

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: Стенд для испытания генераторов. Разработка конструкции стенда.

Студент

Н.А. Курдин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., профессор Л.А. Черепанов

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

Консультанты

доцент И.В. Дерябин

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

ст. преподаватель О.А. Головач

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

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

Тольятти 2022

Аннотация

Название дипломного проекта: «Стенд для испытания генераторов. Разработка конструкции».

Целью работы является разработка конструкции стенда для испытания генераторов, для исследования их характеристик. При разработке стенда был произведен обзор существующих конструкций стендов.

В основной части дипломной работы уделяется состоянию вопроса, стендам для диагностики генераторов, требования предъявляемые к конструкции оборудования. Классификация стендов для различных станций.

В конструкторской части дипломной работы рассматривается стенд, его работа, комплектующие, а также его части. Описываются основные его характеристики, которым должен соответствовать стенд для испытания генераторов, вопросам испытания генераторов автомобилей, а также методы для снятия характеристик с испытуемого образца.

Выпускная работа состоит из пяти разделов на 84 страниц, введения на 2 страницы, включая 23 рисунка, 36 таблиц, 45 формулы, списка из 26 источников, в том числе 5 источников на иностранном языке.

Подводя итоги, я бы хотел подчеркнуть, что данная работа актуальна на данный момент так как диагностика элементов автомобиля является важной частью в продлении эксплуатации технического средства и увеличения его безопасности.

Abstract

Title of the graduation project: “Stand for testing generators. Design development».

The purpose of the work is to develop the design of a stand for generators, to study their characteristics, stability, loading. During the development of the stand, a review of the existing designs of the stands was made.

The main part of the thesis is devoted to the state of the issue, stands for the diagnostics of generators, the requirements for the design of equipment. The classification of stands for various stations is reviewed.

In the research part of the thesis, the stand, its work, components, as well as its parts are considered. Its main characteristics are described, which the stand for testing generators must comply with, the issues of testing car generators, as well as methods for taking characteristics from the test sample.

The graduation work consists of five sections of 84 pages, an introduction of 2 pages, including 23 figures, 36 tables, 45 formulas, a list of 26 sources, including 5 sources in a foreign language.

Summing up, we would like to emphasize that this work is relevant at the moment, since the diagnostics of vehicle elements is an important part in extending the operation of a technical tool and increasing its safety.

Содержание

Введение.....	6
1. Состояние вопроса.....	8
1.1 Электрооборудование автомобиля.....	8
1.2. Типы стендов для генераторов, их конструкция.....	11
1.3.Требования предъявляемые к стендам диагностики.....	16
1.4. Неисправности возникающие в генераторах.....	17
1.5. Виды кожухов для оборудования, назначение , материалы.....	18
2. Конструкторская часть.....	20
2.1.1. Подготовка исходных данных.....	20
2.1.2. Определение передаточного числа главной передачи.....	22
2.1.3. Расчет внешней скоростной характеристики.....	23
2.1.4. Определение передаточного числа коробки передач.....	25
2.1.5. Тяговый баланс автомобиля.....	27
2.1.6. Динамическая характеристика автомобиля.....	30
2.1.7. Разгон автомобиля.....	31
2.1.8. Время и путь разгона автомобиля.....	34
2.1.9. Мощностной баланс автомобиля.....	38
2.1.10. Топливоно-экономическая характеристика.....	39
3. Технологическая часть.....	41
3.1.Стенд для испытания генераторов.....	41
3.2. Разработка конструкции стенда	42
3.3 Технология сборки	48
3.4. Работа на стенде	57
3.5. Снятие характеристик генератора переменного тока	59
4.Безопасность и экологичность проекта технологического объекта ...	60
4.1. Конструктивно-технологическая и организационно техническая	

характеристика стенда для испытания генераторов	60
4.2. Идентификация профессиональных рисков	60
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	61
4.4 Обеспечение пожарной безопасности	62
4.5. Обеспечение экологической безопасности.....	65
5. Эффективность проекта	67
5.1. Определение ожидаемой трудоемкости.....	67
5.2. Определение суммарной длительности НИР.....	69
5.3. Расчет себестоимости стенда.....	73
5.4. Расчет амортизационных отчислений.....	77
5.5. Определение общих затрат.....	79
5.6. Анализ полученных показателей и выводы.....	80
Заключение.....	81
Список используемых источников.....	82
Приложение А Графики тягового расчета.....	85
Приложение Б Спецификация.....	93

Введение

Отрасль автомобилестроения одна из ведущих в глобальной экономике. От эффективной работы данной отрасли зависит глобальный прогресс в развитии человечества. Данная отрасль очень широкая и может характеризовать различные направления от легкой до тяжелой промышленности. Данная отрасль отвечает за машиностроение и это основной источник в сфере транспортных инноваций. Оно включает в себя множества видов магистрального транспорта, а также в сфере энергетики, водоснабжения, создания сетей ирригационных и дренажных каналов.

Основная задача, стоящая перед автомобильным транспортом, это повышение комфортабельности и безопасности движения. Следовательно, из этого возникает необходимость в более сложной компоновке узлов и агрегатов, что усложняет ремонт и диагностирование элементов автомобиля. Из этого следует, что необходимо разрабатывать оборудование, которое поможет в быстрой диагностике, ремонте и контроле неполадок в автомобиле. В данный момент времени существует большое количество различного оборудования для контроля и ремонта снятого с автомобиля электрооборудования, узлов, агрегатов.

Но повышение комфорта связано и с повышением затрат на обслуживание автомобиля и дальнейшую эксплуатацию. Этот вопрос можно решить путем улучшения технической эксплуатации, что позволяет снизить расходы на топливо и смазочные материалы. Так же благодаря своевременному диагностированию проблемы можно значительно увеличить срок службы узлов и агрегатов, автомобиля. Эти системы могут влиять на различные функции автомобиля что может уменьшить безопасность автомобиля и может быть опасной для владельца, а также для других участников движения. Для того что бы транспорт был безопасным необходимо улучшать узлы и агрегаты транспорта, делать их более

технологичными и совершенными. При большей автоматизации и улучшения управляемости за счет дополнительного электрооборудования, которое могло бы осуществлять контроль за узлами и агрегатами транспортного средства. Из этого выходит более сложная компоновка деталей машины и удорожания данной техники. При долговременном использовании транспорта узлы и агрегаты транспортного средства имеют свойство изнашиваться и выходить из строя, что сказывается на работоспособности устройства.

Диагностика элементов автомобиля является важной частью в продлении эксплуатации технического средства, современные автомобили, оборудованные бортовым компьютером, могут сами отслеживать состояния узлов и агрегатов, уровня масла, количества оборотов, температуру деталей, и множество других параметров. Но существуют другие методы диагностики неисправностей автомобиля, которое может быстро определить проблему и совершить ремонт. В данный момент времени существует большое количество различного оборудования, которое может помочь в решении проблемы.

1 Состояние вопроса.

1.1 Электрооборудование автомобиля, конструкция генератора.

Электрооборудование автомобиля — это общая совокупность всех устройств, вырабатывающих и потребляющих электроэнергию в автомобиле. Оно состоит из комплекса взаимосвязанных электротехнических и электронных систем, приборов и устройств, которые обеспечивают надежное функционирование различных элементов трансмиссии, двигателя, ходовой части и других частей автомобиля. Все устройства при своей работоспособности обеспечивают должные безопасные и комфортные условия для водителя и пассажиров.

На современных автомобилях применяются синхронные трехфазные генераторы переменного тока, на них установлены полупроводниковый трехфазный выпрямитель. Данное устройство обеспечивает преобразование механической энергии вращения коленчатого вала двигателя в электричество.

По конструкции генераторы бывают постоянного и переменного тока. Первые приводятся в работу обмоткой возбуждения находящихся на полюсах, выполненных из электротехнической стали. На якоре генератора — силовая обмотка, с которой электрический ток снимается посредством коллектора с щётками. Обмотка возбуждения и обмотка якоря соединены параллельно, в цепь обмотки возбуждения включен реле-регулятор. На рисунке 1 представлена общая сборка генератора.

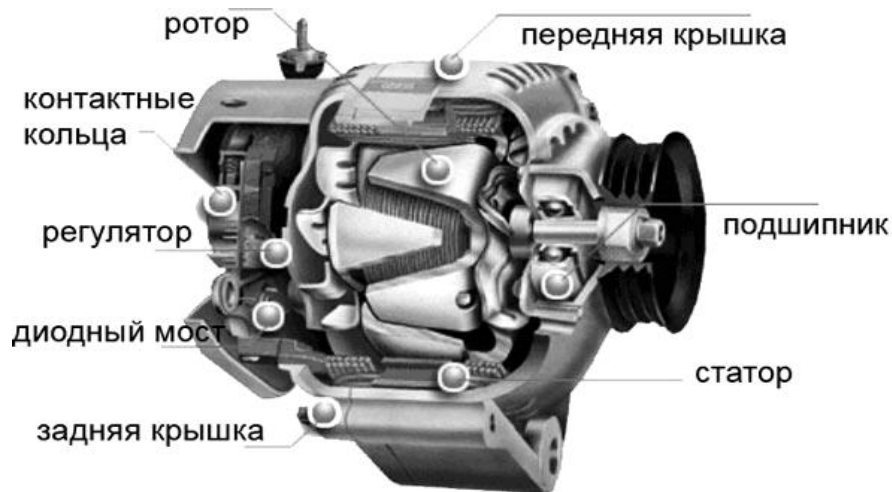
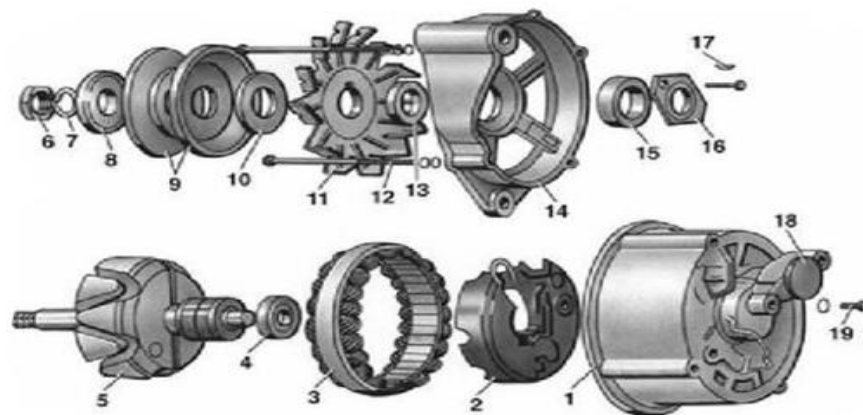


Рисунок 1 – Генератор в сборе.

Генератор крепится в передней части двигателя на специальных болтах. В корпусе у них имеются вентиляционные отверстия, которые обеспечивают приток воздуха от вентилятора для охлаждения. На рисунке 2 изображен генератор в разборе.



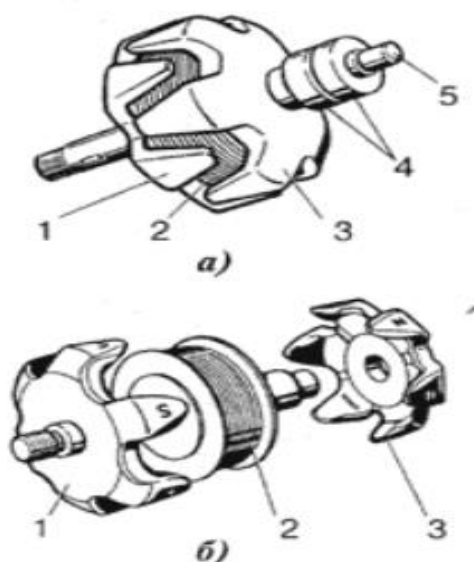
1- крышка со стороны контактных колец, 2-выпрямительный блок, 3-статор, 4- задний подшипник, 5-ротор, 6-гайка, 7-пружинная шайба, 8-шайба, 9-шків, 10-шайба, 11-вентилятор, 12-стяжной болт, 13-шайба, 14-крышка со стороны привода, 15- передний подшипник, 16-крышка подшипника, 17- шпонка, 18- регулятор напряжения, 19-болт.

Рисунок 2 – Генератор в разборе.

Давайте рассмотрим эти детали поподробнее.

Статор генератор состоит из отдельных стальных листов толщиной 0,8-1,0 мм которые скрепляются между собой. Эта связка образует монолитную конструкцию, которая выполняется сваркой, обеспечивая лучшее охлаждение. Все производимые генераторы имеют тридцать шесть пазов, где располагается обмотка статора. Статор имеет три обмотки, соединённые «звездой». Статор состоит из сердечника, обмотки, клина, паза куда вставляется клин, вывод для соединителя с выпрямителем.

Ротор автомобильного генератора переменного тока имеет обмотку возбуждения, ток подводится через щётки и контактные кольца (рисунок 3).



а) Ротор в сборе, б) полюсная система в разборе, 1,3- полюсные половины, 2- обмотка возбуждения, 4-контактные кольца, 5-вал.

Рисунок 3 – Ротор автомобильного генератора переменного тока

Ротор автомобильного генератора переменного тока имеет обмотку возбуждения, ток подводится через щётки и контактные кольца. Вал изготавливается из мягкой автоматной или легированной стали. Выбор зависит применяется ли роликовый подшипник и если он есть, то выбирается крайний вариант. Статор имеет три обмотки, соединённые

треугольником (звездой). Снимаемый со статора ток выпрямляется шестью полупроводниковыми диодами (встроены в выпрямительный щит) и становится постоянным пульсирующим. Далее выпрямленный ток поступает в бортовую электросеть автомобиля.

Ключевой стабилизатор напряжения уменьшает и регулирует ток обмотки возбуждения по принципу отрицательной обратной связи таким образом, чтобы напряжение на выходе генератора было стабильным для электрооборудования автомобиля 13,8-14,0 В.

«Ключевые стабилизаторы напряжения генераторов переменного тока могут быть вибрационные, контактно-транзисторные, или бесконтактные. Конструктивное исполнение — выполненные в отдельном корпусе или встроенные в генератор. Питание осуществляется от выпрямителя тока. Стабилизатор отвечает за управления током в обмотке возбуждения» [2].

Ограничитель тока — это устройство которое не позволяет току генератора превышать определенную величину, подключен последовательно между генератором и потребителями.

Реле обратного тока — это устройство которое отвечает за автоматическое отключение генератора в моменты, когда напряжение на нем меньше батареи расчетного тока и включать, когда он возрастает.

Щеточный узел — это устройство которое удерживает щетки генератора в определенном положении и обеспечивает контакт щеток с коллектором.

1.2 Типы стендов для генераторов, их конструкция.

В процессе эксплуатации транспортного средства возникает необходимость в проведении работ по ремонту и замене некоторых узлов и агрегатов или установки в целом а также ее элементов. Существует множество различных стендов по диагностике различных проблем автомобиля, такое оборудование как правило используется на станциях

технического обслуживания или заводе производителя, что реже. Встречаются различные модели отличающиеся по методу испытания и цене устройства, чем стенд тем лучше его характеристики и спектр возможностей которые он может осуществлять для диагностики.

Электрооборудование автомобиля является важным элементов каждого автомобиля, которая составляет общую совокупность всех устройств, потребляющих и вырабатывающих электричество в транспорте. Благодаря ему осуществляются большинство базовых процессов в плане контроля за узлами автомобиля и выход данной системы из строя ставит вопрос об общей работоспособности автомобиля.

Профессиональное оборудование часто используют в автосервисах, в центрах ремонта. Чаще всего данный тип имеет ряд преимуществ и дополнительных возможностей в диагностике и определения поломки, для дальнейшего ремонта. К примеру, встречаются модели у которых присутствует регулятор скорости, инвертор, что позволяет проверять различные виды стартеров и генераторов. Конструкция выполнена чаще всего в виде короба сваренных профилей и закрыта легкоъемными пластинами.

Давайте рассмотрим для чего они нужны и что из себя представляют. Большая часть стендов используется в станциях технического обслуживания. К примеру, стенд для проверки тормозов используется для контроля тормозной системы автомобиля и контроля её эффективности, непосредственно дает измерить на соответствие ГОСТу, а также они помогают обнаружить дефекты и неисправности, в виде неравномерного зажатия колодок, деформацию тормозных дисков или барабанов.

Устройство имеет внутри: силовой источник питания, источник питания цепей контроля, управления и измерения, блока нагрузки, приводного электродвигателя. Присутствует площадка с зажимами для крепления проверяемых генераторов. Спереди на панели управления установлены регуляторы выходного напряжения и источника питания,

сигнальная лампа включения сети, кнопки для «старт» и «стоп»
переключатель нагрузки, предохранитель, переключатель режимов работы
стенда. На рисунке 4 представлен стенд для проверки электрооборудования
СКИФ1-02.



Рисунок 4 –«Стенд для проверки электрооборудования СКИФ-1-02»

Устройство для диагностики работоспособности электрооборудования
транспортного средства в условиях мастерской, автосервиса или более
крупного предприятия осуществляет:

- проверку параметров и настройку реле регуляторов к генераторам;
- контроль за техническим состоянием генераторов путем снятия переменного и постоянного тока с номинальным напряжением 12,24 В и мощностью до 4 кВт в режиме холостого хода и под нагрузкой до 2,2 кВт;
- осуществляет проверку сопротивлений;
- проверка аккумуляторной батареи под нагрузкой.

Давайте рассмотрим еще несколько вариантов стендов.

Контрольно-испытательный стенд Э-242 (рисунок 5) предназначен для контроля и диагностики неисправностей снятого оборудования с автомобиля, генераторов стартера, реле-регуляторов, реле-стартеров, полупроводниковых приборов и резисторов. Его технические характеристики показаны в таблице 1. Имеет электрический привод, который предназначен для вращения генератора, и является источником стартерного тока, частоты вращения, и имитирует вращение коленчатого вала.



Рисунок 5 – «Контрольно-испытательный стенд Э-242»

Таблица 1 – Технические характеристики «Контрольно-испытательный стенд Э-242»

Характеристика	Значение
«- напряжение постоянного и переменного тока, В	0-2, 0-20, 0-40
- крутящий момент, Нм	0-100
- частота вращения ротора генератора, стартера, об/мин	0-10000
Максимальная мощность потребляемая из сети при проверке стартеров, кВт	20
Время установления рабочего режима, мин	15
Время непрерывной работы, час	8

Продолжение таблицы 1

Характеристика	Значение
Средняя наработка на отказ, час	1000
Источник стартерного тока:	
- номинальное напряжение, В	12/24
Напряжение питания, В	380
Габаритные размеры, мм	1200x850x1600
Масса, кг	400» [9].

На рисунке 6 представлен стенд для диагностики генераторов и стартеров «Junior test bench».



Рисунок 6 – Стенд «Junior test bench»

«Junior test bench» – это настольный испытательный стенд, позволяющий проводить испытания генераторов и стартеров 12-24 Вольт. Применяется в станциях технического обслуживания

При разработке стенда основная задача стоит в проектировании конструкции обеспечивающей необходимые потребности для данного места, в нашем случае стенд выполняется в виде сварных уголков, которые образуют корпус, где присутствуют: тахометр, электродвигатель, генератор, вольтметр, амперметр, выключатели, реостат.

Стенд проводит испытание генератора 12-24 В с зарядным реостатом и с предупредительной световой сигнализацией. вдобавок проводит испытание стартера в режиме холостого хода с управлением входным реле стартера и полем индуктора.

Технические характеристики:

- двигатель 2л. с со ступенчатым шкивом;
- зарядный реостат 200 Вт (14 Вольт);
- амперметр для испытаний стартера 0-1000 Ампер;
- амперметр с нулем в центре шкалы, 50-0-50 Ампер;
- источник питания на 380 Вольт / 220 Вольт;
- питание от аккумулятора 12-24 Вольт;
- масса 50 килограмм.

1.3 Требования предъявляемые к стендам диагностики.

При диагностировании узлов автомобиля их состояние не может быть одинаковым только из-за одинакового промежутка работы, поэтому постоянный контроль и поддержание данных узлов в рабочем состоянии, обнаружения и устранения вероятных неисправностей, скрытых, не выявляемых наружным, поверхностным осмотром. Для этого нужны методы приборного контроля, отличающиеся от тех, какие применяются при выборочной или полной разборке агрегатов и узлов машин.

Стенд для испытания генераторов должен обеспечивать:

- безопасную эксплуатацию работы;
- снятие точных характеристик;
- длительный срок службы;
- простое понимание работы на нем для студентов;
- необходимое минимальное оборудования для снятия характеристик.

Минимальные технические характеристики для испытательного стенда

могут быть разные, они изменяются исходя из целей, например, для базовой машины которая могла бы диагностировать неисправности:

- электродвигатель от 2 л.с ;
- зарядный реостат 200 Вт (14 Вольт);
- амперметр для испытаний стартера 0-1000 Ампер;
- источник питания на 380 Вольт / 220 Вольт;
- питание от аккумулятора 12 или 24 Вольт (зависит от назначения);
- масса от 40 кг.

1.4 Неисправности, возникающие в генераторах.

Электрооборудование автомобиля является важным элементов каждого автомобиля, которая составляет общую совокупность всех устройств, потребляющих и вырабатывающих электричество в транспорте. Благодаря ему осуществляются большинство базовых процессов в плане контроля за узлами автомобиля и выход данной системы из строя ставит вопрос об общей работоспособности автомобиля.

При эксплуатации современного автомобиля неисправности, связанные с электрической частью, встречаются весьма часто в связи с цифровизацией и автоматизацией обычных функций автомобиля и занимают одно из лидирующих мест в списке поломок. Их можно условно поделить на неисправности источников и потребителей. Основными источниками электропитания автомобиля являются аккумуляторные батареи и генераторы. Неисправность каждого из них ведет к общей неисправности автомобиля и эксплуатации его в ненормальных режимах, а то и вовсе — к обездвиживанию автомобиля.

Генератор автомобиля исправен если он обеспечивает заряд аккумуляторной батареи, имеет достаточное и безопасное напряжение для обеспечения всего электрооборудования автомобиля. Устройство не должно издавать лишнего шума

Основными неисправностями генератора являются:

- износ или поломка шкива;
- износ токосъемных щеток;
- износ коллектора (токосъемных колец);
- повреждение регулятора напряжения;
- замыкание витков статорной обмотки;
- износ или разрушение подшипника;
- повреждение выпрямителя (диодного моста);
- повреждение проводов зарядной цепи.

В виду того что генератор является электромеханическим устройством, следовательно, и поломки будут разных разновидностей – механические и электрические.

К механическим относятся разрушение креплений, корпуса, поломка подшипников, пружин, ременного привода и остальные поломки, не связанные с электрической частью.

К электрическим повреждениям относятся выгорание или износ щеток, обрывы обмоток, пробой, неисправности реле-регулятора.

Самые распространенные причины поломок — это износ и коррозия все механические неисправности результат долгой эксплуатации механизмов.

Также стенды могут быть применены при проведении реальных испытаний на заводах и лабораториях.

1.5 Виды кожухов для оборудования, назначение и материалы.

Защитный кожух — это твердая оболочка, исполненная различными материалами начиная от листового металла до различных поликарбонатов, который выполняет функции защиты человека от агрессивных производственных факторов (опилки, осколки, кусочки стали, жидкости).

Чаще всего заменяет собой корпус. Также выполняют дополнительно функции шумоизолятора, защиту от вибраций.

Для данной работы был разработан индивидуальный защитный кожух для увеличения безопасности при проведении диагностирования генераторов представленный в приложении В.1. Еще одним полезным свойством кожуха является защита от загрязнения оборудования, что позволяет уберечь его подвижные части от повреждений. Кожухи полезны еще тем что позволяют сберечь здоровье от несчастных случаев при работающем оборудовании, всегда есть риск задеть его.

На производствах по обработке материалов дерева, металла не позволит стружке разлетаться по помещению, что не позволит нанести повреждения технике и оператору.

Основным материалом для создания кожуха является высокопрочный листовый металл, углеродистая и нержавеющая сталь, термопласт, поликарбонат и стекловолокно.

Таким образом, в данном разделе мы рассмотрели электрооборудование автомобиля. Оно обеспечивает одну из важнейших функций и от её работоспособности зависит функционирование транспортного средства, профилактика и проработка отдельных узлов является важным технологическим процессом.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля LADA 2170 (PRIORA)

«Исходные данные для расчета:

Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводный
Длинна	4350мм
Ширина	1680мм
Высота	1420мм
Масса в снаряженном состоянии	1088кг
Шины	185/6 R14
Коэффициент сопротивления качению	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления	0,32
Коэффициент уклона i	0,30
Максимальная скорость	180 км/ч.» [4]

2.1.1. «Подготовка исходных данных

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}}(n) + m_{\text{б}}, \quad (1)$$

где m_a - снаряженная масса автомобиля,
 m_0 - снаряженная масса автомобиля,
 $m_{\text{ч}}$ - 75 кг человека,
 n - число пассажиров, включая водителя,
 $m_{\text{б}}$ - вес багажа по 10 кг на 1 пассажира,
 $m_a = 1088 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1513$ кг.

Нагрузка по осям

Нагрузка на заднюю ось 40%

Нагрузка на переднюю ось 60%

$$\begin{aligned} m_1 &= 1513 \cdot 0,60 = 907,8 \text{ кг} \\ m_2 &= 1513 \cdot 0,40 = 605,2 \text{ кг} \end{aligned} \text{ [4].}$$

«Подбор шин:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (2)$$

где $r_{\text{ст}}$ – статический радиус колеса.

$$\frac{H}{B} = 0,65 \text{ мм.}$$

На дорогах с твердым покрытием $r_{\text{ст}} \approx r_{\text{д}} \approx r_{\text{к}}$

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,65 \cdot (0,185 \cdot 0,65) = 0,276 \text{ м.}$$

Коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2}, \quad (3)$$

$$k = \frac{\overset{\rho = 1,293}{0,32 \cdot 1,293}}{2} = 0,21$$

где c_x - коэффициент аэродинамического сопротивления,
 ρ - плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм рт.ст.).

Лобовая площадь:

$$F = 0,8 \cdot B_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}, \quad (4)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,680 \cdot 1,420 = 1,9 \text{ м}^2$$

где B_{Γ} - габаритная ширина автомобиля

H_T - габаритная высота автомобиля

КПД трансмиссии автомобиля примем $\eta_{тр} = 0,92$

Коэффициент сопротивления качению:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right),$$

где f_0 - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью. (5)

$$V = \frac{180 \cdot 1000}{3600} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$
$$f = 0,01 \left(1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027 \text{» [4].}$$

2.1.2. «Определение передаточного числа главной передачи

один из параметров пары зацепления из двух зубчатых колёс

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}}, \quad (6)$$

где ω_{max} - максимальная угловая скорость коленчатого вала,

U_k - передаточное число высшей передачи в коробке передач.

$$n_{max} = 5600 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$
$$\omega_{max} = \frac{5600 \cdot \pi}{30} = 586,43 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$
$$U_k = 0,78$$
$$U_0 = \frac{0,276}{0,78} \cdot \frac{586,43}{50} = 4,15 \text{» [4].}$$

2.1.3. «Расчет внешней скоростной характеристики»

Мощность двигателя при максимальной скорости

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \right), \quad (7)$$

где ψ_v - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля

$$f = 0,02.$$

$$\psi_v = f$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} \left(14842,53 \cdot 0,027 \cdot 50 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 50^3 \right) = 75145 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя:

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (8)$$

где a, b, c - эмпирические коэффициенты

$$a = b = c = 1, \\ \lambda = \frac{\omega_{max}}{\omega_N},$$

Принимаем $\lambda = 1,15$

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda},$$

$$\omega_N = \frac{586,43}{1,15} = 509,94 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}, \\ N_{max} = \frac{75145}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,15^2 - 1 \cdot 1,15^3} = 78965 \text{ Вт.}$$

Внешняя скоростная характеристика» [4]

$$N_e = N_{max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right) \quad (9)$$

«Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (10)$$

где M_e – мощность л.с.,
 N_e – крутящий момент кг·м.

Выбрав 7 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости. Результаты расчётов сводим в таблицу 2» [4].

Таблица 2 – Результаты

«n, об/мин	800	1600	2400	3200	4000	4800	5600
w	83,78	167,55	250,33	334,1	417,88	501,66	585,43
Ne	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75135,1
M	176,11	189,01	193,55	188,74	179,57	156,03	127,14» [4].

Из результатов таблицы можем построить графики, которые показаны на рисунке 7

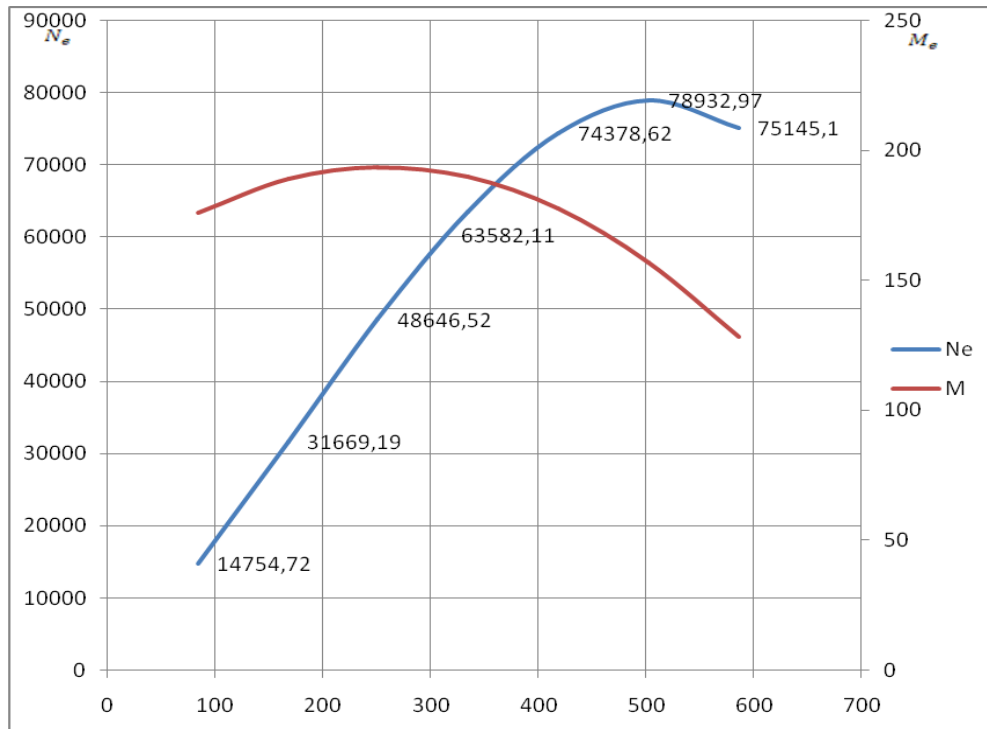


Рисунок 7 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

2.1.4. «Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточные числа в коробке передач определяют из условия наибольшей интенсивности разгона.

$$\frac{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{max}, \quad \text{или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{max} \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0}, \quad (11)$$

где U_0 - передаточное число главной передачи.

$$\frac{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{сц} \cdot \varphi, \quad \text{или } U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0}, \quad (12)$$

где $G_{сц}$ - сцепной вес автомобиля,

φ - коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

$$G_{сц} = m_1 \cdot G_1 = 907,8 \cdot 9,81 = 8905,52$$

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 0,9 \\
 \varphi &= 0,7 \\
 G_{\text{сц}} &= 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н} \\
 U_1 &\geq \frac{14842,53 \cdot (0,3 + 0,012) \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 1,73 \\
 U_1 &\leq \frac{8014,97 \cdot 0,7 \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 2,1
 \end{aligned}$$

Примем $U_1 = 2,0$

$$U_2 = \sqrt[3]{U_1^2} = 1,59$$

$$U_3 = \sqrt[3]{U_1} = 1,28$$

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

$$U_{3X} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4$$

Расчеты скорости автомобиля для каждой передачи» [4].

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n}, \quad (13)$$

Рассчитав скорость составим таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет скорости

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,79	3,50	4,46	5,57	7,14
1600	5,57	7,01	8,91	11,14	14,29
2400	8,36	10,51	13,37	16,71	21,43
3200	11,14	14,02	17,83	22,29	28,57
4000	13,93	17,52	22,29	27,86	35,72
4800	16,71	21,03	26,74	33,43	42,86
5600	19,50	24,53	31,20	39,00	50,00» [4].

2.1.5. «Тяговый баланс автомобиля»

Уравнение тягового баланса:

$$P_T = P_D + P_B + P_{и}, \quad (14)$$

где P_T - сила тяги на ведущих колесах,

P_D - сила дорожного сопротивления,

P_B - сила сопротивления разгону автомобиля,

$P_{и}$ - сила сопротивления разгону автомобиля.

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (15)$$

где U_k - передаточное число коробки передач,

M_e - величина эффективного момента двигателя.

Сила сопротивления дороги:

$$P_D = G_a \cdot \psi, \quad (16)$$

$$\psi = i + f \quad \psi = i + f, \text{ т.е.}$$

$$\psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right).$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2}, \quad (17)$$

Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 4.» [4]

Таблица 4 – Результаты расчетов

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6
800	4872	3874	3045	2436	1900
1600	5229	4157	3268	2615	2039
2400	5355	4257	3347	2677	2088
3200	5249	4173	3281	2625	2047
4000	4913	3906	3070	2456	1916
4800	4344	3454	2715	2172	1694
5600	3545	2818	2216	1773	1399» [4].

«Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления и заносим в таблицу 5» [4].

Таблица 5 – Сила сопротивления

«n, об/мин	R_v	R_d	R_i
800	20	178	198
1600	82	193	275
2400	183	223	406
3200	326	252	578
4000	509	297	806
4800	733	341	1074
5600	998	401	1399» [4].

Из вычисленных значений, строим тяговый баланс автомобиля, показанный на рисунке 8.

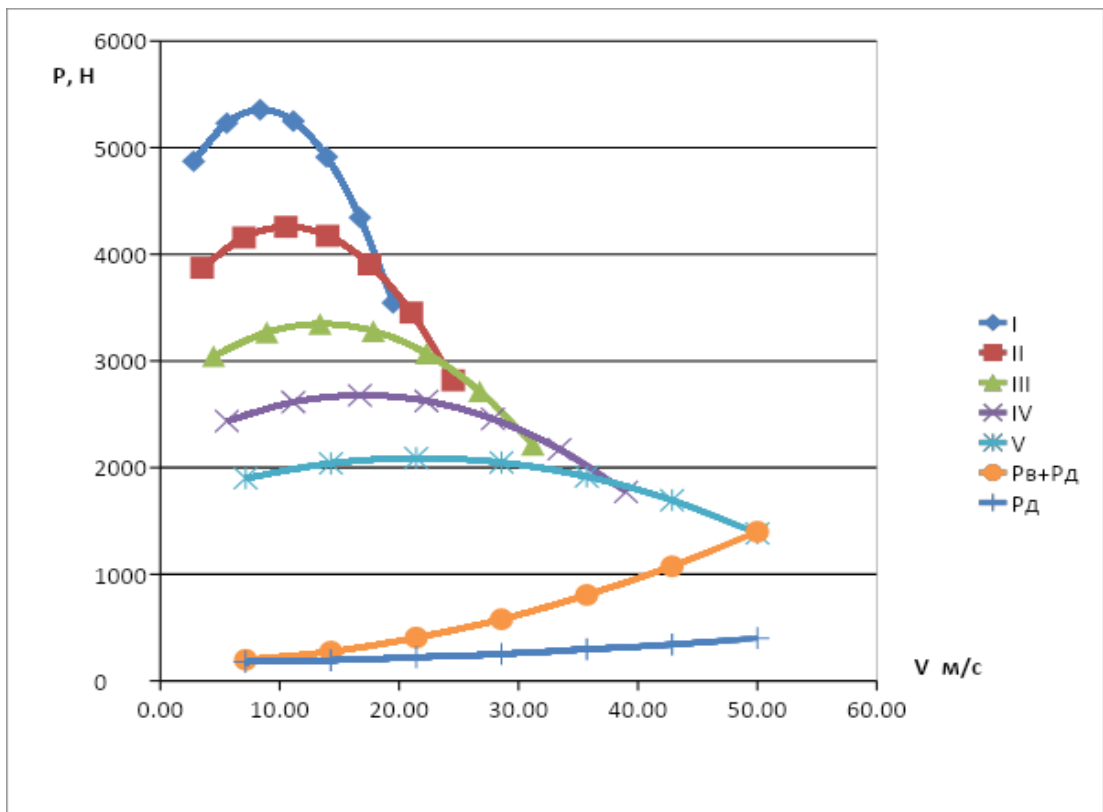


Рисунок 8 – Тяговый баланс автомобиля

«Рассчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчётов сведём в таблицу 6» [4].

Таблица 6 – Результаты расчетов

«I		II		III		IV		V	
$v, \frac{M}{C}$	P_B	$v, \frac{M}{C}$	P_B	$v, \frac{M}{C}$	P_B	$v, \frac{M}{C}$	P_B	$v, \frac{M}{C}$	P_B
2,79	3	3,50	5	4,46	8	5,57	12	7,14	20
5,57	12	7,01	20	8,91	32	11,14	50	14,29	82
8,36	28	10,51	44	13,37	71	16,71	111	21,43	183
11,14	50	14,02	78	17,83	127	22,29	198	28,57	326
13,93	77	17,52	122	22,29	198	27,86	310	35,72	509
16,71	111	21,03	176	26,74	285	33,43	446	42,86	733
19,50	152	24,53	240	31,20	388	39,00	607	50,00	998»
									[4].

2.1.6. «Динамическая характеристика автомобиля»

Динамический фактор на соответствующей передаче.

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}; \quad (18)$$

Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче построим таблицу 7 и графики на рисунке 9» [4].

Таблица 7 – Динамический фактор

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,328	0,261	0,205	0,163	0,127
1600	0,351	0,279	0,218	0,173	0,132
2400	0,359	0,284	0,221	0,173	0,128
3200	0,350	0,276	0,212	0,163	0,116
4000	0,326	0,255	0,194	0,145	0,095
4800	0,285	0,221	0,164	0,116	0,065
5600	0,229	0,174	0,123	0,079	0,026» [4].

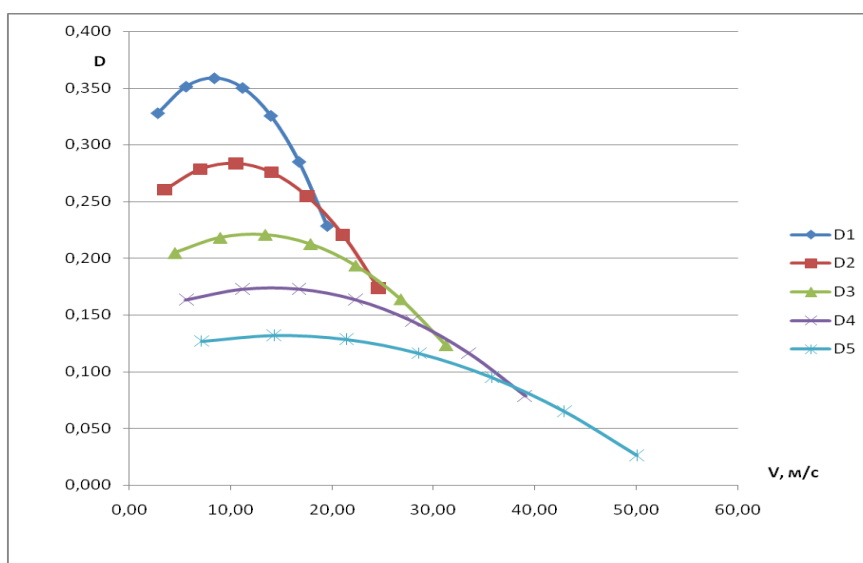


Рисунок 9 – Динамический фактор

2.1.7 «Разгон автомобиля»

Ускорение

$$J = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{\text{вр}}}; \quad (19)$$

Коэффициент учета вращающихся масс:

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + \frac{(I_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_{\text{тр}}^2 + I_{\text{к}}) \cdot g}{G_{\text{а}} \cdot r_{\text{к}}^2}, \quad (20)$$

где $I_{\text{м}}$ - момент инерции вращающихся масс частей двигателя ,

$U_{\text{тр}} = U_0 \cdot U_{\text{к}}$ – передаточное число трансмиссии,

$I_{\text{к}}$ - суммарный момент инерции ведущих колес.

Коэффициент вращающихся масс:

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\text{к}}^2), \quad (21)$$

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,04;$$

Рассчитаем коэффициент вращающихся масс каждой передаче.(таблица 8)

Таблица 8 – Коэффициент вращающихся масс

I	II	III	IV	V
1,23	1,15	1,12	1,07	1,05

Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче». [4]

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000}\right) \quad (22)$$
$$f_0 = 0,012$$

Сведем все данные в таблицу 9.

Таблица 9 – Коэффициент сопротивления качению

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1600	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
2400	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
3200	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017
4000	0,013	0,014	0,015	0,017	0,020
4800	0,014	0,015	0,016	0,019	0,023
5600	0,014	0,016	0,018	0,021	0,027» [4].

«Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу 10.

Таблица 10 – Ускорения автомобиля». [4]

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,58	2,14	1,71	1,37	1,05
1600	2,77	2,29	1,83	1,45	1,09
2400	2,83	2,33	1,85	1,45	1,05
3200	2,76	2,26	1,77	1,35	0,91
4000	2,56	2,07	1,59	1,16	0,69
4800	2,22	1,77	1,31	0,89	0,38
5600	1,75	1,36	0,94	0,52	0,16 » [4].

Построим графики ускорения автомобиля. (Рисунок 10)

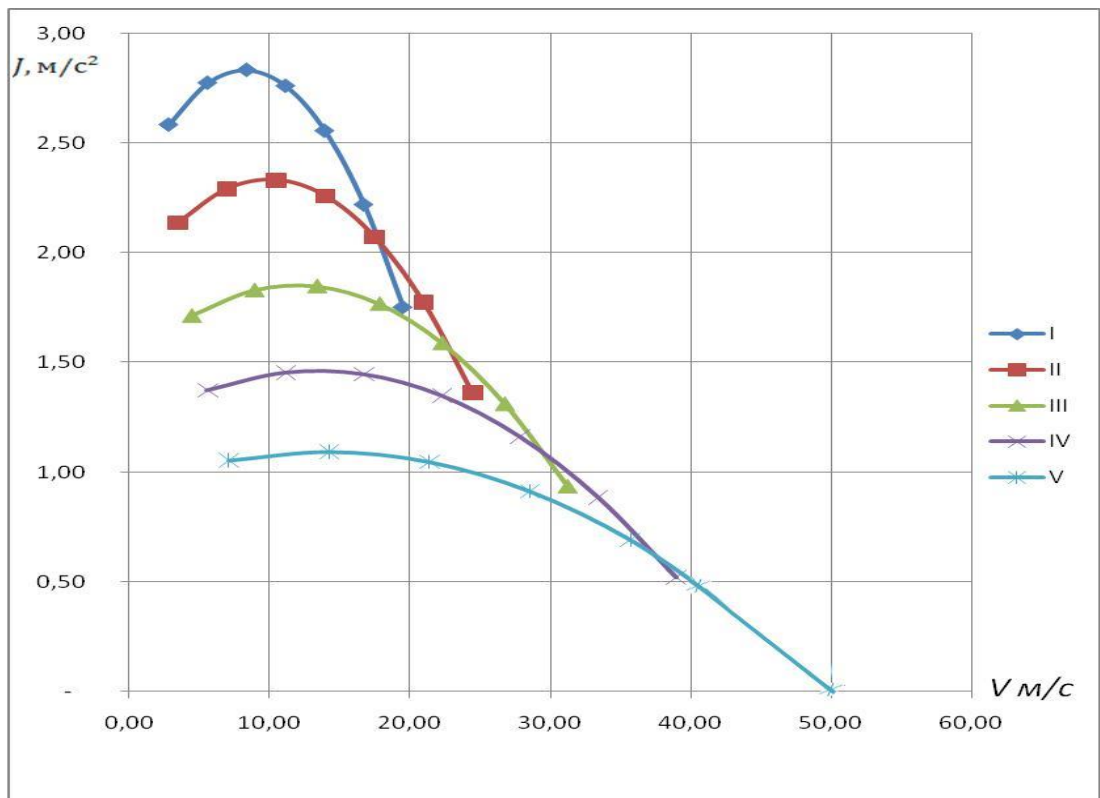


Рисунок 10 – Ускорения автомобиля

Рассчитаем обратные ускорения в таблице 11». [4]

И построим графики которые показаны на рисунке 12.

$$V=(0,8\dots 0,9)V_{\max}. \quad (23)$$

Таблица 11 – Обратные ускорения

«n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,39	0,47	0,58	0,73	0,95
1600	0,36	0,44	0,55	0,69	0,91
2400	0,35	0,43	0,54	0,69	0,95
3200	0,36	0,44	0,57	0,74	1,10
4000	0,39	0,48	0,63	0,86	1,44
4800	0,45	0,56	0,76	1,13	2,60
5600	0,57	0,74	1,07	1,92	5,00» [4].

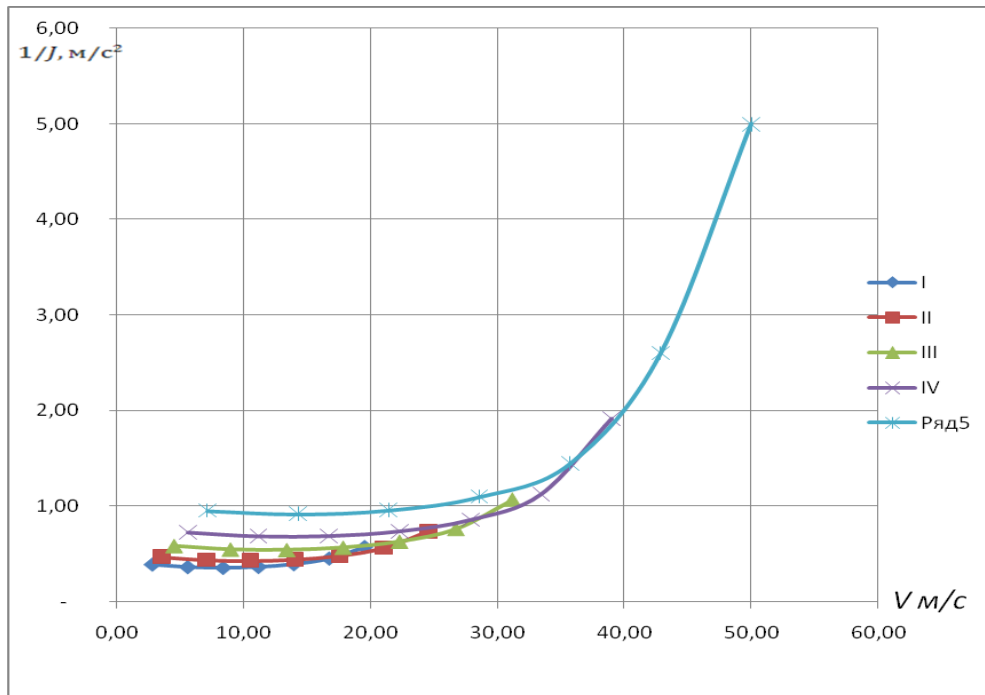


Рисунок 11 – Обратные ускорения автомобиля

2.1.8 «Время и путь разгона автомобиля

$$v_{\text{мин}} = 2,79 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$50 - 2,79 = 47,21$$

$$47,21/8 = 5,90$$

Определим из графика обратных ускорений величину $\frac{1}{j}$ и построим график на рисунке 12.

$$t = 0,36 \cdot 5,91 = 2,08 \text{ с}$$

$$t = (0,3 \cdot 5,91) + 2,08 = 3,84 \text{ с}$$

$$t = (0,45 \cdot 5,91) + 3,83 = 6,49 \text{ с}$$

$$t = (0,7 \cdot 5,91) + 6,48 = 10,62 \text{ с}$$

$$t = (1,1 \cdot 5,91) + 10,63 = 17,11 \text{ с}$$

$$t = (1,8 \cdot 5,91) + 17,12 = 27,74 \text{ с}$$

$$t = (2,95 \cdot 5,91) + 27,73 = 45,14 \text{ с}$$

$$t = (5 \cdot 5,91) + 45,13 = 74,65 \text{ с}$$

Таблица 12 – Время разгона». [4]

«Диапазон скоростей, м/с	Время, с	С
0 - 8,69	2,07	0,35
0 - 14,59	3,84	0,3
0 - 20,49	6,49	0,45
0 - 26,40	10,62	0,7
0 - 32,30	17,11	1,1
0 - 38,20	27,74	1,8
0 - 44,10	45,14	2,95
0 - 50,00	74,65	5» [4].

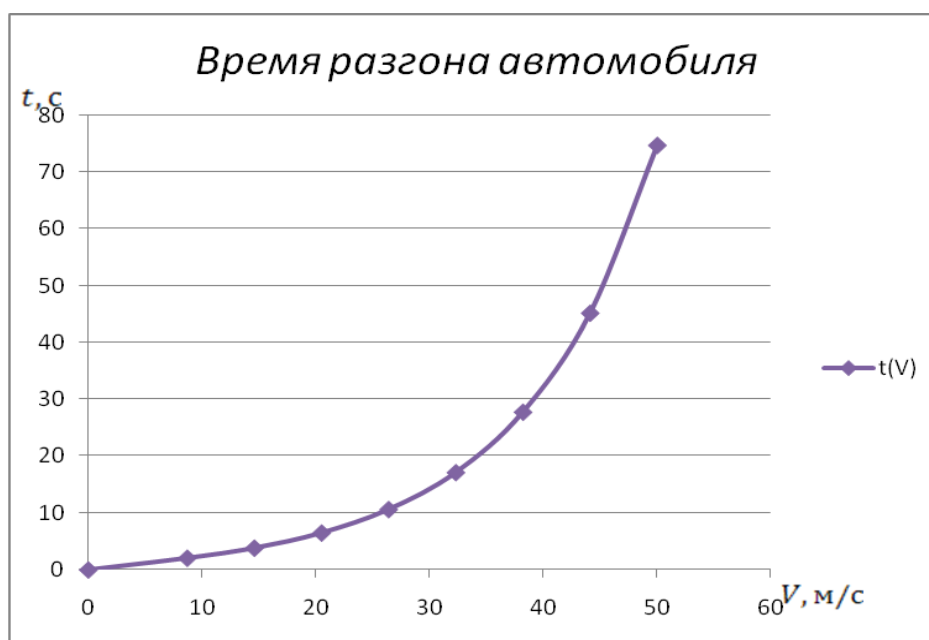


Рисунок 12 – «Время разгона автомобиля

$$v_{cp} = \frac{8,69}{2} = 4,35 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(14,59 - 8,69)}{2} + 8,69 = 11,64 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(20,49 - 14,59)}{2} + 14,59 = 17,54 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(26,40 - 20,49)}{2} + 20,49 = 23,44 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(32,30 - 26,40)}{2} + 26,40 = 29,35 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(38,20 - 32,30)}{2} + 32,30 = 35,25 \text{ м/с,}$$

$$v_{cp} = \frac{(44,10 - 38,20)}{2} + 38,20 = 41,15 \text{ м/с,}$$

$$t \text{ возьмем из таблицы } S = v_{cp} \cdot \Delta t$$

$$S_1 = 4,35 \cdot 2,07 = 9 \text{ м,}$$

$$S_2 = 11,64 \cdot (3,84 - 2,07) + 9 = 29,6 \text{ м,}$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,1 \text{ м,}$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 172,9 \text{ м}$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,4 \text{ м}$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,1 \text{ м}$$

$$S_7 = 41,15 \cdot (45,14 - 27,74) + 738,1 = 1454,1 \text{ м}$$

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,5 \text{ м.} \gg [4].$$

Сведем полученные данные в таблицу 13 и построим графики.(Рисунки 13,14).

Таблица 13 – Путь разгона автомобиля

«Данные	S, м	Время, с
0 - 8,69	9	2,07
0 - 14,59	29,6	3,84
0 - 20,49	76,1	6,49
0 - 26,40	172,9	10,62
0 - 32,30	363,4	17,11
0 - 38,20	738,1	27,74
0 - 44,10	1454,1	45,14
0 - 50,00	2842,5	74,65» [4].



Рисунок 13 – Путь разгона автомобиля

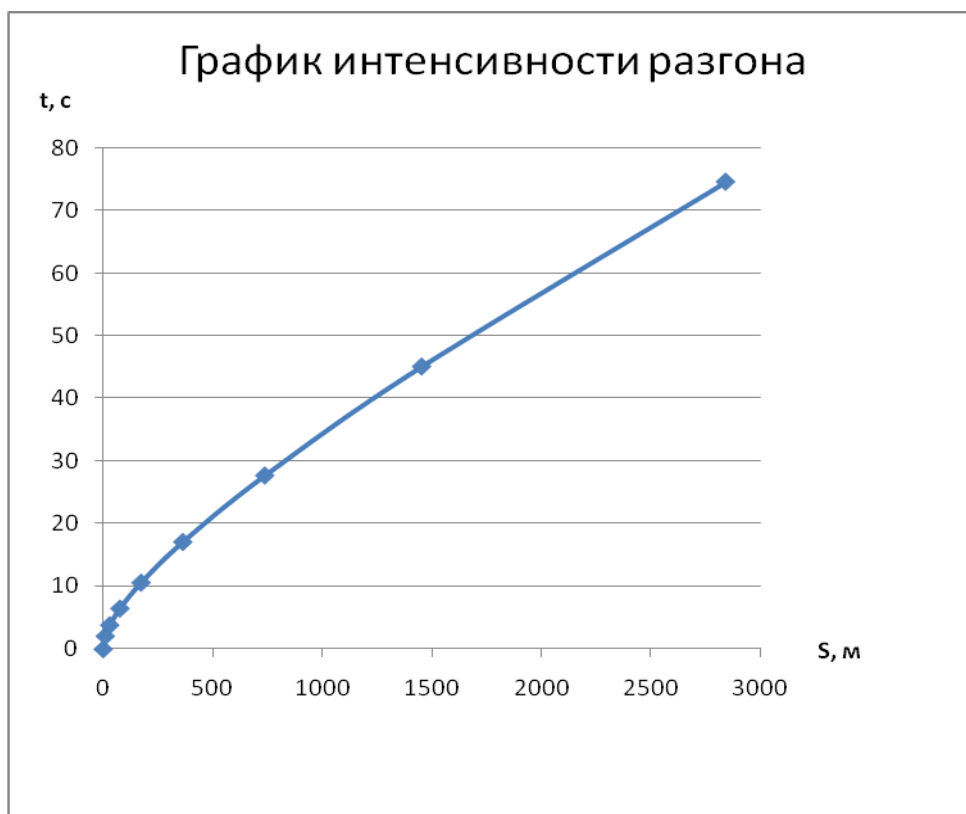


Рисунок 14 – График интенсивности разгона

2.1.9 «Мощностной баланс автомобиля»

Уравнение мощностного баланса:

$$\begin{aligned}
 N_T &= N_e - N_{тр} = N_f + N_{\Pi} + N_B + N_{и}, & (24) \\
 N_f &= P_f \cdot V, \\
 N_{\Pi} &= P_{\Pi} \cdot V, \\
 N_B &= P_B \cdot V, \\
 N_{и} &= P_{и} \cdot V, \\
 N_d &= P_d \cdot V = N_f + N_{\Pi};
 \end{aligned}$$

Рассчитаем значения и занесем в таблицу 14

Таблица 14 – Мощностной баланс

$\ll v, \frac{м}{с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_e, кВт$	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75145,1
$N_T, кВт$	13574,34	29135,65	44754,80	58495,54	68428,33	72618,33	69133,49
$N_B, кВт$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,16	31415,55	49901,44
$N_d, кВт$	1272,32	2756,48	4771,05	7209,29	10602,13	14631,16	20038,08
$N_B + N_d$	1415,18	3927,94	8692,64	16523,77	28781,29	46046,71	69939,52
$\frac{(N_B + N_d)}{N_T}$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01» [4].

Из полученных данным можно построить графики мощностного баланса, показанные на рисунке 15.

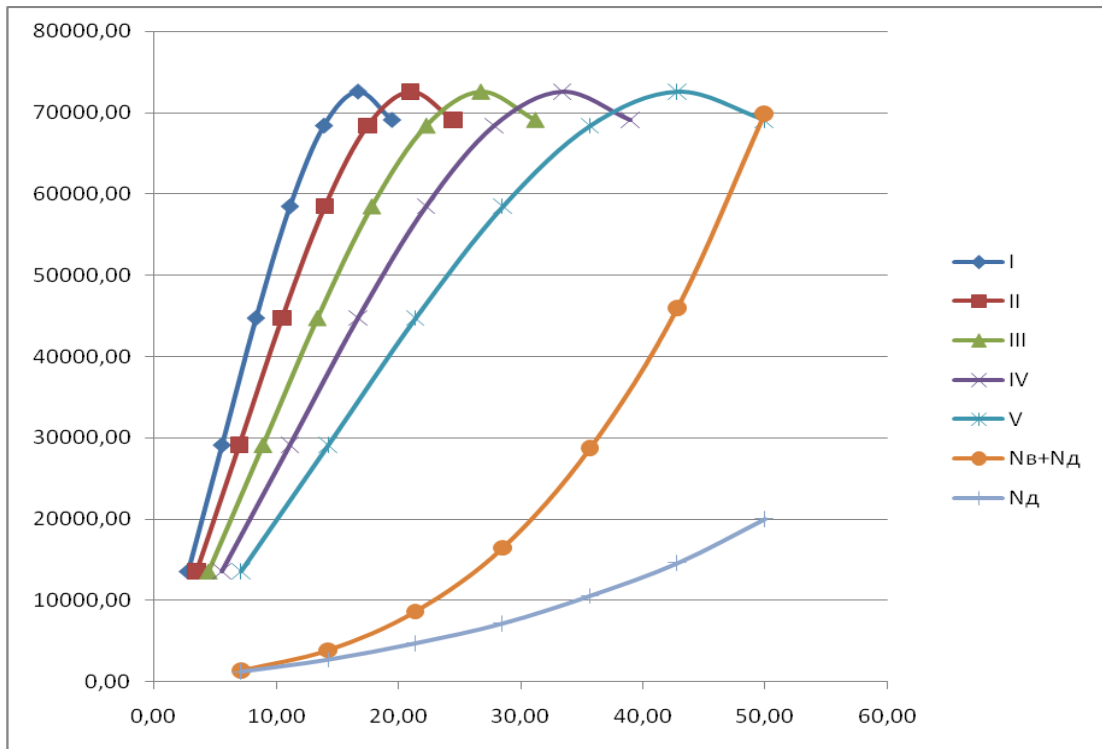


Рисунок 15 – Мощностной баланс автомобиля». [4]

2.1.10 «Топливо-экономическая характеристика

$$q_{\Pi} = \frac{k_{\text{СК}} \cdot k_{\text{И}} \cdot (P_{\text{Д}} + P_{\text{И}}) \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{Тр}}} \quad (25)$$

где g_{emin} – минимальный эффективный расход топлива

Принимаем равным 340 г/кВт·ч,

ρ_{T} – плотность топлива

Принимаем равной 0,72 кг/л,

Коэффициенты $k_{\text{СК}}$ и $k_{\text{И}}$ определяем по графикам.» [4]

Рассчитав расход топлива занесем данные в таблицу 15.

Таблица 15 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля

«V, м/с	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$\frac{\omega_e}{\omega_N}$	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
$k_{ск}$	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_B+N_d)/N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
$k_{и}$	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
$q_{п}$	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35» [4].

Из данных в таблице 15 строим график топливной экономической характеристики автомобиля (Рисунок 16).

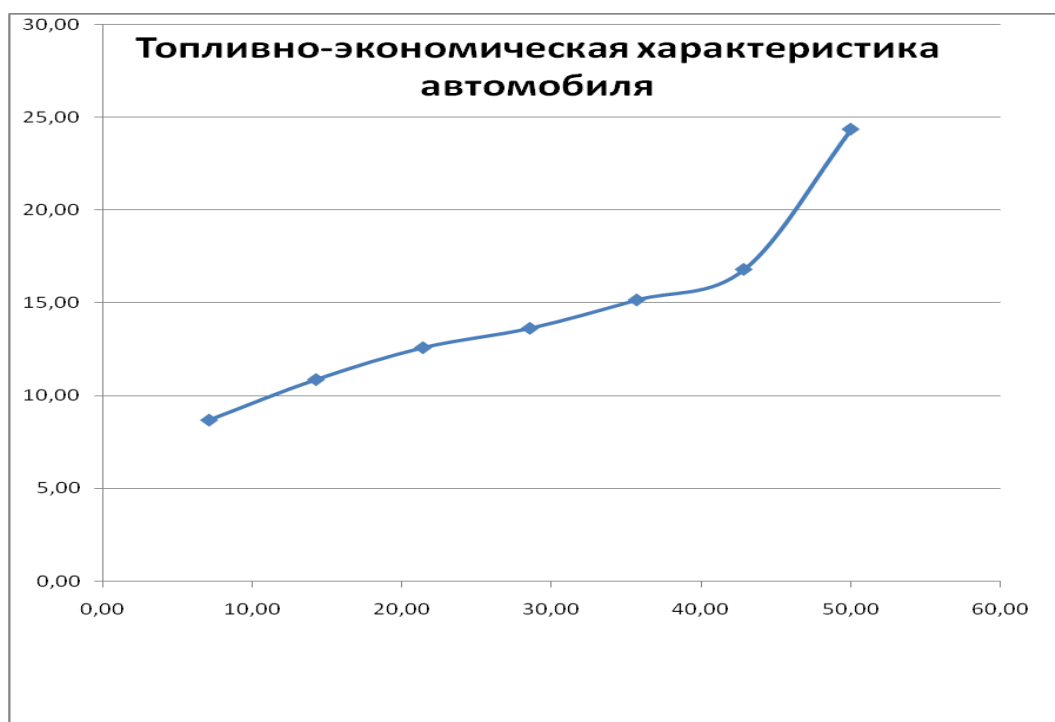


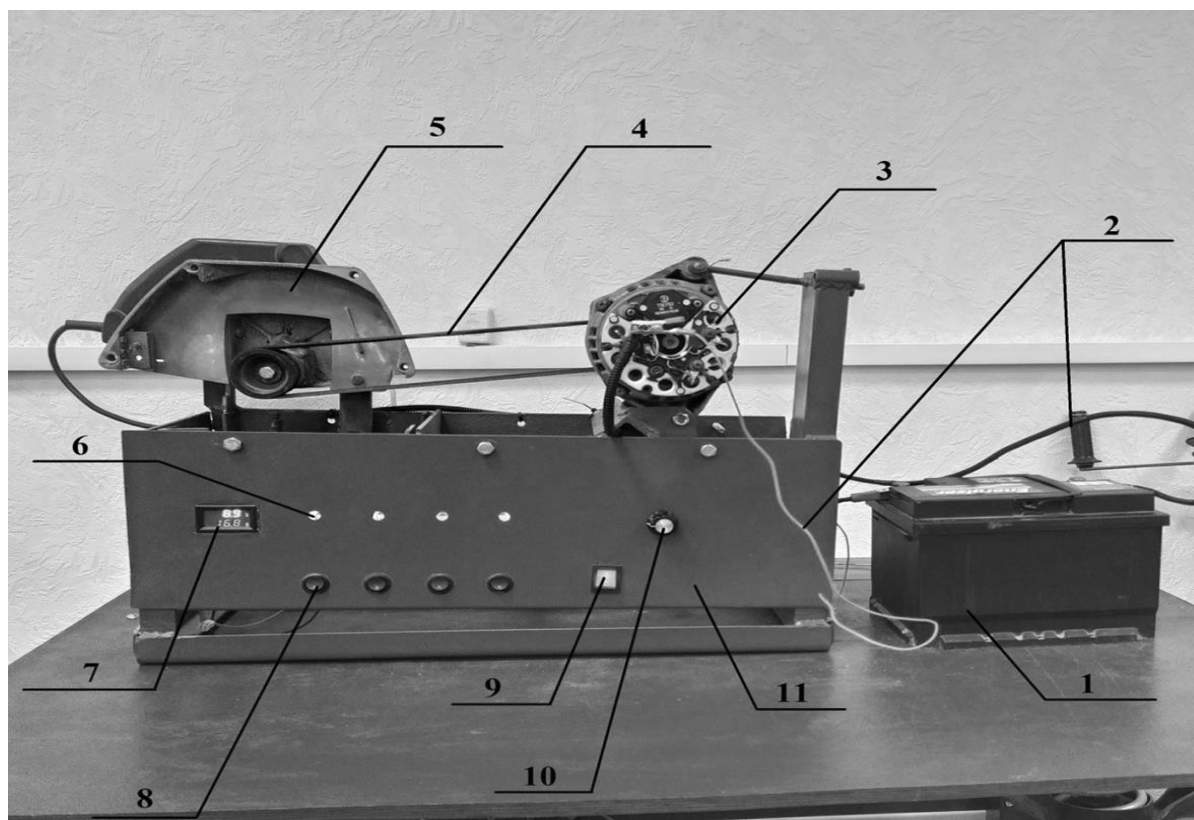
Рисунок 16 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля.

Таким образом, в данном разделе рассчитаны основные параметры тягового-динамического расчета автомобиля и данные условия будут учтены для испытания генераторов данного типа автомобиля.

3 Технологическая часть.

3.1 Стенд для испытания генераторов.

На (рисунке 17) представлен стенд для испытаний автомобильного генератора.



1-Аккумуляторная батарея, 2-провода с зажимами, 3- автомобильный генератор переменного тока, 4 - приводной ремень, 5 - электродвигатель, 6 - лампы накаливания (нагрузка), 7 - электронное табло с показаниями, 8 - выключатели, 9 - главный выключатель, 10 - маховик изменения частоты вращения, 11 – корпус;

Рисунок 17 – «Стенд для испытаний автомобильного генератора»

Стенд представляет из себя жёсткий сварной корпус (11), на котором установлены автомобильный генератор (3) и электродвигатель (5). Электродвигатель (5) представляет собой обыкновенную дисковую пилу,

имитирующую коленчатый вал двигателя. Передачу крутящего момента между шкивами электродвигателя и генератора, с передаточным отношением 1 к 1 осуществляет приводной ремень (4). В корпусе стенда также установлены: электронное табло с показаниями измерительных приборов (7), 4 лампы накаливания (6), выступающие в роли нагрузки, 4 выключателя (8), маховик с помощью которого регулируется частота вращения шкива электродвигателя (10) и главный выключатель (9). Для создания тока возбуждения в генераторе используется аккумуляторная батарея (1), которая подключена в электрическую цепь проводами с зажимами (2).

3.2 Разработка конструкции стенда.

При конструировании стендов для испытаний генераторов, исходя из задач и требований предъявляемых заказчиком, а также требований, которые диктуют современные правила безопасности автомобильного транспорта; возникает необходимость в определении и научном обосновании характеристик автомобильного генератора переменного тока. Полученные характеристики сравниваются и изучаются исследователями: на их основе принимаются решения о разработке или совершенствовании тех или иных автомобильных генераторов.

В данной работе была поставлена задача на разработку конструкции и последующая доработка проекта. Для того чтобы начать разработку необходимо было поставить цели и обозначить требования которым бы данный стенд мог отвечать.

При диагностировании узлов автомобиля их техническое состояние даже при работе в одинаковых условиях не обуславливается лишь величиной наработки, поэтому поддержание высокого уровня надежности и прочности в условиях эксплуатации требует своевременного

предупреждения, обнаружения и устранения вероятных неисправностей, главным образом скрытых, не выявляемых наружным осмотром. Для этого нужны методы приборного контроля, отличающиеся от тех, какие применяются при выборочной или полной разборке агрегатов и узлов машин.

Стенд должен обеспечивать:

- безопасную эксплуатацию работы;
- снятие точных параметров испытываемого устройства;
- длительный срок службы;
- простое понимание работы на нем для студентов;
- необходимое минимальное оборудования для снятия характеристик.

Конструкция стенда для испытания генераторов:

Основные размеры стенда

длина	595 мм.
высота	448 мм.
ширина	395 мм.
расстояние между шкивами	350 мм.
высота шкива электродвигателя от основания	298 мм.
высота шкива генератора от основания	340 мм.

Из этого следует что при реализации стенда чаще всего выполнен в виде сварных профилей которые образуют корпус, где присутствуют: тахометр , электродвигатель ,генератор, вольтметр , амперметр , выключатели , реостат показанных в Приложении Б.1.

На стенде необходимо подключить электрический мотор, реостатом отрегулировать силу напряжения на выходе генератора до 14В, частота вращения ротора должна составлять до 5 тысяч оборотов. После работы генератора в таком темпе на протяжении двух минут, необходимо провести

измерения силы отдачи тока. Когда сила отдачи составляет не меньше 55 А, генератор можно назвать рабочим.

При сборке станда который показан на рисунке 18 было использовано:
Уголок стальной 40х40х4



Рисунок 18 – Уголок стальной 40х40х3

При цене по 195 рублей за метр.

Для облегчения конструкции в основании было решение взять уголок полегче 30х30х3 (Приложение Г.1) , они понадобятся еще для крепления кожуха который будет установлен позже.

В качестве электродвигателя была использована электропила дисковая от компании «Rebir». (Рисунок 19)



Рисунок 19 – Дисковая пила Rebir RZ 2-70-2, 2150 Вт

Ее характеристики подходят в использовании на стенде. Благодаря регулировки частоты оборотов, есть возможность тестировать различные режимы нагрузки, она обеспечивает скорость вращения шкива до 6000 об/мин . Данная пила стоит на рынке около 16240 рублей.

На стенде в качестве тестового генератора используется от легковой машины ВАЗ 2110 (рисунок 20), это достаточно популярный вариант на рынке и его легко найти по доступной цене.

Его аналогом может стать любой генератор, который может обеспечивать скорость вращения шкива до 6000-7000 оборотов в минуту с регулятором.



Рисунок 20 – Генератор ВАЗ 2110

Основные части генератора

- ротор;
- статор;
- корпус;
- крепление;
- устройство щеточного узла;
- выпрямительный блок;
- шкив для ременной передачи.

Для имитации передачи механической энергии от коленчатого вала, который проходит через ремень используется ремень клиновой 20x900 L1

Для снятия характеристик используется встроенный амперметр и вольтметр показанный на рисунке 21.

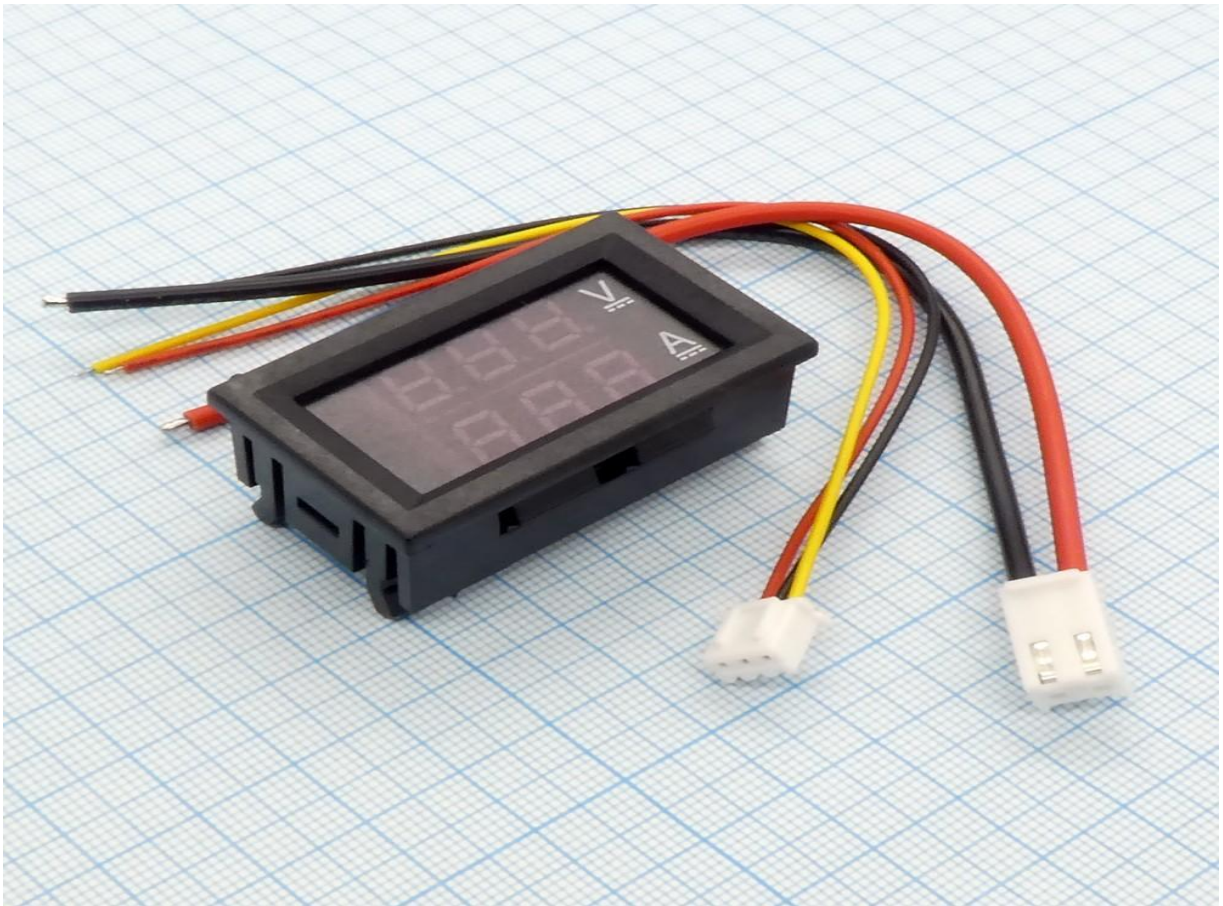


Рисунок 21 – Встраиваемый Вольтметр-Амперметр

В качестве крепежных средств используются различные болты М8 различной длины от 8 до 55 миллиметров, шайбы и гайки того же размера. В среднем за сборку гайка-шайба-болт стоит 15 рублей.

В моем дипломном проекте разрабатывалось защитное ограждение. Для него применялся листовый металл, который был разработан в целях модернизации стенда, для увеличения безопасности. Для избежание негативных факторов при испытаниях, предлагаю установить защитное ограждение или другими словами кожух. Так как при испытании генератора происходит вращения шкива двигателя, который вращает шкив генератора, а также ремень, который надевается на данные шкивы может слететь из за недостаточного натяжения. В следствии того что данный стенд был разработан студентами университета, у него нету аналогов и защитный кожух невозможно приобрести в магазине. Но мы смогли произвести разработку с наименьшими затратами и самым простым строением, но и

обеспечивающим максимальную защиту оператора выполняющего испытания. Данный кожух состоит из прокатного листа, загнутого в определенных местах и прикрученного на металлический уголок, данное решение является самым эффективным и недорогим.

3.3. Технология сборки

Перечень сборочных работ стенда для испытания генераторов представлен в таблице 16

Таблица 16 – «Общая сборка стенда для испытания генераторов»

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
Взять раму в сборе 1	4
Осмотреть раму в сборе 1	5
Взять приборную панель 4	2
Осмотреть приборную панель 4	4
Продуть воздухом отверстие для болта	1
Взять Болт М8х8 12	1
Осмотреть Болт М8х8 12	1
Совместить отверстие рамы и приборной панель 4	2
Взять гаечный ключ.	1
Закрутить Болт М8х8 12	1
Отложить гаечный ключ	1
Взять Двигатель дисковой пилы 3	3
Осмотреть Двигатель дисковой пилы 3	2
Взять Болт М8х16 13	1
Осмотреть Болт М8х16 13	1
Совместить отверстие рамы 1 с двигателем 3	2
Наживить Болт М8х16 13	1
Взять Гайка М8-6Н 17	1

Продолжение таблицы 16

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
Осмотреть Гайка М8-6Н 17	1
Наживить Гайка М8-6Н	1
Взять гаечный ключ	1
Затянуть Гайка М8-6Н	1
Отложить гаечный ключ	1
Взять Болт М8х55 16	1
Осмотреть Болт М8х55 16.	1
Наживить Болт М8х55 16.	1
Взять гаечный ключ.	1
Закрутить Болт М8х55 16	1
Отложить гаечный ключ.	1
Взять Уголок 30х30х3 22	2
Осмотреть Уголок 30х30х3 22	1
Взять Болт М8х28 15	1
Осмотреть Болт М8х28 15	2
Наживить Болт М8х28 15	1
Взять Шайба А.8.37 19	1
Осмотреть Шайба А.8.37 19	1
Надеть Шайба А.8.37 19	1
Взять Гайка М8-6Н 18	1
Осмотреть Гайка М8-6Н 18	1
Наживить Гайка М8-6Н 18	1
Взять Гаечный ключ	1
Закрутить Гайка М8-6Н 18	2
Отложить Гаечный ключ	1
Взять стержень крепежный 7.	1
Осмотреть стержень крепежный 7.	2
Наживить в рама 1 .	3
Взять Гайка М10-6Н 21 .	1
Осмотреть Гайка М10-6Н 21 .	1
Закрутить на стержень крепежный 7.	1

Продолжение таблицы 16

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
Взять Уголок 40x40x4 11 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Уголок 40x40x4 11 22.ДП.148.61.004.	1
Взять Верхний защитный лист 2 22.ДП.148.61.004.	3
Осмотреть Верхний защитный лист 2 22.ДП.148.61.004.	4
Совместить Уголок и Верхний защитный лист .	2
Взять Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004.	3
Осмотреть Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004.	1
Наживить Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004 на уголок и лист.	1
Взять Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.	1
Надеть Шайбу на Болт М8x16.	1
Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	1
Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004 на Болт М8x16	1
Взять гаечный ключ.	1
Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	2
Отложить гаечный ключ.	1
Взять Боковой защитный лист 3 22.ДП.148.61.004.	3
Осмотреть Боковой защитный лист 3 22.ДП.148.61.004.	2
Совместить Уголок и Боковой защитный лист 3.	3
Взять Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004.	1
Наживить Болт М8x16 5 22.ДП.148.61.004 на уголок и лист	1
Взять Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.	1
Надеть Шайбу на Болт М8x16.	1
Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	1
Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	1
Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004 на Болт М8x16	1
Взять гаечный ключ.	1
Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.	1

Продолжение таблицы 16

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
Отложить гаечный ключ.	1
Взять защитный кожух в сборе.	3
Осмотреть защитный кожух в сборе.	2
Совместить защитный кожух в сборе с рамой в сборе.	2
Взять Болт М8х8 12.	1
Осмотреть Болт М8х8 12.	1
Наживить Болт М8х8 12.	1
Взять Гаечный ключ .	1
Закрутить Болт М8х8 12.	1
Отложить Гаечный ключ.	1
Взять болт М8х18 14	1
Осмотреть болт М8х18 14	1
Совместить защитный кожух в сборе с уголком 30х30х3	3
Наживить болт М8х18 14	1
Взять Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004	1
Осмотреть Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004	1
Надеть Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004	1
Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004	1
Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004	1
Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004	1
Взять гаечный ключ	1
Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004	1
Отложить гаечный ключ	1
Взять Генератор 3 .	3
Осмотреть генератор 3 .	2
Взять Шпилька М8-6gx100 20.	1
Осмотреть Шпилька М8-6gx100.	1
Поставить генератор на место крепления.	2
Вставить Шпилька М8-6gx100 20 через генератор 3 .	3
Взять Гайка М8-6Н 17	1
Осмотреть Гайка М8-6Н 17	1

Продолжение таблицы 16

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, $t_{оп}$, мин
Наживить Гайка М8-6Н 17 с двух сторон.	1
Взять Гаечный ключ .	1
Закрутить Гайка М8-6Н 17 с двух сторон	4
Отложить Гаечный ключ.	1
Взять Болт М8х55 16	1
Осмотреть Болт М8х55 16	1
Сопоставить стержень крепежный 7 и генератор 3	2
Наживить Болт М8х55 16	2
Взять Гаечный ключ .	1
Закрутить Болт М8х55 16	2
Отложить Гаечный ключ.	1
Взять Шкив ведущий 5.	3
Осмотреть Шкив ведущий 5.	2
Взять Болт М8х8 12.	1
Осмотреть Болт М8х8 12.	2
Наживить Болт М8х8 12.	1
Взять гаечный ключ.	1
Закрутить Болт М8х8 12.	1
Отложить Гаечный ключ.	1
Взять Ремень 20х900 Li/950 11	2
Осмотреть Ремень 20х900 Li/950 11	2
Надеть ремень на ведущий и ведомый шкив	4
<i>Всего минут</i>	192

Определение трудоемкости сборки

Общее оперативное время на все виды работ:

$$t_{оп}^{общ} = \Sigma t_{оп} = 192 \text{ мин.} \quad (26)$$

«Суммарная трудоемкость сборки изделия определяется по формуле:

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right), \quad (27)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах $\alpha = 2 - 3\%$, принимаем $\alpha = 3\%$,

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах 4-6%, принимаем $\beta = 5\%$ » [1].

Отсюда:

$$t_{шт}^{общ} = 192 + 192 \cdot \left(\frac{3+5}{100}\right) = 222,4 \text{ мин.}$$

Технологический процесс станда для испытания генераторов представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Общая сборка станда для испытания генераторов

Операция	Содержание операций, переходов	Оборудование, Инструмент.	Время $T_{шт}$, мин
Общая сборка станда для испытания генераторов			
Сборочная	Взять раму в сборе 1	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гаечный ключ. Машина с сжатым воздухом.	222,4
	Осмотреть раму в сборе 1		
	Взять приборную панель 4		
	Осмотреть приборную панель 4		
	Продуть воздухом отверстие для болта в станде		
	Взять Болт М8х8 12		
	Осмотреть Болт М8х8 12		
	Совместить отверстие рамы и приборной панель 4		
	Взять гаечный ключ		
	Закрутить Болт М8х8 12		
	Отложить гаечный ключ		
	Взять Двигатель дисковой пилы 3		
	Осмотреть Двигатель дисковой пилы 3		
	Взять Болт М8х16 13		
	Осмотреть Болт М8х16 13		
	Совместить отверстие рамы 1 с двигателем 3		
	Наживить Болт М8х16 13		
	Взять Гайка М8-6Н 17		
Осмотреть Гайка М8-6Н 17			

	Наживить Гайка М8-6Н в отверстие в стенде		
--	---	--	--

Продолжение таблицы 17

Операция	Содержание операций, переходов	Оборудование, Инструмент.	Время Т _{шт.} , МИН
Сборочная	Затянуть Гайка М8-6Н	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гаечный ключ. Машина с сжатым воздухом.	222,4
	Отложить гаечный ключ		
	Взять Болт М8х55 16		
	Осмотреть Болт М8х55 16.		
	Наживить Болт М8х55 16.		
	Взять гаечный ключ.		
	Закрутить Болт М8х55 16		
	Отложить гаечный ключ.		
	Взять Уголок 30х30х3 22		
	Осмотреть Уголок 30х30х3 22		
	Взять Болт М8х28 15		
	Осмотреть Болт М8х28 15		
	Наживить Болт М8х28 15		
	Взять Шайба А.8.37 19		
	Осмотреть Шайба А.8.37 19		
	Надеть Шайба А.8.37 19		
	Взять Гайка М8-6Н 18		
	Осмотреть Гайка М8-6Н 18		
	Наживить Гайка М8-6Н 18		
	Взять Гаечный ключ		
	Закрутить Гайка М8-6Н 18		
	Отложить Гаечный ключ		
	Взять стержень крепежный 7.		
	Осмотреть стержень крепежный 7.		
	Наживить в рама 1 .		
	Взять Гайка М10-6Н 21 .		
	Осмотреть Гайка М10-6Н 21 .		
	Закрутить на стержень крепежный 7.		
	Взять Уголок 40х40х4 11 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Уголок 40х40х4 11 22.ДП.148.61.004.		
	Взять Верхний защитный лист 2 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Верхний защитный лист 2 22.ДП.148.61.004.		
	Совместить Уголок и Верхний защитный лист .		
Взять Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004.			
Осмотреть Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004.			
Наживить Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004 на уголок и лист.			

	Взять Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.		
--	--	--	--

Продолжение таблицы 17

Операция	Содержание операций, переходов	Оборудование, Инструмент.	Время Т _{шт.} , МИН
Сборочная	Осмотреть Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гаечный ключ. Машина с сжатым воздухом.	222,4
	Надеть Шайбу на Болт М8х16.		
	Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004 на Болт М8х16		
	Взять гаечный ключ.		
	Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Отложить гаечный ключ.		
	Взять Боковой защитный лист 3 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Боковой защитный лист 3 22.ДП.148.61.004.		
	Совместить Уголок и Боковой защитный лист 3.		
	Взять Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004.		
	Наживить Болт М8х16 5 22.ДП.148.61.004 на уголок и лист		
	Взять Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Шайба А.8.37 9 22.ДП.148.61.004.		
	Надеть Шайбу на Болт М8х16.		
	Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004 на Болт М8х16		
	Взять гаечный ключ.		
	Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004.		
	Отложить гаечный ключ.		
	Взять защитный кожух в сборе.		
	Осмотреть защитный кожух в сборе.		
	Совместить защитный кожух в сборе с рамой в сборе.		
	Взять Болт М8х8 12.		
Осмотреть Болт М8х8 12.			

	Наживить Болт М8х8 12.		
	Взять Гаечный ключ .		

Продолжение таблицы 17

Операция	Содержание операций, переходов	Оборудование, Инструмент.	Время Т _{шт.} , МИН
Сборочная	Закрутить Болт М8х8 12.	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гаечный ключ. Машина с сжатым воздухом.	222,4
	Отложить Гаечный ключ.		
	Взять болт М8х18 14		
	Осмотреть болт М8х18 14		
	Совместить защитный кожух в сборе с уголком 30х30х3		
	Наживить болт М8х18 14		
	Взять Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004		
	Осмотреть Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004		
	Надеть Шайба А.8.37 9 2.ДП.148.61.004		
	Взять Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004		
	Осмотреть Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004		
	Наживить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004		
	Взять гаечный ключ		
	Закрутить Гайка М8-6Н 8 22.ДП.148.61.004		
	Отложить гаечный ключ		
	Взять Генератор 3 .		
	Осмотреть генератор 3 .		
	Взять Шпилька М8-6gx100 20.		
	Осмотреть Шпилька М8-6gx100.		
	Поставить генератор на место крепления.		
	Вставить Шпилька М8-6gx100 20 через генератор 3 .		
	Взять Гайка М8-6Н 17		
	Осмотреть Гайка М8-6Н 17		
	Наживить Гайка М8-6Н 17 с двух сторон.		
	Взять Гаечный ключ .		
	Закрутить Гайка М8-6Н 17 с двух сторон		
	Отложить Гаечный ключ.		
	Взять Болт М8х55 16		
	Осмотреть Болт М8х55 16		
	Сопоставить стержень крепежный 7 и генератор 3		
	Наживить Болт М8х55 16		
	Взять Гаечный ключ .		
	Закрутить Болт М8х55 16		
Отложить Гаечный ключ.			
Взять Шкив ведущий 5.			
Осмотреть Шкив ведущий 5.			

	Взять Болт М8х8 12.		
	Осмотреть Болт М8х8 12.		

Продолжение таблицы 17

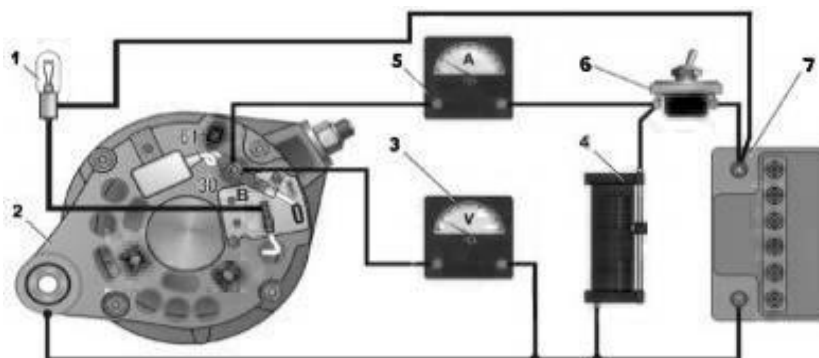
Операция	Содержание операций, переходов	Оборудование, Инструмент.	Время Т _{шт.} , МИН
Сборочная	Наживить Болт М8х8 12.	Специальное установочно-зажимное приспособление. Гаечный ключ. Машина с сжатым воздухом.	222,4
	Взять гаечный ключ.		
	Закрутить Болт М8х8 12.		
	Отложить Гаечный ключ.		
	Взять Ремень 20х900 Li/950 11		
	Осмотреть Ремень 20х900 Li/950 11		
	Надеть ремень на ведущий и ведомый		

Выбираем стационарную сборку на оборудованных стендах с принудительным ритмом без расчленения процесса. Стационарная сборка характеризуется тем, что она выполняется одним рабочим или группой рабочих на одном неподвижном рабочем месте, к которому подаются все детали и сборочные единицы собираемого изделия

3.4 Работа на стенде

Проверка генератора на стенде позволяет определить исправность генератора и соответствие номинальных характеристик. (Рисунок 22)

Схема соединения для проверки генератора на стенде



1-Контрольная лампа, 2- генератор, 3-вольтметр, 4-амперметр,5-реостат, 6-выключатель,7-аккумуляторная батарея.

Рисунок 22 – Схема соединений для проверки генератора на стенде.

Если замеренная величина отдаваемого тока меньше, то это говорит о неисправностях в обмотках статора и ротора или о повреждении вентиляей.

В ходе эксплуатации стенда для испытаний генератора автомобиля, возникает вероятность поражения электрическим током, поэтому к работе допускаются студенты, которые показали твёрдые и полные познания в электротехнике и устройстве стенда.

Перед снятием характеристик необходимо убедиться в исправности испытательного стенда, для чего:

- при выключенном питании осмотреть внешний вид стенда, следить за тем, чтобы подвижные части не имели трещин, сколов, мёртвых ходов и иных нарушений, которые во время штатной эксплуатации могут привести к неисправности или травме человека;
- убедиться в надёжном креплении всех частей и механизмов на корпусе стенда;
- убедиться в необходимом уровне натяжения приводного ремня, его посадки на шкивах;
- убедиться в правильности подключения аккумуляторной батареи к системе.

При подключении к системе, через провода аккумуляторной батареи, на электронном табло должны появиться показания измерительных приборов (вольтметра и амперметра). Питание электродвигателя осуществляется от сети электроснабжения 220 вольт. Перед подключением электродвигателя к сети, необходимо убедиться в том, что маховик изменения частоты находится в крайнем левом положении. В данном положении вращение передаваться не будет. При повороте маховика по часовой стрелке, возрастает частота вращения шкива электродвигателя и как следствие, частота вращения ротора генератора. Стенд исправен и готов

к работе.

3.5 Снятие характеристик генератора переменного тока

При конструировании генераторов, исходя из задач и требований, предъявляемых заказчиком, а также требований, которые диктуют современные правила безопасности автомобильного транспорта; возникает необходимость в определении и научном обосновании характеристик автомобильного генератора переменного тока. Полученные характеристики сравниваются и изучаются исследователями: на их основе принимаются решения о разработке или совершенствовании тех или иных автомобильных генераторов.

К основным характеристикам генераторов переменного тока относят:

- внешнюю;
- скоростную регулировочную,
- токоскоростную;

Таким образом, в данном разделе была проведена работа по разработке и конструировании стенда для испытания генераторов, всех необходимых узлов для сборки. Проведена технологическая сборка стенда в условиях учебной аудитории, описаны характеристики, снимаемые с данного стенда.

4. Безопасность и экологичность технического объекта.

При сборке технического устройства необходимо провести обязательное прохождение инструктажа по технике безопасности с различными типами работ, сварочными, слесарными, сборочными, а также при работе с электрикой.

Стенд для испытания генераторов применяется в эксплуатации на станциях технического обслуживания автомобиля, мастерских и других помещениях.

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика стенда для испытания генераторов.

В данном разделе рассмотрен технологический паспорт стенда для испытания генераторов в таблице 18.

Таблица 18 – Технологический паспорт

«Технологический процесс	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство	Материалы, вещества» [13]
Сборка стенда для испытания генераторов.	Сварочные работы, Слесарные работы, Электромонтажные работы	Научный руководитель Студент	Сварочный аппарат, Болгарка(УШМ), Отвертки, Ключи, Паяльная станция, Амперметр.	Стальной уголок, Листовой металл, Генератор, Электродвигатель, Провода.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Необходимым условием является выявление факторов

профессионального риска при производстве технологического объекта и сборке. (см. таблицу 19).

Таблица 19 – Идентификация профессиональных рисков

«Вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора» [13]
Сборка и работа на стенде по испытанию генераторов.	«Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.	Стальной уголок, листовой металл, металлический профиль.
	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуемые	Генератор, электродвигатель.
	Повышенное напряжение в электрической цепи	Электроды при установке стальных уголков.
	Шероховатость поверхности Повышенная запыленность рабочей зоны	Металлические остатки от резки болгаркой.
	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде»[14].	Шум на рабочем месте от оборудования.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В предыдущем пункте мы рассмотрели возможные опасные и /или вредные производственные факторы (ВПФ). После этого, необходимо предусмотреть методы их частичного снижения или полного устранения (см. таблицу 20).

Таблица 20 – Методы устранения опасного и ВПФ

«Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [13]

«Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие,	Определение безопасных краев изделий, использование специальных креплений для удержания заготовки.	Рукавицы хлопчатобумажные с накладками, спецодежда, беруши.
---	--	---

Продолжение таблицы 20

«Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [13]
части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.	Определение безопасных краев изделий, использование специальных креплений для удержания заготовки.	Рукавицы хлопчатобумажные с накладками, спецодежда, беруши.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся	Использование специальных зажимов, ограничителей, а так же других средств защиты.	Рукавицы хлопчатобумажные с накладками, спецодежда, беруши .
Повышенное напряжение в электрической цепи	Использование специального резинового коврика и резиновых перчаток, для работы с электроустановками.	Резиновые перчатки
Шероховатость поверхности	Использовать специальные рукавицы из плотной ткани	Рукавицы хлопчатобумажные с накладками, спецодежда,
Повышенная запыленность рабочей зоны	Использование индивидуальных средств защиты	
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде»[14].	Использование специальных наушников для шумоподавления или берушей.	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности

В целях обеспечения пожарной безопасности определен класс «В» по взрывопожарной и пожарной безопасности нормативные документы, такие как «Безопасность труда в проектировании. Часть 1. Общие требования В свою очередь, необходимо предусмотреть возможные опасные факторы пожара (см. таблицу 21).

Таблица 21 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение»	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара» [13]
Учебная аудитория оборудованная для различных испытаний.	Стенд для испытания генераторов в сборе.	Класс В	«Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов» [14].	«Осколки, части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества» [13]

«Для обеспечения пожарной безопасности, после того, как выявлены опасные факторы пожара, необходимо предусмотреть средства пожаротушения (см. таблицу 22).

Таблица 22 –Технические средства обеспечения пожарной безопасности» [2].

«Первичные средства пожаротушения»	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [13]
Огнетушитель	Пожарные автомобили	Пожарные гидранты	Пожарная сигнализация	Огнетушители	Защитный экран, СИЗ органов дыхания	Пожарный топор, лом, багор, крюк, лопата, устройство для резки	01 или 112

						воздушной линии	
--	--	--	--	--	--	--------------------	--

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо предусмотреть методы для защиты от пожара (см. таблицу 23).

Таблица 23 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса»	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [13]
--	--	--

Сборка стенда для испытания генераторов	Сборка стенда, изготовление конструкции, основных узлов, а также их сборка, путем слесарных работ.	<p>Нормативный документ, регламентирующий обеспечение пожарной безопасности – Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».</p> <p>«Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"</p> <p>1. Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта.</p> <p>2. Системы пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны быть установлены на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей. Перечень объектов, подлежащих оснащению указанными системами, устанавливается нормативными документами по пожарной безопасности.</p> <p>3. Методы определения степени защиты оболочки пожарозащищенного электрооборудования устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.</p> <p>4) расположение, габариты и протяженность путей эвакуации людей при возникновении пожара, обеспечение противодымной защиты путей эвакуации, характеристики пожарной опасности материалов отделки стен, полов и потолков на путях эвакуации, число, расположение и габариты эвакуационных выходов;</p> <p>5) характеристики или параметры систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; параметры систем пожаротушения,</p>
---	--	--

Продолжение таблицы 23

«Наименование технологического процесса»	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [13]
Сборка стенда для испытания генераторов	Сборка стенда, изготовление конструкции, основных узлов, а	б) меры по обеспечению возможности проезда и подъезда пожарной техники, безопасности доступа личного состава подразделений пожарной охраны и подачи средств пожаротушения к очагу пожара,

	также их сборка, путем слесарных работ.	параметры систем пожаротушения, в том числе наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения; 7) организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности здания или сооружения в процессе их строительства и эксплуатации.» [14]
--	---	---

4.5 Обеспечение экологической безопасности

Определение негативных экологических факторов объекта приведена в таблице 24 и их решение в таблице 25.

Таблица 24 – Определение негативных экологических факторов.

«Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [13]
Стенд для испытания генераторов	Выделение в атмосферу продуктов производства	Выбросы в воздушную окружающую среду тепловой энергии	Не имеет.	Не имеет.

Таблица 25 – Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование объекта	Стенд для испытания генераторов
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование возобновляемых источников энергии, в виде солнечных батарей или ветряных станций.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Не имеет необходимости.
Мероприятия по снижению	Не имеет необходимости.

Таким образом, в данном разделе приведены характеристики стенда для испытания генераторов идентифицированы возникающие профессиональных рисков по сбору основной конструкции стенда; разработаны мероприятия, снижающие профессиональные риски; подобраны средства индивидуальной защиты для сборщиков, слесарей, электромонтеров ; разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности; В целях обеспечения пожарной безопасности определен класс «В» по взрывопожарной и пожарной безопасности нормативные документы, указаны основные места средств пожаротушения, мест электропитания и эвакуационных выходов. Данный стенд никак не влияет на литосферу, гидросферу и атмосферу исходя из этого можно сделать вывод что устройство для использования в учебной аудитории абсолютно безопасно.

5. Эффективность проекта

В рамках дипломного проекта потребовалось провести разработку стенда для испытания генераторов, который предполагается задействовать в учебном процессе. Для изготовления стенда для испытания генераторов у нас возникла потребность рассчитать себестоимость закупаемого оборудования, необходимость задействовать людей, которые обладают

достаточными навыками для изготовления данного изделия. После процесса разработки конструкции стенда, выявлены основные компоненты необходимые для покупки, а также помощь научного руководителя в НИР. Стенд будет изготовлен силами 2 студентов, которые обучены сварочным и слесарным работам, а также имеющим знания в электротехнике.

Стенд для испытания генераторов сконструирован в виде стационарного устройства. Рама сваривается из уголка горячекатаной стали, профиля, и крепится к столу.

Основные размеры стенда

Длина	595 мм.
Высота	448 мм.
Шириной	395 мм.
Расстояние между шкивами	350 мм.
Высота шкива электродвигателя от основания	298 мм.
Высота шкива генератора от основания	340мм.

5.1 Определение ожидаемой трудоемкости

«Для проведения расчетов весь процесс был разбит на последовательные этапы. В процессе реализации всех этапов проекта принимал участие студент и студент-выпускник, который табелируется как инженер без категории., соответствующие расходы на оплату его труда были отражены в дальнейших расчетах.» [2]. Соберем данные об этапах проведения НИР в таблице 26.

Таблица 26 – Этапы проведения НИР

Номер и наименование работ	Трудоёмкость чел/день	Наименование исполните	Кол-во	Оборудование
----------------------------	-----------------------	------------------------	--------	--------------

	t_{\min}	t_{\max}	лей	исполнителей	
I. Маркетинговые и патентные исследования					
1.1 Сбор информации и анализ рынка	2	2	Научный руководитель Студент	1 1	ПК
1.2 Разработка собственного проекта в рамках университета	1	1	Научный руководитель Студент	1 1	ПК
1.3 Оценка целесообразности разработки и конструировании стендов	2	2	Научный руководитель Студент	1 1	ПК
II. Конструкторская подготовка					
2.1 Разработка технического задания					
2.1.1 Анализ существующих стендов для испытания генераторов	2	2	Студент	1	ПК
2.1.2 Составление технического задания на разработку стенда	2	2	Студент	1	ПК
2.2 Эскизное проектирование					
2.2.1 Расчёт технико-эксплуатационных показателей	4	4	Студент	1	ПК
2.2.2 Подготовка аппаратуры	3	3	Студент	1	ПК
2.3 Технологическая подготовка					
2.3.1 Изготовление макетного образца устройства	6	7	Студент	2	Слесарный инструмент, Сварочный аппарат
2.3.2 Испытание макетного образца	4	5	Студент	2	Мультиметр
2.3.3 Доработка конструкции	4	7	Студент	2	Мультиметр Слесарный инструмент

Продолжение таблицы 26

2.4 Техническое проектирование					
2.4.1 Разработка чертежа общего вида	1	1	Студент	1	ПК
2.5 Рабочее проектирование					
2.5.1 Окончательная доработка конструкции стенда для испытания генераторов.	4	4	Научный руководитель Студент	1 1	Стенд
III. Технологическая подготовка НИОКР					
3.1.1 Разработка тех. процесса сборки стенда для испытания генераторов.	2	2	Студент	1	ПК

3.1.2 Монтаж всех узлов и агрегатов.	1	1	Студент	1	Слесарный инструмент
3.1.3 Проведение предварительных испытаний стенда	1	1	Студент	1	Мультиметр
3.2 Оформление результатов и испытание.					
3.2.1 Проведение окончательных испытаний	2	2	Студент	1	Мультиметр
3.2.2 Непредвиденные работы	4	4	Студент	1	ПК, Стенд
Итого:	45	50			

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (28)$$

где T_{\min}^i – минимально возможная трудоемкость i – го этапа,
 T_{\max}^i – максимально возможная трудоемкость i – го этапа.

Результаты подсчета $t_{ожі}$ сведены в таблицу 27.

5.2 Определение суммарной длительности НИР

Длительность каждого этапа, определяется по формуле:

$$T_{эгі} = \frac{t_{ожі}}{\tau_i}, \quad (29)$$

Суммарная длительность НИР (дней), определяется по формуле:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{эгі} \quad (30)$$

Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая T_{Σ} за 100%:

$$У_{Д_{эгі}} = \frac{T_{эгі}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\% \quad (31)$$

«Принимая во внимание специфику выполняемых работ нельзя изыскать возможности совмещения выполняемых этапов НИР для оптимизации суммарной длительности НИР.

Исходные данные по численности исполнителей и результаты расчетов заносятся в таблицу 27, строится план-график» [2].

Таблица 27 – Длительность выполнения этапов НИиОКР

Номер Этапа НИР	Количество исполнителей			$T_{ож}^i$	$T_{эт}^i$	T	$Уд^i$
	Научный руководитель	Студент (студент-ассистент)	Итого				
1.1	1	1	2	2	1	34,5	2,8
1.2	1	1	2	1	0,5		1,4
1.3	1	1	2	2	1		2,8
2.1.1	–	1	1	2	2		5,8
2.1.2	–	1	1	2	2		5,8
2.2.1	–	1	1	4	4		11,6
2.2.2	–	1	1	3	3	8,7	

Продолжение таблицы 27

Номер этапа НИР	Научный руководитель	Студент (студент-ассистент)	Итого	$T_{ож}^i$	$T_{эт}^i$	T	$Уд^i$
2.3.1	–	2	2	6,5	3,2	34,5	9,2
2.3.2	–	2	2	4,4	2,2		6,3
2.3.3	–	2	2	5,2	2,6		7,5
2.4.1	–	1	1	1	1		2,2
2.5.1	1	1	2	4	2		5,8

3.1.1	–	1	1	2	2		5,8
3.1.2	–	1	1	1	1		2,8
3.1.3	–	1	1	1	1		2,8
3.2.1	–	1	1	2	2		5,8
3.2.2	–	1	1	4	4		11,6

По данным таблицы 27 построим план-график длительности каждого этапа НИР (рисунок 23).

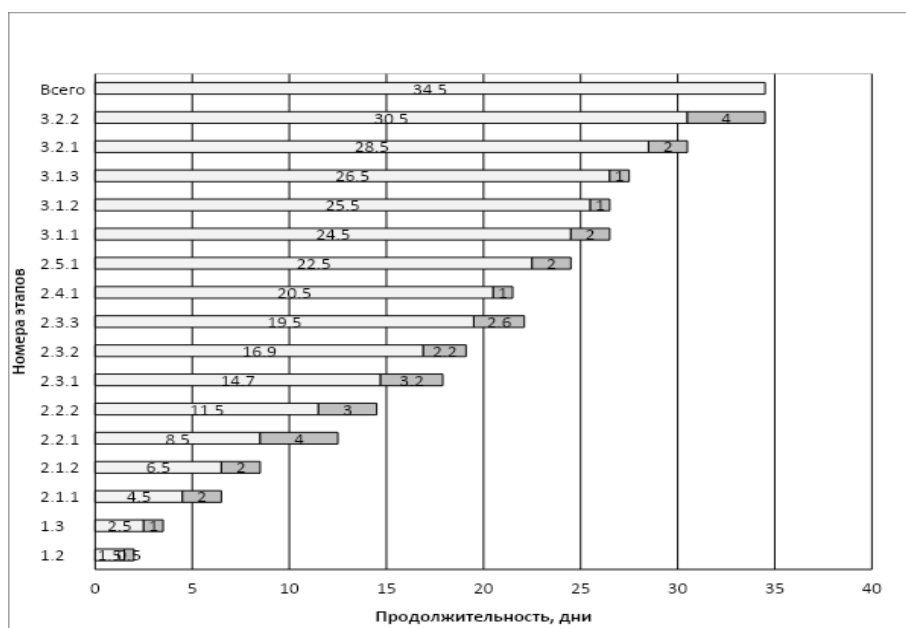


Рисунок 23 – План-график длительности каждого этапа НИР.

Согласно таблице 27 можем определить количество полных рабочих дней каждого исполнителя. Итого:

- научный руководитель потратил $F_{\text{н.рук-ль}} = 4$ рабочих дней;
- студент потратил $F_{\text{ст}} = 20$ рабочих дней;
- студент-ассистент потратил $F_{\text{ст.ассист}} = 3$ рабочий день.

«Рассчитаем общее количество часов эффективного годового фонда рабочего времени 2022 года по формуле (32):

$$F_{\text{эф}} = (365 - П - В - Н) \cdot t - Пр \cdot (t - 7), \quad (32)$$

где П – праздники;

В – выходные;

Н – дни отсутствия по неуважительным причинам;

t – длительность смены;

Пр – предпраздничные дни» [2].

$$F_{\text{эф}} = (365 - 14 - 104 - 5) \cdot 8 - 3 \cdot (8 - 7) = 1\,933 \text{ (ч)}$$

Зная общее количество часов, рассчитаем число рабочих дней в каждом месяце за год по формуле (33):

$$D_{\text{ср}}^i = \frac{F_{\text{эф}}}{12 \cdot 8}, \quad (33)$$

$$D_{\text{ср}}^i = \frac{1\,933}{12 \cdot 8} = 20 \text{ (дн)}$$

Для дальнейших расчетов понадобится значение количества времени каждого исполнителя в месяце, которое найдем по формуле (34):

$$K_{\text{исп}}^i = \frac{F_i}{D_{\text{ср}}^i}, \quad (34)$$

где F_i – количество полных рабочих дней исполнителя.

5.3 Расчет себестоимости стенда

«Теперь рассчитаем по формуле (35) заработную плату каждого исполнителя:

$$ЗП^i = K_{\text{исп}}^i \cdot O^i, \quad (35)$$

где O^i – размер оклада согласно занимаемой должности, руб.

Данные по размеру оклада и результатам расчета формул (34,35) объединим в таблицу 28.» [2].

Таблица 28 – Заработная плата всех исполнителей

Должность исполнителя	O^i , руб.	$K_{исп}^i$, месяцы	$ЗП^i$, руб.
Научный руководитель	31500	0,2	6300
Студент	8500	1	8500
Студент (студент-ассистент)	8500	0,15	1275
Итого Σ $ЗП_{исп}$:			16 075

«По Российскому законодательству работодатель обязан отправлять отчисления взносов в ПФР, ФОМС, ФСС. Рассчитаем размер страховых взносов по формуле (36):

$$O_{с} = \frac{\Sigma \cdot ЗП_{исп} \cdot K}{100}, \quad (36)$$

где K – процент отчислений.

$$O_{с} = \frac{16075 \cdot 30}{100} = 4\,822,5 \text{ (руб)}$$

Рассчитаем затраченное электричество на время дипломной работы по формуле (37):

$$Q_{эл}^i = N \cdot K_{з} \cdot K_{загр} \cdot D^i \cdot t \cdot Ц_{эл}, \quad (37)$$

где N – потребляемая мощность, кВт;

$K_{з}$ – коэффициент занятости;

$K_{загр}$ – коэффициент загруженности;

D^i – количество дней работы потребителей;

$Ц_{эл}$ – цена 1 кВт электричества, руб/кВт·ч.» [2]

Исходные данные, а также результаты расчета затраченного количества электричества объединим в таблице 29.

Таблица 29 – Затраты на электричество

Наименование оборудования	N , кВт	$K_{загр}$	K_z	D^i , день	$\Pi_{эл}$, руб/кВт·ч	$Q_{эл}^i$, руб
ПК	0,4	0,6	0,8	19,2	5,08	89,27
Слесарное оборудование	1,7	0,8	0,7	6,2		192,98
Сварочный аппарат	2,4	0,6	0,6	3,2		107,56
Мультиметр	0,001	0,1	0,6	3,1		0,49
Итого $\Sigma Q_{эл}$:						390,23

«По формуле (38) рассчитаем суммарные затраты на расходные материалы, которые потребуются при проведении работ:

$$Z^i = \Pi_M^i \cdot N_M^i, \quad (38)$$

где Π_M^i – закупочная цена каждого материала, руб.;

N_M^i – количество экземпляров каждого материала, шт.

Объединим необходимые материалы и результаты суммарных затрат на их покупку в таблицу 30:

Таблица 30 – Затраты на материалы для стенда

Наименование»	Ед.из м	К-во	Цена	Сумма
СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ				
1 Электродвигатель	шт	1	14000	14000
2 Рама в сборе	шт	1	6000	6000
3 Генератор	шт	1	5900	5900
ИТОГО				25900
ДЕТАЛИ				
1 Шкив для электродвигателя	шт	1	245	245
2 Шкив для генератора ВАЗ 2110	шт	1	250	250

3 Стержень крепежный	шт	2	200	200
4 Верхний защитный лист	шт	1	652	652
5 Боковой защитный лист	шт	1	1200	1200
6 Блок контроллер	шт	1	1900	1900
7 Уголок 30х30х3	метр	4	190	760
8 Уголок 40х40х4	метр	5	220	1100
9 Профиль металлический 60х30х2	метр	1	160	160
10 Амперметр-вольтметр	шт	1	260	260
итога				6727
СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ				
1 Ремень 20 x 900 li/950	шт	1	300	300
2 Болт М8х8 ГОСТ 15589-70	шт	6	10	60
3 Болт М8х16 ГОСТ 15589-70	шт	8	10	80
4 Болт М8х18 ГОСТ 15589-70	шт	1	10	10
5 Болт М8х28 ГОСТ 15589-70	шт	1	10	10
6 Болт М12х35 ГОСТ 15589-70	шт	1	10	10
7 Болт М8х55 ГОСТ 15589-70	шт	2	10	20
8 Гайка М8-6Н ГОСТ 5915-70	шт	8	8	64
9 Гайка М8-6Н ГОСТ 15521-70	шт	4	8	32
10 Шайба А.8.37 ГОСТ 11371-78	шт	12	4	48
11 Шпилька М8-6gx100 ГОСТ 22042-76	шт	1	16	16
12 Гайка М10-6Н ГОСТ 5915-70	шт	1	8	8
13 Гайка барашек гост 1595-72	шт	2	10	20
МАТЕРИАЛЫ				
1 Грунтовка ГФ-020	кг	1,5	140,32	101
2 Эмаль НЦ-11 гост 198-76	кг	2	210,90	253
итога				355
1 Транспортно-заготовительные	%	3	22055·3 %	662
всего				34322

«Расчет трудоемкости (нормы штучного) времени:

$$T_{шт} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отл} + T_{п.з.} \quad (39)$$

где $T_{маш}$ - машинное время, рассчитанное по техпроцессу.

Расчет трудоемкости времени на установку оборудования показан на таблице 31, (час).

Таблица 31 – Расчет трудоемкости

Вид операции	$T_{маш}$	$T_{всп}$	$T_{обсл}$	$T_{отл}$	$T_{пз}$	$T_{шт}$
Заготовительная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
Сварочная	2	0,4	0,4	0,2	0,04	3,04
Сверлильная	0,5	0,15	0,15	0,075	0,015	0,8

Слесарная	2	0,4	0,45	0,2	0,04	3,2
Сборочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
Окрасочная	1	0,2	0,2	0,1	0,02	1,5
Отладочная	3	0,5	0,5	0,25	0,05	4,25
итого						21,61

Расчет основной заработной платы занесем в таблицу 32.

Таблица 32 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч.-час	Часовая тарифная ставка	Зарплата по тарифу
Заготовительная	3	2,52	80	201,6
Сварочная	4	3,04	90	273,6
Сверлильные	3	0,8	80	64
Слесарные	5	3,2	100	320
Сборочные	5	6,3	100	630
Окрасочные	3	1,5	80	120
Отладочные	5	4,25	100	425
Итого		21,61		2034
Коэффиц. доплат к основной з/плате				1,88
Основная з/плата				3824

Итого 3824 р.

Премииальные доплаты 764р.

Основная заработная плата 4588р.

Расчет статьи Отчисления страховых взносов, ПФР, ОМС производится по формуле и заносятся в таблицу 33» [6].

$$O_c = Z_o * K_c = 4588 * 0,3 = 1376,4р.$$

Таблица 33 – Общая смета затрат.

«Статьи затрат	Обозначение	Проект
----------------	-------------	--------

		Сумма	Уд %
Покупные материалы	Пи	34322	75,91
Зарплата основная	Зо	4588	10,11
Отчисления страховых взносов, ПФР, ОМС	Ос	1376	3,04
Расходы на содержание оборудования	Рс.об	4538,64	10,01
Затраты на электроэнергию	Сэл.	390,23	0,63
Всего затрат	Сп	45214,32	100,00» [6].

5.4 Расчет амортизационных отчислений

«Годовое эффективное время работы оборудования:

$$F_{\text{обор.}} = (365 - П - В) * q * K_{\text{загр.}} \quad (40)$$

$$F_{\text{обор}} = (365 - 52 - 11) * 6 * 0,9 = 1630,8 \text{ ч.}$$

Общее время работы оборудования:

$$t_m = D_{\text{обор.}i} * q * K_{\text{загр.}} \quad (41)$$

где $D_{\text{обор.}i}$ – время работы i -го оборудования;

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

Рассчитав время работы станда занесем в таблицу 34.

Таблица 34 – Расчет времени работы» [6].

Оборудование	$D_{\text{обор.}}$ дней	q , час	$K_{\text{загр.}}$	t_m , час
Станд	32,65	8	0,9	176,31

Рассчитаем атраты на амортизацию и занесем в таблицу 35:

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} * Н_{ам.} * \sum t_{м.}}{F_{обор.} * 100}, \quad (42)$$

где $C_{об}$ - первоначальная стоимость оборудования.

Таблица 35 – Затраты на амортизацию

Оборудование	$C_{об}$, руб.	$K_{заг}$	$H_{ам}$	$\Sigma t_{м}$, час	$F_{обор.}$ час	$\sum C_{ам}$, руб.
Стенд	34322	90%	14%	176,31	1630,8	5,19
Итого					5,19	

«Расчет накладных расходов:

$$C_{накл.} = Z_{исп.} * K_{накл.} = 16075 * 0,3 = 4822,5 \text{ руб.} \quad (43)$$

5.5 Определение общих затрат

Текущие затраты:

$$K_{тек} = C_{эл} + Z_{исп} + C_{соц} + C_{ам. предпр} + C_{накл} \quad (44)$$

$$K_{тек} = 390,23 + 16075 + 4822,5 + 5,21 + 4822,5 = 34322 \text{ руб.}$$

$$\text{Капитальные затраты } K_{кап} = 26124,54 \text{ руб.}$$

Общая сумма производственных затрат:

$$\text{Спр.} = \text{Ктек} + \text{Ккап} \quad (45)$$

$$\text{Спр.} = 26124,54 + 34322 = 60\,437,21 \text{ руб.}$$

«Общая смета затрат на проектирование и выполнение рассматриваемой НИР представлена в таблице 36». [6]

Таблица 36 – Общая смета затрат.

«Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
1. Текущие затраты, Ктек.		
Затраты на энергоносители	Сэл	390,23
Фонд оплаты труда исполнителей	Зисп	16075
Отчисления страховых взносов, ПФР, ОМС	Ссоц	4822,5
Амортизационные отчисления	$\sum \text{Сам}$	5,21
Накладные расходы	Снакл	4822,5
2. Капитальные затраты, Ккап.		
Затраты на изготовление стенда	СП» [6].	34322
Итого	60 437,21 руб.	

5.6 Анализ полученных показателей и выводы

Таким образом в данной части были выполнены работы экономического раздела, рассчитана себестоимость изготовления стенда, используемого в НИР и определены производственные затраты на изготовление данного оборудования.

Суммарные затраты составили 60437,23 рублей, из которых капитальные затраты –34322 рублей, связанные с изготовлением стенда, текущие –26124,21 рублей. Исходя из данных исчисленных выше я могу

сделать вывод о том, что только 56% уходит на закупку необходимых материалов, остальное уходит на разработку и производство данного стенда. Таким образом, мы выяснили что данный стенд, имеет ряд преимуществ перед другими моделям, который можно собрать в условиях учебной аудитории с меньшими затратами.

Заключение

В результате дипломного проекта были описаны проблемы, возникающие в электрооборудовании автомобиля. Диагностика и предотвращение неисправностей является важным этапом в эксплуатации транспортного средства, в следствии этого был разработан и создан стенд для испытания генераторов, который в будущем будет необходим для диагностики и дальнейших исследований характеристик. Данный вариант стенда не окончательный и может модернизироваться более точными

приборами для считывания параметров генератора, отслеживания оборотов вращения шкива, улучшением безопасности и шумоизоляции.

В дипломном проекте были описаны существующие стенды, выполнены мероприятия по конструированию и разработке стенда, расчет тягово-динамических характеристик автомобиля. Технологическая сборка каждого узла стенда, а также обеспечению требований охраны труда при сборке и проведении исследований.

В экономической части составлен план работы по разработке стенда и рассчитаны затраты на проведение НИР, а также определена себестоимость, производственные затраты на изготовление данного оборудования. В результате создания стенда был получен опыт, который поможет в будущих работах при проектировании и разработке других узлов и агрегатов.

Таким образом, считаю, что все поставленные задачи в дипломном проекте были выполнены, а разработанный в процессе стенд предназначен для использования в исследовательской работе и учебном процессе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ, а также в закреплении полученных теоретических знаний на практике будущими специалистами. Данная разработка не итоговая и может быть модернизирована для ускорения и увеличения точности снимаемых характеристик в будущем.

Список используемых источников

1. Ануриев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т.1 / В.И. Ануриев. – Под ред. И.Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2006. – 928 с.
2. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» Уч- методическое пособие – Тольятти: изд-во

ТГУ, 2016. - 51 с.

3. Графкина, М. В. Охрана труда. Автомобильный транспорт / М. В. Графкина. — М., 2014. — 175, [1] с.

4. ГОСТ 12.0.003- 2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

5. ГОСТ Р51709-2012 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.

6. Иванов А. М., Солнцев А. Н., Гаевский В. В. и др. «Основы конструкции автомобиля», Учебник для ВУЗов. — М.: ООО «За рулём», 2005 Рассел, Джесси Автомобильная шина / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 116 с.

7. Капрора, В.Г. «Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений / В.Г. Капрора. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. - 52 с.

8. Куликов, О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ / О. Н. Куликов, Е. И. Ролин. — М., 2016. — 218, [1] с. Легкий, Н. М. Защита от электромагнитного излучения на производстве / Н. М. Легкий. – М., 2020. — 122 с.

9. Лаптев Автомобильная энциклопедия / Лаптев, Т.И. и. - М.: Минск: Харвест, 2008. - 784 с.

10. Люманов Э. М., Ниметулаева Г. Ш., Добролюбова М. Ф., Джиляджи М. С.. Безопасность технологических процессов и оборудования / — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар, 2019. — 221 с.

11. Набоких В.А Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для студентов высш. учеб. заведений / Набоких В.А. – М.: Академия, 2003 г. – 252 с.

12. Проскурин.А.И., Теория автомобиля [Текст] : примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / А. И. Проскурин. - Гриф МО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. - 201 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с.

129. - Прил.: с. 130-200.

13. Сафронов, В.В. Служба охраны труда на предприятии и в учреждении / В.В. Сафронов. – Орел : Издательский Дом «Фолиант», 1996. – 58 с.

14. 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.

15. Устюгов, И.И. Детали машин / И.И. Устюгов. – 2-е изд. – М. : Высш. школа, 1981. – 399 с.

16. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

17. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.

18. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов / В.Е. Ютт. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 г. – 439 с.

19. URL : <https://press.ocenin.ru/generator-peremennogo-toka/> - Общая информация о генераторах переменного тока и ремонтпригодность.

20. URL : <https://centr-to.ru/category-stendy-dlya-proverki-generatorov-i-starterov> - Общая информация об иностранных стендах, а также об отечественных разработках, технические характеристики и возможности.

21. URL : <https://www.autoezda.com/ystroustvo-dat4iks.html> - Статья об электрооборудовании автомобиля, основные датчики нагружаемые системы, потребители и остальные системы автомобиля.

22. Bosch, R. Bosch Automotive Handbook / R. Bosch. - 8/e. - Wiley Publishing Company, Hoboken, New Jersey, 2004. – 122 p.

23. Ion, B. Boldea Electrical machines and systems/ I. Boldea -1/e

Electric generators and motors, CES New York, 2107. – 314 p.

24. Lubis S. Design and generating energy as a car to be an alternative electricity/ IOP Conference series: Material Science and Engineering 674 (1) 012061 ., 2019 – 95p.

25. Phillips, C.L. Adaptive technique by motor engines of a direct current / C.L. Phillips. - John Wiley & Sons, New York, 1972. – 56 p.

26. Vincent, Del Toro Electric machines and power systems/ V. Del Toro, Prentice Hall Inc., Old Tappan NJ., 1985 – 71 p.

Приложения А
Графики тягового расчета

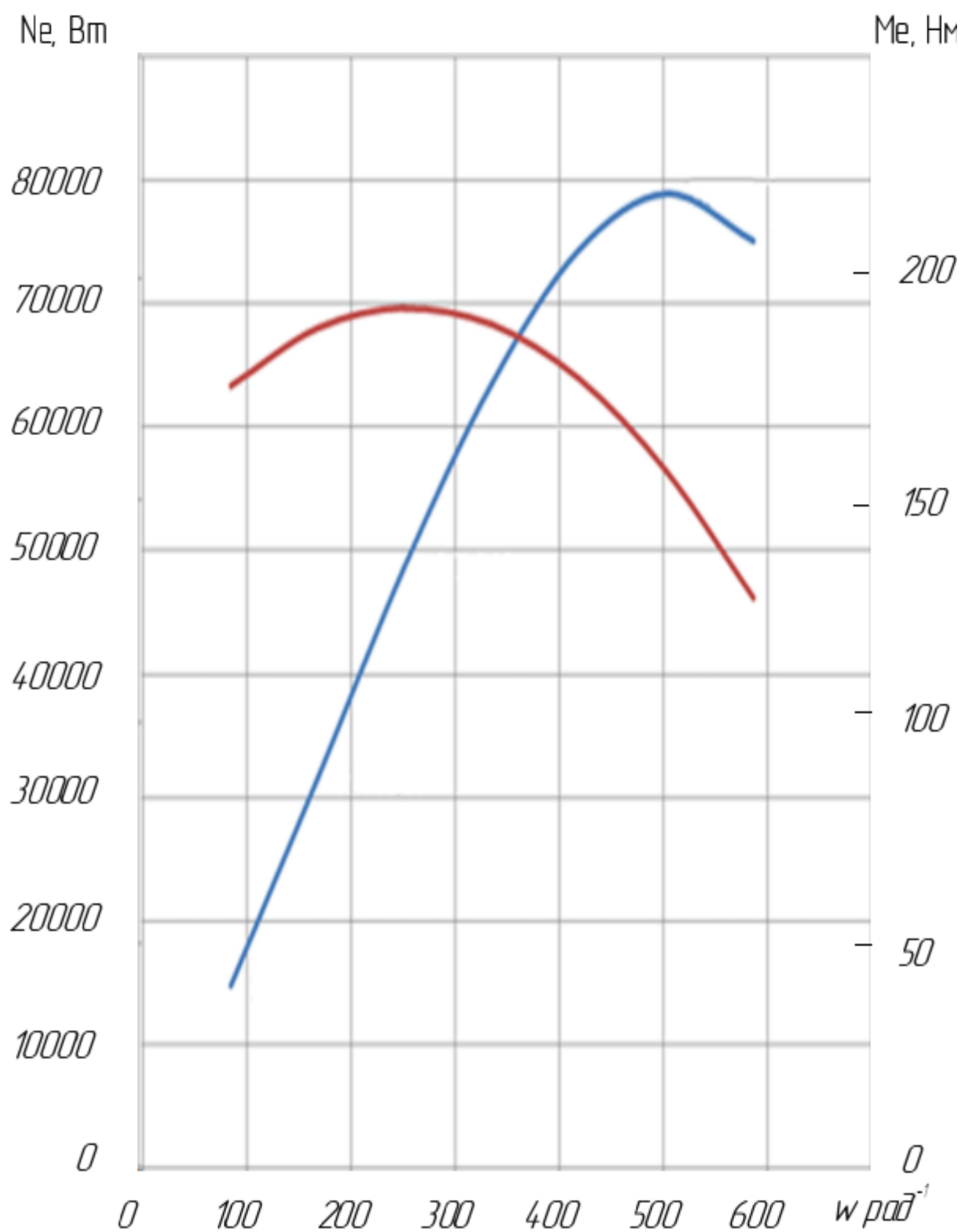


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

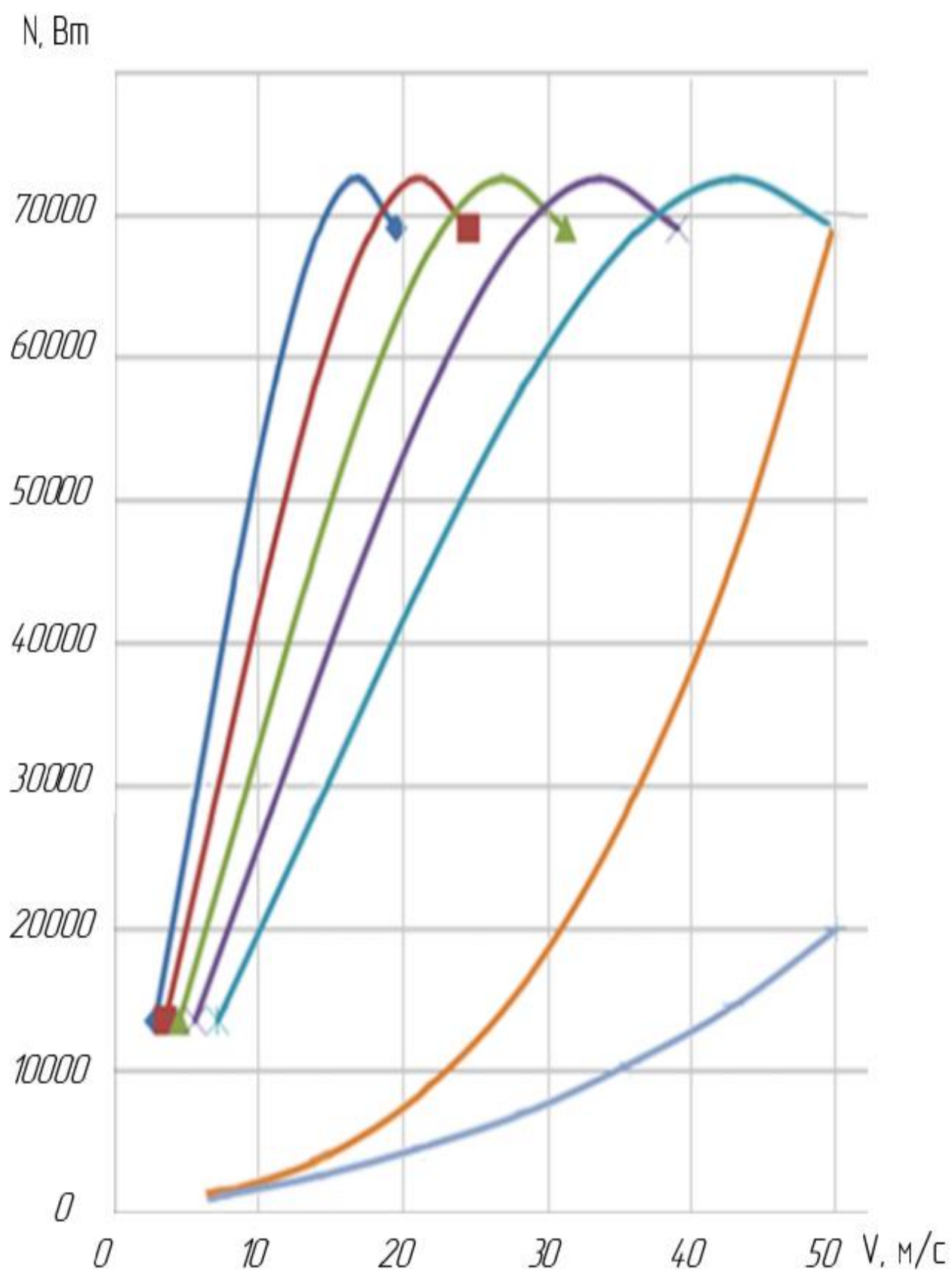


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

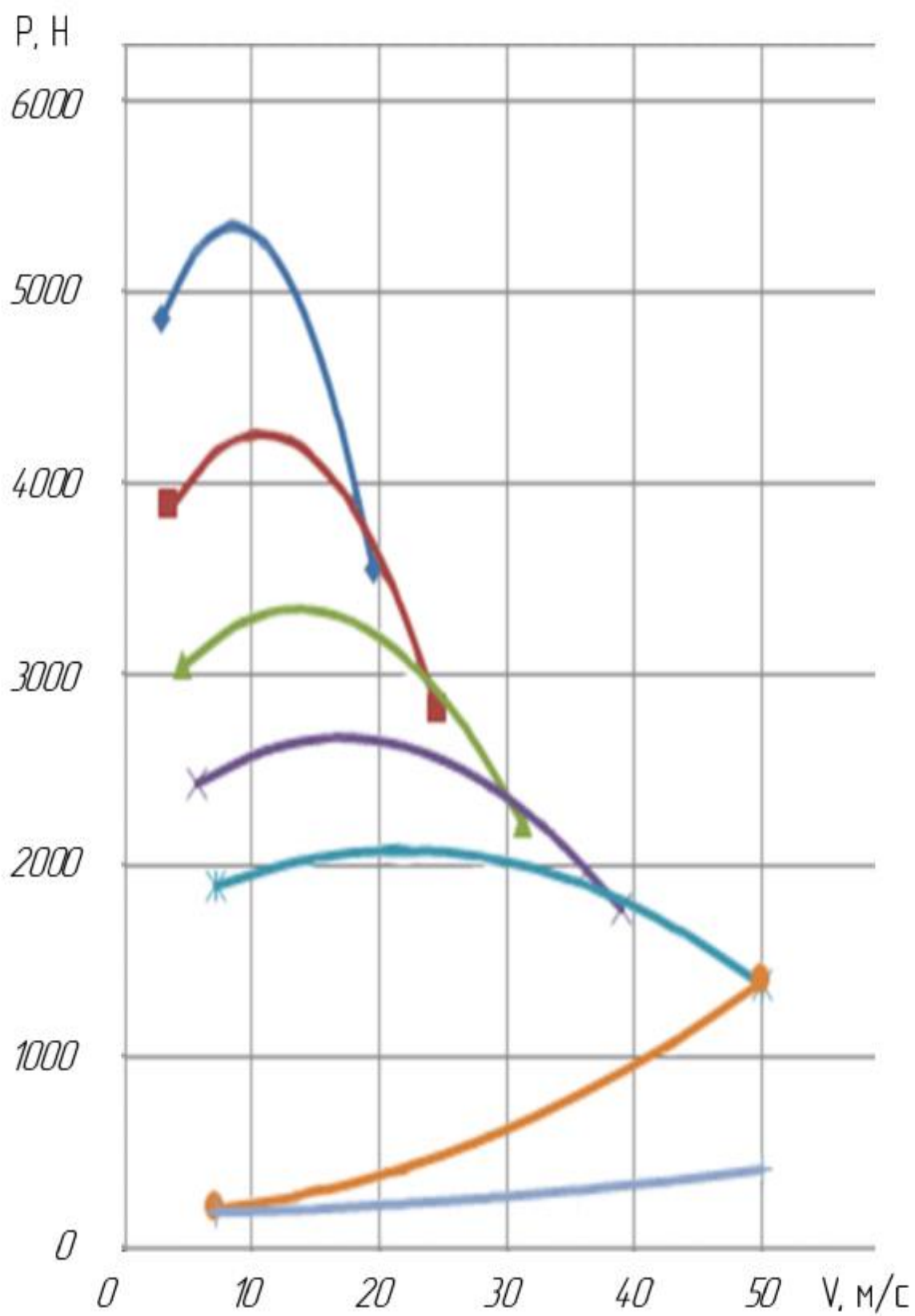


Рисунок А.3 – Тяговый баланс автомобиля

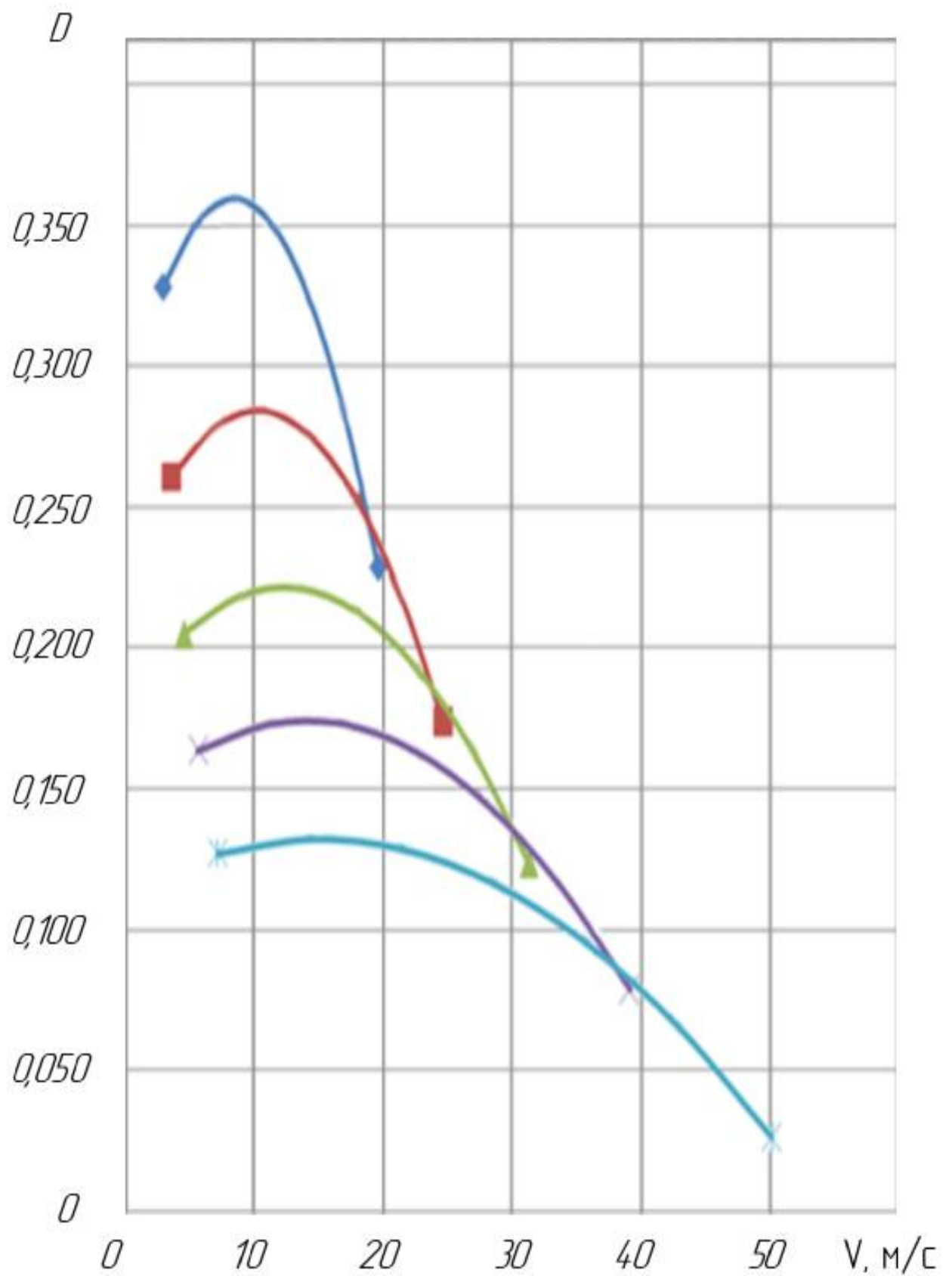


Рисунок А.4 – Динамическая характеристика

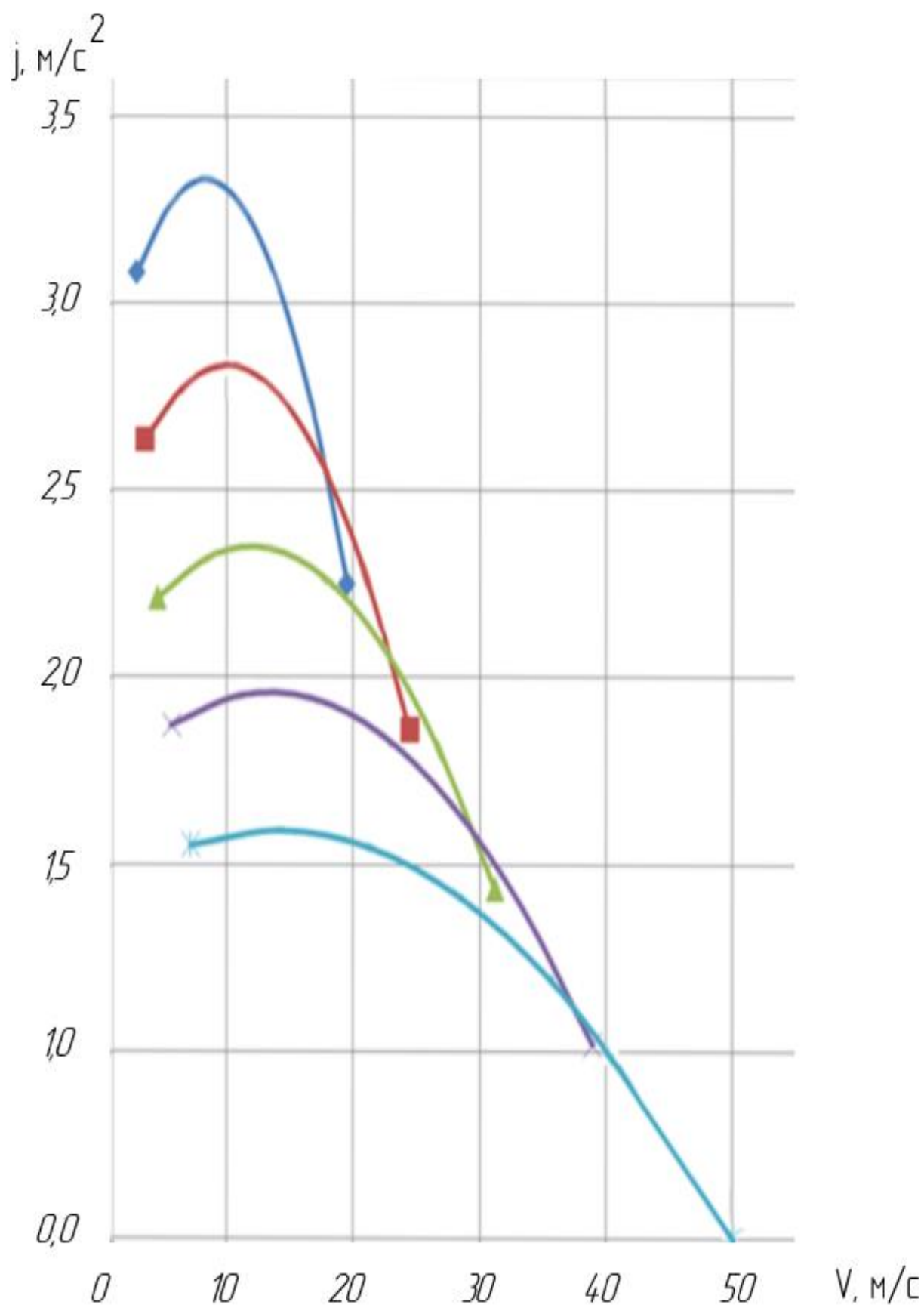


Рисунок А.5 – Ускорение автомобиля

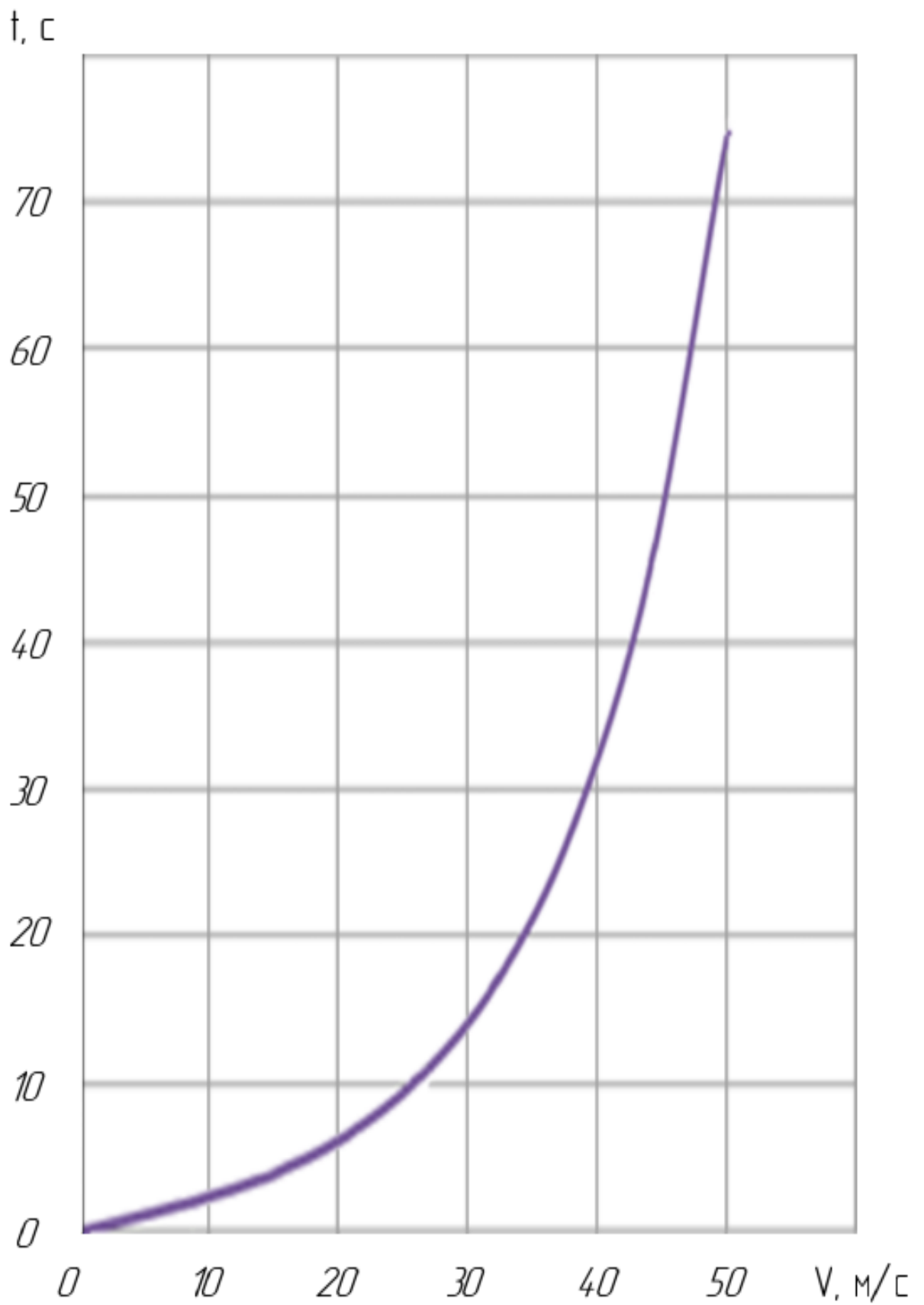


Рисунок А.6 – Время разгона автомобиля

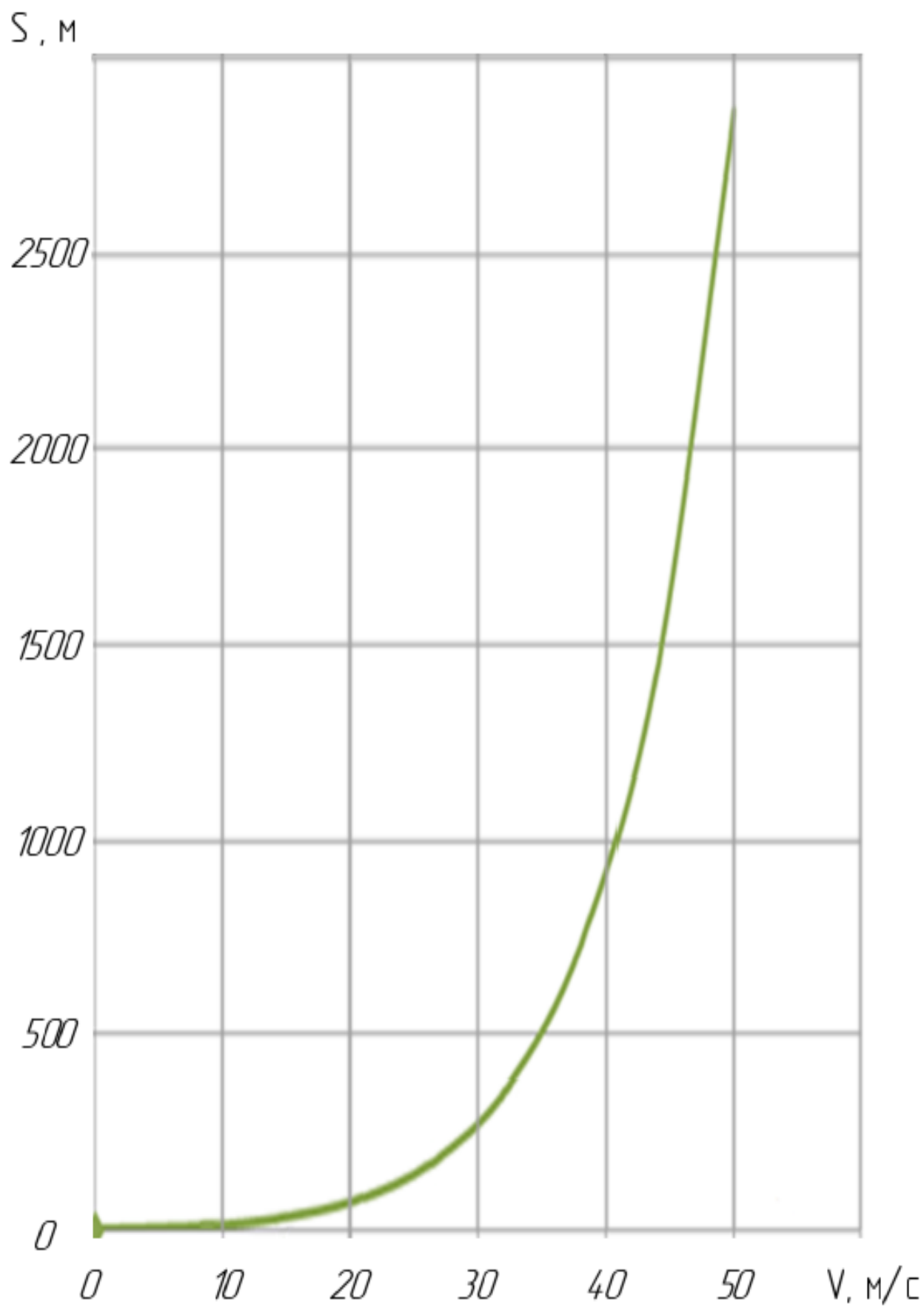


Рисунок А.7 – Путь разгона автомобиля

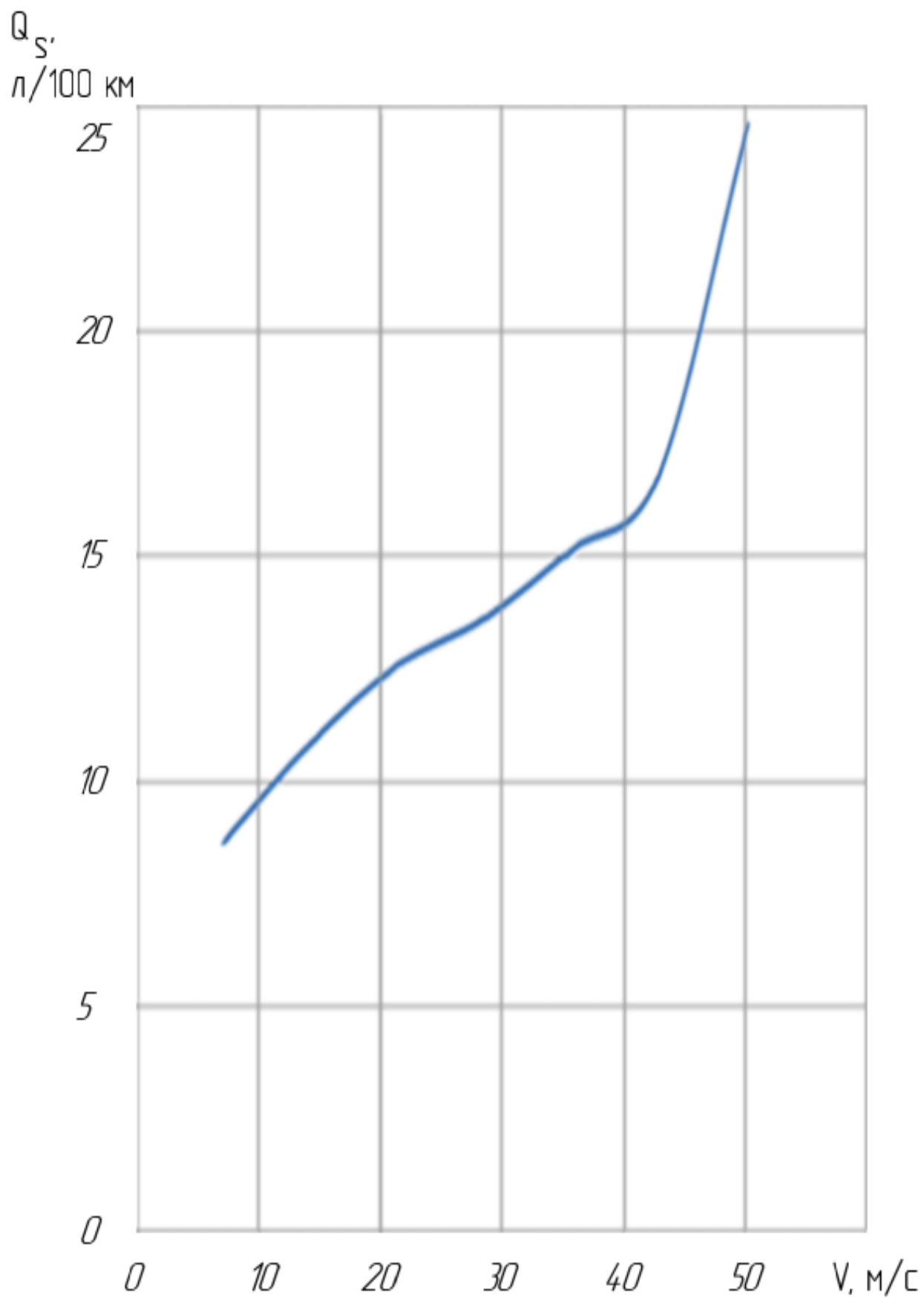


Рисунок А.8 – Топливо - экономическая характеристика

Приложение Б
Спецификация

	Формат	Этап	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Генер. примеч.					<u>Документация</u>			
	A1			22.ДП.148.61.001 СБ	Сборочный чертеж	1		
	A1			22.ДП.148.61.002 СБ	Сборочный чертеж	1		
	A1			22.ДП.148.61.003 СБ	Сборочный чертеж	1		
Сбороч. №					<u>Сборочные единицы</u>			
		1		22.ДП.148.61.001.001	Рама	1		
		2		22.ДП.148.61.001.002	Двигатель дисковой пилы	1		
		3		22.ДП.148.61.001.003	Генератор	1		
		4		22.ДП.148.61.001.004	Приборная панель	1		
Лист и форма					<u>Детали</u>			
		5		22.ДП.148.61.001.005	Шкив ведущий	1		
		6		22.ДП.148.61.001.006	Шкив ведомый	1		
		7		22.ДП.148.61.001.007	Стержень крепежный	1		
		8		22.ДП.148.61.001.008	Верхний защитный лист	1		
		9		22.ДП.148.61.001.009	Боковой защитный лист	1		
		10		22.ДП.148.61.001.0010	Блок контроллер			
	Взам. инв. №					<u>Стандартные изделия</u>		
			11			Ремень 20x900 Li/950	4	
			12			Болт М8x8 ГОСТ 15589-70	4	
		13			Болт М8x16 ГОСТ 15589-70	7		
Лист и форма					22.ДП.148.61.001			
					Стенд для испытания генераторов			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Куракин Н.А.				Лит.	Лист	
	Проф.	Черепанов Л.А.				1	2	
	Исполн.	Черепанов Л.А.				ТГУ, АТс-1701а		
	Утв.	Боробовский А.В.						
Копировал						Формат А4		

Рисунок Б.1 – Спецификация стенда для испытания генераторов

Продолжение приложения Б

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			22.ДП.148.6.1.004 СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Сборочные единицы</u>						
	1		22.ДП.148.6.1.004.001	Кожух защитный	1	
<u>Детали</u>						
	2		22.ДП.148.6.1.004.002	Верхний защитный лист	1	
	3		22.ДП.148.6.1.004.003	Боковой защитный лист	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	4			Болт М8х8 ГОСТ 15589-70	2	
	5			Болт М8х16 ГОСТ 15589-70	3	
	6			Болт М8х18 ГОСТ 15589-70	1	
	7			Болт М8х28 ГОСТ 15589-70	1	
	8			Гайка М8-6Н ГОСТ 15521-70	5	
	9			Шайба А.8.37 ГОСТ 11371-78	5	
	10			Уголок 30х30х3	1	
	11			Уголок 40х40х4	1	
22.ДП.148.6.1.004						
Изм. Лист			№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.			Курдин Н.А.			
Проб.			Черепанов Л.А.			
Исполн.			Черепанов Л.А.			
Утв.			Бобровский А.В.			
				Кожух защитный		
				ТГУ, АТс-1701а		
				Лит. 1		Лист 1
				Лист 1		Листов 1

Копировал

Формат А4

Рисунок Б.3 – Спецификация защитного кожуха

Продолжение приложения Б

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			22.ДП.148.61.007 СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Детали</u>						
		1	22.ДП.148.61.007.001	Уголок 40x40x4 l=584 мм.	2	
		2	22.ДП.148.61.007.002	Уголок 30x30x3 l=194 мм.	4	
		3	22.ДП.148.61.007.003	Уголок 30x30x3 l=156 мм.	2	
		4	22.ДП.148.61.007.004	Уголок 30x30x3 l=594 мм.	2	
		5	22.ДП.148.61.007.005	Уголок 40x40x4 l=196 мм.	2	
		6	22.ДП.148.61.007.006	Уголок 30x30x3 l=200 мм.	2	
		7	22.ДП.148.61.007.007	Стэлс профиль 60x30x2 l=226 мм.	1	
		8	22.ДП.148.61.007.008	Крепежный элемент генератора.	1	
		9	22.ДП.148.61.007.009	Уголок 40x40x4 l=40 мм.	4	
		10	22.ДП.148.61.007.010	Уголок 40x40x4 l=192 мм.	1	
		11	22.ДП.148.61.007.011	Уголок 80x40x4 l=192 мм.	1	
22.ДП.148.61.007						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Курдин Н.А.				
Проб.		Черепанов Л.А.				
Исполн.		Черепанов Л.А.				
Утв.		Бородинский А.В.				
Рама в сборе					Лист	Листов
						1
					ТГУ, АТс-1701а	
				Копировал	Формат А4	

Рисунок Б.4 – Спецификация рамы в сборе