где N_{FO} - базовое число циклов нагружения, $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ [26];

N_{FE} - эквивалентное число циклов нагружения;

$$m = 6 \text{ [7]},$$

$$[\sigma]_{F_1} = 293,90 \cdot 1 \cdot 1 = 293,90 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{F_2} = 255,81 \cdot 1 \cdot 1 = 255,81 \text{ МПа}.$$

Определение межосевого расстояния:

$$a_w = K_a \cdot (U - 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot T_1}{\psi_a \cdot U \cdot [\sigma]_H^2}}, \quad (32)$$

где a_w - межцентровое расстояние, мм;

K_a - вспомогательный коэффициент;

K_H - коэффициент нагрузки;

ψ_a - коэффициент ширины;

«-» - для внутреннего зацепления, $K_a = 450,0$ - для прямозубых колёс, $K_H = 1,40$ - не консольное и не симметричное расположение колёс относительно опор, $\psi_a = 0,315 \dots 0,40$ - из улучшенных сталей (принимаем 0,6 для удачной компоновки) [7].

$$a_w = 450,0 \cdot (2,60 - 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{1,40 \cdot 177,83}{0,60 \cdot 2,60 \cdot 638,43^2}} = 52,37 \text{ мм.}$$

Полученное межосевое расстояние согласуют со значением из нормального ряда чисел (ближайшее): $a_w = 50,0$ мм.

Определение модуля передачи.

Для зубчатых колёс при твёрдости зубьев $\leq 350HB$:

$$m = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w = (0,01 \dots 0,02) \cdot 50,0 = 0,50 \dots 1,0 \text{ мм.} \quad (33)$$

Полученное значение модуля согласуют со стандартным значением (ГОСТ 9563-80): $m = 2,50$ мм (модуль менее 1,50 мм в силовых передачах не назначают).

Определение суммарного числа зубьев для прямозубых передач:

$$Z_\Sigma = \frac{2 \cdot a_w}{m} = \frac{2 \cdot 50,0}{2,50} = 40,0, \quad (34)$$

Определение числа зубьев шестерни:

$$Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{U - 1} = \frac{40,0}{2,60 - 1} = 25,0. \quad (35)$$

Назначаем $Z_1 = 25$.

Определение числа зубьев колеса.

Для внутреннего зацепления:

$$Z_2 = Z_\Sigma + Z_1 = 40 + 25 = 65; \quad (36)$$

$$U_{\phi} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{65,0}{25,0} = 2,60.$$

Определение геометрических размеров колёс.

Делительные диаметры:

$$d_1 = \frac{m_n \cdot Z_1}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 25}{\cos 0^0} = 62,50 \text{ мм}; \quad (37)$$

$$d_2 = \frac{m_n \cdot Z_2}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 65}{\cos 0^0} = 162,50 \text{ мм}.$$

Диаметры вершин зубьев внутреннего зацепления:

$$d_{a_1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 62,50 + 2 \cdot 2,5 = 67,50 \text{ мм}; \quad (38)$$

$$d_{a_2} = d_2 - 2 \cdot m_n = 162,50 - 2 \cdot 2,5 = 157,50 \text{ мм}.$$

Диаметры впадин зубьев внутреннего зацепления:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n = 62,50 - 2,5 \cdot 2,5 = 56,25 \text{ мм}; \quad (39)$$

$$d_{f_2} = 2 \cdot a_w + d_{a_1} + 0,5 \cdot m_n = 2 \cdot 50,0 + 67,50 + 0,5 \cdot 2,50 = 168,75 \text{ мм}.$$

Ширина колеса:

$$b_2 = \psi_a \cdot a_w = 0,60 \cdot 50,0 = 30,0 \text{ мм, примем } 30,0 \text{ мм}. \quad (40)$$

Ширина шестерни:

$$b_1 = b_2 = 30,0 \text{ мм}. \quad (41)$$

Определение усилий в зацеплении:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 177,83}{0,0625} = 5690,56 \text{ Н}; \quad (42)$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = 5690,56 \cdot \operatorname{tg} 20^0 = 2071,19 \text{ Н}. \quad (43)$$

Проверка зубьев колёс по напряжениям изгиба:

$$\frac{[\sigma]_{F_1}}{Y_{F_1}} \text{ и } \frac{[\sigma]_{F_2}}{Y_{F_2}},$$

$$Z_1 = 25$$

$$Z_2 = 65,$$

$$Y_{F_1} = 3,79$$

$$Y_{F_2} = 3,75 \text{ [1]},$$

$$\frac{293,90}{3,79} = 77,55 \text{ и } \frac{255,81}{3,75} = 68,22,$$

$$77,55 > 68,22.$$

Проверочный расчёт на изгиб ведём по зубчатому колесу:

$$\sigma_{F_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot Y_{F_2} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot T_2}{m^2 \cdot Z_2 \cdot b_2} \leq [\sigma]_{F_2}, \quad (44)$$

где σ_{F_2} - рабочее напряжение изгиба по колесу, МПа;

$K_{F\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки;

K_{FV} - коэффициент динамической нагрузки, [26];

$$\psi_{bd} = \frac{b_2}{d_1} = \frac{30,0}{62,50} = 0,48,$$

При постоянной нагрузке, твёрдости $\leq 350HB$ и скорости $V < 15$ м/с коэффициент $K_{F\beta} = 1$ [1].

Найдём скорость колеса:

$$V = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 162,50 \cdot 721,15}{60000} = 6,13 \text{ м/с, поэтому } K_{F\beta} = 1 \text{ [26]}. \quad (45)$$

По скорости назначают 8 степень точности передачи и коэффициент динамичности $K_{FV} = 1,18$ [1].

$$\sigma_{F_2} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 3,75 \cdot 1,18 \cdot 448,71}{2,50^2 \cdot 65,0 \cdot 30,0} = 225,83 \text{ МПа.}$$

$\sigma_{F_2} = 225,83 \text{ МПа} < [\sigma]_{F_2} = 255,81 \text{ МПа}$ – прочность зубьев на изгиб обеспечена.

Проверка зубьев колёс на контактную прочность:

$$\sigma_H = K \cdot \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV} \cdot F_t \cdot (U-1)}{d_1 \cdot b_2 \cdot U}} \leq [\sigma]_H, \quad (46)$$

где σ_H - контактное напряжение, МПа;

K - вспомогательный коэффициент, $K = 428,0$ – для прямозубых передач [1];

$K_{H\alpha}$ - коэффициент распределения нагрузки между зубьями,

$$K_{H\alpha} = 1 \text{ [1];}$$

$K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки, $K_{H\beta} = 1,03$ [26];

K_{HV} - коэффициент динамичности нагрузки, $K_{HV} = 1,06$ [26];

F_t - окружное усилие, $F_t = 5690,56$ Н (см. ранее);

d_1 - делительный диаметр шестерни, $d_1 = 62,50$ мм (см. ранее);

b_2 - ширина колеса, $b_2 = 300,0$ мм (см. ранее);

«-» - для внутреннего зацепления.

$$\sigma_H = 428,0 \cdot \sqrt{\frac{1 \cdot 1,03 \cdot 1,06 \cdot 5690,56 \cdot (2,60 - 1)}{62,50 \cdot 30,0 \cdot 2,60}} = 611,17 \text{ МПа}$$

$\sigma_H < [\sigma]_H \Rightarrow 611,17 \text{ МПа} < 638,43 \text{ МПа}$ – условие контактной прочности выполняется.

3.3 Расчет оси крепления переднего колеса

Конструкция крепления переднего колеса выполнена таким образом, чтобы ось переднего колеса испытывала нагрузки только на срез. Вследствие очень малого плеча между направляющей втулкой передней вилки и подшипниками ступицы, изгибающим моментом, действующим на ось, можно пренебречь. Схема крепления колеса представлена на рисунке 11

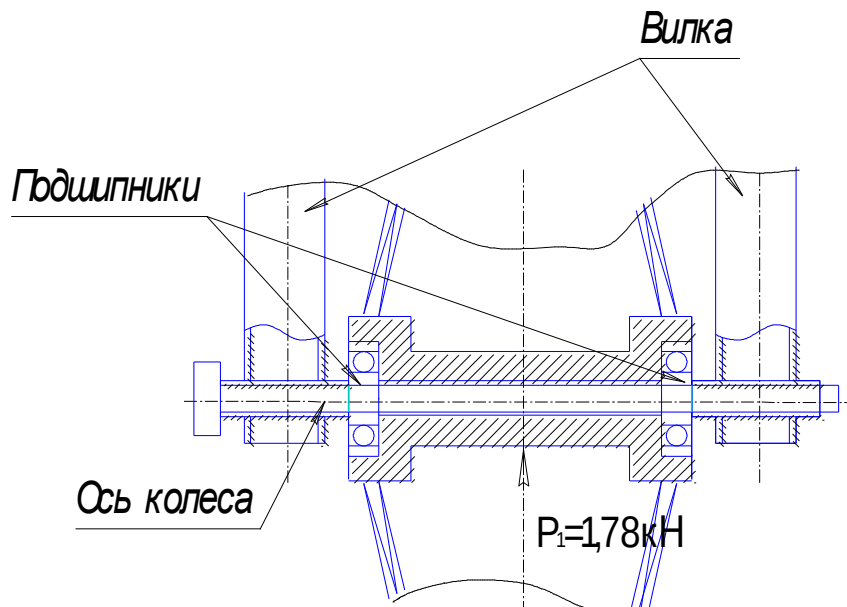


Рисунок 11 – Схема крепления переднего колеса

На переднюю ось при полной загрузке приходится:

$$m_1 = 0,3m_a = 181,5 \text{ кг}$$

Вес передней части трицикла распределяется равномерно по двум площадкам среза площадью $A_{cp} = 200\text{мм}^2$ каждая.

Напряжения, возникающие на оси равны:

$$\sigma_{cp} = \frac{P_1}{A_{cp} \cdot \kappa_{cp}} \quad (47)$$

где: σ_{cp} - напряжения среза;

P_1 – Вес, приходящийся на переднюю ось;

A_{cp} – площадь среза;

κ_{cp} – количество площадок среза.

$$\sigma_{cp} = \frac{P_1}{A_{cp} \cdot \kappa_{cp}} = \frac{1,78 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 4,45 \text{ МПа},$$

следовательно запас прочности обеспечен.

4 Технологический раздел дипломного проекта

4.1 Конструкция и условия работы коробки передач

«Коробка передач служит для изменения по величине и направлению передаваемого крутящего момента, длительного разъединения двигателя и трансмиссии во время стоянки или при движении по инерции, а также для движения задним ходом.

Коробки передач мотоцикла представляет собой механизм, состоящий из нескольких пар шестерен с различными передаточными отношениями, подобранными в определенной зависимости. Назначение коробки передач — изменять, величину крутящего момента на ведущем колесе мотоцикла в более широком диапазоне, чем это можно сделать, меняя обороты двигателя, и обеспечивать возможность холостой работы двигателя с включенным сцеплением при его запуске или при работе на кратковременных остановках. Благодаря изменению величины крутящего момента на ведущем колесе обеспечиваются преодоление инерции при трогании мотоцикла с места, дальнейший разгон мотоцикла и необходимая скорость движения в различных дорожных условиях, что достигается за счет изменения передаточного отношения при переключении передач. На мотоциклах устанавливается двухходовая, четырехступенчатая коробка передач модели 6204.» [30]

«Коробка передач МТ-804 состоит из механизма с четырьмя парами постоянно зацепленных зубчатых колес, предназначенного для получения четырех передач для движения вперед, механизма переключения передач, механизма включения заднего хода, механизма запуска двигателя, механизма автоматического выключения сцепления при переключении передач. Все детали коробки установлены в литом картере из силумина, рисунок 12» [15]

«Механизм переключения передач состоит из педали переключения передач с валиком переключения в сборе, кулачка-кривошипа, собачки,

диска переключения с фиксатором, двух вилок. Валик переключения передач установлен в длинной втулке, запрессованной в отверстии прилива картера коробки передач. На шлицевом конце валика внутри корпуса коробки насажен и закреплен корончатой гайкой кулачок-кривошип.

В отверстие кулачка-кривошипа вставлен штифт, один конец которого заходит в паз собачки переключения, а второй расположен между концами пружины. Пружина установлена на втулке, свободно надетой на конец валика переключения, концы пружины разведены (с предварительным закручиванием) и охватывают планку упора, который установлен на валике и закреплен с помощью болта на бобышке корпуса. Таким образом кулачок-кривошип, а вместе с ним и валик с педалью переключения фиксируются в строго определенном нейтральном положении.» [15]

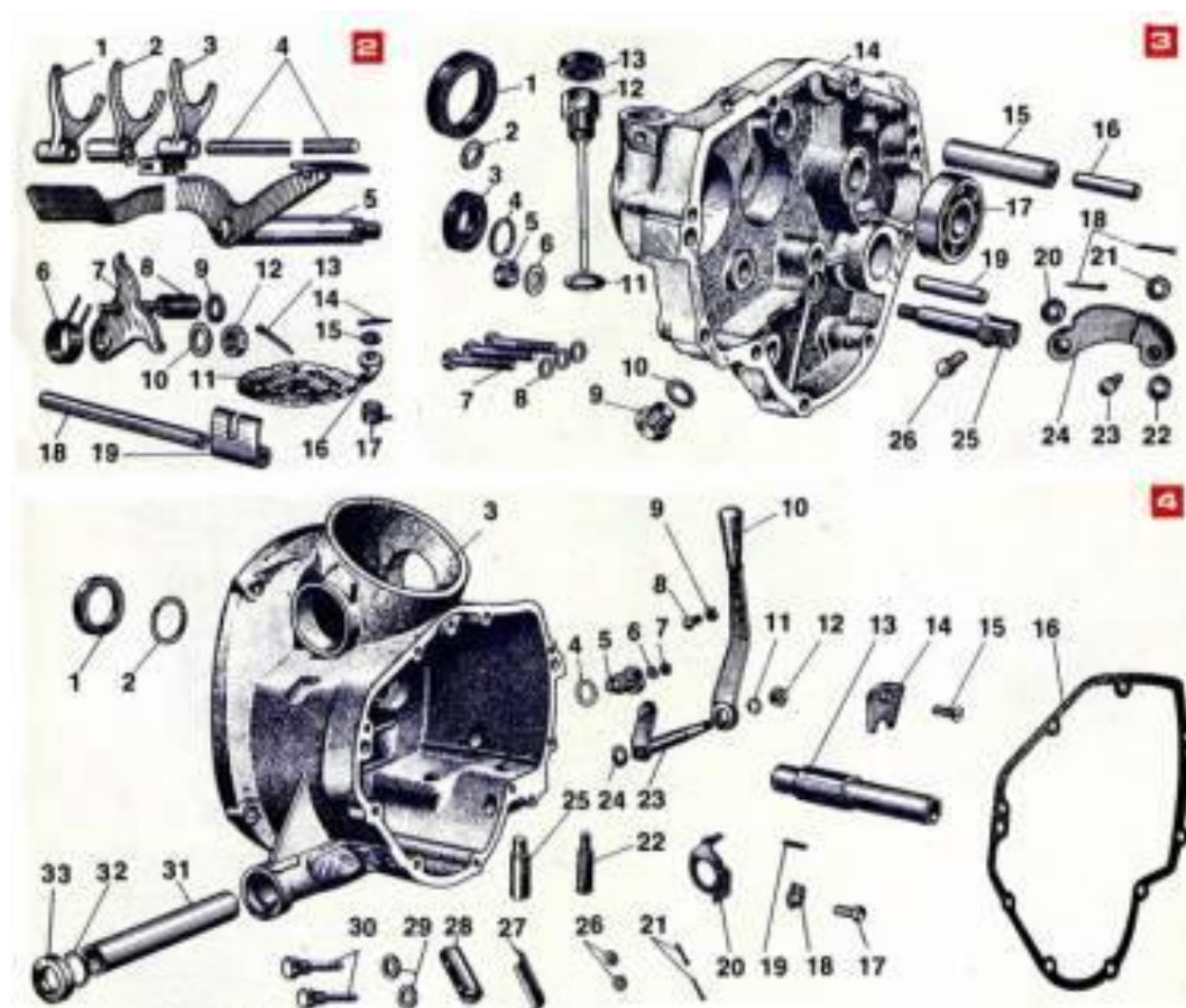


Рисунок 12 – Механизм переключения передач, крышка и картер

«К механизму включения заднего хода относятся скользящая шестерня заднего хода, установленная на шлицах вторичного вала; вилка включения заднего хода, передвигающаяся по одной оси с вилками переключения передач для движения вперед; паразитная шестерня, вращающаяся на запрессованной в крышку картера консольной оси; рукоятка включения задней передачи, находящаяся на правой стороне картера коробки передач, и рычаг вилки включения заднего хода. Задний ход включается только при основном нейтральном положении муфт включения коробки передач.» [30]

4.2 Технологический процесс установки коробки передач

«Собирать коробку рекомендуем в следующем порядке, по узлам, рисунок 4.1.

В крышку 14 запрессовать до упора шарикоподшипник 17 ведущего вала, ось 15 паразитной шестерни заподлицо с наружной стенкой крышки (натяг не менее 0,01 мм), установочные штифты 16 и 19 (натяг не менее 0,03 мм), заднюю втулку пускового вала (натяг не менее 0,025 мм) и сальник 3. Установить кронштейн 25, предварительно собранный с рычагом 24 и роликом 22, и закрепить его гайкой 5 с плоской шайбой. Установить в отверстие для ведомого вала сальник 1.

В ведущий вал 35 коробки передач запрессовать шпонку 36 и затем напрессовать на него до упора шестерню 34 третьей передачи. Щуп 0,05 не должен проходить между торцем напрессованной без перекоса шестерни и буртиком вала. Надеть на вал шестерню 33 четвертой передачи и ввести ее кулачки в полное зацепление с кулачками шестерни 34 третьей передачи. Напрессовать на вал шарикоподшипник 32 до упора в торец шестерни 33, надеть прокладку 31 и напрессовать на вал муфту 30, так чтобы она плотно легла на прокладку.» [30]

«Надеть на передний конец ведомого вала 14 втулку 13 до упора в шлицы, на нее — шестерню 12. Запрессовать две противоположные шпонки 15, надеть на вал муфту 11, а на нее — муфту 10, втулки 8 и на них — шестерни 9 и 7. Запрессовать оставшиеся две шпонки 15, надеть на вал муфту 6, а на нее — муфту включения 5. Напрессовать на вал втулку 4 до упора в муфту 6, надеть на втулку шестерню 3, шайбу 2 и напрессовать до упора шарикоподшипник 1. На шлицы вала надеть шестерню 16, шайбу 18 и прокладку 19. Весь набор деталей, собранных на ведомом валу, будет закреплен, когда на свободный конец его напрессуете шарикоподшипник 20.» [15]

«Все шестерни ведомого вала должны легко, без заеданий вращаться на валу (радиальный зазор 0,02—0,1 мм), муфты включения передач — свободно передвигаться по шлицам муфт ведомого вала. Убедившись в этом, можно слегка смазать все трущиеся пары маслом, которым будет заправлена коробка передач, чтобы избавить детали от сухого трения в первые минуты работы агрегата на мотоцикле.

В картер 3 запрессовать ось 25 диска переключения передач и ось 22 рычажного фиксатора. Привернуть к картеру болтом 17 упор 20 возвратной пружины кулачка-кривошипа. Привернуть к картеру двумя болтами 30 с шайбами 29 и гайками 26 резиновый буфер 28 зубчатого сектора пускового механизма с накладкой 27, Гайки необходимо зашплинтовать. Запрессовать втулку 31 и сальник 33 с пружиной 32. Запрессовать коротким концом промежуточный вал 13. Надеть на этот вал шайбу 37. шестерню 38 кулачками наружу, затем надеть шестерню 39 кулачками к шестерне 38, вторую шайбу 37 и пружину 40.» [30]

«Запрессовать в картер ось 18 и надеть на нее собачку 19. Установить в запрессованную втулку 31 и сальник 33 вал 5 переключения передач в сборе с педалями. Надеть с внутренней стороны картера возвратную пружину 6 и конец ее завести за выступающий усик упора 20. Надеть на шлицевой участок вала кулачок-кривошип 7, заведя второй конец пружины на штифт

кулачка. Надеть на второй штифт кривошипа пружину 8 и кольцо 10. Конец штифта кривошипа завести в паз собачки переключения. На резьбовой конец вала переключения надеть шайбу 9 и затянуть все это гайкой 12, которую законтрить шплинтом 13.

Установить в картер рычаг 23 включения передачи заднего хода. Установить на ось диск переключения 11 предварительно закрепив на нем пружину 17 фиксатора диска переключения передач. установить на ось 22 рычажный фиксатор 16 один конец пружины 17 упереть в стенку картера, а второй — завести на фиксатор. Надеть на ось 22 шайбу 15, вставить в отверстие оси шплинт 14 и развести его концы.» [15]

«Теперь можно перейти к общей сборке коробки передач.

Запрессовать в картер собранные ранее ведущий и ведомый валы. Завести в пазы муфт, переключающих ведомый вал, вилки 1 и 2 переключения передач и в паз шестерни 16 вилку 3 включения заднего хода.

Завести в отверстия вилок переключения валик 4 и установить его в соответствующее отверстие картера. Завести штифты вилок 1 и 2 переключения передач в пазы диска переключения, а штифт рычага включения заднего хода завести в паз вилки 3. Привернуть к картеру упор 14 паразитной шестерни винтом 15, Завернуть контакт датчика с пробкой 5.

Установить собранную крышку коробки передач на валы, предварительно промазав каким-нибудь герметизирующим составом их плоскости и прокладку. Легкими ударами молотка (не стального) посадить крышку до соприкосновения плоскостей и затянуть крест-накрест девять стяжных болтов 7 с надетыми на них шайбами 8.

В собранной коробке валы и шестерни должны легко вращаться от руки без заеданий.

Напрессовать ведущую шестерню 24 привода спидометра на хвостовик диска 25 упругой муфты. Легкими ударами молотка напрессовать диск упругой муфты в сборе на ведомый вал, таким образом чтобы отверстие под

шплинт находилось между пальцами диска. Поставить шайбу 26, затянуть до отказа гайку 27 и зашплинтовать ее.» [30]

«Вставить ведомую шестерню 23 вала спидометра в отверстие картера, предварительно смазав солидолом ее нижний конец, вставить втулку 22 и через выточку на ней ввернуть болт 21.

Для заводки возвратной пружины сектора пускового вала необходимо повернуть переднюю втулку 42 на 180° против часовой стрелки и закрепить ее двумя винтами.

Установить рычаг 52 на выступающий конец вала пускового механизма и закрепить его клиновым болтом 50. Установить механизм выключения сцепления и завернуть сливную пробку 9 с шайбой 10 и сапун 13 в сборе со щупом 12.

После установки коробки передач на мотоцикл не забудьте залить в нее масло.» [15]

4.3 Расчет технологической операции сборки коробки передач

В качестве взятой на проработку в технологическом разделе дипломного проекта сборочной единицы, принимаем изделие «Коробка передач». Исходными данными для проработки технологического процесса сборки будут являться следующие документы и данные:

- рабочая конструкторская документация изделия, полученная при его конструкторской проработке;
- данные о годовом объеме сборки изделий, принятом в количестве $N = 300$ шт.

На базе исходных данных приступаем к разработке технологического процесса сборки.

К конструкции предъявляются общие требования технологичности, типичные для большинства узлов транспортных средств.

- изделие должно иметь возможность сборки по узлам;

- все узлы могут присоединяться к базовой детали независимо друг от друга;
- работы по сборке должны иметь возможность механизации;
- все детали должны иметь инструментальную доступность, каждая из деталей по возможности должна иметь возможность без демонтажа сопутствующих, либо их число должно быть минимизировано;
- изделие должно обладать свойством контролепригодности;
- детали и сборочные единицы должны быть унифицированы;
- сборочные работы должны вестись без применения специнструмента и спецоснастки.

«В условиях единичного производства при использовании принципов индивидуальной сборки к конструкции изделия предъявляются дополнительные требования:» [32]

- обеспечение расчленения его на отдельные узлы и сборочные единицы, сборка которых может иметь примерно одинаковые по длительности и по возможности однородные по технологическому содержанию этапы;
- обеспечение свободного инструментального доступа к деталям узла.

Разработку технологической схемы сборки ведем на основе сборочной схемы устройства. Определяем последовательность сборки коробки передач и разбиваем сборку на узловую и общую. Технологическая схема сборки показана на чертеже «Технологическая схема сборки коробки передач»

Составление перечня сборочных работ

Перечень сборочных работ составляем на основе технологической схемы сборки. Перечень сборочных работ показан в таблице 12.

Таблица 12 - Перечень сборочных работ

№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление оборудование, инструмент	Время (мин.) Т _{шт}
1. Узловая сборка картера				
005	Сборка картера	1. В крышку коробки запрессовать до упора шарикоподшипник ведущего вала 2. Установить ось паразитной шестерни заподлицо с наружной стенкой крышки 3. Установить кронштейн, предварительно собранный с рычагом и роликом 4. Закрепить кронштейн гайкой с плоской шайбой 5. Установить в отверстие для ведомого вала сальник 6. Переместить сборочную единицу на следующую позицию	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13	7,95
2. Узловая сборка валов				
010	Сборка ведущего вала	1. В ведущий вал коробки передач запрессовать шпонку 2. Напрессовать на ведущий вал до упора шестерню третьей передачи 3. Надеть на вал шестерню четвертой передачи и ввести ее кулачки в полное зацепление с кулачками шестерни третьей передачи 4. Напрессовать на вал шарикоподшипник до упора в торец шестерни 5. Надеть прокладку и напрессовать на вал муфту, так чтобы она плотно легла на прокладку 6. Переместить сборочную единицу на следующую позицию	Стенд сборочный Пресс 5т настольный	7,85
015	Сборка ведомого вала	1. Надеть на передний конец ведомого вала втулку до упора в шлицы 2. Запрессовать две противоположные шпонки 3. Надеть на вал муфту 4. Надеть на вал муфту, а на нее - муфту включения 5. Напрессовать на вал втулку до упора в муфту 6. На шлицы вала надеть шестерню, шайбу и прокладку 7. Напрессовать шарикоподшипник на конец вала	Стенд сборочный Пресс 5т настольный	8,87

Продолжение таблицы 12

3. Узловая сборка картерной крышки				
020	Сборка картера	1. В картер запрессовать ось диска переключения передач и ось рычажного фиксатор 2. Привернуть к картеру болтом упор возвратной пружины кулачка-кривошипа 3. Привернуть к картеру двумя болтами с шайбами и гайками резиновый буфер зубчатого сектора 4. Запрессовать втулку и сальник с пружиной 5. Запрессовать коротким концом промежуточный вал 6. Надеть на этот вал шайбу шестерню кулачками наружу, затем надеть шестерню кулачками к шестерне, вторую шайбу и пружину 7. Установить в картер рычаг включения передачи заднего хода 8. Надеть на ось шайбу, вставить в отверстие оси шплинт и развести его концы	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13 Ключ гаечный 10	10,05
4. Общая сборка коробки передач				
025	Сборка коробки передач	1. Запрессовать в картер собранные ранее ведущий и ведомый валы 2. Завести в отверстия вилок переключения валик и установить его в соответствующее отверстие картера 3. Привернуть к картеру упор 14 паразитной шестерни винтом 4. Завернуть контакт датчика с пробкой 5. Установить собранную крышку коробки передач на валы 6. Легкими ударами молотка посадить крышку до соприкосновения плоскостей и затянуть крест-накрест девять стяжных болтов с надетыми на них шайбами	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13 Ключ гаечный 10	10,25
5. Монтаж навесных деталей				
	Сборка коробки и навесных деталей	1. Напрессовать ведущую шестерню привода спидометра на хвостовик диска 2. Поставить шайбу, затянуть до отказа гайку и зашплинтовать ее 3. Вставить ведомую шестерню вала спидометра в отверстие картера	Стенд сборочный Пресс 5т настольный Ключ гаечный 13 Ключ гаечный 10	8,25

«Техническое нормирование слесарно-сборочных работ, определение типа производства и формы организации технологического процесса сборки

Нормы времени на переходы операций сборки определяем по приложениям 1-47. Суммируем нормы времени на каждый вспомогательный и технологический переход операции и заносим в таблицу 4.1.

Общее оперативное время на все виды работ при сборке изделия:» [32]

$$t_{\text{опобщ}} = \Sigma t_{\text{оп}} = 53,22 \text{ мин.} \quad (48)$$

Суммарная трудоемкость сборки:

$$t_{\text{штобщ}} = t_{\text{опобщ}} + t_{\text{опобщ}} (\alpha/100 + \beta/100), \quad (49)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, принимаем $\alpha = 3 \%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха, принимаем $\beta = 5 \%$.

$$t_{\text{штобщ}} = 53,22 + 53,22 \cdot (3/100 + 5/100) = 57,48 \text{ мин.}$$

Определение типа производства

По таблице 4.1 определяем тип производства при годовом объеме выпуска $N = 300$ шт. и $t_{\text{штобщ}} = 57,48$ мин. – производство мелкосерийное.

«Для мелкосерийного производства такт выпуска определяем по формуле:

$$T_{\text{в}} = F_{\text{д}} \cdot 60 \cdot m / N, \quad (50)$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимаем $F_{\text{д}} = 2030$ час.;

m – количество рабочих смен в сутки, принимаем $m = 1$;

N – годовой объем выпуска.» [32]

$$T_{\text{в}} = 2030 \cdot 60 \cdot 1 / 300 = 406 \text{ мин.}$$

5 Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта

5.1 Описание условий труда

Задание для выполнения раздела: разработать мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности при выполнении проектных и испытательных работ.

«Стремление человека защитить себя от негативных последствий своей же разумной деятельности привело к осознанию необходимости создания системы специальных мероприятий, объединенных понятием «безопасность жизнедеятельности».

Безопасность жизнедеятельности - это область знаний о состоянии окружающей среды и о безопасном взаимодействии человека со средой его обитания, при котором вероятность повреждения организма человека в процессе его жизни и деятельности в определенных условиях является минимальной.

Охрана труда - это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.» [3]

Процесс осуществления разработки стенда был разбит на несколько этапов. Поскольку целью дипломного проекта является разработка мотор-колеса транспортного средства, в данном разделе мы рассмотрим обеспечение безопасных условий труда для конструктора, не затрагивая условия труда при непосредственной сборке, испытании, доводке и монтаже самого автомобиля, поскольку эти работы выходят за компетенции текущего проекта. Спецификация оборудования и оснастки, используемого при проведении конструкторской работы по разработке проекта мотор-колеса приводится в таблице 13.

Таблица 13 – Спецификация оборудования и оснастки при выполнении конструкторской работы

Этап	Оборудование, оснащение, ресурсы	Операция
1	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Поиск аналогов конструкции
2	Компьютер, принтер	Проведение расчетов мощностных и прочностных параметров конструкции
3	Компьютер, специализированная программа САМ-CAD, принтер	Разработка чертежей конструкции по полученным параметрам
4	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Расчет ТЭО
5	Компьютер, принтер	Отчет
6	Компьютер, сетевой маршрутизатор обеспечения выхода в сеть Интернет, принтер	Передача пакета конструкторской документации для изготовления прототипа

5.2 Идентификация вредных производственных факторов

Вредные физические производственные факторы (на основании информационных данных в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74), которые могут возникнуть при выполнении этапов проектирования, представлены в виде таблицы 14.

Таблица 14 – Вредные производственные факторы

Операция	Фактор
1	2
Поиск аналогов конструкции	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]

Продолжение таблицы 14

1	2
Проведение расчетов мощностных и прочностных параметров конструкции	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]
Разработка чертежей конструкции по полученным параметрам	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]

Продолжение таблицы 5.2

Расчет ТЭО	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]
Отчет	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]
Передача пакета конструкторской документации для изготовления прототипа	«умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений» [29]
Непредвиденные работы	

На основании проведенного анализа вредных производственных факторов возникающих в процессе осуществления НИОКР были разработаны мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении НИОКР.

Сформулированы санитарно-эпидемиологические и эргономические требования при работе на ПЭВМ на основании правила и нормативов СанПин 2.2.2/2.4.1340-18. от 01.06.2018 г.

Произведена экологическая экспертиза объекта дипломного проектирования

5.3 Общие требования по обеспечению безопасности на предприятии

Общие требования безопасности:

Каждый вновь поступающий на предприятие рабочий и инженер должен пройти вводный инструктаж по правилам техники безопасности, противопожарной безопасности, и пройти санитарный и медицинский осмотр.

После прохождения вводного инструктажа инженер - конструктор должен получить первичный инструктаж по организации работ и технике безопасности согласно настоящей инструкции у начальника отдела (цеха).

Для инженеров - конструкторов один раз в три года проводится переаттестация по общим правилам техники безопасности и выдачей соответствующего удостоверений.

К испытаниям повышенной опасности на дорогах, сооружениях автополигона, специальных участках и сооружениях автотрека ВАЗа относятся:

«Категория А: испытания, связанные с движением на высокой скорости по криволинейным трассам согласно методикам испытаний (например, управляемость и устойчивость, испытание дисков и ступиц колес и т.п.); испытания тормозов.

Категория Б: форсирование испытания в условиях автомобильных соревнований.

Категория В: испытания, проводимые на скоростях свыше 120 км/ч; определение динамических и экономических показателей; испытание на высоких скоростях по пересеченной местности; испытание опытных шин; испытание опытных узлов и деталей ходовой части, тормозов и рулевого управления, выход которых из строя может привести к аварии; пробеговые испытания на горных дорогах.

Категория Г: испытания на плаву и по преодолению водных преград.»
[6]

Ведущий инженер – конструктор, наравне с водителем - испытателем, несет ответственность за техническое состояние закрепленных за ним автомобилей и их оборудование средствами безопасности.

Ведущий инженер – конструктор обязан постоянно контролировать техническое состояние автомобиля в целом и состояние установленных на нем опытных деталей, своевременно принимать меры к устранению возникших неисправностей, не допускать выхода на линию технически неисправного автомобиля.

5.4 Требования эргономики при работе за компьютером

При проведении проектирования и конструирования основная нагрузка ложится на инженера-конструктора, существенное время его работы отведено работе с ЭВМ.

«Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важнейших проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов. Утомляемость, работающих за дисплейным терминалом, представляет собой серьезную проблему.» [3]

«Выделяются 8 условий для того, чтобы деятельность на рабочем месте, оснащенном ПЭВМ, осуществлялась без жалоб и без усталости. Эти

условия обусловлены санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. от 01.06.2003 г.» [14]

Требования к помещениям:

Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированны на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – 4,5 м².

Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола – 0,3 – 0,5.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Требования к микроклимату:

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать

действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанным выше нормативов.

В помещениях всех типов, где расположены ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Требования к уровням шума и вибрации:

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест (категория 3, тип «в») в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Требования к освещению:

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видео терминалы были ориентированны боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блесткость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Следует ограничивать отраженную блесткость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за чет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость

бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Общие требования к организации рабочих мест:

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками 1,5 – 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Требования к оборудованию рабочих мест:

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота стола должна составлять 725мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм; глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 –

550 мм и углам наклона вперед до 15 град., и назад до 5 град.; высоту опорной поверхности спинки 300 $\pm$ 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах $\pm$ 30 градусов; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 – 70 мм; регулировка подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 $\pm$ 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

5.5 Расчет вентиляции в помещении

«Для обеспечения требуемого качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении.

Вентиляционные установки - устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя нормально и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье. Общеобменная вентиляция - система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.» [29]

Температура удаляемого воздуха определяется из формулы:

$$t_{yx} = t_{pz} + d (h - 2), \quad (51)$$

где t_{pz} - температура воздуха в рабочей зоне ($t_{pz} = 20$ град);

d - коэффициент нарастания температуры на каждый метр высоты ($d = 1,5$ град/м);

h - высота помещения ($h = 4$ м).

$$t_{yx} = 20 + 1,5 \cdot (4 - 2) = 23 \text{ град.}$$

Тепло от работы оборудования:

$$Q_{\text{обор}} = r \cdot P_{\text{уст}} = 0,15 \cdot 14520 = 2178 \text{ Вт}, \quad (52)$$

где r - доля энергии, переходящей в тепло;

$P_{\text{уст}}$ - мощность установки.

Тепло, поступающее от людей:

$$Q_{\text{л}} = n \cdot q = 5 \cdot 90 = 450 \text{ Вт}, \quad (53)$$

, где n - количество человек в зале ($n = 5$);

q - количество тепла, выделяемое человеком ($q = 90$ Вт).

Тепло от источников освещения:

$$Q_{\text{осв}} = f \cdot P_{\text{осв}} = 0,4 \cdot 2000 = 800 \text{ Вт}, \quad (54)$$

где $f = 0,4$ для люминесцентных ламп;

$P_{\text{осв}}$ - мощность осветительной установки.

Тепло от солнечной радиации через окна:

$$Q_{\text{рад}} = A \cdot k \cdot S \cdot m = 180 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,8 = 1296 \text{ Вт}, \quad (55)$$

где A - теплопоступление в помещение с 1 кв.м стекла (127-234 Вт/м);

S - площадь окна ($S = 3$ м);

m - количество окон ($m = 3$);

k - коэффициент, учитывающий характер остекления ($k = 0,8$).

Поступающее в помещение тепло определяется по формуле:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}} \quad (56)$$

где $Q_{\text{обор}}$ - тепло от работы оборудования;

$Q_{\text{л}}$ - тепло, поступающее от людей;

$Q_{\text{осв}}$ - тепло от источников освещения;

$Q_{\text{рад}}$ - тепло от солнечной радиации через окна.

$Q_{\text{прих}} = 4724 \text{ Вт.}$

Тепло расходуемое:

$$Q_{\text{расх}} = 0,1 * Q_{\text{прих}} = 472.4 \text{ Вт} \quad (57)$$

Количество избыточного тепла:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх.}} \quad (58)$$

$$Q_{\text{изб}} = 4251.6 \text{ Вт.}$$

Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле:

$$V_{\text{вент}} = 3600 * Q_{\text{изб}} / (C * Q * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})) \quad (59)$$

, где $Q_{\text{изб}}$ - выделение в помещении явного тепла, Вт;

C - теплоемкость воздуха ($C = 10 \text{ Дж/кг}$);

Q - удельная плотность воздуха ($Q = 1,3 \text{ кг/м}^3$);

$t_{\text{ух}}$ и $t_{\text{пр}}$ - температура удаляемого и приточного воздуха, град.

$$V_{\text{вент}} = 3600 * 4251,6 / (10 * 1,3 * 2) = 5886,83 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Определяем необходимую кратность воздухообмена:

$$K = V_{\text{вент}} / V_{\text{пом}} \quad (60)$$

$$\text{, где } V_{\text{пом}} = n * S_{\text{чел}} * h, \quad (61)$$

где $n = 5$ - число людей в помещении;

$S_{\text{чел}}$ - площадь производственного помещения, приходящаяся на 1 человека (по нормам для умственного труда $S_{\text{чел}} = 4 \text{ м}^2$);

$h = 4 \text{ м}$ - высота помещения.

$$K = 5886,83 / 140 = 42.$$

Расчетная производительность вентилятора:

$$V_{\text{расч}} = 1,1 * V_{\text{вент}} = 1,1 * 5886.83 = 6475,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (62)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий утечки и подсосы воздуха.

Напор (полное давление), обеспечиваемый вентилятором:

$$H_{\text{в}} = v * Q / 2 \quad (63)$$

где $Q = 1,3 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха,

v - окружная скорость вентилятора; ограничивается предельно допустимым уровнем шума в помещении. $v = 25 \text{ м/с}$.

$$H_{\text{в}} = 25 * 1,3 / 2 = 406 \text{ Па.}$$

Необходимая установочная мощность электродвигателя:

$$N = V_{\text{расч}} * H_v / (3600 * \eta) \quad (64)$$

, где η - КПД вентилятора = 0,8.

$$N = 6475,5 * 406 / (3600 * 0,8) = 912,87 \text{ Вт.}$$

В ходе выполнения раздела по безопасности и охране труда был выполнен анализ безопасности работы при проведении опытно-конструкторских работ. Произведен анализ нормативных документов, регламентирующих безопасность работ за компьютерной техникой. Произведен инженерный расчет воздухообмена в помещении.

6 Экономический раздел дипломного проекта

В экономическом разделе дипломного проекта необходимо рассчитать себестоимость изготовления в условиях мелкосерийного производства грузового трехколесного транспортного средства. В качестве исходных данных будут использоваться расчетные значения, полученные в конструкторском разделе дипломного проекта. Поскольку доработка будет производиться в рамках ОПП, рассчитываться будет себестоимость производимых работ.

«Планирование себестоимости продукции осуществляется при разработке перспективных и годовых планов предприятия. Годовые планы по себестоимости продукции состоят как правило, с разбивкой по кварталам, а при необходимости - по месяцам. Планирование себестоимости продукции предприятия включает расчет затрат на производство продукции, а также расходов на работы и услуги промышленного характера. Затраты на производство планируют и учитывают по экономическим элементам и по статьям затрат.

Группировка затрат на производство по экономическим элементам дает возможность определить общую потребность предприятия в материальных ресурсах, общую сумму амортизационных отчислений основных фондов, затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды и другие денежные расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Этой группировкой пользуются при составлении сметы затрат на производство.» [7]

Затраты, образующие себестоимость продукции, группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

- материальные затраты (за вычетом себестоимости возвратных отходов);
- расходы на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;

- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

Расчет материальных затрат.

Сырье и основные материалы без учета НДС и акцизов. Затраты на сырье и основные материалы. Расходы на сырье и основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{м}} = \left[\sum_{i=1}^n (H_{pi} \cdot C_{Mi}) \right] \cdot (1 + \eta_{\text{мз}}) \quad (65)$$

где H_{pi} – норма расхода i -того вида материалов (сырья) на изготовление изделия, кг .;

C_{Mi} – оптовая цена i -го вида материалов (сырья), грн.,

$\eta_{\text{мз}}$ – коэффициент , учитывающий затраты на транспортировку сырья;

n – количество видов материалов.

Перечень материалов, нормы их расхода и цена приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Сырье и основные материалы

Материальные затраты	Норма затрат, кг	Цена, руб	Стоимость, руб
Литые корпусные детали (Д16Т)	14,75	30,50	481,37
Стальные заготовки	22,30	40,20	959,21
Литые заготовки (Д16Т)	0,85	30,50	27,74
ИТОГО			1468,32

При наличии реализованных отходов их величина исключается из затрат. В этом случае формула расчета затрат на сырье и основные материалы будут иметь следующий вид:

$$C_{\text{м}} = \left[\sum_{i=1}^n (H_{pi} \times C_{mi} \sum B_{\text{отх}} \times C_{\text{отх}}) \right] \times (1 + \eta_{\text{мз}}), \quad (66)$$

где $B_{\text{отх}}$ - величина отходов i -го вида материалов (сырья):

$$B_{\text{отх}} = H_{pi} \times B_{\text{чист}}, \quad (67)$$

где $B_{\text{чист}}$ - чистый вес i -го вида материалов (сырья):

$$B_{\text{чист}} = H_{pi} \times K_{\text{вик.}i}, \quad (68)$$

где K_i - коэффициент использования i -го вида материалов (сырья);

$C_{\text{отх}}$ - оптовая цена отходов i -го вида материалов (сырья).

Перечень реализуемых отходов приведен в таблице 16.

Таблица 16 - Реализуемые отходы производства

Отходы	Масса,	Цена, руб	Стоимость, руб
Сталь	0,85	25,50	21,68
Чугун	0,75	20,20	15,15
Бронза	0,05	150,50	7,53
ИТОГО			44,35

Общие затраты на материалы и сырье составляют:

$$C_{\text{м}} = \left[\sum_{i=1}^n (H_{pi} \cdot C_{mi} - \sum B_{\text{отх}} \cdot C_{\text{отх}}) \right] \cdot (1 + \eta) \quad (69)$$

Стоимость вспомогательных материалов. Стоимость вспомогательных материалов определяется условно в процентном отношении к стоимости основных материалов (2% -3%, 5% -10%; 15-30%). Принимаем стоимость вспомогательных материалов равной 5%, тогда:

$$C_{\text{м}} = (1468,32 - 44,35) \cdot (1 + 0,03) = 1466,69 \text{ руб}$$

Расходы на комплектующие и другие изделия. Расходы на комплектующие и другие изделия рассчитываются по формулам на единицу выпускаемого изделия:

$$C_{\text{ки}} = \left[\sum_{i=1}^n (H_{ki} \cdot C_{ki}) \right] \cdot (1 + \eta) \quad (70)$$

где: N_{ki} - норма расхода i -того вида комплектующего изделия на конкретный вид продукции;

C_{ki} - оптовая цена i -го вида комплектующего изделия;

η – коэффициент, учитывающий величину расходов по транспортировке сырья (материалов) к потребителю;

n - количество видов выпускаемых изделий; C

Перечень комплектующих на единицу изделия приведена в таблице 17.

Таблица 17 - Перечень комплектующих

Комплектующие изделия	Норма затрат, ед	Цена, руб	Стоимость, руб
Комплект крепежных элементов	1	225,00	240,75
Комплект прокладок	1	132,00	141,24
Комплект электрооборудования	1	16750,00	17922,50
Двигатель с коробкой в сборе	1	32500,00	34775,00
Герметик	1	200,00	214,00
ИТОГО			53293,49

Следовательно, сумма затрат на материалы и комплектующие с учетом реализуемых отходов составляет:

$$C_{\Sigma} = C_m + C_{ki} = 1466,69 + 53293,49 = 54760,18 \text{ руб}$$

Стоимость электроэнергии (топлива) для работы машин и оборудования рассчитывается по формуле:

$$C_{эл} = N_i * F * C_{эл} * K_{зо} \quad (71)$$

где N_i - установленная мощность;

F - фонд времени работы оборудования;

$C_{эл}$ - тариф за 1 кВт / ч;

$K_{зо}$ - коэффициент загрузки оборудования.

$$C_{эл} = 55 * 420 * 4,35 * 0,7 = 70 \, 339,50 \text{ руб}$$

Стоимость электроэнергии (топлива) на освещение и отопление определяется исходя из объема потребленных энергоресурсов и тарифов на них ($\approx 10\%$ от технологических расходов):

$$C_{\text{э.осв}} = Q_{\text{эл}} * \Pi_{\text{эл}} \quad (72)$$

где $Q_{\text{эл}}$ – количество кВт / ч, потраченных на освещение (отопление).

$$C_{\text{э.осв}} = 240 * 4,35 = 1044,00 \text{ руб}$$

Расчет стоимости электроэнергии. Затраты на электроэнергию формируются из стоимости электроэнергии на технологические нужды и стоимости энергоресурсов на отопление и освещение:

$$C_{\Sigma \text{эл}} = C_{\text{эл}} + C_{\text{э.осв}} \quad (73)$$

$$C_{\Sigma \text{эл}} = 70\,339,50 + 1044,00 = 71\,383,50 \text{ руб}$$

«Статья, характеризующий затраты на оплату труда, входит в «Смета затрат на производство», носит название «Общий фонд заработной платы всего промышленно-производственного персонала». Данная статья учитывает как основную, так и дополнительную заработную плату всех категорий работающих на предприятии: основных и вспомогательных производственных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих и обслуживающего персонала всех цехов, служб и отделов предприятия.» [7]

Расчет заработной платы исполнителей приводится в таблице 18

Таблица 18 – Заработная плата исполнителей

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч/час	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
1	2	3	4	5
Заготовительная	3	12	250,00	3 000,00
Гибочная	4	4	285,00	1 140,00
Сварочная	5	16	355,00	5 680,00
Токарная	5	8	355,00	2 840,00
Фрезерная	5	6	355,00	2 130,00

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
Шлифовальная	5	4	355,00	1 420,00
Литейная	4	10	285,00	2 850,00
Термическая	4	8	285,00	2 280,00
Сверлильная	4	4	285,00	1 140,00
Слесарная	4	8	285,00	2 280,00
Сборочная	5	8	355,00	2 840,00
Окрасочная	4	4	285,00	1 140,00
Испытательная	6	4	420,00	1 680,00
ИТОГО				26 280,00
Премияльные доплаты				5 256,00
Основная заработная плата				31 536,00

Рассчитаем затраты на отчисления в фонд социального страхования:

$$\text{СОЦ} = (\text{Зо} + \text{Зпр}) * \text{Ксоц} \quad (74)$$

где Ксоц – коэффициент отчислений в фонд социального страхования,

Ксоц = 30%

$$\text{СОЦ} = (28\,280,00 + 5\,256,00) * 0,30 = 9\,460,8 \text{ руб}$$

Определим затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$\text{Зсэоб} = \text{Зо} * (\text{Ксэоб} - 1) \quad (75)$$

где Ксэоб – коэффициент понесенных затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования, Ксэоб = 1,95

$$\text{Зсэоб} = 31\,536,00 * (2,04 - 1) = 29\,939,52 \text{ руб}$$

Произведем расчет общепроизводственных расходов:

$$\text{Робщ} = \text{Зо} * (\text{Кобщ} - 1) \quad (76)$$

где Кобщ – коэффициент общепроизводственных расходов, Кобщ = 2,46

$$\text{Робщ} = 31\,536,00 * (2,6 - 1) = 46\,060,80 \text{ руб}$$

Произведем расчет общехозяйственных расходов:

$$\text{Рохр} = \text{Зо} * (\text{Кохр} - 1) \quad (77)$$

где Кохр – коэффициент общехозяйственных расходов, Кохр = 2,37

$$P_{охр} = 31\,536,00 * (2,5 - 1) = 43\,182,00 \text{ руб}$$

Расчет себестоимости изготовления мотор-колеса в условиях мелкосерийного производства представим в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет себестоимости доработки тормозной системы

Статьи затрат	Обозначение	ПРОЕКТ	
		Сумма	%
Сырье и материалы	М	1 466,69	0,6%
Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	53 293,49	22,9%
Зарплата основная	Зо	31 536,00	13,6%
Отчисления на соцстрах	Ос	9 460,80	4,1%
Расходы на содержание оборудования	Рс.об	29 939,52	12,9%
Общепроизводственные расходы	Ропр	46 060,80	19,8%
Общехозяйственные расходы	Рохр	43 182,00	18,6%
Производственная себестоимость	Спр	214 939,30	92,4%
Внепроизводственные расходы	Рвн	17 709,98	7,6%
Полная себестоимость	Сп	232 649,28	100,0%

В результате выполнения экономического раздела дипломного проекта составлен калькуляцию основных и вспомогательных расходов на изготовление трехколесного транспортного средства.

Представленный расчет содержит данные о себестоимости изготовления трехколесного транспортного средства в условиях опытного производство.

Заключение

В рамках выполнения дипломного проекта была выполнена разработка конструкции трехколесного транспортного средства.

Разработка и расчет конструкции производилась на основе произведенного поиска аналогов конструкции, как производимых промышленностью, так и существующих в виде патентных образцов.

Был произведен мощностной и прочностной расчет как всей конструкции устройства, так и отдельных узлов. На основе выполненных расчетов были выполнены чертежи ответственных узлов конструкции и скомпонованы сборочные чертежи. Были также выполнены чертежи наиболее ответственных деталей, результаты представлены на листах графической части.

Также на лист графической части была вынесена технологическая карта проведения сборочных работ. Поскольку, по заданию на дипломный проект, было необходимо разработать транспортное средство, были выполнены тяговые расчеты и построены графики.

Был выполнен анализ безопасности работы при проведении опытно-конструкторских работ. Произведен анализ нормативных документов, регламентирующих безопасность работ за компьютерной техникой. Произведен инженерный расчет воздухообмена в помещении.

Были рассчитаны экономические показатели эффективности проекта. Была рассчитана себестоимость изготовления трицикла в условиях опытного производства.

На основании всего изложенного, считаем задачи, поставленные в рамках дипломного проекта полностью выполненными.

Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 655 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Вахламов, В. К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ В.К. Вахламов — М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.
6. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
7. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
8. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.
9. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. Ф. Головин. -

Москва : ИНФРА-М, 2017. - 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011135-3

10.Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

11.Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.

12.Кибанов, А. Я. Проектирование функциональных взаимосвязей структурных подразделений производственного объединения (предприятия) [Электронный ресурс] / А. Я. Кибанов, Т. А. Родкина. - М. : МИУ им. С. Орджоникидзе, 2016

13.Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 400 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.

14.Корниенко, Евгений. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Е. Корниенко. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2018. – Режим доступа http://www.kornienko-ev.ru/teoria_auto/page233/page276/index.html, свободный

15.Лата, В.Н. Основы моделирования управляемого движения автомобиля : учебное пособие / В.Н. Лата. - Тольятти : ТГУ, 2012. – 60 с. [11] : ил.-Библиогр.: с.10-21.

16.Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

17.Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. – 417 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

18.Муравьева, А.М., Яковлев Ю.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по винтовым устройствам: Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1981;

19.Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. – 2-е изд. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)

20.Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

21.Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с

22.Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.

23.Радин, Ю. А. Справочное пособие авторемонтника / Ю. А. Радин, Л. М. Сабуров, Н. И. Малов. - Москва : Транспорт, 2018. - 285 с. : ил. - Библиогр.: с. 277. - Предм. указ.: с. 278-278. - ISBN 5-277-00094-1 : 28-80.

24.Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

25.Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ 5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 43114, 65111, 4326, 54155 – М., 2010. – 286 с.

26.Руктешель, О.С. Выбор параметров и оценка тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля / О.С. Руктешель. – Минск : БНТУ, 2015. – 77 с.

27.Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 758 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.

28.Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие/ Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

29.Сайт торговой компании «Все инструменты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://tolyatti.vseinstrumenti.ru>, свободный

30.Сергеенко, В.А. Проверочный расчет зубчатых передач трансмиссии автомобилей / В.А. Сергеенко. – Минск : БНТУ, 2016. – 61 с.

31.Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.-Библиогр: с. 110-112.

32.Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

33.Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

34.Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

35.Халтурин Д.В., Испытание автомобилей и тракторов : практикум / Д.В. Халтурин, Н.И. Финченко, А.В. Давыдов - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. - 172 с. (Серия "Учебники ТГАСУ") - ISBN 978-5-

93057-791-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930577914>

36.Чернова, Е.В. Детали машин : проектирование станочного и промышленного оборудования : учеб. пособие для вузов / Е. В. Чернова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 605 с.

37.Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

38.Catalin, Alexandru, Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s

39.Denton, Tom Automobile Mechanical and Electrical Systems: 2nd Edition / Tom Denton: Routledge, 2017 – 378p. - ISBN 9780415725781

40.Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.

41.G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

42.Haney, Paul. The racing and high-performance tire / Paul Haney. – TV MOTORSPORT : Springfield, 2003. – 285 p. [2]. – ISBN 0-9646414-2-9.

43.Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. - 37s.

44.Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

45.Milliken, W. F. Race Car Vehicle Dynamics / Premiere Series / R: Society of Automotive Engineers, Том 146 / W. F. Milliken, D. L. Milliken : SAE International, 1995. – 890 p. [8], [9], [10]. – ISBN 1560915269, 9781560915263.

46.Singh, H. Rewat The Automobile: Textbook for Students of Motor Vehicle Mechanics / H. Rewat Singh: S Chand & Co Ltd, 2004 - 532 p.

Приложение А Тяговый расчет трицикла

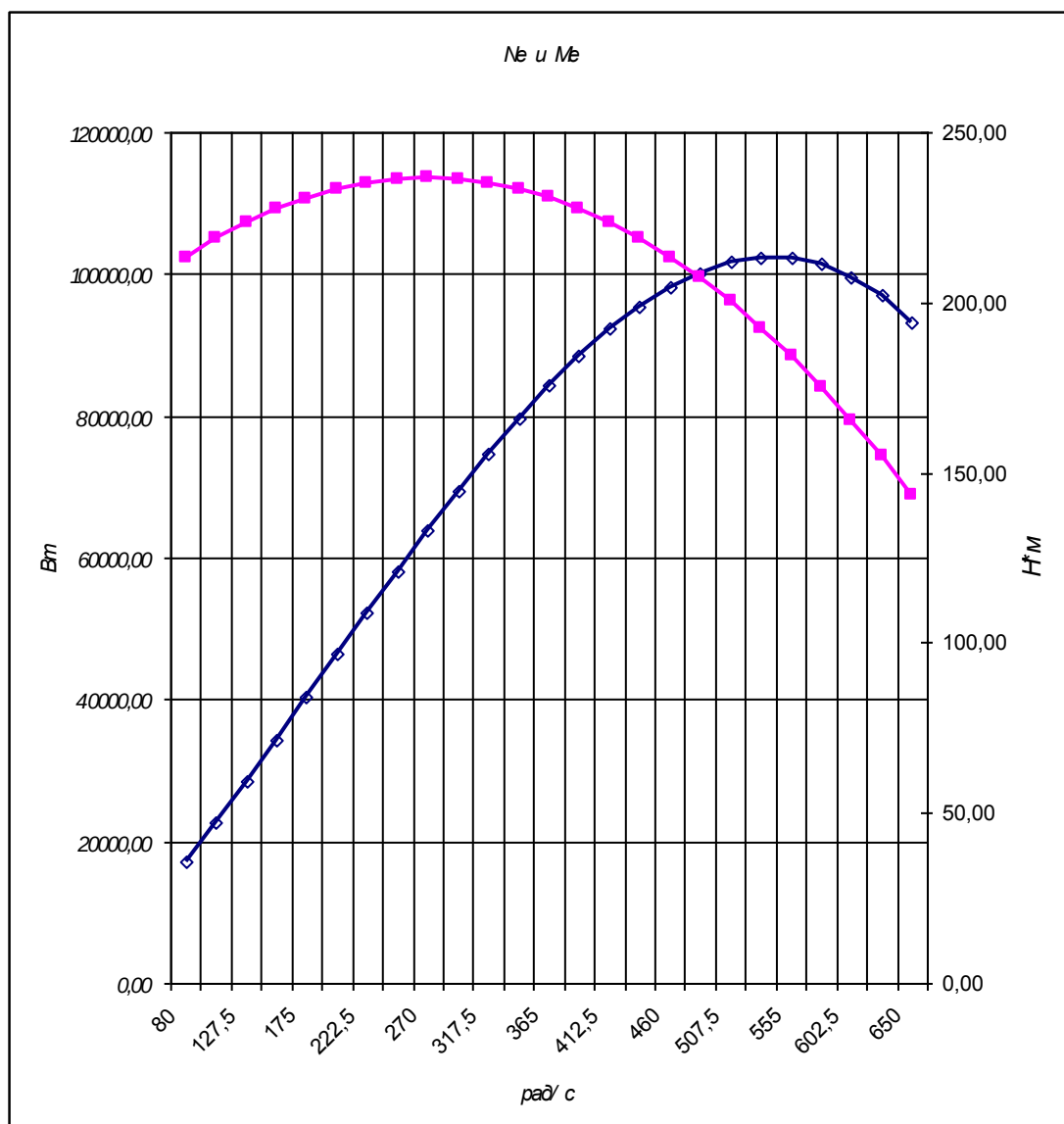


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения А

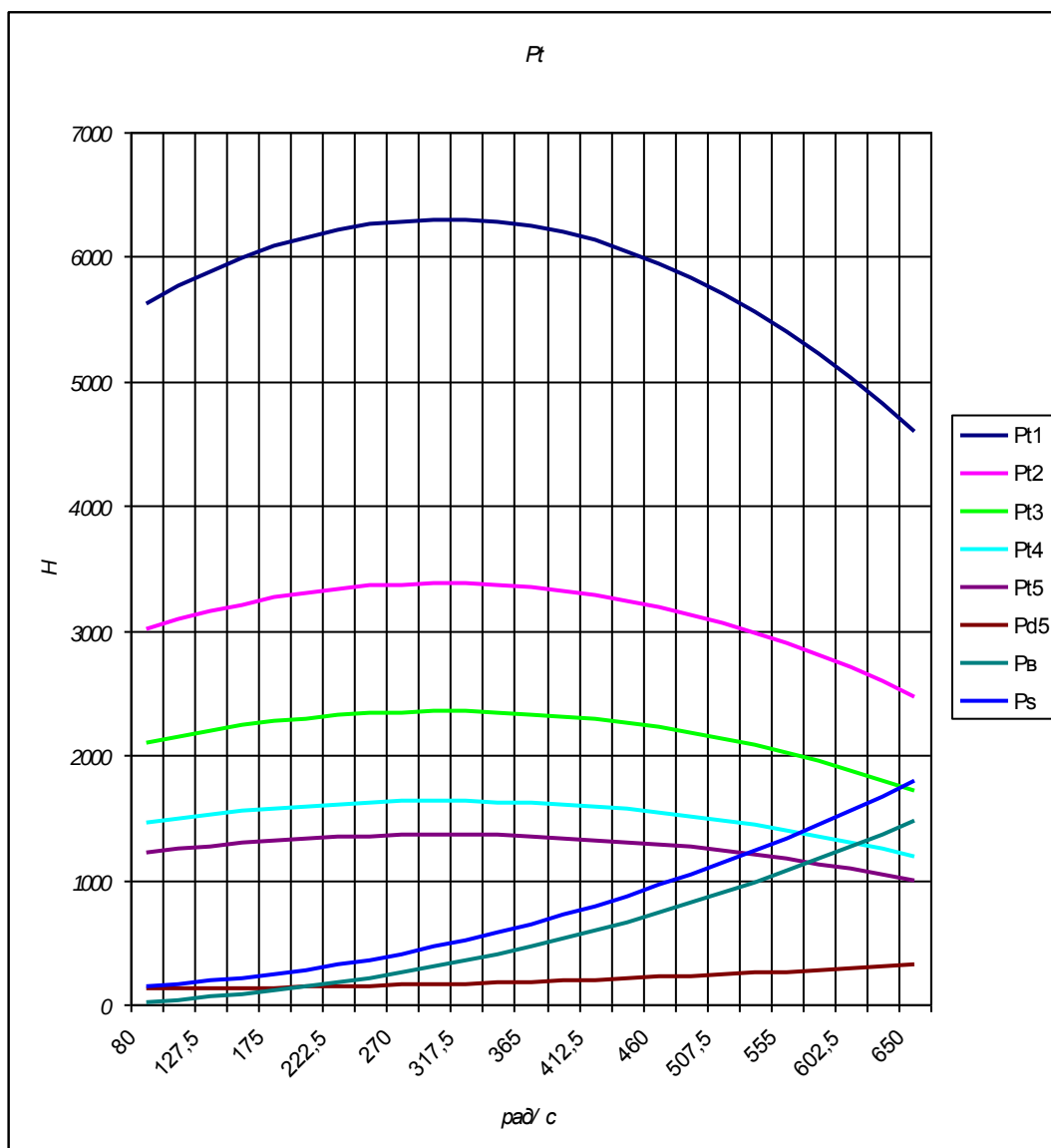


Рисунок А2 – Силовой баланс

Продолжение Приложения А

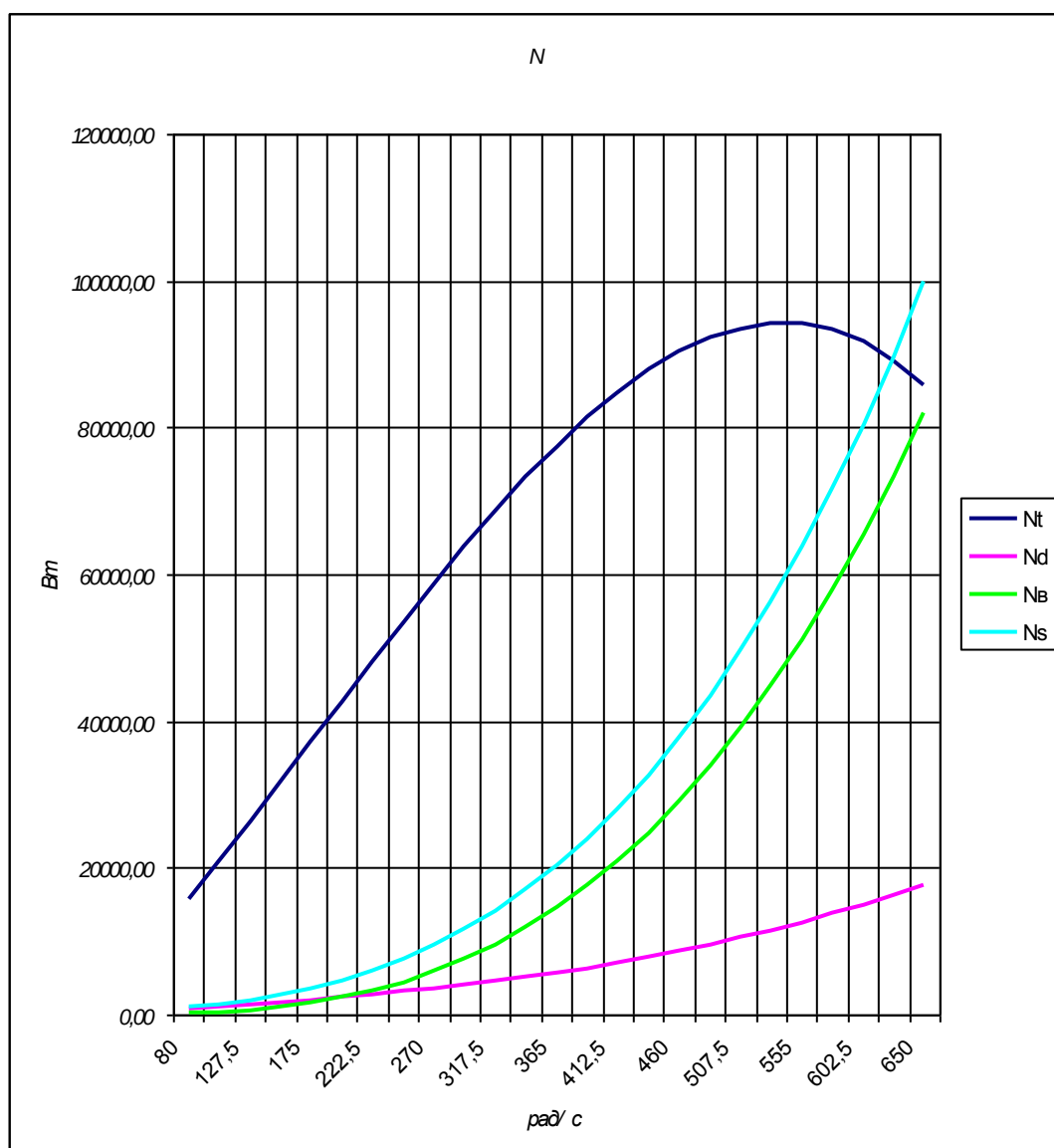


Рисунок А3 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения А

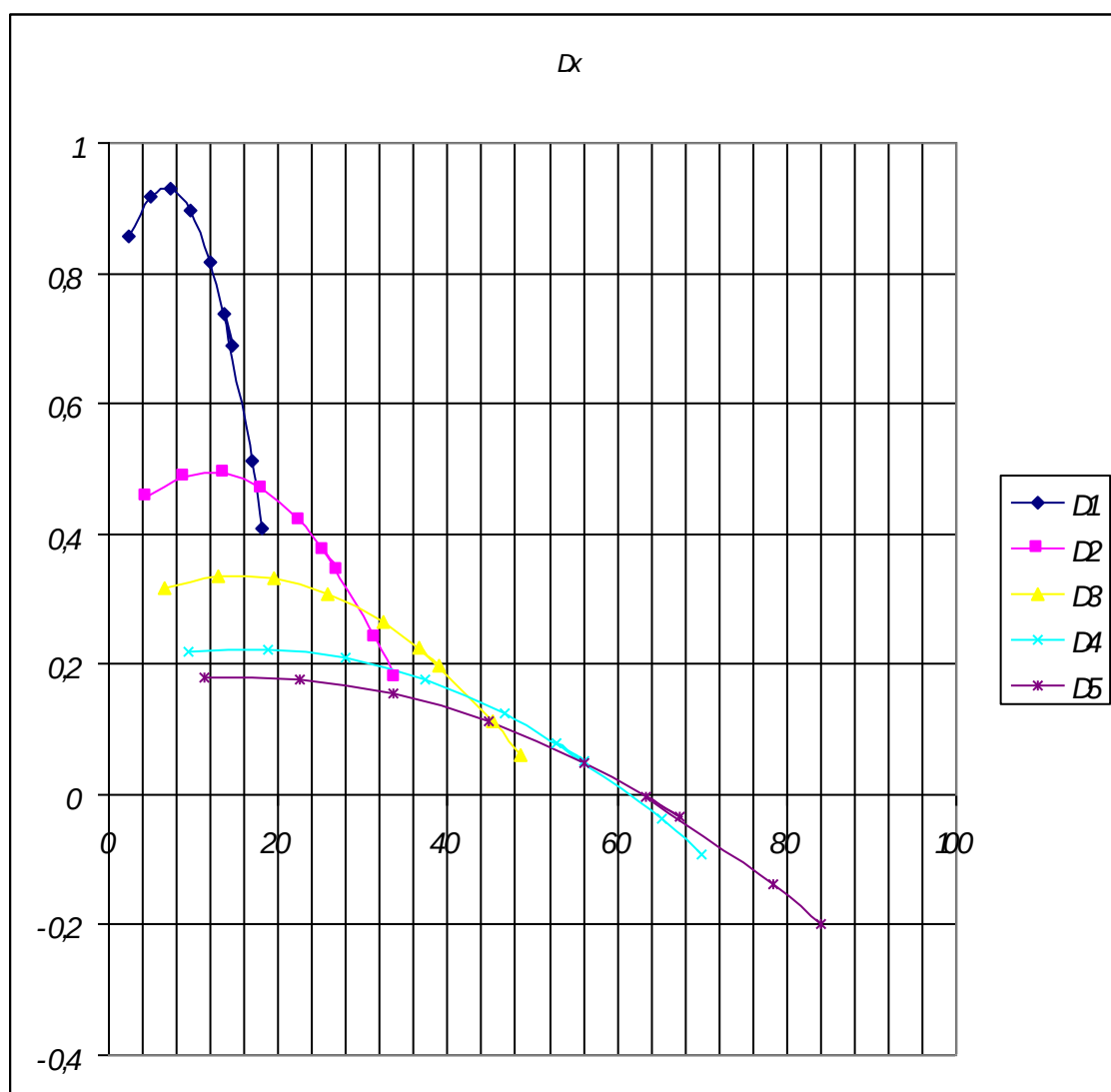


Рисунок А4 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения А

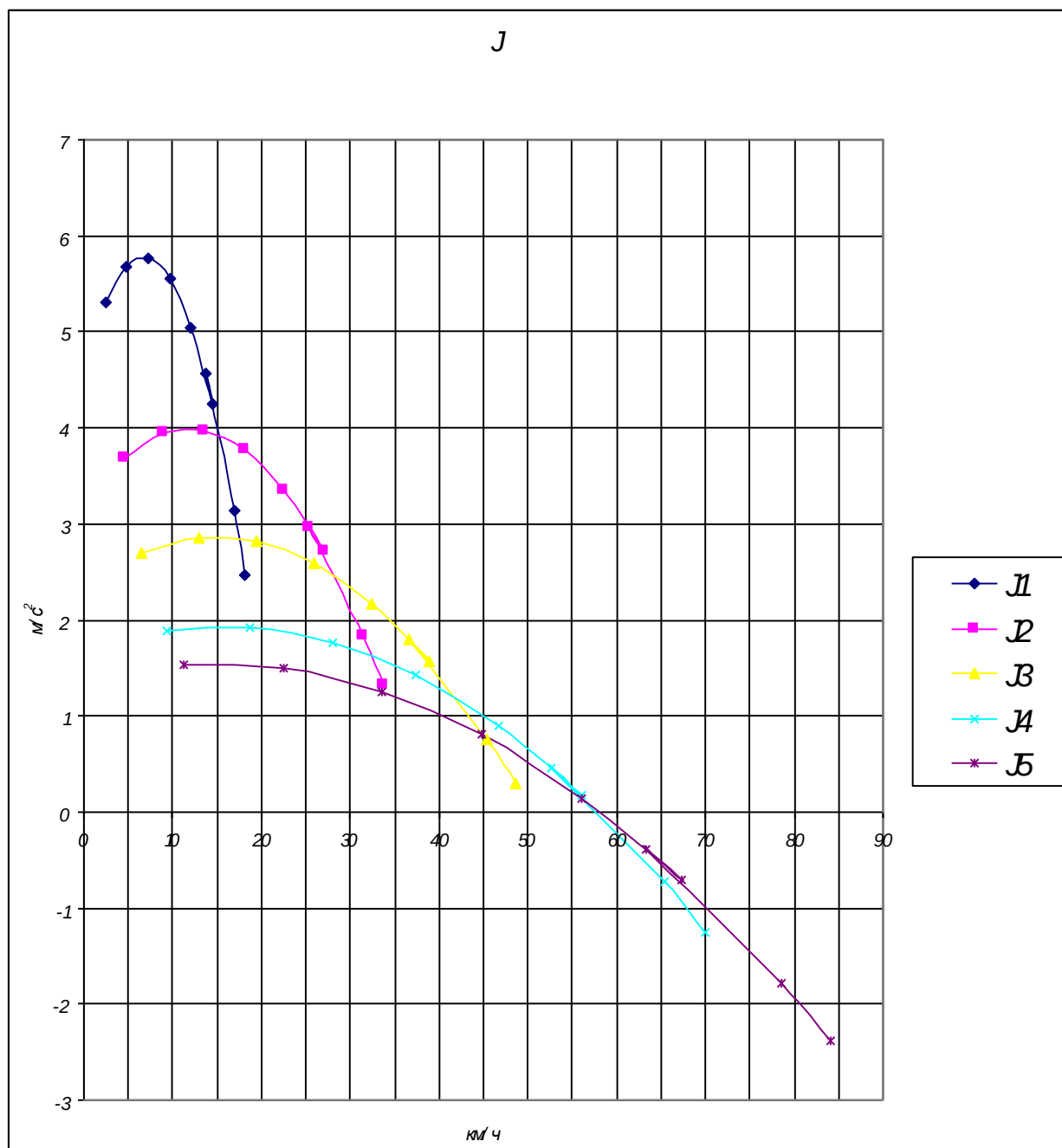


Рисунок А5 – Ускорение трицикла

Продолжение Приложения А

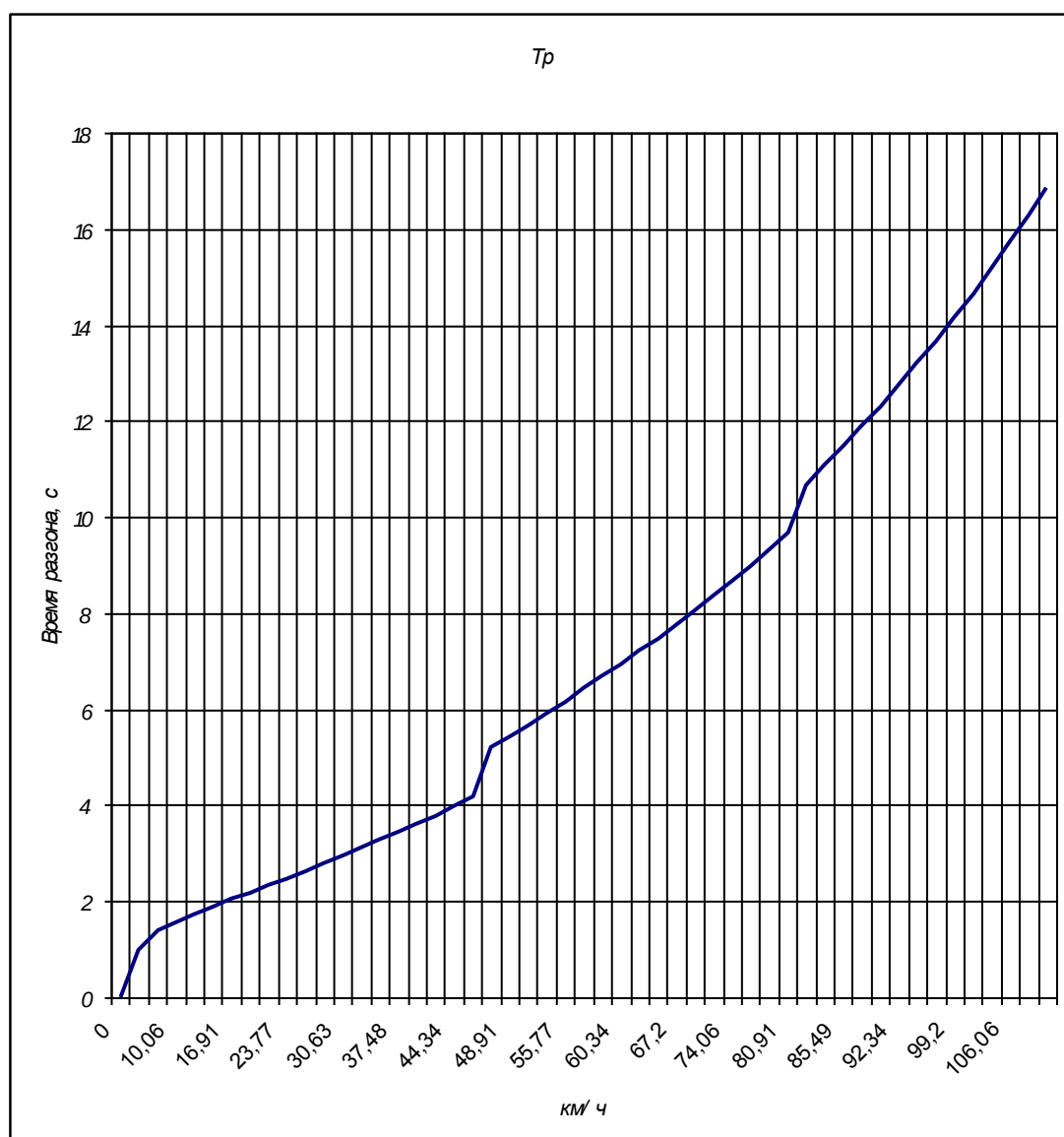


Рисунок А6 – Путь разгона трицикла

Продолжение Приложения А

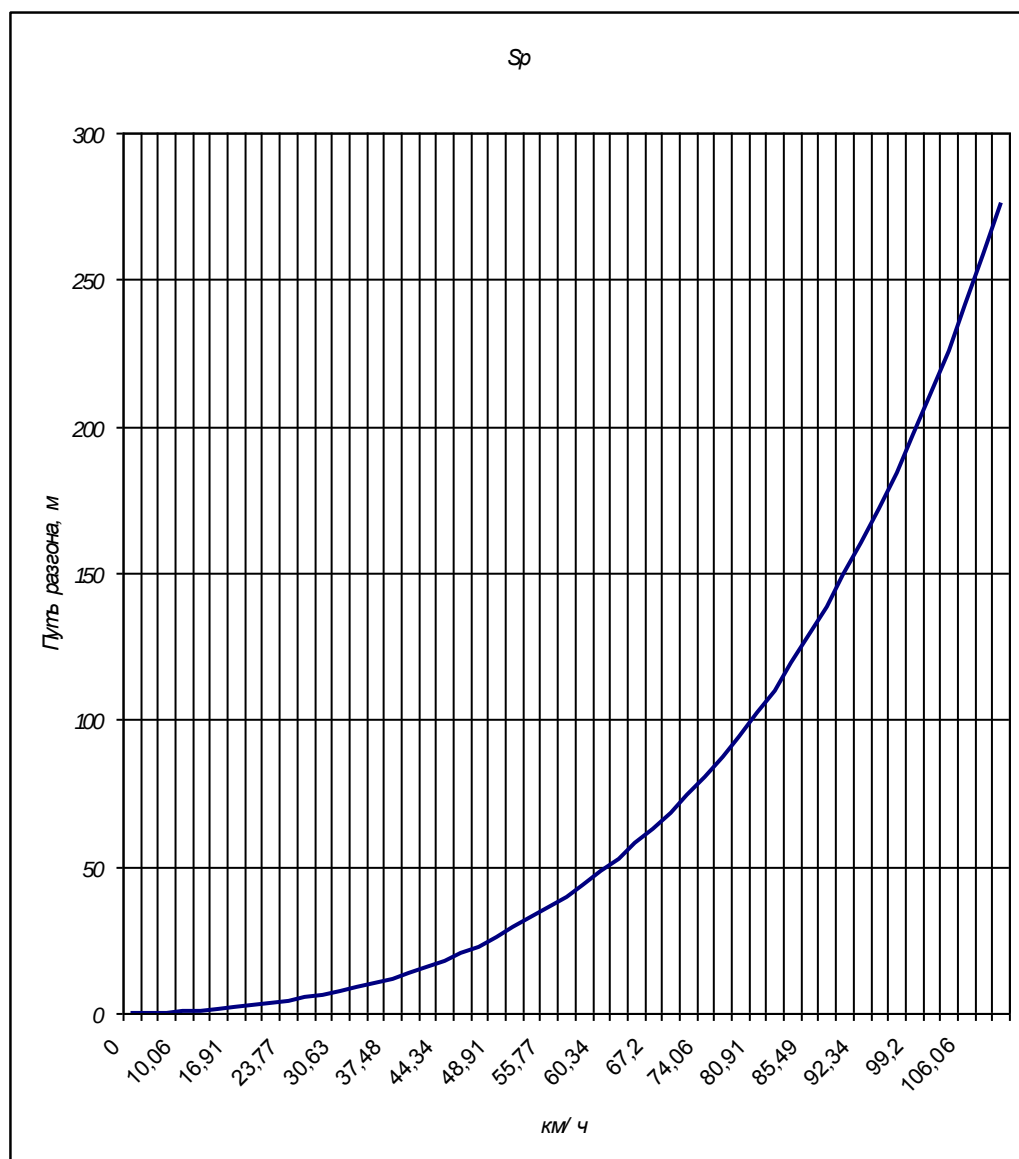


Рисунок А7 – Время разгона трицикла

Продолжение Приложения А

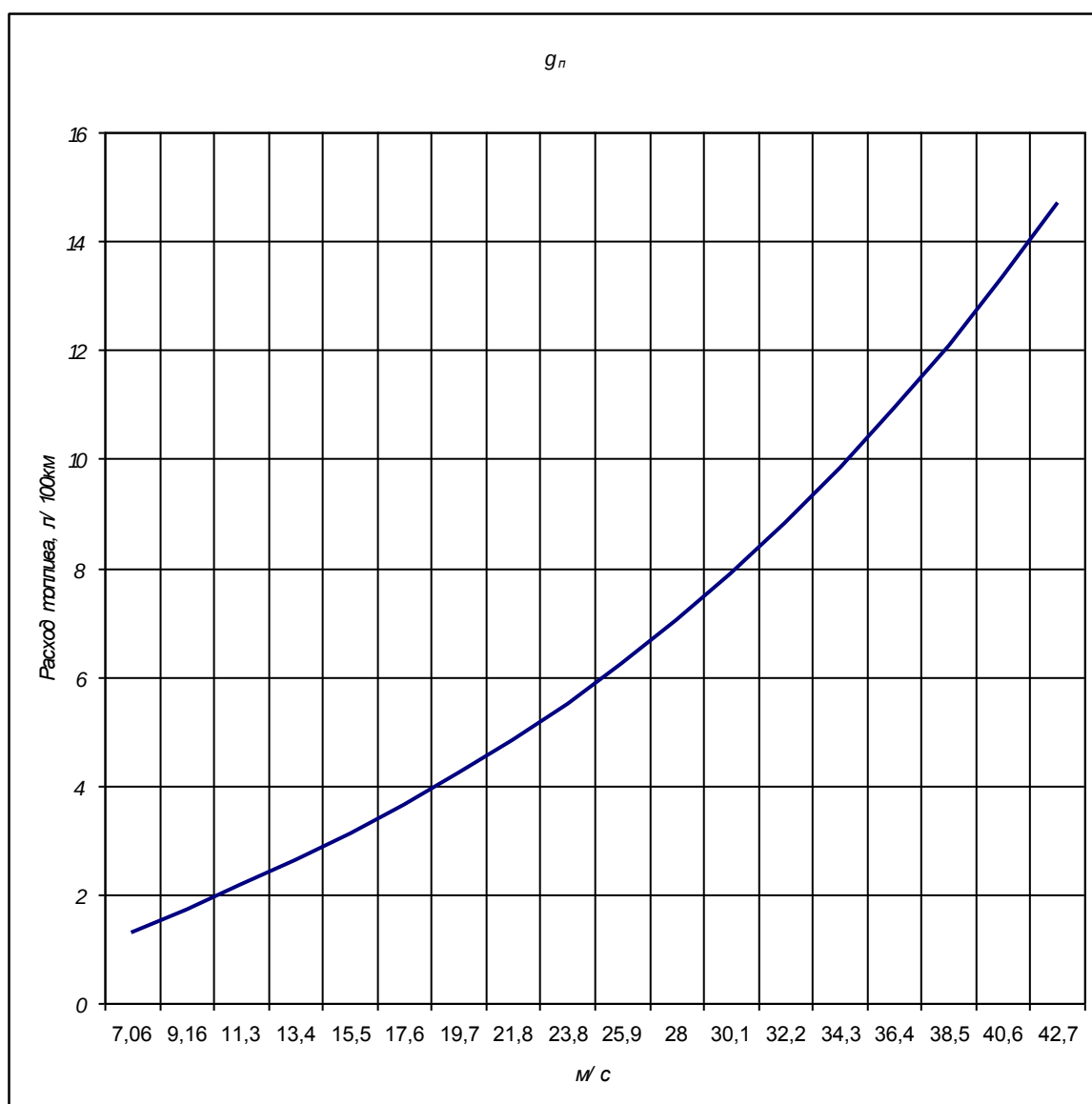


Рисунок А8 – Расход топлива трицикла