

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

---

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей  
(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

---

Автомобили и тракторы  
(направленность (профиль)/специализация)

---

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка электромагнитной тормозной системы для автомобиля Лада Веста

Студент

Д.В. Гусар

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2021

## АННОТАЦИЯ

Устойчивость на дороге, удобство обслуживания, безопасность вождения, длительный срок службы и высокую эффективность должен сегодня иметь современный автомобиль.

Тема дипломного проекта: «Разработка электромагнитной тормозной системы для автомобиля Лада Веста». Автотранспортное средство настоящего времени должно иметь комфортную подвеску и надежную систему зажигания, а также бесшумную коробку передач, плавное сцепление, должен иметь относительно быстрое ускорение и отвечать всем современным требованиям безопасности для водителя, пассажиров и всех окружающих его.

Проект состоит из графической части, это 8 листов формата А1, а также из пояснительной записки, включающая в себя разделы конструкторский, экономический, охраны труда. Пояснительная записка содержит 75 страниц формата А4.

Первая часть посвящается классификации существующих в мире типов конструкций, его тенденциям развития в настоящее время, и также проектированию разрабатываемого узла.

Во второй части проекта содержится расчет характеристик автомобиля и конструкторские расчеты, также эта часть касается динамического расчета автомобиля, т.е. эта часть посвящена конструкторским расчетам транспортного средства.

В третьей части проекта содержится перечень опасных и вредных производственных факторов, мероприятия безопасных условий труда и экологичность объекта.

В четвертой части приводятся расчеты экономической эффективности проекта, расчеты точки безубыточности, а также экономические расчеты себестоимости разрабатываемого узла.

В массовое производство внедрение модернизации описанной в дипломном проекте возможно при соответствующем финансировании.

## **ABSTRACT**

Stability on the road, ease of maintenance, driving safety, long service life and high efficiency should have a modern car today.

The topic of the diploma project: « Development of an electromagnetic braking system for the Lada Vesta Car ». A vehicle of the present time must have a comfortable suspension and a reliable ignition system, as well as a silent gearbox, a smooth clutch, must have a relatively fast acceleration and meet all modern safety requirements for the driver, passengers and everyone around him.

The project consists of a graphic part, it is 8 sheets of A1 format, as well as an explanatory note, which includes the sections design, economic, labor protection. The explanatory note contains 75 pages of A4 format.

The first part is devoted to the classification of existing types of structures in the world, its current development trends, and also the design of the node being developed.

The second part of the project contains the calculation of the characteristics of the car and design calculations, this part also concerns the dynamic calculation of the car, i.e. this part is devoted to the design calculations of the vehicle.

The third part of the project contains a list of dangerous and harmful production factors, measures for safe working conditions and environmental friendliness of the facility.

The fourth part contains calculations of the economic efficiency of the project, calculations of the break-even point, as well as economic calculations of the cost of the developed node.

In mass production, the implementation of the modernization described in the diploma project is possible with appropriate funding.

# СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 5  |
| 1 Состояние вопроса.....   | 6  |
| 1.1 Назначение тормозной системы .....                               | 6  |
| 1.2 Требования к тормозной системе .....                             | 12 |
| 1.3 Классификация конструкций тормозных систем.....                  | 14 |
| 1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию тормозов..... | 17 |
| 2 Конструкторская часть.....   | 20 |
| 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля .....                      | 20 |
| 2.2 Расчет тормозной системы автомобиля .....                        | 34 |
| 3 Безопасность и экологичность объекта.....                          | 41 |
| 4 Экономическая эффективность проекта .....                          | 51 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 67 |
| Список используемых источников .....                                 | 68 |
| Приложение А Графики тягового расчета .....                          | 70 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

«Автомобильная промышленность является одним из ведущих направлений развития мировой экономики. Эффективная работа автомобильного транспорта имеет большое значение для всех других отраслей промышленности. Инновации и развитие новых технологий также важны для развития всей мировой промышленности. Важное значение имеют также разработка и создание более современных моделей, совершенствование системы агрегатов, улучшение их эксплуатационных свойств.»[4]

Автомобильный транспорт сейчас – самый распространённый вид транспорта. Автомобильный транспорт моложе железнодорожного и водного транспорта. «Автомобильная промышленность по объёму производства, а также по стоимости основных фондов она является крупнейшей отраслью машиностроения. Продукция автомобилестроения широко используется во всех отраслях экономики и является одним из самых ходовых товаров в розничной торговле.

Основными направлениями дальнейшего развития технического уровня автомобилей являются снижение расхода топлива и масла, снижение трудоемкости технического обслуживания, снижение стоимости материалов для изготовления автомобиля, снижение шума, токсичности выхлопных газов, повышение надежности и безопасности автомобилей.

Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорт, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.»[4]

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение тормозной системы

Тормозная система - это важнейшая единица в работе каждого современного автомобиля. Безопасность водителя и его пассажиров напрямую зависит от эффективности его эксплуатации и исправного состояния. Его основная функция-контроль скорости автомобиля, торможение и необходимая остановка.

Для обеспечения безопасности дорожного движения каждое транспортное средство должно не только эффективно маневрировать, но и останавливаться на небольшом расстоянии. И второй фактор более важен. Для этой цели любое транспортное средство имеет тормозную систему.

Как только колесо было изобретено, сразу же возник вопрос: как замедлить его вращение и сделать этот процесс максимально плавным. Первые тормоза выглядели очень примитивно - деревянный блок, прикрепленный к системе рычагов. При соприкосновении с поверхностью колеса возникало трение, и колесо останавливалось. Тормозное усилие зависело от физических данных водителя - чем сильнее нажимался рычаг, тем быстрее машина останавливалась.

«На протяжении десятилетий механизм совершенствовался: блок обтягивали кожей, меняли его форму и положение возле колеса. В начале 1900-х годов появилась первая разработка эффективного автомобильного тормоза, хотя и очень шумного. Более усовершенствованный вариант механизма был предложен Луи Рено в том же десятилетии.»[4]

С развитием автоспорта были внесены значительные коррективы в тормозную систему, так как автомобили увеличивали мощность и, одновременно, скорость. Уже в 50-е годы XX века появились разработки действительно эффективных механизмов, обеспечивающих быстрое торможение колес спортивных автомобилей.

«В то время в автомобильном мире уже существовало несколько

вариантов различных систем: барабанная, дисковая, башмачная, ременная, гидравлическая и фрикционная. Были даже электронные устройства. Конечно, все эти системы в современном дизайне сильно отличаются от своих первых аналогов, а некоторые и вовсе не используются из-за их непрактичности и низкой надежности.

Самая надежная система в наши дни-дисковая. Современные спортивные автомобили оснащаются большими дисками, которые спарены с широкими тормозными колодками, а суппорты в них имеют от двух до 12 поршней.»[4]

Дисковые тормоза - используются на передней оси, а в спортивных автомобилях и автомобилях премиум-класса и выше они также используются на задней оси. Суппорт зажимает тормозной диск с обеих сторон.

Современные автомобили оснащаются тремя типами этих устройств:

- о Рабочая тормозная система.
- о Парковка.
- о Резервное.

Первая система работает так - устройство предназначено для эффективного снижения скорости автомобиля, а также для его полной остановки. Его можно использовать при управлении транспортным средством (снижении скорости перед опасным объектом или при прохождении маневров).

Вторая тормозная система - стояночный тормоз. Он предназначен для удержания автомобиля на месте (например, чтобы автомобиль не скатился на стоянке или скользкой дороге). Эту систему в народе называют просто «ручником». Устройство системы включает в себя шток (рычаг, расположенный в кабине рядом с рычагом переключения передач) и трос, разветвленный на два колеса.

В классическом варианте ручной тормоз активирует основные тормозные колодки на задних колесах. Однако есть модификации, которые имеют свои собственные колодки.

Следующий элемент-резервный. Эти тормозные системы используются только тогда, когда первая выходит из строя и перестает функционировать. Чаще всего это автономная часть рабочего устройства.

Тормозное устройство в действии - этот элемент играет значительную роль в системе автомобиля. Он служит для управления скоростью транспортного средства, если необходимо замедлить или остановиться.

Устройство тормозного механизма - на оси которая крепится к балке моста на двух подшипниках будет вращаться ступица колеса, к этой ступице крепится тормозной диск и к тормозному диску вместе со ступицей крепится колесо автомобиля с помощью болтов или гаек. При движении автомобиля вращается колесо, также вращается и тормозной диск.

«Тормозной механизм приводится в действие с помощью специального фрикционного материала. Последний создает силу трения, в результате чего диск или барабан замедляет свое движение. Соответственно, в этом случае автомобиль начинает снижать свою скорость. От того, насколько высокой будет эта величина, зависит сила, воздействующая на тормозные колодки и диск.»[11]

Тормозная система (рабочая) устанавливается в колеса автомобиля. Как мы уже говорили выше, они могут быть как дисковыми, так и барабанными. Рядом с диском стоят тормозные колодки и если зажать тормозные колодки то за счёт сил трения между колодками и диском скорость вращения диска уменьшается или вообще останавливается. Прижимать тормозные колодки к тормозному диску будут поршни, которые устанавливаются в тормозные цилиндры, и когда в цилиндре приходит тормозная жидкость прижимаются тормозные колодки к тормозному диску. Далее за счёт трения между ними скорость вращения тормозного диска снижается. Цилиндр и все остальное в сборе это будет называться тормозной суппорт. К нему будет подходить трубопровод, который идёт от главного тормозного цилиндра, который состоит непосредственно из цилиндра поршня штока и тормозной педали. Тормозной барабан (вращающаяся часть) и колодки (неподвижная часть). Как правило, все современные автомобили, особенно зарубежные, оснащены дисковыми устройствами. Схема дисковой тормозной системы показывает, что колодки в этом механизме расположены внутри ползуна с обеих сторон вращающегося

диска. Рабочие цилиндры установлены в пазах ползуна (сама деталь закреплена на кронштейне). При торможении они зажимают колодки к тормозному диску, из-за чего происходит резкое снижение скорости. Однако при этом вся система подвергается кардинальным температурным нагрузкам, которые возникают в результате действия силы трения. А чтобы колодки не нагревались и не прилипали к диску, в колесах есть специальные вентиляционные отверстия, через которые поток воздуха поступает в систему. Поскольку на ступице с тормозным диском установлено колесо, то естественно и колесо будет снижать скорость вращения, а это значит, что и автомобиль будет снижать скорость движения. По такому принципу работают тормозные механизмы на каждом колесе.

Рассмотрим тормозные системы: их устройство, неисправности и принцип действия. Тормозная система транспортного средства представляет собой совокупность деталей и механизмов, основное назначение которых состоит в том, чтобы как можно скорее замедлить вращение колес. Современные системы оснащены электронными устройствами и механизмами, стабилизирующими транспортное средство в условиях экстренного торможения или на неустойчивых дорогах. К таким системам и механизмам относятся, например, АБС и дифференциал.

Бюджетные автомобили оснащаются комбинированной тормозной системой - диски крепятся к передним ступицам, а барабаны - к задним колесам. Элитные и спортивные автомобили имеют дисковые тормоза на всех колесах. Тормоза активируются нажатием на педаль, расположенную между педалями сцепления и газа. Тормоза работают гидравлически. «Когда водитель нажимает на педаль, в магистрали, заполненной тормозной жидкостью, накапливается давление. Жидкость воздействует на поршень механизма, расположенный рядом с тормозными колодками каждого колеса. Чем сильнее водитель нажимает на педаль, тем отчетливее срабатывает тормоз. Силы, поступающие от педали, передаются на исполнительные механизмы и, в зависимости от типа системы, на колесах либо колодки зажимают тормозной диск, либо они раздвигаются и упираются в ободья барабана.»[4] Чтобы преобразовать усилия

водителя в большее давление, в линиях создается вакуум. Этот элемент увеличивает поток жидкости в линии. Современные системы сконструированы так, что если тормозные шланги разгерметизированы, то тормоз все равно будет работать (если хотя бы одна трубка останется неповрежденной). Вся тормозная магистраль разделена на два контура. Производители часто подключают колеса к отдельной цепи по диагонали автомобиля. Расширительный бачок, установленный на главном тормозном цилиндре, имеет внутри перегородку на определенном уровне (соответствует критическому минимальному значению). Пока тормоза в порядке, объем тормозной жидкости выше, чем перегородка, поэтому силы от вакуумного усилителя прикладываются одновременно к двум шлангам, и они работают как одна линия. Если шланг порвется или трубка будет иметь повреждение, уровень жидкости упадет. Барабанные системы - старые автомобили имели только такие тормоза, а бюджетные автомобили, выпускаемые сегодня, оснащены такими тормозами только на задней оси. Подавляющее большинство автомобилей (в основном бюджетные и модели среднего класса) оснащаются такими механизмами на задней оси. Они отличаются высокой надежностью и стабильностью. В таких тормозах из-за износа колодок образуется повышенный зазор между поверхностью трения и стенками барабанов. Механизм включает в себя регулятор, который компенсирует это расстояние, перемещая колодки как можно ближе к стенкам барабана. Процесс самоустанавливания механизма в основном происходит при резком торможении. Тормоза охлаждаются ребрами жесткости на самом барабане и большим количеством металлических деталей; Торможение в таких механизмах не так эффективно, как в дисковых аналогах, но с точки зрения надежности они имеют более высокий уровень (посторонний предмет, например ветка, не может попасть в механизм и заблокировать его работу), поэтому производители не спешат снимать их со своих автомобилей; «Колодки-это еще один элемент, принимающий участие в торможении колес. Это металлическая деталь с фрикционной накладкой. Некоторые модели имеют цветной и звуковой слой, указывающий на износ поверхности трения. В

случае, если автолюбитель забудет обратить внимание на состояние тормозов, изношенные колодки дадут о себе знать - постоянный скрип при торможении.  
»[11]

В процессе эксплуатации необходимо знать что когда тормозные колодки трутся по тормозному диску за счёт трения они изнашиваются и становятся очень тонкими поэтому периодически тормозные колодки надо менять, в принципе заменить тормозные колодки может и сам водитель достаточно снять колесо. Но лучше всего эту операцию доверить именно опытному автослесарю по скольку с тормозами шутки плохи. Еще одна тонкость - связано с тем что над главным тормозным цилиндром установлен бачок для хранения запаса тормозной жидкости, если в процессе эксплуатации это тормозная жидкость где-то подтекает то чтобы не остаться в один прекрасный момент вообще без тормозов водитель должен периодически контролировать наличие тормозной жидкости, это можно сделать визуально посмотрев на тормозной бачок он выполнен из полупрозрачного пластика и в конструкции этого бочка имеется крышка, в которой установлен поплавок, нижняя часть поплавка имеет токоразностную пластину и когда уровень тормозной жидкости опускается, опускается поплавок верхняя пластина замыкает два только ведущих контакта и теперь ток от аккумуляторной батареи пойдёт через пластину на лампочку стояночного тормоза которая расположена на панели приборов. Если поставить машину на стояночный тормоз, то есть поднять ручник, то это лампочка будет гореть на щитке приборов, если с ручника снять, то это лампочка погаснет, а вот если в процессе движения автомобиля это лампочка начинает мигать это говорит о том что уровень тормозной жидкости достиг критического значения и дальше так ездить нельзя, надо доливать тормозную жидкость и как можно быстрее ехать в автосервис. Если в процессе эксплуатации произошли какие-то изменения в тормозной системе, скажем педаль стала очень мягкой или раньше срабатывали тормоза в начале хода педали, а теперь в конце нужно ехать в автосервис.

## 1.2 Требования к тормозной системе

### Работа (основной) тормозной системы

Основной задачей работающей тормозной системы является регулирование скорости автомобиля до полной остановки.

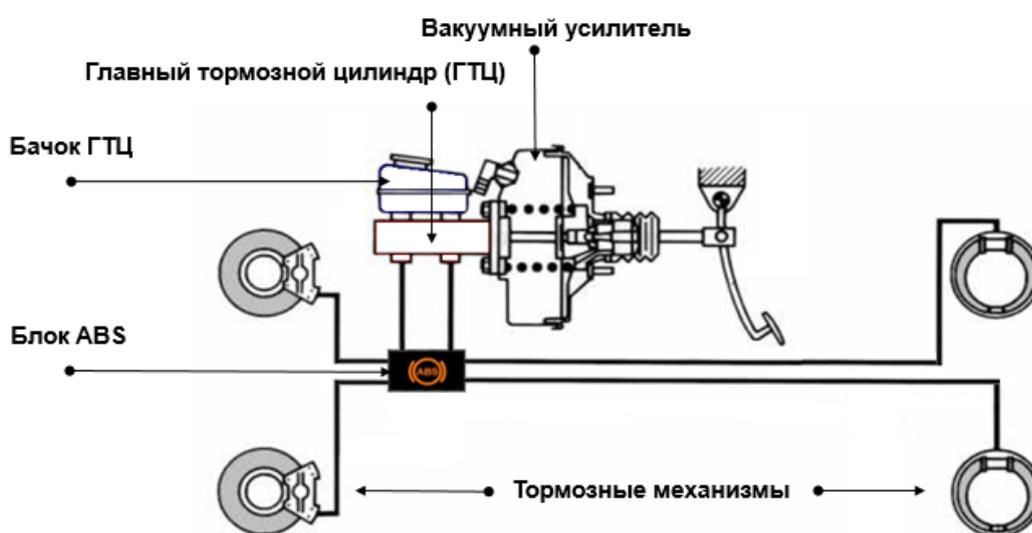


Рисунок 1 - Схема тормозной системы автомобиля

«Схема тормозной системы представлена на рисунке 1.

Гидравлический блок состоит из:

главный тормозной цилиндр (ГТЦ); вакуумный усилитель; регулятор давления в задних тормозных механизмах (если ABS отсутствует); блок ABS (если имеется); тормозной рабочий цилиндр; рабочие контуры. Главный тормозной цилиндр преобразует усилие, передаваемое водителем на педаль тормоза, в давление рабочей жидкости в системе и распределяет его по всему контуру работы.»[24] Для увеличения силы, создающей давление в тормозной системе, гидравлика агрегата оснащена вакуумным усилителем. Регулятор давления

предназначен для снижения давления в тормозном креплении задних колес, что способствует более эффективному торможению»[11].



Рисунок 2 - Виды контуров тормозной системы

Виды контуров тормозной системы представлены на рисунке 2.

«Контур тормозной системы, представляющей собой замкнутую систему труб, соединяют главный тормозной цилиндр и тормозные механизмы колес. Контур могут дублировать друг друга или выполнять только свои собственные функции. Наиболее популярна двухконтурная схема тормозного привода, в которой пара контуров работает по диагонали. »[23]

Схема стояночного тормозной системы представлена на рисунке 3.

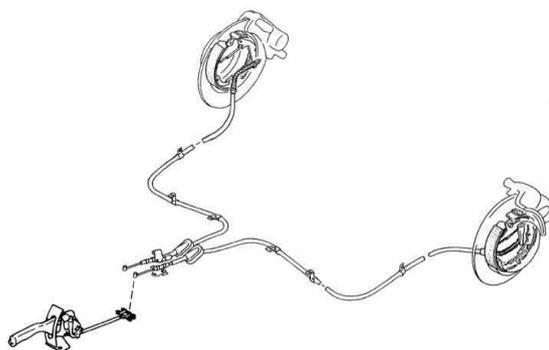


Рисунок 3 - Схема стояночного тормоза

### 1.3 Классификация конструкций тормозных систем

«Основой тормозной системы являются тормозные механизмы и их приводы. Тормозная система, используется для создания тормозного момента, необходимого для торможения и остановки транспортного средства. Механизм установлен на ступице колеса, и принципы его работы основаны на использовании силы столкновения-трения. Тормозная система может быть дисковой или барабанной. »[22]

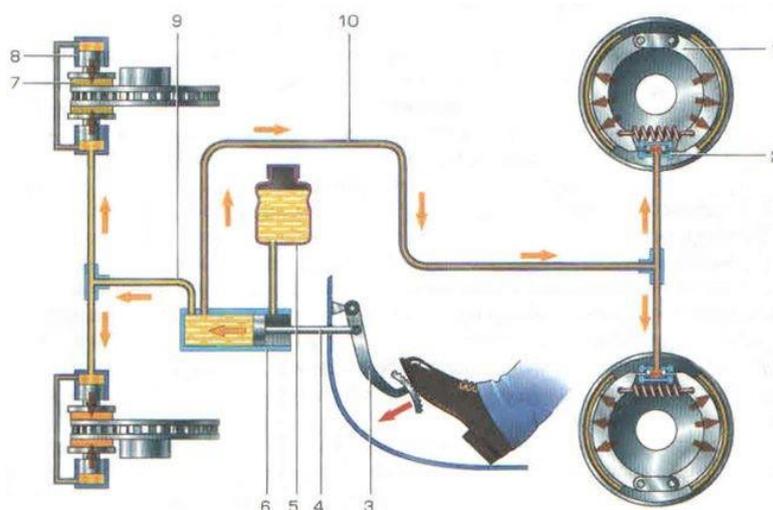


Рисунок 4 - Тормозная система

Управляет тормозными механизмами привод. Схема представлена на рисунке 4. Тормоза машин состоят из двух категорий элементов:

Привод - это система, приводящая в движение часть тормозного механизма;

«Гидравлический принцип - это принцип работы большинства современных систем. Конструкция такого привода включает педаль, вакуумный усилитель, рабочий и главный цилиндры, линию (трубки);

Пневматический - в основном используется в грузовом транспорте. Эта система питается от сжатого воздуха. Его устройство включает в себя: компрессор, ресивер, педаль и другие элементы, обеспечивающие постоянное давление воздуха в системе;

Электропневматический или другой тип комбинированного привода

применяется редко, так как имеет сложное устройство и дорогостоящее техническое обслуживание.»[21]

«Существуют разные типы тормозного привода: пневматический, электрический и комбинированный. Последний может быть представлен как пневмогидравлический или гидропневматический. Принцип работы тормозной системы - тормозная система работает следующим образом: при нажатии на педаль тормоза водитель создает усилие, которое передается на вакуумный усилитель. Затем он увеличивается в пустоте усилителя и передается на главный тормозной цилиндр. Плунжер КГТ перекачивает жидкость в колесные цилиндры по трубам, что повышает давление в тормозном узле, а поршни рабочих цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам. Кроме того, при нажатии на педаль давление жидкости увеличивается еще больше, что приводит в действие тормозные механизмы для торможения вращения колес. Давление рабочей жидкости может быть сосредоточено от 10 до 15 МПа. Чем он больше, тем эффективнее торможение. Уменьшение тормозной педали производится для возврата в исходное положение под действием возвратной пружины. КГТ поршня также возвращается в нейтральное положение. Рабочая жидкость также перемещается в главный тормозной цилиндр. Колодки освобождают диски или барабаны. Давление в системе падает.»[20]

А также существуют современные модификации тормозной системы, т.е. тормозного механизма, например, электронная клиновая тормозная, функция которой принципиально отличается от гидравлических тормозов. Зимние испытания показали большую маневренность, меньшее время отклика и меньший тормозной путь.

Система электронного клинового тормоза была основана на относительно старой «технологии» клиновых тормозов, известной со времен повозок или первых автомобилей XIX века, когда на колесо или сам диск нажимали простой клин. Был использован этот простой метод и применен к современным тормозам. Деревянный клин был заменен стальными клиньями, которые запрессованы между суппортом и тормозными колодками. Таким образом скорость снижается. Клинья управляются быстродействующими

электродвигателями, которые вращают ось, воздействующую на рифленый блок, и перемещают ее. Напротив него такой же гофрированный блок. Между двумя досками имеются небольшие ролики, которые при перемещении из-за скручивания оси увеличивают расстояние между сложенными досками. Это создает силу, необходимую для контакта тормозной колодки с диском. Вся система дополнительно использует одинаковое вращение диска для увеличения тормозных сил. Клин вдавливается между тормозной колодкой и суппортом, так что дополнительные усилия, создаваемые двигателем, не требуются. На практике это означает, что чем быстрее движется автомобиль, тем сильнее будет врезаться клин, и у автомобиля будет больше тормозная сила.

Большое преимущество данной проектной конструкции является ее простота, она имеет меньшую массу, меньше деталей, а также нет проблем с тормозной гидравлической жидкостью. И для работы шаговых электродвигателей достаточно классической 12-вольтовой электрической системы. Однако самое большое преимущество - это скорость реакции клиновых тормозов - по сравнению с гидравлической системой они в два раза быстрее. Также система ABS работает намного быстрее. Функцией и реакцией тормозов управляют процессоры, отдельные для каждого двигателя, которые тщательно анализируют положение педали тормоза. Система явно снижает отклик всей системы и сокращает тормозной путь при любых условиях. Используемые процессоры могут быть легко запрограммированы - функции электродвигателей можно адаптировать к модели автомобиля и даже к индивидуальным потребностям водителя. Тесты подтверждают лучшую производительность

На сегодняшний день результаты зимних испытаний показывают снижение отклика до 15% по сравнению с гидравлической системой. Автомобиль, оборудованный классическими тормозами, зимними шинами и системой ABS, должен был останавливаться на скорости 80 км / ч на участке 75 м. Та же машина с теми же параметрами, но оснащенная клиновыми тормозами, нуждалась в расстоянии всего 64,5 м. В то время, когда автомобиль с остановленными клиновыми тормозами автомобиль с обычной тормозной системой двигался со

скоростью 30 км / ч. Такие результаты свидетельствуют о том, что система очень активна.

#### **1.4 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию тормозов**

Главная задача в разработке проекта заключается в том, чтобы обеспечить надежную работу механизма. Представляется такое решение. Предлагается использовать электромагнитную тормозную систему автомобиля. Электромагнитная тормозная система состоит из блока управления (процессора), который взаимодействует с датчиками и исполнительными механизмами системы, педали тормоза и имитатора чувствительности тормоза, а также механизмов запасного колеса. В приводных механизмах задних колес установлены тормозные стояночные механизмы, которые управляются переключателем изнутри автомобиля.

«В отличие от гидравлических и электрогидравлических тормозных систем в электромеханических системах тормозная сила воздействует на тормозной диск вместо традиционной скобы. Тормозная система приводится в действие тормозной педалью, которая через потенциометр связана с электронным блоком управления. Сигнал, зависящий от скорости и усилия нажатия на тормозную педаль, передается в блок управления. В нем в зависимости от режима движения и процесса торможения (частота вращения затормаживаемого колеса, уклонение колеса от прямолинейного курса, поперечное ускорение) поступающие сигналы перерабатываются и рассчитываются электрические величины для оптимальной тормозной силы. Рассчитанные электрические величины передаются в приводной механизм колеса для осуществления процесса торможения.»[18]

«Также предлагается заменить в тормозных механизмах тормозные диски. В место стандартных предлагается установка вентилируемых тормозных дисков с вентиляционными каналами направленными не радиально, а по дуге по ходу движения автомобиля»[18]

Тормозной механизм представляет собой электрический двигатель, установленный в диске колеса, состоящий из статора и вращающегося ротора, установленного на подшипниках. Внутренняя часть ротора представляет собой шестерню короны в шестерне, с которой зацепляются сателлитные шестерни, которые приводят к вращению солнечной шестерни. Ведущий винт устанавливается внутри ротора. Когда заданное количество тока применяется к статору, ротор начинает вращаться, а ведущий винт перемещается на разных скоростях для разных величин движения, а также может изменять направление движения в зависимости от характера вращения ротора. Ведущий болт, подключенный к тормозной колодке, в зависимости от условий дорожного движения и характера торможения, действует на тормозную колодку, нажимая или вытягивая ее от тормозного диска.

Использование электромеханических электромагнитных тормозных систем имеет ряд преимуществ:

- оптимальное соотношение тормозных сил и стабилизация стабильности автомобиля при вождении

- оптимальная чувствительность педали тормоза, которая уменьшает расстояние торможения и остановки

- бесшумный и бесшумный привод педали, характерные для гидравлического привода с АБС

- безопасное перемещение модуля педали в случае аварии

- нет вакуумного усилителя для привода тормозной системы

«Электромагнитные тормозные системы могут выполнять функции ABS, системы направленной стабильности, системы контроля тяги и т. д. По сравнению с гидравлическими системами они работают бесшумно, имеют меньше компонентов тормозной системы и более экологичны из-за отсутствия тормозной жидкости в системе.»[14]

Тормозная система является основой безопасности автомобиля. Поэтому ему всегда следует уделять особое внимание. Если тормозная система обслуживания неисправна, автомобиль не должен приводиться в действие.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1 Исходные данные

|  |                        |
|--|------------------------|
| «Число ведущих колес .....                             | $n_k = 2$              |
| Собственная масса, кг .....                            | $m_o = 1230$           |
| Количество мест.....                                   | 5                      |
| Максимальная скорость, м/с.....                        | $V_{max} = 51,67$      |
| Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с ..... | $\omega_{max} = 680,7$ |
| Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....   | $\omega_{min} = 88$    |
| Коэффициент аэродинамического сопротивления .....      | $C_x = 0,38$           |
| Величина максимально преодолеваемого подъема .....     | $\alpha_{max} = 0,20$  |
| Коэффициент полезного действия трансмиссии.....        | $\eta_{TP} = 0,91$     |
| Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....      | $H = 2,00$             |
| Коэффициент сопротивления качению .....                | $f_{ko} = 0,010$       |
| Число передач в коробке передач .....                  | 5                      |
| Распределение массы автомобиля по осям, % :            |                        |
| передняя ось .....                                     | 51                     |
| задняя ось.....  | 49                     |
| Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....             | $\rho = 1,293$         |
| Плотность топлива, кг/л.....                           | $\rho_t = 0,72$ »[19]  |

#### 2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

а) «Определение полного веса и его распределение по осям»[19]

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \quad (1)$$

«где  $G_0$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа;»[19]

$$G_0 = m_0 \cdot g = 1230 \cdot 9,807 = 12063 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5 = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5 = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 12063 + 3678 + 490 = 16231 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_1 = G_A \cdot 51 = 16231 \cdot 51 = 8278 \text{ Н} \quad (6)$$

$$G_2 = G_A \cdot 49 = 16231 \cdot 49 = 7953 \text{ Н} \quad (7)$$

«б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью Краткого автомобильного справочника [6]

На автомобиле установлены радиальные шины 195/55 R16.»[19]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 195$  – ширина профиля, мм;

$\kappa = 0,55$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 406,4$  – посадочный диаметр, мм;

$\lambda = 0,85$  – коэффициент типа шины.»[19]

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 406,4 + 0,55 \cdot 0,85 \cdot 195) \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ м} \quad (9)$$

### 2.1.3 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (10)$$

«где  $U_K$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость.

Примем значение передаточное число высшей передачи КП равным»[19] 0,784.

$$U_0 = (0,294 \cdot 680,7) / (0,784 \cdot 51,67) = 3,938 \quad (11)$$

### 2.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

«Определяем мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении. »[19]

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (12)$$

«где  $\psi_v$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Для легковых автомобилей принимается, что максимальная скорость достигается на прямолинейном участке, из чего следует, что: »[19]

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (13)$$

$$\psi_v = 0,010 \cdot (1 + 51,67^2 / 2000) = 0,023$$

$$N_v = (16231 \cdot 0,023 \cdot 51,67 + 0,38 \cdot 1,293 \cdot 2,00 \cdot 51,67^3 / 2) / 0,91 = 95983 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (14)$$

«где  $a, b, c$  – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем  $a, b, c = 1$ ),  $\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$  (примем  $\lambda = 1,05$ ).»[19]

$$N_{MAX} = 95983 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 96478 \text{ Вт} \quad (15)$$

«Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:»[19]

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (16)$$

«где  $C_1 = C_2 = 1$  - коэффициенты характеризующие тип двигателя.

Определение значений крутящего момента производится по формуле:»[19]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (17)$$

«Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика»[19]

| Обор. двс, об/мин | Угл. скорость, рад/с | Мощн. двс, кВт | М двс, Н*м |
|-------------------|----------------------|----------------|------------|
| 845               | 88                   | 14,6           | 166,3      |
| 1290              | 135                  | 23,4           | 173,4      |
| 1750              | 182                  | 32,6           | 178,9      |
| 2180              | 229                  | 41,9           | 182,8      |
| 2640              | 276                  | 51,2           | 185,2      |
| 3070              | 324                  | 60,2           | 186,0      |
| 3540              | 371                  | 68,7           | 185,3      |
| 3980              | 418                  | 76,4           | 182,9      |

|      |     |      |       |
|------|-----|------|-------|
| 4440 | 465 | 83,2 | 179,0 |
| 4890 | 512 | 88,9 | 173,5 |
| 5340 | 559 | 93,1 | 166,5 |
| 5790 | 606 | 95,7 | 157,8 |
| 6240 | 653 | 96,5 | 147,6 |
| 6690 | 701 | 95,2 | 135,8 |
| 6500 | 681 | 96,0 | 141,0 |

$n_e$  - «обороты двигателя, об/мин; »[19]

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (18)$$

### 2.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению и максимальному динамическому фактору на первой передаче.

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия: »[19]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}; \quad (19)$$

«где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вытеснения преодолеваемого подъёма  $\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ .»[19]

$$\psi_{MAX} = 0,023 + 0,20 = 0,223 \quad (20)$$

$$U_1 \geq 16231 \cdot 0,223 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 1,601$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0}, \quad (21)$$

«где  $G_{сц}$  - сцепной вес автомобиля»[19] ( $G_{сц} = G_1 \cdot m_1 = 8278 \cdot 0,9 = 7450$  Н,

$m_1$  - «коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ). »[19]

$$U_1 < 7450 \cdot 0,8 \cdot 0,294 / (186,0 \cdot 0,91 \cdot 3,938) = 3,636$$

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 3,600$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[19]

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (3,600 / 0,784)^{1/4} = 1,464 \quad (22)$$

$$U_2 = U_1 / q = 3,600 / 1,464 = 2,459; \quad (23)$$

$$U_3 = U_2 / q = 2,459 / 1,464 = 1,680; \quad (24)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,680 / 1,464 = 1,148; \quad (25)$$

$$U_5 = 0,784. \quad (26)$$

## 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

«Определяем возможные значения скорости на каждой передаче в зависимости от оборотов колен вала: »[19]

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (27)$$

«Таблица 2 - Скорость автомобиля на различных передачах»[19]

| Обор. двс, об/мин | Скор. на 1 пер, м/с | Скор. на 2 пер, м/с | Скор. на 3 пер, м/с | Скор. на 4 пер, м/с | Скор. на 5 пер, м/с |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 840               | 1,8                 | 2,7                 | 3,9                 | 5,7                 | 8,4                 |
| 1290              | 2,8                 | 4,1                 | 6,0                 | 8,8                 | 12,9                |
| 1740              | 3,8                 | 5,5                 | 8,1                 | 11,9                | 17,4                |
| 2190              | 4,8                 | 7,0                 | 10,2                | 14,9                | 21,9                |
| 2640              | 5,7                 | 8,4                 | 12,3                | 18,0                | 26,4                |
| 3090              | 6,7                 | 9,8                 | 14,4                | 21,1                | 30,9                |
| 3540              | 7,7                 | 11,3                | 16,5                | 24,1                | 35,3                |
| 3990              | 8,7                 | 12,7                | 18,6                | 27,2                | 39,8                |
| 4440              | 9,7                 | 14,1                | 20,7                | 30,3                | 44,3                |
| 4890              | 10,6                | 15,6                | 22,8                | 33,4                | 48,8                |

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 5340 | 11,6 | 17,0 | 24,9 | 36,4 | 53,3 |
| 5790 | 12,6 | 18,4 | 27,0 | 39,5 | 57,8 |
| 6240 | 13,6 | 19,9 | 29,1 | 42,6 | 62,3 |
| 6690 | 14,5 | 21,3 | 31,2 | 45,6 | 66,8 |
| 6500 | 14,1 | 20,7 | 30,3 | 44,3 | 64,9 |

### 2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (28)$$

«Таблица 3 - Тяговый баланс»[19]

| Обор. двс,<br>об/мин | F тяги на 1<br>пер, Н | F тяги на 2<br>пер, Н | F тяги на 3<br>пер, Н | F тяги на 4<br>пер, Н | F тяги на 5<br>пер, Н |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 840                  | 7287                  | 4978                  | 3401                  | 2323                  | 1587                  |
| 1290                 | 7598                  | 5191                  | 3546                  | 2422                  | 1655                  |
| 1740                 | 7840                  | 5356                  | 3659                  | 2499                  | 1707                  |
| 2190                 | 8013                  | 5474                  | 3740                  | 2555                  | 1745                  |
| 2640                 | 8118                  | 5545                  | 3788                  | 2588                  | 1768                  |
| 3090                 | 8153                  | 5569                  | 3805                  | 2599                  | 1776                  |
| 3540                 | 8119                  | 5546                  | 3789                  | 2588                  | 1768                  |
| 3990                 | 8017                  | 5476                  | 3741                  | 2556                  | 1746                  |
| 4440                 | 7845                  | 5359                  | 3661                  | 2501                  | 1708                  |
| 4890                 | 7605                  | 5195                  | 3549                  | 2424                  | 1656                  |
| 5340                 | 7295                  | 4984                  | 3404                  | 2326                  | 1589                  |
| 5790                 | 6917                  | 4725                  | 3228                  | 2205                  | 1506                  |
| 6240                 | 6470                  | 4420                  | 3019                  | 2063                  | 1409                  |
| 6690                 | 5954                  | 4067                  | 2778                  | 1898                  | 1297                  |
| 6500                 | 6180                  | 4222                  | 2884                  | 1970                  | 1346                  |

### 2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[19]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (29)$$

«Сила сопротивления качению: »[19]

$$F_f = G_A \cdot f_k; \quad (30)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (31)$$

«Полученные данные заносим в таблицу и строим графики зависимости сил сопротивления от скорости.

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[19]

| Скор-ть,<br>м/с | F сопр.<br>возд, Н | F сопр.<br>кач-ю, Н | ΣF сопр.<br>движ-ю, Н |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 0               | 0                  | 162                 | 162                   |
| 5               | 12                 | 164                 | 177                   |
| 10              | 49                 | 170                 | 220                   |
| 15              | 111                | 181                 | 291                   |
| 20              | 197                | 195                 | 391                   |
| 25              | 307                | 213                 | 520                   |
| 30              | 442                | 235                 | 678                   |
| 35              | 602                | 262                 | 864                   |
| 40              | 786                | 292                 | 1078                  |
| 45              | 995                | 327                 | 1322                  |
| 50              | 1228               | 365                 | 1594                  |
| 55              | 1486               | 408                 | 1894                  |
| 60              | 1769               | 454                 | 2223                  |
| 65              | 2076               | 505                 | 2581                  |

«2.1.9 Динамический фактор»[19]

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (32)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сш} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (33)$$

«По этим формулам и данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора  $D$  от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносят в таблицу и представляют графически.

Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[19]

| Обор. двс, об/мин | Дин-й фактор на 1пер | Дин-й фактор на 2пер | Дин-й фактор на 3пер | Дин-й фактор на 4пер | Дин-й фактор на 5пер |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 840               | 0,449                | 0,307                | 0,209                | 0,142                | 0,096                |
| 1290              | 0,468                | 0,319                | 0,217                | 0,147                | 0,097                |
| 1740              | 0,483                | 0,329                | 0,223                | 0,150                | 0,096                |
| 2190              | 0,493                | 0,336                | 0,227                | 0,151                | 0,093                |
| 2640              | 0,499                | 0,340                | 0,229                | 0,150                | 0,088                |
| 3090              | 0,501                | 0,340                | 0,228                | 0,147                | 0,081                |
| 3540              | 0,498                | 0,338                | 0,225                | 0,142                | 0,071                |
| 3990              | 0,492                | 0,333                | 0,220                | 0,135                | 0,060                |
| 4440              | 0,481                | 0,324                | 0,213                | 0,126                | 0,046                |
| 4890              | 0,465                | 0,313                | 0,203                | 0,116                | 0,030                |
| 5340              | 0,445                | 0,298                | 0,191                | 0,103                | 0,012                |
| 5790              | 0,421                | 0,281                | 0,177                | 0,089                | -0,008               |
| 6240              | 0,393                | 0,260                | 0,160                | 0,072                | -0,031               |
| 6690              | 0,360                | 0,237                | 0,142                | 0,054                | -0,055               |
| 6500              | 0,375                | 0,247                | 0,150                | 0,062                | -0,045               |

#### 2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (34)$$

«где  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс,

$\Psi$  - коэффициент суммарного сопротивления дороги. »[19]

$$\Psi = f + i$$

« $i$  – величина преодолеваемого подъёма ( $i = 0$ ). »[19]

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{кп}^2), \quad (35)$$

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$ .

Таблица 6 - Коэффициент учёта вращающихся масс»[19]

|                               | <i>U1</i> | <i>U2</i> | <i>U3</i> | <i>U4</i> | <i>U5</i> |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\delta_{\mathcal{N}} \angle$ | 1,419     | 1,211     | 1,115     | 1,070     | 1,048     |

«Таблица 7 - Ускорение автомобиля на передачах»[19]

| Об двс,<br>об/мин | Ускор. на 1<br>пер, м/с <sup>2</sup> | Ускор. на 2<br>пер, м/с <sup>2</sup> | Ускор. на 3<br>пер, м/с <sup>2</sup> | Ускор. на 4<br>пер, м/с <sup>2</sup> | Ускор. на 5<br>пер, м/с <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 840               | 3,03                                 | 2,40                                 | 1,75                                 | 1,21                                 | 0,80                                 |
| 1290              | 3,17                                 | 2,50                                 | 1,82                                 | 1,25                                 | 0,81                                 |
| 1740              | 3,27                                 | 2,58                                 | 1,88                                 | 1,28                                 | 0,79                                 |
| 2190              | 3,34                                 | 2,64                                 | 1,91                                 | 1,28                                 | 0,75                                 |
| 2640              | 3,38                                 | 2,67                                 | 1,92                                 | 1,27                                 | 0,70                                 |
| 3090              | 3,39                                 | 2,67                                 | 1,91                                 | 1,23                                 | 0,62                                 |
| 3540              | 3,37                                 | 2,65                                 | 1,88                                 | 1,18                                 | 0,51                                 |
| 3990              | 3,33                                 | 2,60                                 | 1,83                                 | 1,11                                 | 0,39                                 |
| 4440              | 3,25                                 | 2,54                                 | 1,76                                 | 1,02                                 | 0,24                                 |
| 4890              | 3,14                                 | 2,44                                 | 1,67                                 | 0,92                                 | 0,07                                 |
| 5340              | 3,01                                 | 2,32                                 | 1,57                                 | 0,79                                 | -                                    |
| 5790              | 2,84                                 | 2,18                                 | 1,44                                 | 0,65                                 | -                                    |
| 6240              | 2,64                                 | 2,01                                 | 1,29                                 | 0,49                                 | -                                    |
| 6690              | 2,42                                 | 1,82                                 | 1,12                                 | 0,31                                 | -                                    |
| 6500              | 2,51                                 | 1,90                                 | 1,19                                 | 0,39                                 | -                                    |

### 2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

«Таблица 8 - Величины обратные ускорениям автомобиля»[19]

| Обор двс,<br>об/мин | Обр.ускор.<br>на 1пер,<br>с2/м | Обр.ускор.<br>на 2пер,<br>с2/м | Обр.ускор.<br>на 3пер,<br>с2/м | Обр.ускор.<br>на 4пер,<br>с2/м | Обр.ускор.<br>на 5пер, с2/м |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 840                 | 0,33                           | 0,42                           | 0,57                           | 0,83                           | 1,25                        |
| 1290                | 0,32                           | 0,40                           | 0,55                           | 0,80                           | 1,24                        |
| 1740                | 0,31                           | 0,39                           | 0,53                           | 0,78                           | 1,26                        |
| 2190                | 0,30                           | 0,38                           | 0,52                           | 0,78                           | 1,33                        |
| 2640                | 0,30                           | 0,38                           | 0,52                           | 0,79                           | 1,44                        |
| 3090                | 0,29                           | 0,37                           | 0,52                           | 0,81                           | 1,62                        |
| 3540                | 0,30                           | 0,38                           | 0,53                           | 0,85                           | 1,95                        |
| 3990                | 0,30                           | 0,38                           | 0,55                           | 0,90                           | 2,57                        |
| 4440                | 0,31                           | 0,39                           | 0,57                           | 0,98                           | 4,12                        |

|      |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|------|-------|
| 4890 | 0,32 | 0,41 | 0,60 | 1,09 | 13,44 |
| 5340 | 0,33 | 0,43 | 0,64 | 1,26 | -     |
| 5790 | 0,35 | 0,46 | 0,70 | 1,54 | -     |
| 6240 | 0,38 | 0,50 | 0,78 | 2,05 | -     |
| 6690 | 0,41 | 0,55 | 0,90 | 3,26 | -     |
| 6500 | 0,40 | 0,53 | 0,84 | 2,59 | -     |

### 2.1.12 Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин: »[19]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (36)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = const$ , которому соответствуют значения  $(1/j) = const$ . Эти величины можно определить следующим образом: »[19]

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (37)$$

«где  $k$  – порядковый номер интервала. »[19]

«Заменяя точное значение площади под кривой  $(1/j)$  в интервале  $\Delta V_k$  на значение площади прямоугольника со сторонами  $\Delta V_k$  и  $(1/j_{CP})_k$ , переходим к приближённому интегрированию: »[19]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (38)$$

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

«где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_o$  до скорости  $V_1$ ,

$t_2$  – время разгона до скорости  $V_2$ .

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице:

Таблица 9 - Время разгона автомобиля»[19]

| Диап. скор, м/с | Площ, мм <sup>2</sup> | Вр. t, с |
|-----------------|-----------------------|----------|
| 0-5             | 152                   | 0,8      |
| 0-10            | 457                   | 2,3      |
| 0-15            | 824                   | 4,1      |
| 0-20            | 1279                  | 6,4      |
| 0-25            | 1861                  | 9,3      |
| 0-30            | 2603                  | 13,0     |
| 0-35            | 3527                  | 17,6     |
| 0-40            | 4685                  | 23,4     |
| 0-45            | 6130                  | 30,6     |

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

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

Площадь элементарного прямоугольника в интервале  $\Delta t_k$  есть путь, который проходит автомобиль от отметки  $t_{k-1}$  до отметки  $t_k$ , двигаясь с постоянной скоростью  $V_{CPk}$ . »[19]

«Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом : »[19]

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (39)$$

«где  $k = 1 \dots m$  – порядковый номер интервала,  $m$  выбирается произвольно ( $m = n$ ). »[19]

«Путь разгона от скорости  $V_0$ »[19]

до скорости  $V_1$ :  $S_1 = \Delta S_1$ ,

до скорости  $V_2$ :  $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$ ,

до скорости  $V_n$ :  $S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k$

«Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля»[19]

| Диап. скор,<br>м/с | Площ, мм <sup>2</sup> | ПутьS, м |
|--------------------|-----------------------|----------|
| 0-5                | 38                    | 2        |
| 0-10               | 266                   | 13       |
| 0-15               | 725                   | 36       |
| 0-20               | 1522                  | 76       |
| 0-25               | 2832                  | 142      |
| 0-30               | 4873                  | 244      |
| 0-35               | 7875                  | 394      |
| 0-40               | 12217                 | 611      |
| 0-45               | 18358                 | 918      |

### 2.1.13 Мощностной баланс

«Для решения ряда вопросов, как, например, выбор передаточного числа главной передачи, исследование топливной экономичности автомобиля, удобным является анализ мощностного баланса автомобиля, который выражается уравнением: »[19]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (40)$$

« $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

$N_B$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

$N_{II}$  - мощность, затрачиваемая на преодоление подъема ( $N_{II} = 0$ );

$N_j$  - мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля ( $N_j = 0$ ).

Это уравнение показывает, как распределяется мощность, развиваемая на ведущих колесах автомобиля, по различным сопротивлениям движению.

Таблица 11 - Мощностной баланс»[19]

| Обор. двс, об/мин | Мощн. на кол., кВт |
|-------------------|--------------------|
| 840               | 13,2               |
| 1290              | 21,2               |
| 1740              | 29,4               |
| 2190              | 38,1               |
| 2640              | 46,5               |
| 3090              | 54,7               |
| 3540              | 61,4               |
| 3990              | 68,4               |
| 4440              | 76,5               |
| 4890              | 81,8               |
| 5340              | 83,9               |
| 5790              | 87,2               |
| 6240              | 87,9               |
| 6690              | 86,4               |
| 6500              | 87,0               |

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[19]

| Скор., м/с | Мощн. сопр. возд. | Мощн. сопр. кач-я | Сумм. мощн. сопр. |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0          | 0,0               | 0,0               | 0,0               |
| 5          | 0,1               | 0,8               | 0,9               |
| 10         | 0,5               | 1,7               | 2,2               |
| 15         | 1,7               | 2,7               | 4,4               |
| 20         | 3,9               | 3,9               | 7,8               |
| 25         | 7,7               | 5,3               | 13,0              |
| 30         | 13,3              | 7,1               | 20,3              |
| 35         | 21,1              | 9,2               | 30,2              |
| 40         | 31,4              | 11,7              | 43,1              |
| 45         | 44,8              | 14,7              | 59,5              |
| 50         | 61,4              | 18,3              | 79,7              |
| 55         | 81,7              | 22,4              | 104,2             |
| 60         | 106,1             | 27,3              | 133,4             |

|    |       |      |       |
|----|-------|------|-------|
| 65 | 134,9 | 32,8 | 167,8 |
|----|-------|------|-------|

### 2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика

«Для получения топливоно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной. »[19]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_I \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (41)$$

«Где  $g_{e\min} = 290$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива. »[19]

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (42)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (43)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad E = \frac{W_e}{W_{eN}} \quad (44)$$

«Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 13 - Путевой расход топлива на высшей передаче»[19]

| Обор. двс, об/мин | Скор., м/с | Значение И | Значение Е | Значение $K_I$ | Значение $K_E$ | Значение $Q_s$ |
|-------------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|
| 840               | 8,4        | 0,128      | 0,136      | 1,321          | 1,185          | 4,3            |
| 1290              | 12,9       | 0,155      | 0,208      | 1,282          | 1,143          | 5,1            |
| 1740              | 17,4       | 0,196      | 0,281      | 1,228          | 1,107          | 6,2            |
| 2190              | 21,9       | 0,250      | 0,354      | 1,163          | 1,077          | 7,4            |
| 2640              | 26,4       | 0,317      | 0,426      | 1,091          | 1,052          | 8,7            |
| 3090              | 30,9       | 0,398      | 0,499      | 1,017          | 1,033          | 10,1           |
| 3540              | 35,3       | 0,496      | 0,572      | 0,949          | 1,020          | 11,5           |
| 3990              | 39,8       | 0,613      | 0,645      | 0,896          | 1,012          | 13,1           |

|      |      |       |       |       |       |      |
|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 4440 | 44,3 | 0,754 | 0,717 | 0,875 | 1,010 | 15,4 |
| 4890 | 48,8 | 0,922 | 0,790 | 0,909 | 1,013 | 19,0 |
| 5340 | 53,3 | 1,127 | 0,863 | 1,038 | 1,022 | 25,7 |
| 5790 | 57,8 | 1,378 | 0,935 | 1,329 | 1,036 | 38,7 |
| 6240 | 62,3 | 1,692 | 1,008 | 1,898 | 1,056 | 64,7 |

## 2.2 Расчет тормозной системы автомобиля

### 2.2.1 Исходные данные

|   |         |
|---|---------|
| «Масса снаряженного автомобиля ( $G_a$ ), кг»[5] .....            | 1230.00 |
| «- Нагрузка на переднюю ось ( $G_1$ ), кг»[5].....                | 627.3   |
| «заднюю ось ( $G_2$ ), кг»[5] .....                               | 602.7   |
| «- Масса автомобиля с полной нагрузкой ( $G_a$ ), кг»[5] .....    | 1655.00 |
| «- Нагрузка на переднюю ось ( $G_1$ ), кг»[5] .....               | 844.05  |
| «заднюю ось ( $G_2$ ), кг»[5] .....                               | 810.95  |
| «- База автомобиля ( $L$ ), мм»[5] .....                          | 2635.00 |
| «- Радиус качения колеса ( $r_k$ ), мм»[5] .....                  | 294.00  |
| «- Статический радиус колеса ( $r_{ст}$ ), мм»[5] .....           | 294.00  |
| «- Высота ЦТ с полной нагрузкой ( $h_g$ ), мм»[5] .....           | 590.00  |
| «частичной нагрузкой ( $h_g$ ), мм»[5] .....                      | 570.00  |
| «- Масса автомобиля с частичной нагрузкой ( $G_a$ ), кг»[5] ..... | 1343.00 |
| «- Нагрузка на переднюю ось ( $G_1$ ), кг»[5] .....               | 658.07  |
| «заднюю ось ( $G_2$ ), кг»[5] .....                               | 684.93  |

### 2.2.2 Расчет дискового тормоза

«Тормозной момент дискового тормоза рассчитывается: »[5]

$$M_{T1} = \mu \cdot P \cdot i \cdot R_{ср} \quad (45)$$

«где

$M_{T1}$  - тормозной момент, кг\*см ;

$P$  - усилие, развиваемое ротором тормозного механизма, Н ;

$i$  - число пар трения ;  
 $R_{cp}$  - средний (эффективный) радиус трения колодки, см. »[5]

$$P = (P_2 - P_{02}) \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot n \quad (46)$$

«где

$P_2$  - усилие ротора тормозного механизма ;

$P_{02}$  - начальное усилие срабатывания тормозного механизма ;

$S$  - площадь усилия ротора тормозного механизма, см<sup>2</sup>; »[5]

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7.06 \text{ см}^2$$

«КПД - ротора тормозного механизма ;

$n$  - число роторов »[5]

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} \quad (47)$$

«где

$R_1$  - внутренний радиус поверхности трения накладки, см;

$R_2$  - наружный радиус поверхности трения накладки, см. »[5]

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{13.5^3 - 10.7^3}{13.5^2 - 10.7^2} = 12.5 \text{ см}$$

«Обозначим: »[5]

$$K_2 = m \cdot S \cdot \text{КПД} \cdot i \cdot R_{cp} \cdot n$$

«Подставив значения получим»[5]

$$K_2 = 0.40 \cdot 7.06 \cdot 0.9 \cdot 2 \cdot 12.3 \cdot 3 = 185.28$$

«Тогда формула (2.1) примет следующий вид: »[5]

$$M_{T_2} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 185.28 \cdot (P_2 - 1)$$

2.2.3 Расчет нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении

$$R_1 = G_1 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j \quad (48)$$

$$R_2 = G_2 + \frac{G_a}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j$$

«где  $R_1$  и  $R_2$  - нормальные реакции действующие на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг;

$G_1$  и  $G_2$  - нагрузка на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг ;

$G_a$  - масса автомобиля, кг ;

$L$  - база автомобиля, см ;

$h_g$  - высота центра тяжести, см ;

$g$  - ускорение центра тяжести,  $g=9.81$  м/сек<sup>2</sup> ;

$j$  - замедление автомобиля при торможении, м/сек<sup>2</sup> »[5]

2.2.4. Нормальные реакции при полной нагрузке

$$R_1 = 519.4 + \frac{1655}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 519.4 + 46.78 \cdot j$$

$$R_2 = 540.6 + \frac{1655}{9.81} \cdot \frac{59}{263.5} \cdot j = 540.6 + 46.78 \cdot j$$

2.2.10. Нормальные реакции при частичной нагрузке ( $G_a = 1655$  кг)

$$R_1 = 658.07 + \frac{1343}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 658.07 + 34.41 \cdot j$$

$$R_2 = 684.93 + \frac{1343}{9.81} \cdot \frac{57}{263.5} \cdot j = 684.93 + 34.41 \cdot j$$

2.2.5 Оптимальное соотношение между усилиями в передних и задних тормозах при полном использовании сцепления колеса с дорогой

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + 1$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + 5.35$$

« где  $P_1$  и  $P_2$  - усилие в передних и задних тормозах;

$r_k$  - радиус качения колеса, см ;  $K_1$  и  $K_2$  - характеристики переднего и заднего тормозного механизма.»[5]

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 1 = 0.009 \cdot R_1 \cdot j + 1$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{29.4}{2 \cdot 185.28} \cdot \frac{j}{9.81} + 5.35 = 0.018 \cdot R_2 \cdot j + 5.35$$

Таблица 14 – Полученные значения  $P_1$  и  $P_2$

| АВТОМОБИЛЬ С ПОЛНОЙ НАГРУЗКОЙ        |       |          |                                    |       |          |
|--------------------------------------|-------|----------|------------------------------------|-------|----------|
| J, М <sup>2</sup> /С НА ПЕРЕДНЕЙ ОСИ |       |          | J, М <sup>2</sup> /С НА ЗАДНЕЙ ОСИ |       |          |
| $R_1$                                | $P_1$ | $M_{T1}$ | $R_2$                              | $P_2$ | $M_{T2}$ |

|        |        |         |        |       |        |
|--------|--------|---------|--------|-------|--------|
| 1035.8 | 9.65   | 1561.8  | 1064.2 | 21.70 | 1488.8 |
| 1083.6 | 19.06  | 3260.9  | 1017.4 | 36.55 | 2841.1 |
| 1129.3 | 29.22  | 5095.4  | 970.7  | 49.90 | 4056.7 |
| 1176.1 | 40.10  | 7059.9  | 923.9  | 61.75 | 5135.8 |
| 1223.9 | 51.77  | 9167.0  | 877.1  | 73.10 | 6078.3 |
| 1269.7 | 64.17  | 11406.0 | 830.3  | 80.96 | 6885.1 |
| 1316.5 | 76.33  | 13601.6 | 783.5  | 88.31 | 7554.3 |
| 1363.2 | 90.23  | 16111.4 | 736.8  | 94.17 | 8087.9 |
| 1410.0 | 105.89 | 18938.9 | 690.0  | 98.52 | 8484.1 |

Продолжение таблицы 14

| $R_1$                                   | $P_1$  | $M_{T1}$ | $R_2$ | $P_2$  | $M_{T2}$ |
|---|--------|----------|-------|--------|----------|
| 1456.8                                  | 121.39 | 21719.7  | 643.3 | 101.38 | 8744.5   |
| <b>АВТОМОБИЛЬ С ЧАСТИЧНОЙ НАГРУЗКОЙ</b> |        |          |       |        |          |
| 883.4                                   | 8.3    | 1341.7   | 715.7 | 16.40  | 1006.3   |
| 917.8                                   | 16.3   | 286.0    | 681.3 | 26.34  | 1911.3   |
| 953.3                                   | 25.00  | 4333.4   | 646.8 | 35.16  | 2714.5   |
| 986.7                                   | 33.08  | 5793.4   | 613.4 | 43.86  | 3415.7   |
| 1021.1                                  | 43.75  | 7718.9   | 578.0 | 49.46  | 4016.7   |
| 1055.5                                  | 53.97  | 9564.3   | 543.5 | 54.93  | 4514.8   |
| 1089.9                                  | 64.75  | 11510.7  | 509.1 | 59.39  | 4911.8   |
| 1124.3                                  | 76.09  | 13558.3  | 474.7 | 63.53  | 5206.8   |
| 1158.7                                  | 87.99  | 15706.9  | 440.3 | 64.76  | 5400.8   |
| 1193.1                                  | 99.44  | 17774.3  | 405.9 | 65.77  | 5493.7   |

2.2.6 Расчет тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при торможении

«Скорости движения автотранспортных средств в современном мире и все более увеличивающаяся интенсивность движения требуют повышенного

внимания к безопасности движения. В случае возникновения аварийной ситуации повышенные требования предъявляются к элементам, обеспечивающим активную (рабочая тормозная система) и пассивную (бампер, подушка безопасности) безопасность автомобиля. Работа тормозной системы должна удовлетворять всем требованиям безопасности. Поэтому целью данного проекта является обеспечение автомобиля тормозной системой исключающей вероятность возникновения неисправностей. Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надежная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризуемых обычно эффективностью торможения. »[5]

$$T_1 = \frac{2 \cdot M_{T1}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (P_1 - 1)}{r_k}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot M_{T2}}{r_k} = \frac{2 \cdot K_2 \cdot (P_2 - 5.35)}{r_k} \quad (2.6)$$

«где  $T_1$  и  $T_2$  - тормозная сила на передней и задней оси, кг

$P_1$  – усилие ротора переднего тормозного механизма

$P_2$  – усилие ротора заднего тормозного механизма

#### «2.2.26 Расчет ручного тормоза

Тормозная сила, необходимая для удержания автомобиля на уклоне 18%»[5]

$$P_T = Ga * \sin \alpha \quad (49)$$

«где  $\alpha$  - угол уклона, град. »[5]

$$P_T = 1655 * \sin 110^\circ 12' = 1655 * 0.1771 = 371.9 \text{ кг}$$

«Тормозной момент на колесе»[5]

$$M_T = \frac{P_T \cdot r_{ст}}{2} \quad (50)$$

где  $r_{ст}$  - статический радиус колеса, см.

$$M_T = \frac{371,9 \cdot 29,4}{2} = 5987,8 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_T = M_{\kappa 1} + M_{\kappa 2} = F_1 * rt + F_2 * rt$$

где  $F_1 = A_1 * (Q_1 - P_{np})$

$$F_2 = A_2 * (Q_2 - P_{np})$$

где

$Q_1$  и  $Q_2$  - усилие прижима колодок, приведенное к оси, кг.

$$M_T = A_1 * (Q_1 - P_{np}) * rt + A_2 * (Q_2 - P_{np}) * rt$$

$$Q_1 = N_1 \cdot \frac{h_2 + h_6}{h_1 + h_2} \quad Q_2 = N_2 \cdot \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} \quad (51)$$

где  $N_1$  и  $N_2$  - сжимное усилие колодок.

$$N_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5 - h_6} \quad N_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} \quad (52)$$

$$Q_1 = N_T \cdot \frac{L_T}{h_5 - h_6} \cdot \frac{h_2 + h_6}{h_1 + h_2} = N_T \cdot \frac{14,2}{7,6 - 5,1} \cdot \frac{8,5 + 5,1}{9,4 + 8,5} = 4,32 \cdot N_T$$

$$Q_2 = N_T \cdot \frac{L_T \cdot (h_5 - h_6)}{h_5 - h_6} \cdot \frac{h_2 + h_5}{h_1 + h_2} = N_T \cdot \frac{14,2 \cdot (7,6 - 5,1)}{7,6 - 5,1} \cdot \frac{8,5 + 7,6}{9,4 + 8,5} = 4,21 \cdot N_T$$

Тогда:  $M_T = 4,73 \cdot (4,32 \cdot N_T - 16,98) \cdot 4,72 + 1,35 \cdot (4,21 \cdot N_T - 16,98) \cdot 4,72 =$   
 $= 96,45 \cdot N_T - 379,09 + 26,83 \cdot N_T - 108,20 = 123,28 \cdot N_T - 487,29$

$$P_y = \frac{P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} \quad (53)$$

«где  $P_y$  - усилие создаваемое толкателем ротора, кг ; »[5]

« $P_p$  – усилие электромотора тормоза, кг. »[5]

$$N_T = P_y * КПД \quad (2.12)$$

«где  $N_T$  - прижимное усилие колодок, кг. »[5]

$$M_T = 123,28 \cdot P_y \cdot КПД - 487,29 = \frac{123,28 \cdot КПД \cdot P_p \cdot l_p}{2 \cdot l_y} - 487,29$$

$$M_T = \frac{123,28 \cdot 0,8 \cdot 24,0 \cdot P_p}{2 \cdot 3,55} - 487,29 = 333,38 \cdot P_p - 487,29$$

$$\text{Т.е. } 5987.8 = 333.38 * P_p - 487.29 \rightarrow P_p = 19.42 \text{ кг}$$

Таким образом для удержания автомобиля с полной нагрузкой на уклоне 18% достаточно усилия»[5]  $P_p = 19.42$  кг.

Вывод: Произведенные расчеты указывают на то, что автомобиль с внедренными модернизированными в нем проектными тормозными механизмами отвечает по всем соответствующим требованиям в 5-ом пункте Правил №13 ЕЭК ООН необходимых для тормозных механизмов автомобилей.

### **3 Безопасность и экологичность объекта**

Тормозная система - это важнейшая единица в работе каждого современного автомобиля. Безопасность водителя и его пассажиров напрямую зависит от эффективности его эксплуатации и исправного состояния. Его основная функция-контроль скорости автомобиля, торможение и необходимая остановка.

Автомобиль – нечто большее, чем просто средство передвижения, это настоящий феномен двадцатого века. Автомобили один из главных товаров массового спроса в мире. Ежегодно люди тратят на них несколько триллионов долларов и постоянно придумывают как еще получить удовольствие от этих четырех колес. Машина - вещь удивительная и не только потому, что без нее не представить современный мир, но и потому, что машину никто не изобретал, нет конкретного человека, который нарисовал чертеж целого автомобиля. Все части постепенно собирались вместе в знакомый нам автомобиль.

Из плюсов новой тормозной системы можно отметить простоту конструкции. Вся система состоит из меньшего количества элементов, намного меньше весит и, кроме этого, упразднены проблемы с жидкостью тормозной системы, поскольку ее больше здесь нет. Для работы электродвигателя требуется классическая 12-вольтная электрическая система. Однако самый большой плюс - это скорость реагирования тормозов - по сравнению со штатной системой, они быстрее. Также система АБС откликается намного быстрее. Работой и реакцией тормозов управляют система ЭБУ, отдельные для каждого двигателя, которые тщательно анализируют положение педали тормоза. Система явно снижает отклик всей системы и сокращает тормозной путь при любых условиях. Используемые процессоры могут быть легко запрограммированы - функции электродвигателей можно адаптировать к модели автомобиля и даже к индивидуальным потребностям водителя. Тесты подтверждают лучшую производительность

### 3.1 Описание производственного участка

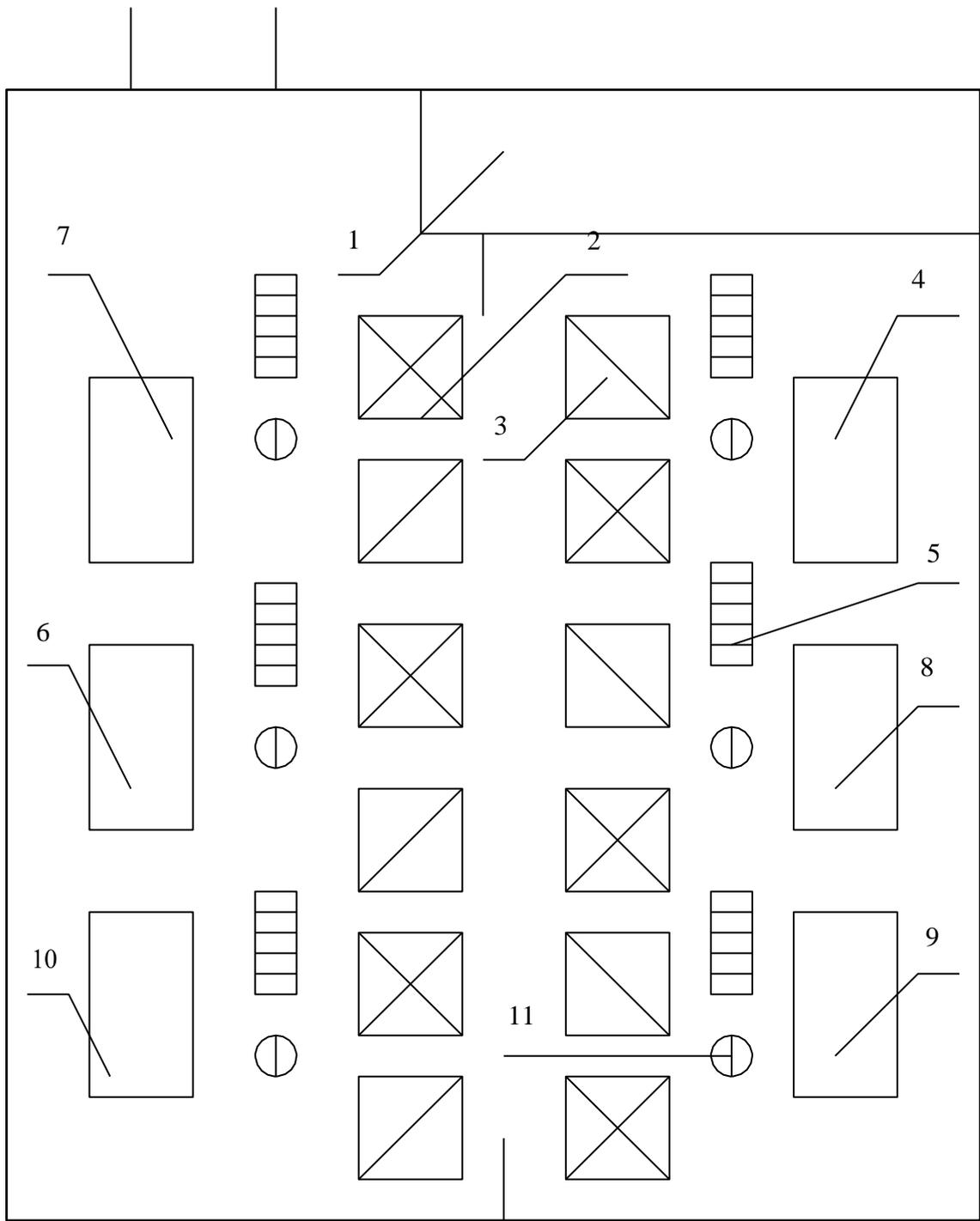


Рисунок 5 – Эскиз рабочего участка

1-место для отдыха; 2-сверлильный станок; 3-пресс; 4-контрольный стенд;  
5-контрольный стенд; 6-балансировочный станок; 7-клепальный полуавтомат; 8-  
контейнер с заготовками; 9-контейнер с деталями; 10-документация;  
11-рабочее место.

### 3.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Таблица 15 - Опасные и вредные факторы производства

| Наименование<br>ОВПФ  | Воздействие ОВПФ на<br>организм человека   |
|---|--|
| 1) Повышенный уровень шума.<br><br>2) Повышенный уровень              | 1) Воздействие на органы слуха,<br>гипофиз и сердечно-сосудистую<br>систему.   |
| 1) Повышенный уровень шума<br><br>2) Повышенный уровень<br>вибраций   | 1) Воздействие на органы слуха,<br>гипофиз и сердечно-сосудистую<br>систему.<br><br>2) Нарушение вестибулярного        |
| 1) Подвижные детали.<br>2) Напряжение зрительных<br>анализаторов.     | 1) Травматизм.<br>2) Снижение зрения, утомляемость,<br>головная боль, раздражительность,<br>нервное напряжение стресс. |
| 1) Повышенный уровень шума.<br><br>2) Повышенный уровень<br>вибраций. | 1) Воздействие на органы слуха,<br>гипофиз, сердечно-сосудистую<br>систему.<br>2) Нарушения вестибулярного             |
| 9) Напряжение зрительных<br>анализаторов.                             | 9) Снижение зрения,<br>переутомление глаз, головная боль,<br>раздражительность, нервное»[4]<br>перенапряжение, стресс. |

#### Общие требования по охране труда

1. «В соответствии со статьей 76 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) работника, не прошедшего в установленном порядке обязательный предварительный или периодический медицинский осмотр.»[2]

2. «Работника, нуждающегося в соответствии с медицинским заключением в предоставлении другой работы, работодатель обязан с его согласия перевести на другую имеющуюся работу, не противопоказанную ему по состоянию здоровья (ст.72 Трудового кодекса Российской Федерации).» [2]

3. В организациях не допускается применение труда женщин и лиц в возрасте до восемнадцати лет на работах, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 162 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин" и постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. N 163 "Об утверждении перечня тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет" соответственно.

4. «При организации труда женщин и подростков должны соблюдаться установленные для них постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 6 февраля 1993 г. N 105 "О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную" и постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 7 апреля 1999 г. N 7 "Об утверждении норм предельно допустимых нагрузок для лиц моложе восемнадцати лет при подъеме и перемещении тяжестей вручную" (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 1 июля 1999 г., регистрационный N 1817) нормы предельно допустимых нагрузок при подъеме и перемещении тяжестей вручную.» [2]

5. «Все работники, занятые в производственных процессах» автомобильной «промышленности, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране труда в соответствии с Порядком обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда работников организаций, утвержденным постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации и Министерства образования Российской Федерации "от 13 января 2003 г. N 1/29 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 2003 г., регистрационный N 4209).

Обучение и проверку знаний работников, обслуживающих опасные

производственные объекты, необходимо проводить в соответствии с требованиями Положения о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России (РД 04-265-99), утвержденного постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 11 января 1999 г. N 2 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12 февраля 1999 г., регистрационный N 1706).» [2]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [2]

7. «В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

В организации с численностью 100 работников и менее решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда принимается работодателем с учетом специфики деятельности данной организации.

При отсутствии в организации службы охраны труда (специалиста по охране труда) работодатель заключает договор со специалистами или с организациями, оказывающими услуги в области охраны труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти по труду (статья 217 Трудового кодекса Российской Федерации).» [2]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [2]

«Общие положения и область применения» [2]

9. «Настоящие санитарные правила и нормы (далее - Санитарные правила) предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.» [2]

10. «Настоящие Санитарные правила распространяются на показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений и являются обязательными для всех предприятий и организаций. Ссылки на обязательность соблюдения требований настоящих Санитарных правил должны быть включены в нормативно-технические документы: стандарты, строительные нормы и правила, технические условия и иные нормативные и технические документы, регламентирующие эксплуатационные характеристики производственных объектов, технологического, инженерного и санитарно-технического оборудования, обуславливающих обеспечение гигиенических нормативов микроклимата.» [2]

11. «В соответствии со статьями [9](#) и [34](#) Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" в организациях должен осуществляться производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил и проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях, а также контроль за соблюдением условий труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата. » [2]

12. «Руководители предприятий, организаций и учреждений вне зависимости от форм собственности и подчиненности в порядке обеспечения производственного контроля обязаны привести рабочие места в соответствие с требованиями к микроклимату, предусмотренными настоящими Санитарными правилами. » [2]

13. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль за выполнением настоящих Санитарных правил осуществляется органами и учреждениями Государственной санитарно - эпидемиологической службы Российской Федерации, а ведомственный санитарно-

эпидемиологический надзор и контроль - органами и учреждениями санитарно-эпидемиологического профиля соответствующих министерств и ведомств. » [2]

14. «Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за строительством новых и реконструкцией действующих производственных помещений осуществляется на этапах разработки проекта и введения объектов в эксплуатацию с учетом характера технологического процесса и соответствия инженерного и санитарно-технического оборудования требованиям настоящих Санитарных правил и Строительных норм и правил "Отопление, вентиляция и кондиционирование".»[2]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [2]

16. «Ввод в эксплуатацию производственных помещений в целях оценки соответствия гигиенических параметров микроклимата требованиям настоящих Санитарных правил должен осуществляться при обязательном участии представителей Государственного санитарно - эпидемиологического надзора Российской Федерации. » [2]

«Нормативные ссылки» [2]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[2]

18. «[Положение](#) о Государственной санитарно - эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 1994 г. N 625. » [2]

19. «Руководство "Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов" от 9 февраля 1994 г. Р1.1.004-94. » [2]

«Термины и определения» [2]

20. «Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно

(по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. » [2]

21. «Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения. » [2]

22. «Холодный период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной  $+10^{\circ}\text{C}$  и ниже. »

23. «Теплый период года - период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$ . » [2]

24. «Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы. » [2]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в  $^{\circ}\text{C}$ . » [2]

«Общие требования и показатели микроклимата» [2]

26. «Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. » [2]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [2]

28. «Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;

- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств. » [2]

«Оптимальные условия микроклимата» [2]

29. «Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. » [2]

30. «Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяется Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке. » [2]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [2]

32. «Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать

2° С и выходить за пределы величин.» [2]

### 33. Требования по пожарной безопасности

«В целях настоящего Федерального закона применяются следующие понятия:

пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров; пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

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

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

противопожарный режим - требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности;

меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности;

пожарная охрана - совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ.» [2]

## 4 Экономическая эффективность проекта

### Введение

Тормозная система - это важнейшая единица в работе каждого современного автомобиля. Безопасность водителя и его пассажиров напрямую зависит от эффективности его эксплуатации и исправного состояния. Его основная функция-контроль скорости автомобиля, торможение и необходимая остановка.

Автомобиль – нечто большее, чем просто средство передвижения, это настоящий феномен двадцатого века. Автомобили один из главных товаров массового спроса в мире. Ежегодно люди тратят на них несколько триллионов долларов и постоянно придумывают как еще получить удовольствие от этих четырех колес. Машина - вещь удивительная и не только потому, что без нее не представить современный мир, но и потому, что машину никто не изобретал, нет конкретного человека, который нарисовал чертеж целого автомобиля. Все части постепенно собирались вместе в знакомый нам автомобиль.

Большим преимуществом модернизированной тормозной системы является простота конструкции. Вся система имеет меньше элементов, намного легче и, кроме того, устранены проблемы с тормозной жидкостью и всей гидравлической системой, и для работы шаговых электродвигателей достаточно классической 12-вольтной электрической системы. Однако самое большое преимущество - это скорость реакции тормозов - по сравнению с гидравлической системой они в два раза быстрее. Также система ABS работает намного быстрее. Функцией и реакцией тормозов управляют процессоры, отдельные для каждого двигателя, которые тщательно анализируют положение педали тормоза. Система явно снижает отклик всей системы и сокращает тормозной путь при любых условиях. Используемые процессоры могут быть легко запрограммированы - функции электродвигателей можно адаптировать к модели автомобиля и даже к индивидуальным потребностям водителя. Тесты подтверждают лучшую производительность

#### 4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

Таблица 16 - Исходные данные

| Наименование  | Обозначение    | Ед.изм. | Значение |
|---|----------------|---------|----------|
| «Годовая программа выпуска изделия»[4]                                    | <i>Vгод.</i>   | шт.     | 48000    |
| «Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС»[4]                       | <i>Есоц.н.</i> | %       | 30       |
| «Коэффициент общезаводских расходов»[4]                                   | <i>Еобзав.</i> | %       | 197      |
| «Коэффициент коммерческих (внепроизводственных)расходов»[4]               | <i>Еком.</i>   | %       | 0,29     |
| «Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования»[4]       | <i>Еобор.</i>  | %       | 194      |
| «Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов»[4]                  | <i>Ктзр.</i>   | %       | 1,45     |
| «Коэффициент цеховых расходов»[4]   | <i>Ецех.</i>   | %       | 172      |
| «Коэффициент расходов на инструмент и оснастку»[4]                        | <i>Еинстр.</i> | %       | 3        |
| «Коэффициент рентабельности и плановых накоплений»[4]                     | <i>Крент.</i>  | %       | 30       |
| «Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве»[4] | <i>Квып.</i>   | %       | 14       |
| «Коэффициент премий и доплат за работу на производстве»[4]                | <i>Кпрем.</i>  | %       | 12       |
| «Коэффициент возвратных отходов»[4]                                       | <i>Квот.</i>   | %       | 1        |
| «Часовая тарифная ставка 5-го разряда»[4]                                 | <i>Ср5</i>     | руб.    | 114,35   |
| «Часовая тарифная ставка 6-го разряда»[4]                                 | <i>Ср6</i>     | руб.    | 119,33   |
| «Часовая тарифная ставка 7-го разряда»[4]                                 | <i>Ср7</i>     | руб.    | 124,23   |
| «Коэффициент капиталообразующих инвестиций»[4]                            | <i>Кинв.</i>   | %       | 0,162    |

«Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:»[4] (54)

$$\langle \Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100) \rangle [4]$$

« где -  $C_{mi}$  - оптовая цена материала  $i$ -го вида, руб.,

$Q_{mi}$  – норма расхода материала  $i$ -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$  – коэффициент возвратных отходов, %.»[4]

Таблица 17 - Расчет затрат на сырье и материалы

| Названия материалов | изм ер. | стоим.,руб | необх.расх.. | Общ стоим., руб |
|---------------------|---------|------------|--------------|-----------------|
| Чугун СЧ-11         | кг      | 145,5      | 1,05         | 152,78          |
| Ст3 прокатная       | кг      | 47,36      | 1,25         | 59,20           |
| Ковка 19ХНМ         | кг      | 130,07     | 2,52         | 327,78          |
| Цв.мет. (отходы)    | кг      | 3,1        | 2,5          | 7,75            |
| Штамп Ст 20         | кг      | 134,72     | 1,45         | 195,34          |
| ЧерМет. (отходы)    | кг      | 4,7        | 2,14         | 10,06           |
| Итого               |         | -          |              | 752,90          |
| <i>Ктзр</i>         |         | 1,45       |              | 10,92           |
| <i>Квот</i>         |         | 1          |              | 7,53            |
| Всего               |         | -          |              | 771,35          |

$M = 771,35$  руб.

«Расчет статьи затрат "Покупные изделия" производится по формуле: »[4]

$$\Sigma \Pi u = \Sigma \Pi i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (55)$$

«где -  $\Pi i$  - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, руб. »[4]

« $n_i$  - количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт. »[4]

«Таблица 18 - Покупные изделия»[4]

| Названия запчастей   | изм ер. | стоимость,руб | Сколько, шт | Общ цена, руб |
|----------------------|---------|---------------|-------------|---------------|
| Колодки              | шт.     | 755,54        | 2           | 1511,08       |
| Болты крепежные      | шт.     | 25,68         | 2           | 51,36         |
| Пружинки             | шт.     | 15,24         | 2           | 30,48         |
| Штуцерные колпачки   | шт.     | 9,54          | 2           | 19,08         |
| Уплотняющий комплект | шт.     | 138,66        | 2           | 277,32        |
| Проволока обмотки    | шт.     | 354,58        | 2           | 709,16        |
| Итого                |         | -             |             | 2598,48       |
| <i>Ктзр</i>          |         | 1,45          |             | 37,68         |
| Всего                |         | -             |             | 2636,16       |

$\Pi u = 2636,16$  руб.

«Основная заработная плата производственных рабочих»[4]

$$Z_o = 3т(1 + K_{прем}/100) \quad (56)$$

«где -  $3т$  - тарифная заработная плата, руб. »[4]

$$Z_T = C_{p.i} \cdot T_i \quad (57)$$

«где -  $C_{p.i}$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, час.

$K_{прем.}$  – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 19 - Расчет затрат на выполнение операций»[4]

| Названия-наименование операционной стадии | Разрядный рейтинг рабочего | Объем работы | Стоимость одного часа, руб | Заработная плата по тарифу, руб |
|---|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|
| Приготовительная                          | 5                          | 1,02         | 114,35                     | 116,25                          |
| Токарно-фрезерная операция                | 6                          | 0,72         | 119,33                     | 86,51                           |
| Фрезерно-токарная операция                | 5                          | 0,92         | 114,35                     | 104,82                          |
| Операция по термообработке                | 7                          | 0,38         | 124,23                     | 46,59                           |
| Шлифовочная операция                      | 5                          | 1,23         | 114,35                     | 140,08                          |
| Операция сборки                           | 7                          | 1,65         | 124,23                     | 204,99                          |
| Всего                                     |                            | -            |                            | 699,24                          |
| $K_{прем}$                                |                            | 12           |                            | 83,91                           |
| Всего                                     |                            | -            |                            | 783,15                          |

$$Z_0 = 783,15 \text{ руб.}$$

«Дополнительная заработная плата»[4]

$$Z_{доп} = Z_0 \cdot K_{вып} \quad (58)$$

«где -  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат»[4]

$$Z_{доп} = 783,15 \cdot 0,14 = 109,64 \text{ руб.}$$

«Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"»[4]

$$C_{соц.н.} = (Z_0 + Z_{доп}) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (59)$$

«где -  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %»[4]

$$C_{соц.н.} = (783,15 + 109,64) \cdot 0,3 = 267,84 \text{ руб.}$$

«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»[4]

$$C_{сод.обор.} = Z_0 \cdot E_{обор.} / 100 \quad (60)$$

«где -  $E_{обор.}$  - коэффициент расходов на содержание»[4]

$$\langle \text{Ссод.обор.} = 783,15 \cdot 1,94 = 1519,31 \text{ руб.} \rangle$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_o \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (61)$$

где -  $E_{\text{цех}}$  - коэффициент цеховых расходов, %

$$C_{\text{цех}} = 783,15 \cdot 1,72 = 1347,02 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Расходы на инструмент и оснастку:

$$C_{\text{инстр.}} = Z_o \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (62)$$

где -  $E_{\text{инстр.}}$  - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$C_{\text{инстр.}} = 783,15 \cdot 0,03 = 23,49 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_o + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (63)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 771,35 + 2636,16 + 783,15 + 267,84 + 109,64 + 1519,31 + 1347,02 + 23,49 = 7457,95 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_o \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (64)$$

где -  $E_{\text{обзав.}}$  - коэффициент общезаводских расходов, %

$$C_{\text{обзав.}} = 783,15 \cdot 1,97 = 1542,80 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (65)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1542,80 + 7457,95 = 9000,75 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (66)$$

«где -  $E_{\text{ком.}}$  - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов»[4]

$$C_{\text{ком.}} = 9000,75 \cdot 0,0029 = 26,10 \text{ руб.}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (67)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 9000,75 + 26,10 = 9026,86 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (68)$$

где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$\text{Цотп.б.} = 9026,86 \cdot (1 + 0,3) = 11734,91 \text{ руб.}$$

«Таблица 20 - Сравнительная калькуляция»[4]

| Названия главных и основных расчетных показателей | Символы обозначений | Затраты на единицу изделия (база) | Затраты на единицу изделия (проект) |
|---|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Основные материалы                                | <i>М</i>            | 848,48                            | 771,35                              |
| Изделия покупные                                  | <i>Пи</i>           | 2636,16                           | 2636,16                             |
| Зар.плата основная                                | <i>Зо</i>           | 783,15                            | 783,15                              |
| Зар.плата дополнительная                          | <i>Здоп.</i>        | 109,64                            | 109,64                              |
| Взносы страховочные                               | <i>Ссоц.н.</i>      | 267,84                            | 267,84                              |
| Эксплуатационные расходы на содержание            | <i>Ссод.обор.</i>   | 1519,31                           | 1519,31                             |
| Расходы цеха                                      | <i>Сцех.</i>        | 1347,02                           | 1347,02                             |
| Инструментальный расход                           | <i>Синстр.</i>      | 23,49                             | 23,49                               |
| Первичная стоимость цеховая                       | <i>Сцех.с.с.</i>    | 7535,09                           | 7457,95                             |
| Расходы общие завода                              | <i>Собзав.</i>      | 1542,80                           | 1542,80                             |
| Первичная стоимость общая завода                  | <i>Соб.зав.с.с.</i> | 9077,89                           | 9000,75                             |
| Расход на коммерцию пр-ва                         | <i>Ском.</i>        | 26,33                             | 26,10                               |
| Вся стоимость полная                              | <i>Сполн.с.с.</i>   | 9104,22                           | 9026,86                             |
| Цена продажная                                    | <i>Цотп.</i>        | 11835,48                          | 11835,48                            |

## Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (69)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (70)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 848,48 + 2636,16 + 783,15 + 109,64 + 267,84 = \\ &= 4645,27 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 771,35 + 2636,16 + 783,15 + 109,64 + 267,84 = \\ &= 4568,13 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (71)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (72)$$

где -  $V_{год}$  - объём производства

$$З_{перем.б.} = 4645,27 \cdot 48000 = 222972894,54 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 4568,13 \cdot 48000 = 219270416,78 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (73)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (74)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,33 = \\ &= 4458,95 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1519,31 + 23,49 + 1347,02 + 1542,80 + 26,10 = \\ &= 4458,72 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (75)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (76) \text{ »[4]}$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 4458,95 \cdot 48000 = 214029447,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 4458,72 \cdot 48000 = 214018710,17 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (77)$$

где -  $H_A$  - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1519,31 + 23,49) \cdot 12 / 100 = 185,14 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (78)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 9026,86 \cdot 48000 = 433289126,95 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (79)$$

$$\text{Выручка} = 11835,48 \cdot 48000 = 568103044,47 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (80)$$

$$\text{Дмарж.} = 568103044,47 - 219270416,78 = 348832627,69 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (81)$$

$$\text{Акрит.} = 214018710,17 / (11835,48 - 4568,13) = 29449,36 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 29450 \text{ руб.} \text{ »[4]}$$

## Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. »[4]

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1}$$

«где –  $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$  – максимальный объем продукции, шт.

$A_{\text{крит}}$  – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки. »[4]

$$\Delta = \frac{48000 - 29450}{6 - 1} = 3710 \text{ шт.}$$

«Объем продаж по годам: »[4]

$$V_{\text{пр}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (82)$$

«где –  $V_{\text{пр}i}$  – объем продаж в  $i$  - году, шт. »[4]

$$V_{\text{пр}1} = 29450 + 1 \cdot 3710 = 33160 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{пр}2} = 29450 + 2 \cdot 3710 = 36870 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{пр}3} = 29450 + 3 \cdot 3710 = 40580 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{пр}4} = 29450 + 4 \cdot 3710 = 44290 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{пр}5} = 29450 + 5 \cdot 3710 = 48000 \text{ шт.}$$

«Выручка по годам: »[4]

$$B_{\text{пр}i} = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{пр}i} \quad (83)$$

$$B_{\text{пр}1} = 11835,48 \cdot 33160 = 392464519,89 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{пр}2} = 11835,48 \cdot 36870 = 436374151,03 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{пр}3} = 11835,48 \cdot 40580 = 480283782,18 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{пр}4} = 11835,48 \cdot 44290 = 524193413,32 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{пр}5} = 11835,48 \cdot 48000 = 568103044,47 \text{ руб.}$$

«Переменные затраты

для базового варианта: »[4]

$$З_{\text{ПЕРб.}i} = З_{\text{ПЕРуд.б.}} \cdot V_{\text{ПР}i} \quad (84)$$

$$З_{\text{ПЕРб.}1} = 4645,27 \cdot 33160 = 154037107,98 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРб.}2} = 4645,27 \cdot 36870 = 171271054,62 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРб.}3} = 4645,27 \cdot 40580 = 188505001,26 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРб.}4} = 4645,27 \cdot 44290 = 205738947,90 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРб.}5} = 4645,27 \cdot 48000 = 222972894,54 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[4]

$$З_{\text{ПЕРпр.}i} = З_{\text{ПЕРуд.пр.}} \cdot V_{\text{ПР}i} \quad (85)$$

$$З_{\text{ПЕРпр.}1} = 4568,13 \cdot 33160 = 151479312,93 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРпр.}2} = 4568,13 \cdot 36870 = 168427088,89 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРпр.}3} = 4568,13 \cdot 40580 = 185374864,85 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРпр.}4} = 4568,13 \cdot 44290 = 202322640,82 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ПЕРпр.}5} = 4568,13 \cdot 48000 = 219270416,78 \text{ руб.}$$

«Амортизация (определяется только для проектного варианта): »[4]

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{\text{год}} \quad (86)$$

$$Ам. = 185,14 \cdot 48000 = 8886543,52 \text{ руб.}$$

«Полная себестоимость

для базового варианта: »[4]

$$С_{\text{полнб.}i} = З_{\text{ПЕРб.}i} + З_{\text{пост.б}} \quad (87)$$

$$С_{\text{полнб.}1} = 154037107,98 + 214029447,36 = 368066555,34 \text{ руб.}$$

$$С_{\text{полнб.}2} = 171271054,62 + 214029447,36 = 385300501,98 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнб.3} = 188505001,26 + 214029447,36 = 402534448,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнб.4} = 205738947,90 + 214029447,36 = 419768395,26 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнб.5} = 222972894,54 + 214029447,36 = 437002341,90 \text{ руб.}$$

«для проектного варианта: »[4]

$$\text{Сполнпр.}i = \text{Зперпр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (88)$$

$$\text{Сполнпр.1} = 151479312,93 + 214018710,17 = 365498023,10 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнпр.2} = 168427088,89 + 214018710,17 = 382445799,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнпр.3} = 185374864,85 + 214018710,17 = 399393575,02 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнпр.4} = 202322640,82 + 214018710,17 = 416341350,99 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполнпр.5} = 219270416,78 + 214018710,17 = 433289126,95 \text{ руб.}$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам: »[4]

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполнпр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполнб.}i) \quad (89)$$

$$\text{Пр.обл.1} = (392464519,89 - 365498023,10) - (392464519,89 - 368066555,34) = 2568532,24 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.2} = (436374151,03 - 382445799,06) - (436374151,03 - 385300501,98) = 2854702,91 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.3} = (480283782,18 - 399393575,02) - (480283782,18 - 402534448,62) = 3140873,59 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.4} = (524193413,32 - 416341350,99) - (524193413,32 - 419768395,26) = 3427044,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.обл.5} = (568103044,47 - 433289126,95) - (568103044,47 - 437002341,90) = 3713214,95 \text{ руб.}$$

«Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам»[4]

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (90)$$

$$\text{Нпр.1} = 2568532,24 \cdot 0,20 = 513706,45 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 2854702,91 \cdot 0,20 = 570940,58 \text{ руб.}$$

$$Нпр.3 = 3140873,59 \cdot 0,20 = 628174,72 \text{ руб.}$$

$$Нпр.4 = 3427044,27 \cdot 0,20 = 685408,85 \text{ руб.}$$

$$Нпр.5 = 3713214,95 \cdot 0,20 = 742642,99 \text{ руб.}$$

«Прибыль чистая по годам»[4]

$$Пр.ч.i = Пр.обл.i - Нпр.i \quad (91)$$

$$Пр.ч.1 = 2568532,24 - 513706,45 = 2054825,79 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.2 = 2854702,91 - 570940,58 = 2283762,33 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.3 = 3140873,59 - 628174,72 = 2512698,87 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.4 = 3427044,27 - 685408,85 = 2741635,41 \text{ руб.}$$

$$Пр.ч.5 = 3713214,95 - 742642,99 = 2970571,96 \text{ руб.}$$

«Расчет экономии от повышения надежности»[4]

$$Пр.ож.д. = Цотп. \cdot Д2/Д1 - Цотп. \quad (92)$$

«где - Д1 и Д2 - долговечность изделия»[4]

$$Д1 = 100000 \text{ циклов}$$

$$Д2 = 140000 \text{ циклов}$$

$$Пр.ож.д. = 11835,48 \cdot 140000 / 100000 - 11835,48 = 4734,19 \text{ руб.}$$

«Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит: »[4]

$$ЧДi = Пр.ч.i + Ам + Пр.ож.д. \cdot V_{ПРi} \quad (93)$$

$$ЧД1 = 2054825,79 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 33160 = 167927177,27 \text{ руб}$$

$$ЧД2 = 2283762,33 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 36870 = 185719966,27 \text{ руб}$$

$$ЧД3 = 2512698,87 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 40580 = 203512755,27 \text{ руб}$$

$$ЧД4 = 2741635,41 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 44290 = 221305544,26 \text{ руб}$$

$$ЧД5 = 2970571,96 + 8886543,52 + 4734,19 \cdot 48000 = 239098333,26 \text{ руб}$$

«Дисконтирование денежного потока.»[4]

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (94)$$

«где -  $Ecm.i$  - процентная ставка на капитал

$t$  - год приведения затрат и результатов»[4]

$$Ecm. = 5 \%$$

$$\alpha_1 = 0,952 \quad \alpha_2 = 0,907 \quad \alpha_3 = 0,864 \quad \alpha_4 = 0,823 \quad \alpha_5 = 0,783$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (95)$$

$$ДСП_1 = 167927177,27 \cdot 0,952 = 159866672,76 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 185719966,27 \cdot 0,907 = 168448009,40 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 203512755,27 \cdot 0,864 = 175835020,55 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 221305544,26 \cdot 0,823 = 182134462,93 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 239098333,26 \cdot 0,783 = 187213994,95 \text{ руб.}$$

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (96)$$

$$\Sigma ДСП = 159866672,76 + 168448009,40 + 175835020,55 +$$

$$+ 182134462,93 + 187213994,95 = 873498160,59 \text{ руб.}$$

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполнпр.i \quad (97)$$

«где -  $K_{инв}$ . – коэффициент капиталообразующих инвестиций.»[4]

$$J_0 = 0,162 \cdot ( 365498023,10 + 382445799,06 + 399393575,02 +$$

$$+ 416341350,99 + 433289126,95 ) = 323508795,77 \text{ руб.}$$

«Чистый дисконтированный доход равен: »[4]

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (98)$$

$$ЧДД = 873498160,59 - 323508795,77 = 549989364,82 \text{ руб.}$$

«Индекс доходности определяется по следующей формуле: »[4]

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (99)$$

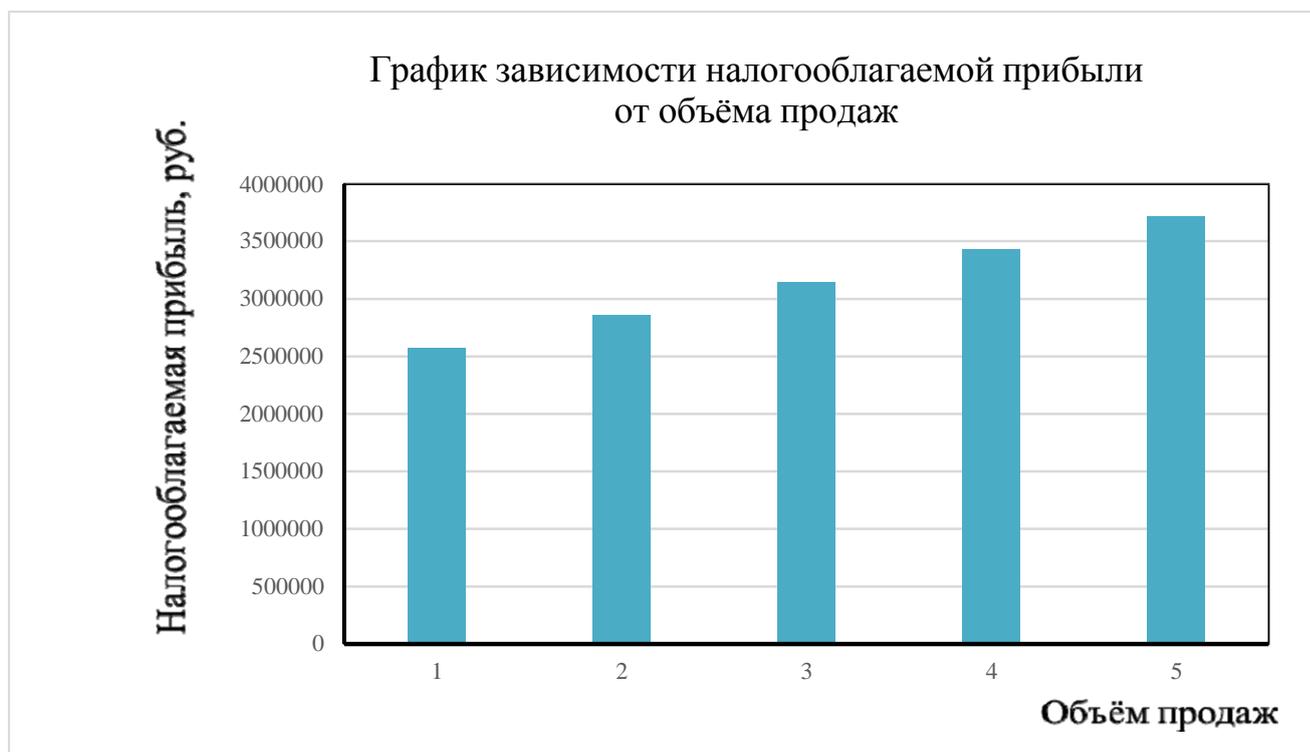
$$JD = 549989364,82 / 323508795,77 = 1,70$$

«Срок окупаемости проекта»[4]

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (100)$$

$$Токуп. = 323508795,77 / 549989364,82 = 0,59$$

На рисунке 6 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.



«Рисунок 6 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж»[4]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом этой работы стала модернизация тормозной системы установленного автомобиля VESTA. В этом дипломном проекте предлагалось установить проектные механизмы для задних и передних дисковых тормозов вместо стандартного механизма. Предлагается использовать электромагнитную тормозную систему автомобиля, а также заменить тормозные диски на тормозных механизмах.

Большим плюсом системы является простота конструкции. Вся система включает меньше деталей, легче и, отсутствуют проблемы с тормозной жидкостью. А для работы шаговых электродвигателей достаточно классической 12-вольтовой электрической системы. Однако самое большое достоинство - это скорость реакции механизма - по сравнению с обычной гидравлической системой, они в два раза быстрее. Система ABS работает намного лучше и быстрее. Функцией и реакцией тормозов управляют процессоры, отдельные для каждого двигателя, которые тщательно анализируют положение педали тормоза. Система явно снижает отклик всей системы и сокращает тормозной путь при любых условиях. Используемые процессоры могут быть легко запрограммированы - функции электродвигателей можно адаптировать к модели автомобиля и даже к индивидуальным потребностям водителя. Тесты подтверждают лучшую производительность

Эта работа отвечает настоящему состоянию и будущему формированию науки технической сферы автомобилестроения. Использование электромагнитных дисковых тормозов на серийной автомашине значительно совершенствует управляемость автомашины и, как следствие, его неопасность, в особенности в обстановках городского движения, что приводит к росту конкурентоспособности машины Lada VESTA.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя / В.И. Анурьев;. – М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
2. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 39,2003; Информационный фонд НТЦ "Система".
3. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-95.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н. Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с.
5. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И. Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
6. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
7. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Авто-мобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.
8. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили. / Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
9. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1984. – 250 с.
10. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
11. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;. – М. : Машиностроение, 1984. -376 с.
12. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
13. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
14. Осепчугов, В.В.; Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В.В.

- Осепчугов; А.К. Фрумкин; - М. : Машиностроение, 1989.-304с.
15. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
  16. Родионов, В. Ф., Легковые автомобили / В.Ф. Родионов; Б.М. Фиттерман; - М. : Машиностроение, 1971.-376с.
  17. Справочник по электротехнике. А.А. Иванов. – Киев.: Высшая школа, 1984 г. – 303 с.
  18. Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник. Т.3. / Н.С. Фчеркан;. - М. : Машиностроение, 1969. – 355с.
  19. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
  20. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.
  21. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
  22. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. – International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.
  23. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
  24. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Тягово-скоростные характеристики автомобиля

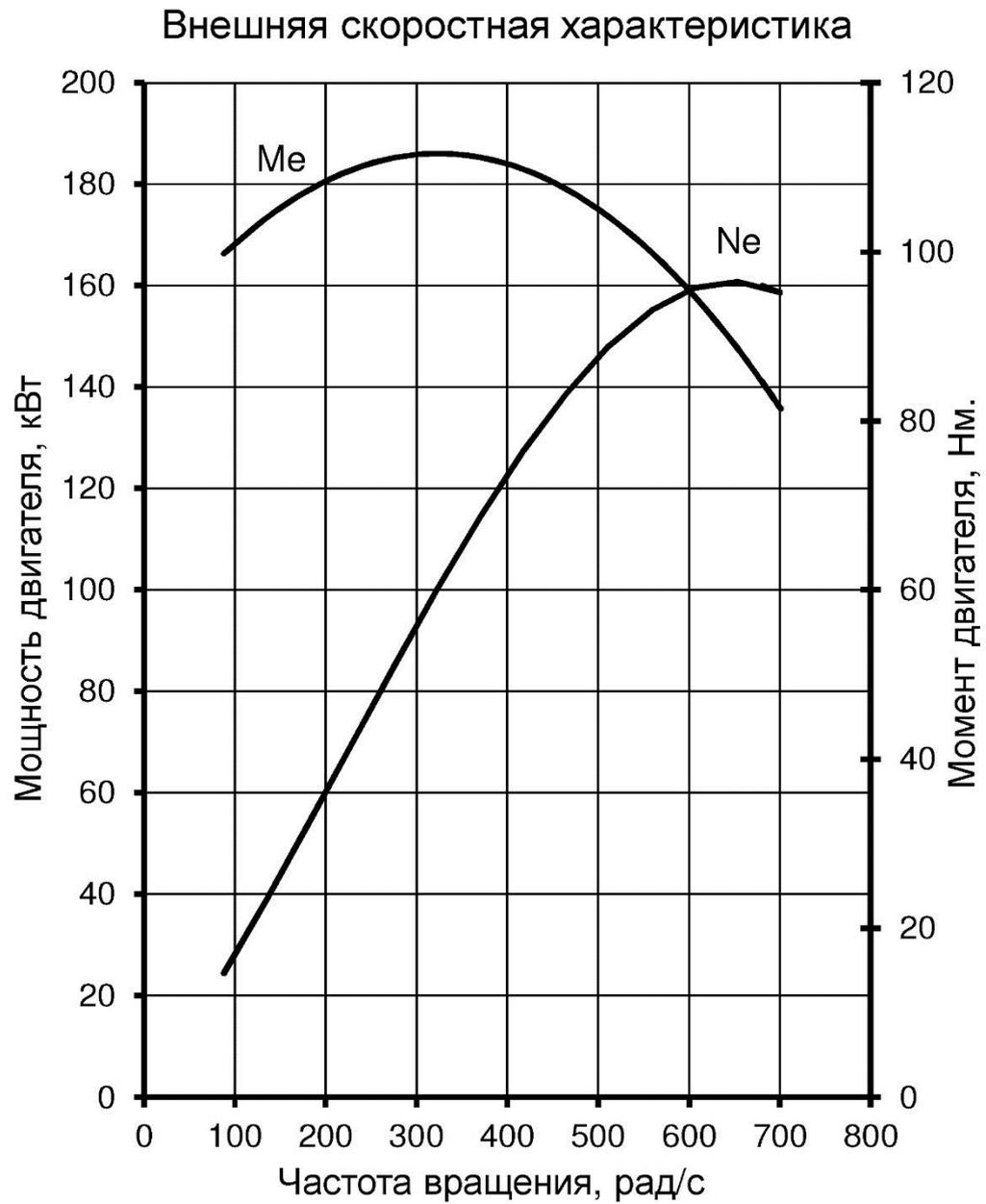


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

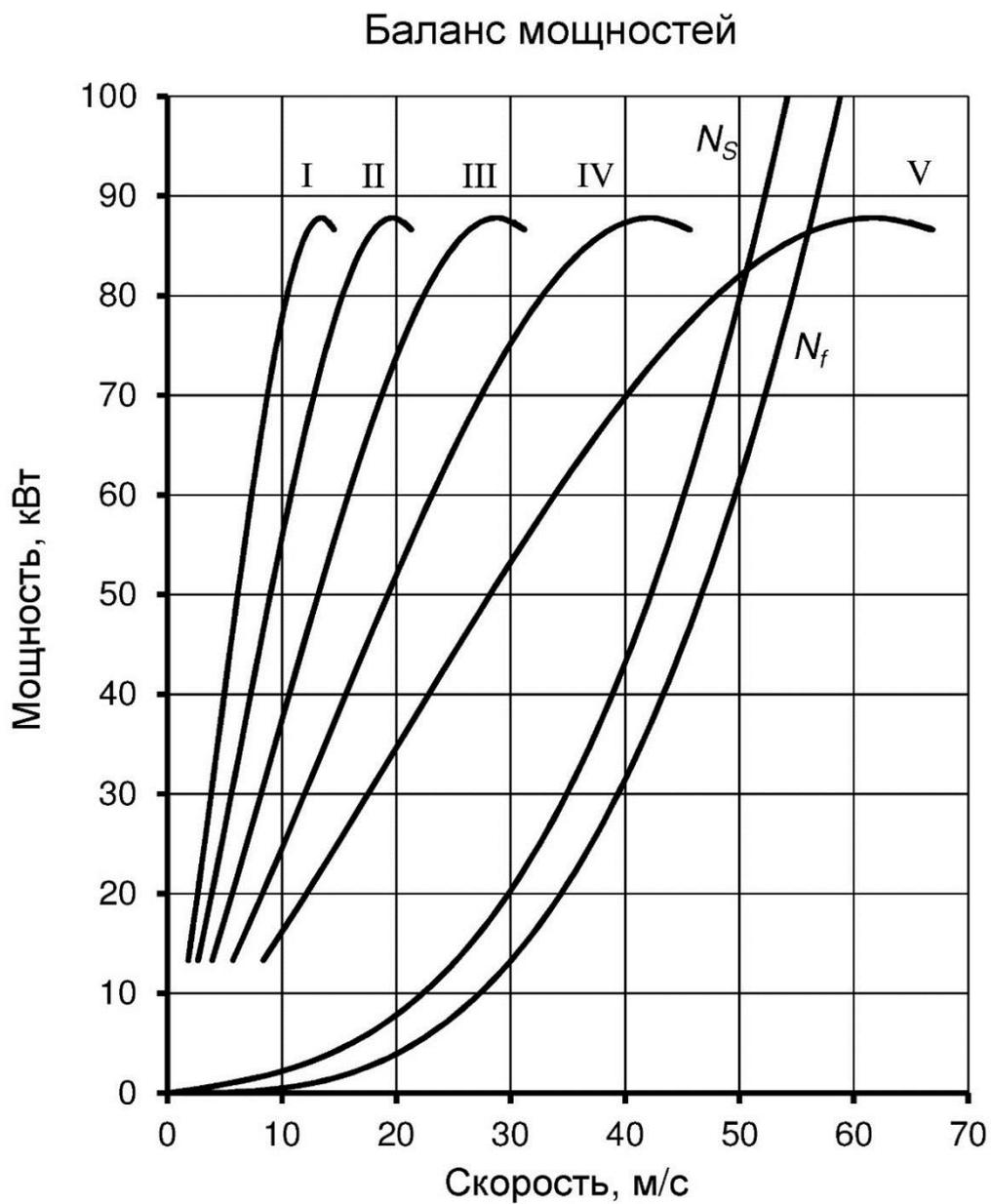


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

Тяговый баланс

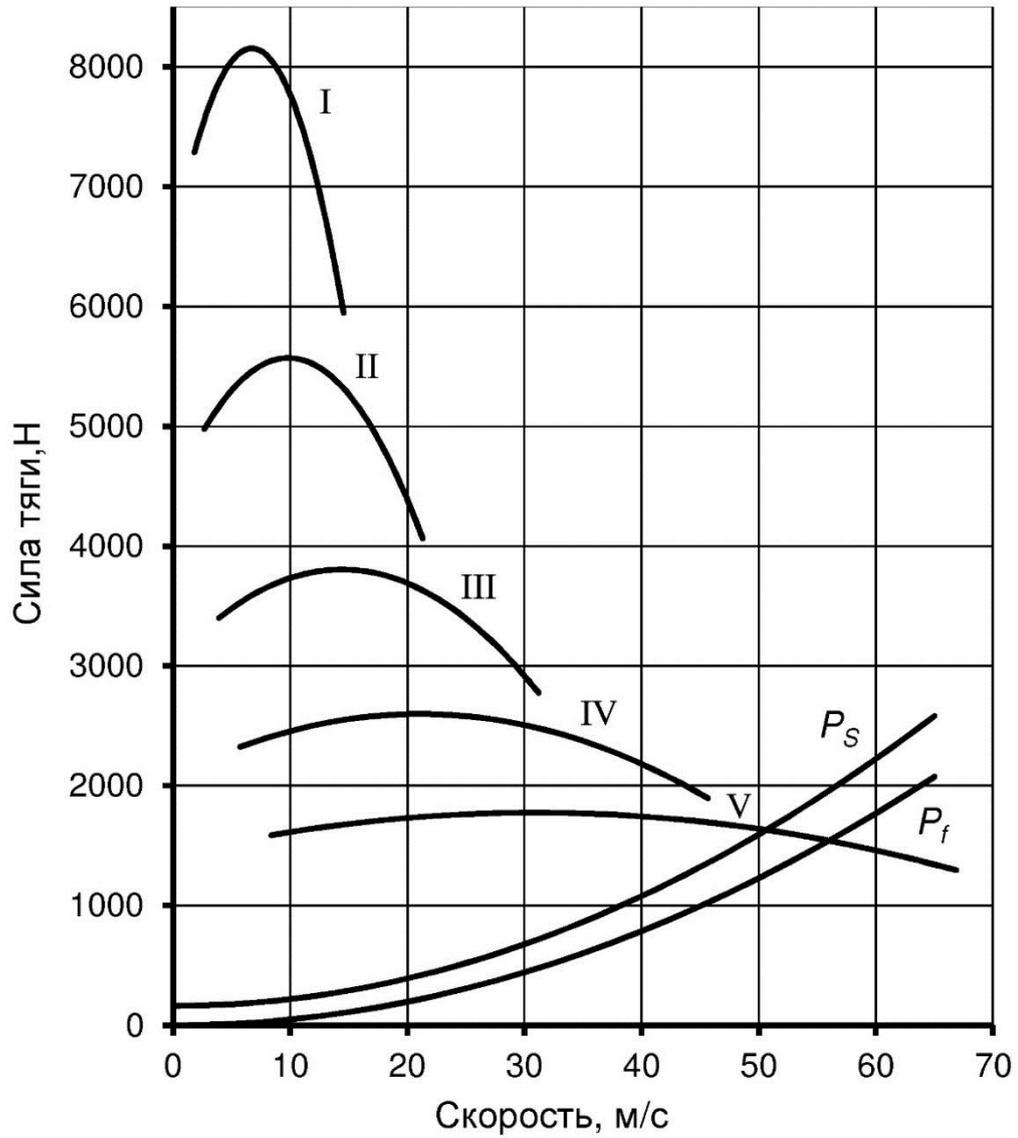


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

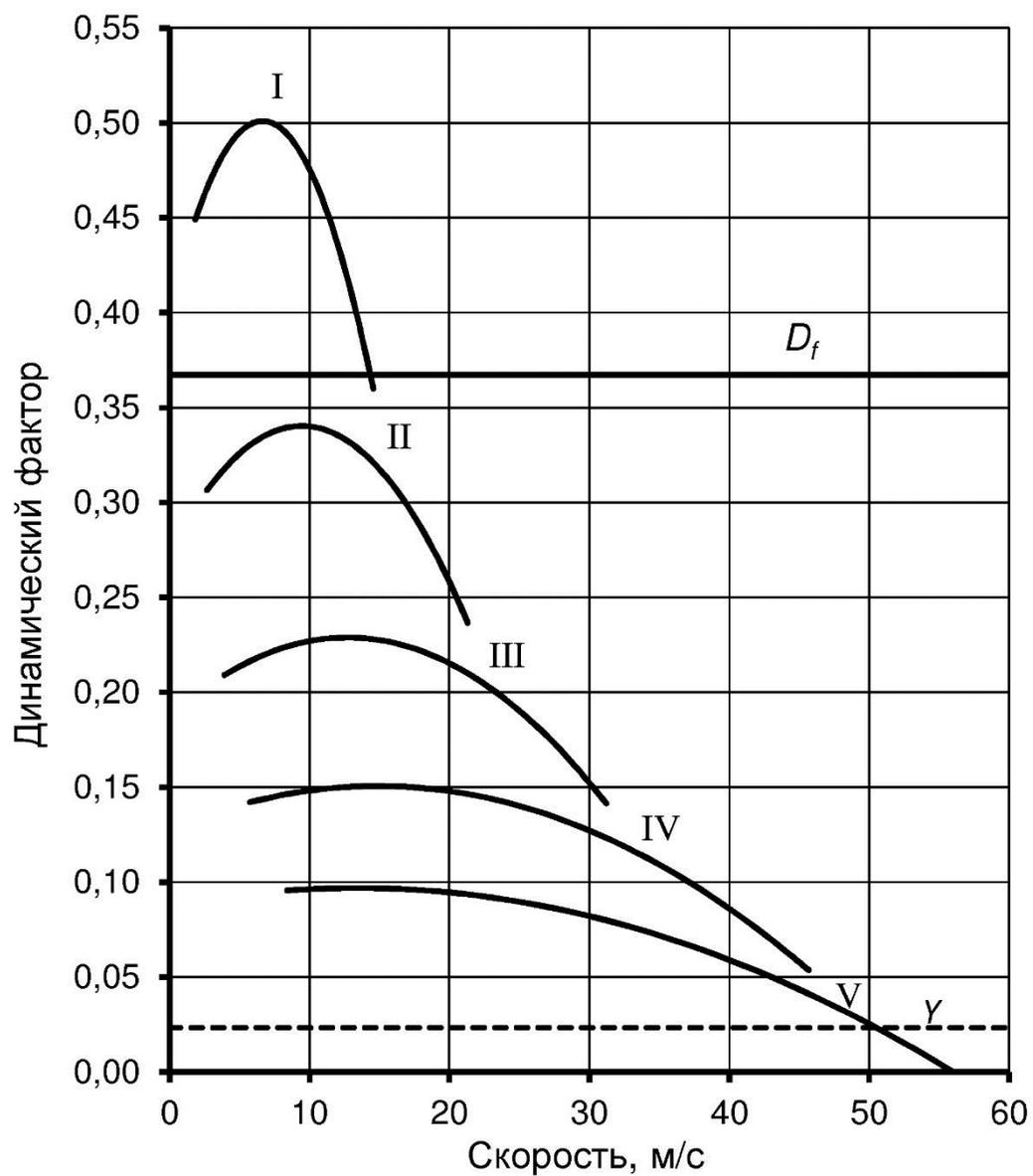


Рисунок А.4 – Динамический баланс

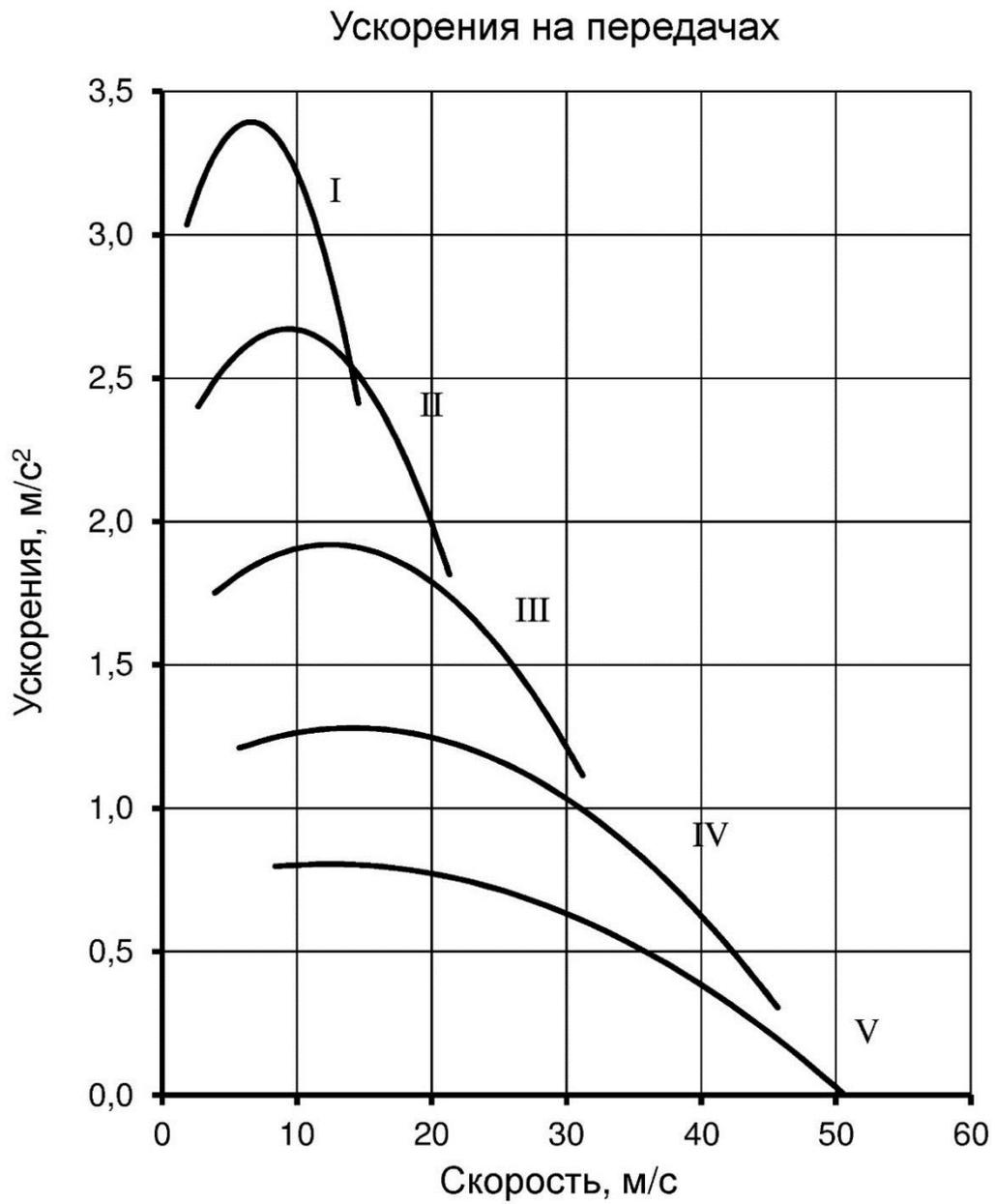


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

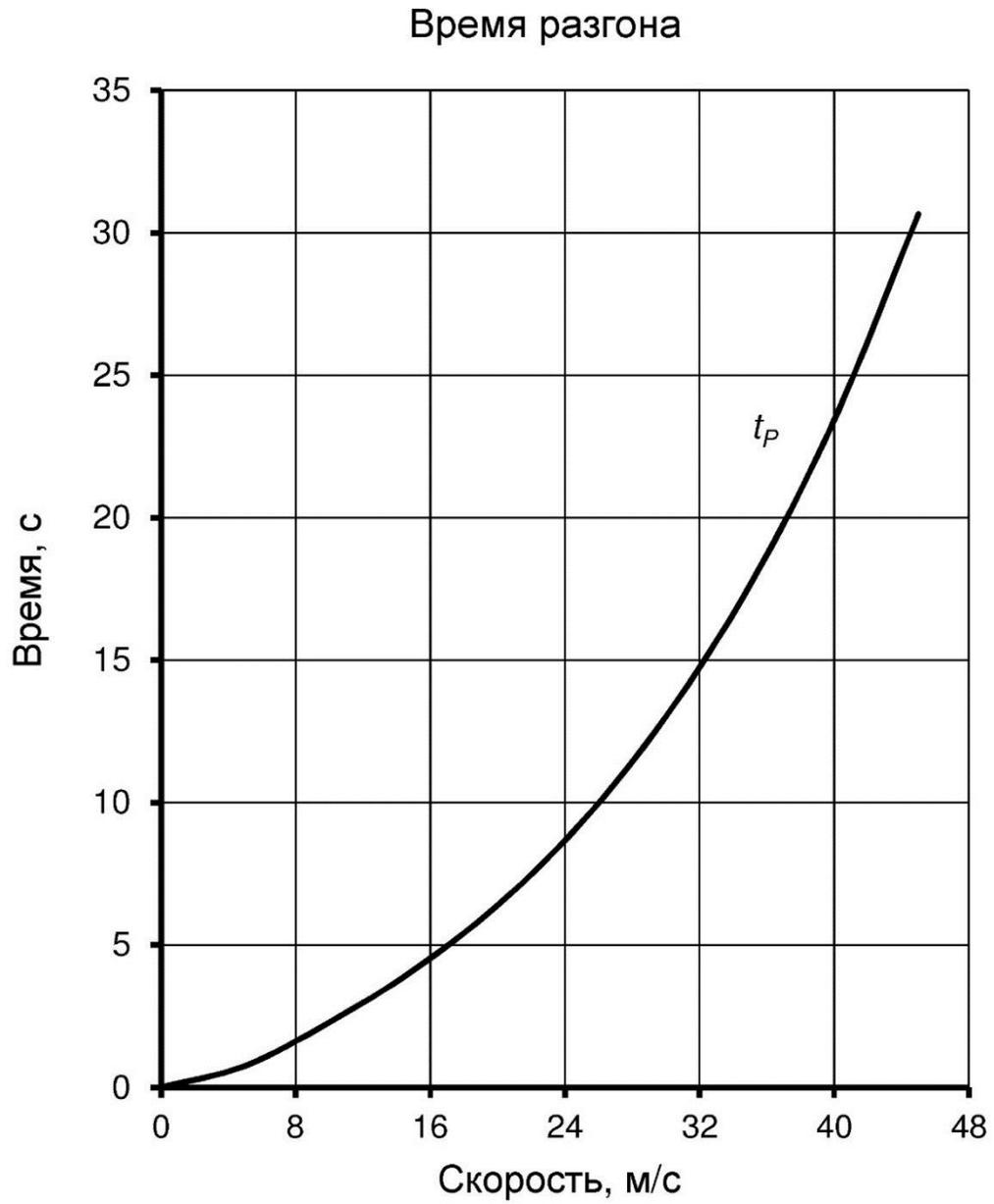


Рисунок А.6 – Время разгона

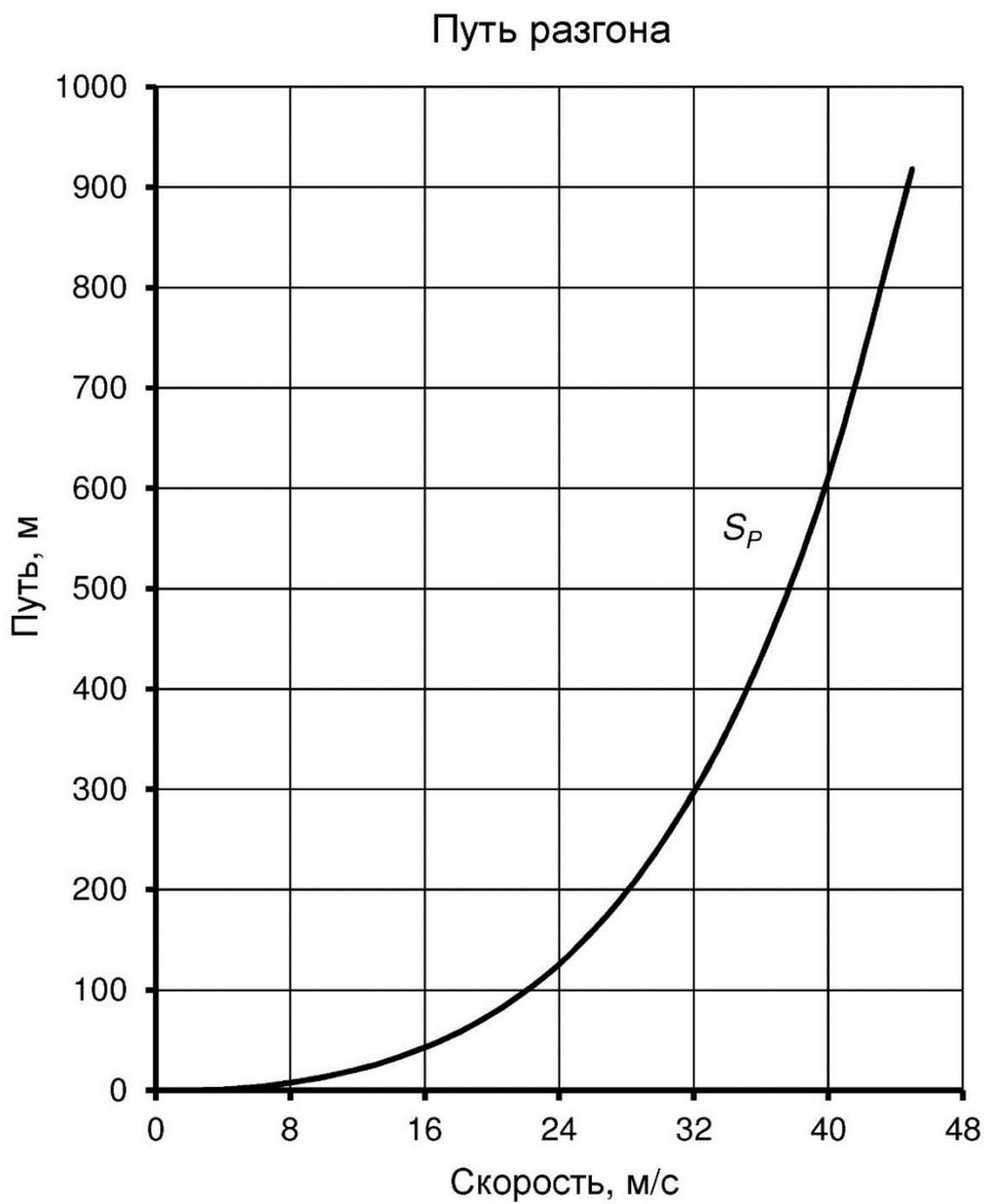


Рисунок А.7 – Путь разгона

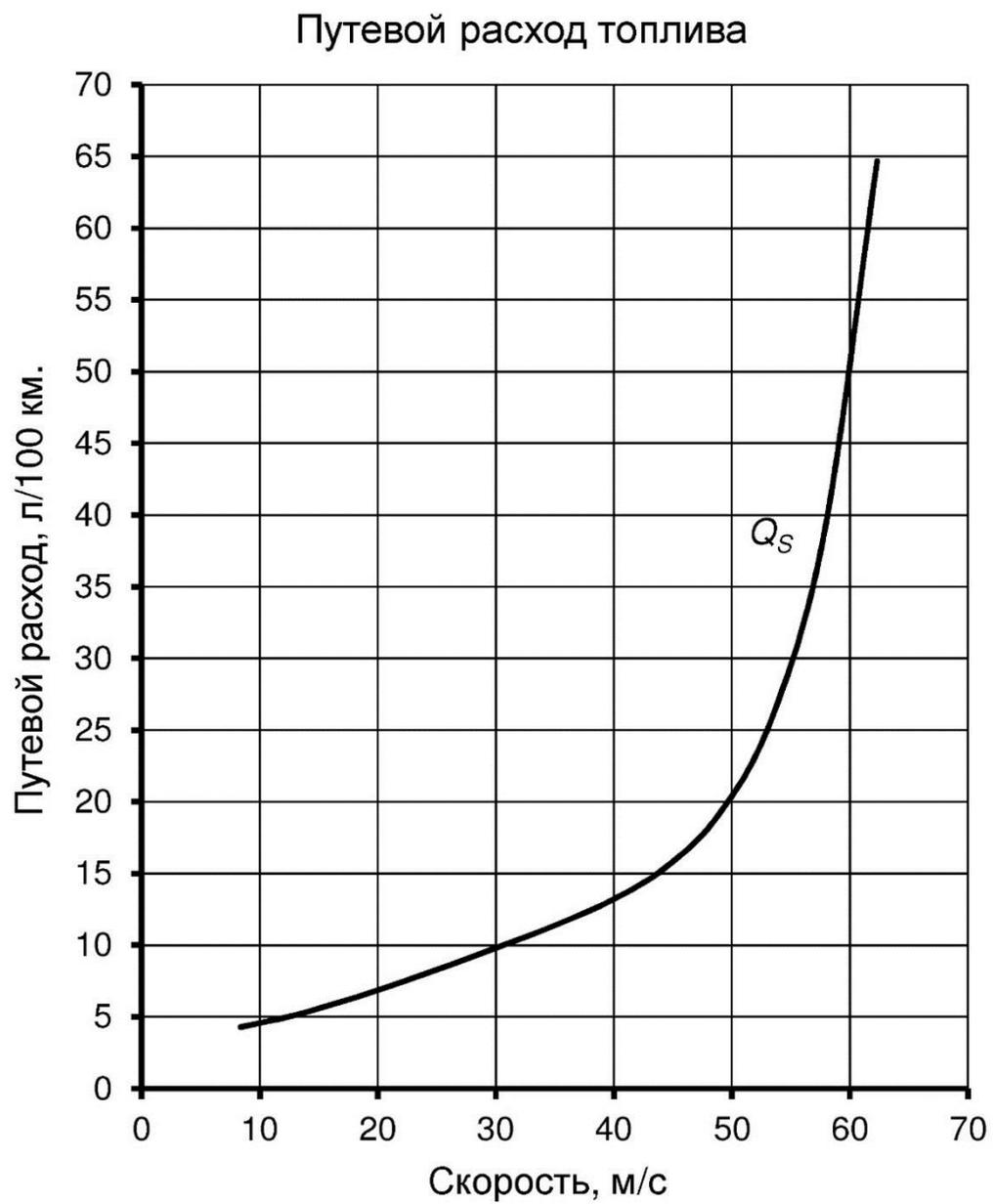


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива