

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 Модернизация тормозной системы автомобиля Камаз-5490

Студент

В.В.Евдокимов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.С.Соломатин

(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: «Модернизация тормозной системы автомобиля Камаз-5490». 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 90 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: «Modernization of the brake system of the Kamaz-5490 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 90 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.....	11
1.3 Классификация конструкций тормозных систем.....	15
1.4 Тенденции технологий применяемых на автомобилях.....	17
1.5 Состав и описание вносимых изменений в конструкцию тормозов.....	23
2 Конструкторская часть.....	30
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	30
2.2 Расчет деталей разрабатываемого узла.....	45
3 Безопасность и экологичность объекта.....	57
4 Экономическая эффективность проекта.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики тягового расчета.....	83

## **ВВЕДЕНИЕ**

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.

Увеличение числа автомобилей на дорогах городов и увеличение интенсивности уличного движения требует повышенного внимания к надёжной работе всех узлов и механизмов автомобиля. Современные скорости движения автотранспортных средств и все более увеличивающаяся интенсивность уличного 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. Надёжная работа тормозной системы зависит от конструкции (удовлетворяющей всем требованиям и правилам стран, где автомобиль эксплуатируется). Немаловажным фактором в обеспечении безопасности движения является надёжная работа тормозных систем автомобильного транспорта, характеризующихся обычно эффективностью торможения.

Основной целью данной дипломного проекта является улучшение характеристик тормозной системы автомобиля Камаз-5490, при одновременном сохранении общей компоновки конструкции.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение тормозной системы

Тормозная система автомобилей, состоящая из тормозов и их привода, предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки при минимальном тормозном пути. Процесс торможения осуществляется за счет передачи усилия от органов управления (педаль тормоза) к тормозным механизмам автомобиля.

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.

Современные автомобили оснащаются тремя типами этих устройств:

- Рабочая тормозная система.
- Парковка.
- 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. Он используется в качестве механизма отдачи. 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 будем крепить тормозной диск и к тормозному диску вместе со ступицей крепим 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.

Тормозная система (рабочая) устанавливается в колеса автомобиля. Как мы уже говорили выше, они могут быть как дисковыми, так и барабанными.

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. 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 делать поршни которые устанавливаются в тормозные цилиндры и когда в цилиндре приходит тормозная жидкость и прижимают тормозные колодки к тормозному диску а дальше за счёт трения между ними скорость вращения тормозного диска снижается теперь мы к цилиндрам добавим еще одну деталь и все 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 башмаки 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 горели и не прилипали к диску, в колесах есть специальные вентиляционные отверстия, через которые поток воздуха поступает в систему. Поскольку на ступице с тормозным диском сидит 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 вблизи тормозных колодок каждого колеса. Чем сильнее и 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.»[24] 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 вакуума прикладываются одновременно к двум шлангам, и они работают как одна линия. Если шланг порвется или трубка сломается, 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.

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 пластмасс или в конструкции этого бочка

имеется крышка, в которой установлен поплавок, нижняя часть поплавка лёгкое на верхнее 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 затянуть 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 дальше так ездить нельзя надо доливать тормозную жидкость и как можно быстрее ехать в автосервис. Если в процессе эксплуатации вы произошли какие-то изменения в тормозной системе, скажем педаль стала очень мягкой или раньше захватывали тормоза в начале хода педали а теперь в конце нужно ехать в автосервис.

## **1.2 Требования к тормозной системе**

Работа (основной) тормозной системы

Требования к рабочей тормозной системе

Рабочая тормозная система должна плавно действовать на все колеса автомобиля, рационально распределять тормозной момент между осями и обеспечивать высокую эффективность торможения.

Основной задачей работающей тормозной системы является регулирование скорости автомобиля до полной остановки. Схема тормозной системы автомобиля представлена на рисунке 1.

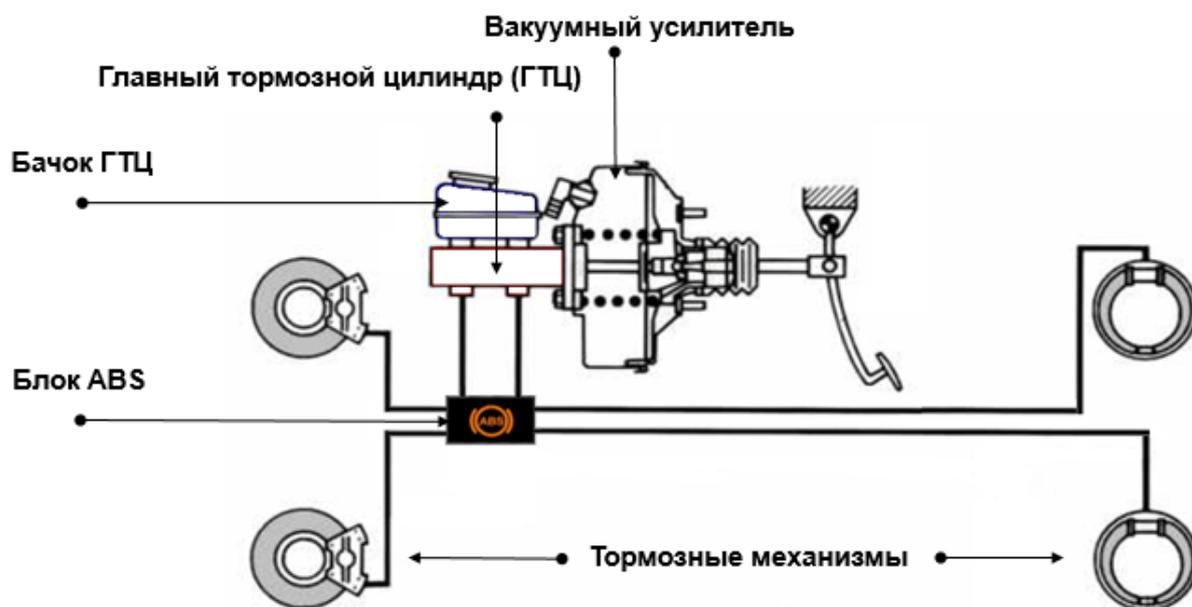


Рисунок 1 - Схема тормозной системы автомобиля

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.»[23] 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. Виды контуров тормозной системы автомобиля представлены на рисунке 2.

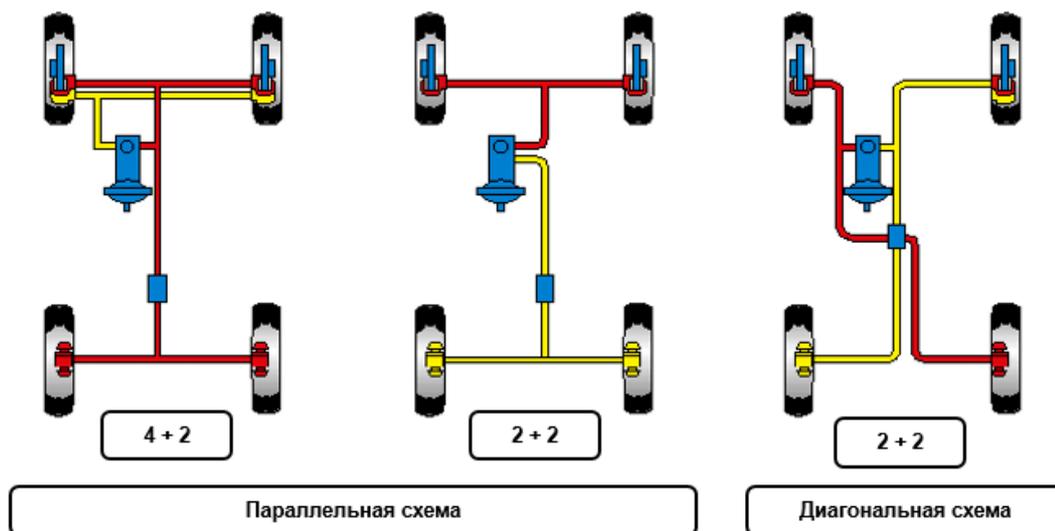


Рисунок 2 - Виды контуров тормозной системы

### Требования к запасной тормозной системе

Запасная тормозная система должна обеспечивать остановку автомобиля в случае выхода из строя рабочей тормозной системы при условии, что в ней не более одного отказа. Запасной тормозной системой может быть как специальная автономная система, так и контуры рабочей или стояночной. Орган управления может быть независимым или общим с рабочей или стояночной тормозной системой.

«Контур тормозной системы, представляющей собой замкнутую систему труб, соединяют главный тормозной цилиндр и тормозные механизмы колес. Контур может дублировать друг друга или выполнять только свои собственные функции. Наиболее популярна двухконтурная схема тормозного привода, в которой пара контуров работает по диагонали.»[20] Схема стояночной тормозной системы автомобиля представлена на рисунке 3.

## Стояночная тормозная система

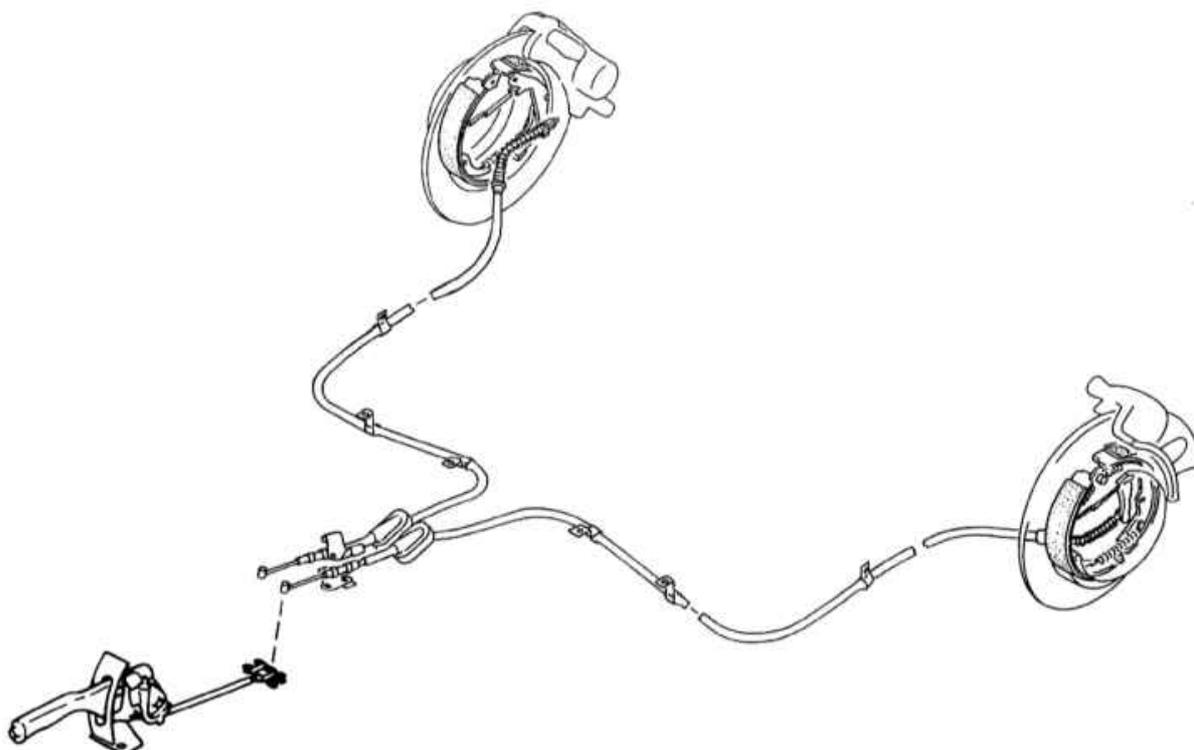


Рисунок 3 - Схема стояночного тормоза

### Требования к стояночной тормозной системе

Стояночная тормозная система обеспечивает неподвижность автомобиля на уклоне даже при отсутствии водителя. Ее управление должно быть с рабочего места водителя, а орган управления и привод - независимыми от рабочей тормозной системы.

Требования к системам сигнализации аварийного состояния и контроля тормозного управления.

Согласно отечественным регламентирующим документам тормозное управление современных автомобилей должно иметь элементы, обеспечивающие сигнализацию аварийного состояния рабочей тормозной системы, т.е. автоматическое оповещение и контроль рабочей тормозной системы, заключающийся в возможности проверки водителем в любой момент времени.

### 1.3 Классификация конструкций тормозных систем

«Тормозная система

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.»[21]

Управляет тормозными механизмами привод.

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.»[22]

«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.»[14] 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 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.

Большим преимуществом системы является простота конструкции. Вся система имеет меньше элементов, намного легче (до 15 кг), и, кроме того, устранены проблемы с тормозной жидкостью и всей гидравлической системой, 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 Тенденции технологий применяемых на автомобилях**

Каким будет автомобиль будущего и в чём заключаются главные задачи современной автомобильной промышленности. Новые технологии за последние 100 лет кардинально изменили и усовершенствовали всё то, что начинали великие изобретатели 19 века. Немного заглянем в прошлое – в 1885 году появился первый в мире серийный автомобиль с двигателем внутреннего

сгорания и это не просто трёхколёсная корыто, а настоящая революционное изобретение того времени. Шли годы и в мире постепенно сформировалась новая глобальная отрасль промышленности и на улицах городов всё чаще можно было наблюдать ни повозки запряженные лошадьми, а полноценные автомобили. Но изобретатели того времени наверное застыли бы в изумлении, если бы увидели современные автомобили – мощные, комфортные, на любой вкус и цвет, но и сегодня темпы развития автомобильных технологии не стоят на месте, а даже наоборот дарят миру все более удивительные разработки. Но для того, чтобы нам хотя бы примерно иметь представление о том каким будет автомобиль будущего нужно знать слабые стороны нынешних автомобилей.

Например, экологичность, безопасность, удобство, универсальность и так далее, ведь каждый из этих показателей потенциально можно улучшить и как раз то изобретение, в котором будут интегрированы все эти достижения можно назвать автомобилем будущего. Посмотрим какие технологии уже существуют в этой сфере. Вот например, мировые СМИ уже давно готовят нас к появлению беспилотных автомобилей. Благодаря данной технологии человек навсегда может забыть о таких сложностях как обучение в школе со сдачи всех этих экзаменов и зубрежки правил дорожного движения, его не штрафуют гаишники, ну и как бы если в гостях немного перебрал в общем не проблема всё равно за руль садиться не надо, потому что ты уже не водитель там, а пассажир. Автомобиль доставит тебя туда куда тебе нужно, если одни производители всё ещё как-то робко и неуверенно подходят к автономному управлению и на всякий случай оставляют возможность пассажиру взять управление на себя, то другие не видят в этом никакого смысла и выпускает автомобили в которых нет ни руля ни педалей - всё просто сел указал на дисплее адрес и наслаждаешься поездкой. Эти машины вооружены таким огромным количеством датчиков и камер что сканирует пространство на все 360 градусов и поэтому способны всегда оценивать ситуацию на дороге и не допускать ошибок. Но на пути внедрения беспилотных автомобилей всё ещё стоят большие трудности - всё дело в том, что люди еще не готовы к такому повороту, у них нет доверия к этой технологии и чувства безопасности, когда они будут перемещаться

беспилотным авто, ведь как говорил Праймер эксперт по транспорту одного из ведущих технологических институтов - люди могут смириться и справиться с людьми, которые делают ошибки, но мы не умеем мириться с ошибками роботов. Вот например, сколько людей согласились бы попасть на самолёт без пилота, думаю желающих было бы немного. В общем беспилотное авто должны на протяжении очень длительного времени тестироваться и доказывать свою безопасность и преимущества, а тесты уже активно ведутся в Японии и некоторых штатах США.

Но также разрабатывается и другой альтернативный способ управления автомобилем специалисты компании Nissan предлагают делать это при помощи мысли, то есть водитель одевает себе на голову некое устройство, которое точно определяет импульсы его мозга и мгновенно преобразует в задачи для автомобиля, допустим человек захотел повернуть налево подумал об этом и автомобиль тут же приступает к выполнению команды правда есть одно но, а как же безопасность, например, если нейроинтерфейс используется для управления гаджетами и игрушками, но здесь речь идет об автомобиле. И мыслями то управлять нужно уметь - наверное из 1000 человек едва ли найдется один кому это действительно под силу - поэтому здесь пока еще много вопросов и сомнений касаясь такой технологии хотя креатив и находчивость её создателей восхищает. Но практически полезный способ применения нейроинтерфейсов в беспилотном автомобиле действительно есть, о нём разработчики тоже упоминают - это взаимодействие автомобиля и человека при помощи мыслей и желаний, например, человек испытывает дискомфорт от жары и автомобиль получает об этом сигнал от нейроинтерфейса и автоматически включает кондиционер или же в зависимости от желания подогрев сидения, включает приятную музыку, меняет стиль езды с агрессивного на более спокойный или позвонит нужному человеку в общем и так далее и тому подобное. При том, что в управлении самим автомобилем человек своими мыслями не вмешивается, то тогда эта штука действительно неплохая, наибольшую ценность она будет представлять для людей с ограниченными возможностями. Но кроме управление мыслями для

осуществления всех вышеперечисленных функций, есть еще несколько способов, а именно управление жестами, а также голосовое управление, но какой из этих вариантов окажется наиболее удобным и встанет на поток время покажет. При этом не исключено, что они будут скоординированы в одно целое и водитель сам будет выбирать, тот способ управления, который пожелает.

Автомобиль будущего конечно же должен быть экологичным, уже многие страны постепенно переходят исключительно на экомобили, для того чтобы снизить количество вредных выбросов в окружающую среду, а задача инженеров состоит в том, чтобы создать наиболее эффективный способ получения энергии, и чтобы её хватало на как можно больше время движения автомобиля.

Сегодня электромобили пока еще уступает моделям с двигателями внутреннего сгорания, но изобретатели не опускают руки и серьезно работают над тем, чтобы электромобили стали достойными лидерами. Например, инженеры компании Volvo создали кузовные панели накапливающие энергию, они полностью заменят старые батареи в преимущества использования таких панелей в том, что они способны накапливать энергию гораздо быстрее, а энергии тормозной система автомобиля станет дополнительным способом подзарядки, во время тестирования автомобиль оснащенный такими панелями преодолел расстояние в 130 км без подзарядки. Конечно же автопроизводители заинтересовали технологии и в сфере виртуальной реальности, Тойота представила концепт системы позволяющая при помощи сенсорного экрана приближать объекты за пределами автомобиля идентифицировать их а также оценивать расстояние до объектов, ещё его можно использовать для развлечений. А одев очки виртуальной реальности человек с легкостью может самостоятельно обслужить свой автомобиль не заглядывая при этом инструкцию, например, если он еще новичок и не знает как заменить масло или колесо в очках благодаря наличию элементов дополняющих реальность, он будет получать точные указания к действиям подкрепленные визуальными подсказками.

Mercedes придумали подушку безопасности, которая останавливает автомобиль, еще до того как произойдет авария - это работает следующим образом - датчики установленные в автомобиле при получении сигнала, о том что столкновение неизбежно, срабатывают и из-под днища автомобиля надувается мешок со специальным покрытием, которое имеет достаточно сильное сцепление с дорогой и довольно быстро останавливает транспортное средство.

Безопасная своевременная доставка грузов клиентам это залог успешной и рентабельной работы транспортных компаний ключевую роль здесь играют водитель. Рассмотрим на сегодняшний день существующие важнейшие системы volvo делающих труд за рулем грузового автомобиля безопаснее и продуктивнее. Адаптивный круиз-контроль - в интенсивном транспортном потоке адаптивный круиз-контроль получает информацию от радара и камеры автомобиля и помогает водителю поддерживать безопасную дистанцию до идущего впереди транспортного средства система гарантированно работает до полной остановки автомобиля. Это делает адаптивный круиз-контроль полезной функцией в условиях интенсивного движения и пробок снижая нагрузку на водителя и повышая безопасность доставки грузов. Адаптивный круиз-контроль может быть дополнен системой предупреждения о фронтальном столкновении центрального торможения. Отслеживает расстояние до впереди идущих автомобилей с помощью камеры и радара причём в любых условиях находится ли автомобиль под прямыми солнечными лучами хоть в тумане хоть в темноте. Если возникает вероятность столкновения система предупреждает водителя и световой индикацией на лобовое стекло и постепенно нарастающим и звуковыми сигналами если водитель не реагирует грузовик автоматически начинает плавно тормозить в случае если не следует никакой реакции применение торможения до полной остановки. И ещё через 5 секунд если рулевое колесо не двигается и не наблюдается никаких иных действий со стороны водителя то автоматически срабатывает стояночный тормоз. Это позволяет своевременно включить торможение грузовика если водитель находится в состоянии шока или без сознания, одновременно

начинают срабатывать стоп-сигналы чтобы предупредить водителей автомобилей позади а когда скорость снижается до 5 км ч включаются и аварийные сигнальные огни. Данная система позволяет избежать непредвиденного столкновения максимально снижая риск ДТП. Система помощи при перестройке - динамическое рулевое управление функции системы оповещения при перестроении используют камеру для отслеживания маркировки полос и положения автомобиля в полосе, если автомобиль непреднамеренно пересечет разметку системы автоматически направит его обратно в центр полосы движения в дополнение к этому водителю получит тактильное предупреждение через вибрацию рулевого колеса, тем самым автомобиль оказывает дополнительную поддержку водителю соблюдение заданного курса движения по выбранной полосе. Система поддержки при смене полосы движения не секрет что значительная масса ДТП с участием грузовых автомобилей происходит при столкновении с другими транспортными средствами находящимися в так называемых слепых зонах со стороны пассажирской двери. Система поддержки при смене полосы движения используется радар для сканирования зоны а рядом с кабиной со стороны пассажира на наличие в них других участников движение и поворотник на система обнаруживает что менять полосу нельзя то она предупредит вас звуковым сигналом и мигающим значком рядом с зеркалом пассажира. Система предупреждения водителя об усталости - 90% аварий происходит по вине водителей, причины могут быть совершенно разными от невнимательности до засыпания во время управления автомобилем, данная система станет активным помощником на случай если вы почувствуете усталость за рулём с помощью звуковых сигналов нарастающей мощности она предупредит вас о необходимости сделать перерыв в случае если будут обнаружены признаки невнимательного и даже опасного вождения у системы пять уровней предупреждения водителя, тем самым вы сможете избежать критической ситуации, когда автомобиль попадает в ДТП из-за усталости водителя за рулем. Эти 5 систем volvo trucks для помощи безопасному управлению автомобилем для охраны доставки грузов или дополнительная гарантия в продуктивной и

спокойной работе за рулём . Всегда стоит понимать что системы активной безопасности являются только вспомогательным инструментом помощи при движении, а не заменит внимательность и здравый смысл водителя.

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

«Дизелизация автомобиля очень затруднила использование вакуумных усилителей тормозов. Это одна из причин, по которой многие компании, производящие тяжелые транспортные средства и автобусы, теперь используют пневматические тормозные приводы.

Принимая во внимание всё усложняющуюся конструкцию автомобиля, это не может не сказаться на тормозной системе.»[11] В настоящее время большинство грузовых автомобилей производятся на пневматических приводах второго поколения. «Они называются многоконтурной тормозной системой, которая соответствует Правилам № 13 ЕЭК ООН, а также внутренним требованиям безопасности дорожного движения. Необходимость выполнения нескольких строгих требований будет затруднена из-за большого количества устройств, магистралей и мониторинга.

Такой же тормозной привод установлен и в автомобиле семейства КамАЗ. Многоконтурная тормозная система автомобиля семейства КамАЗ отвечает таким требованиям, как действие при отслеживании того, как тормозит тягач и прицеп, энергоаккумуляторы стояночного тормоза, адаптивность различных прицепов и контроль состояния тормоза автомобиля.

При всех хороших показателей многоконтурного тормозного привода автомобиля семейства КамАЗ, наиболее распространенными неисправностями являются перепады воздуха при запуске уплотнительных колец, манжеты, поломка пневмоприводов, холод, влажность в автомобиле при отрицательных температурах, данные факторы затрудняют работу пневмосистемы. Нужно постоянно прислушиваться к неисправности цепи стояночного тормоза, так как

от работы будут зависеть технико-экономические показатели автомобиля и безопасность дорожного движения.

Во время работы поршневые уплотнения в цилиндре и напорные каналы в энергоаккумуляторах в корпусе разрываются, что приводит к замедлению движения автомобиля и, как следствие, к увеличению расхода топлива, а также к выходу из строя тормозной системы. Если пневматическая трубка, обеспечивающая энерго-аккумуляторы сжатым воздухом для разблокировки автомобиля, отключается, то во время движения включается стояночный тормоз, что может привести к аварийной ситуации и аварии. Необходимость непрерывной подачи сжатого воздуха в энерго-аккумуляторы во время движения автомобиля приводит к тому, что компрессор работает много времени, что питания контура воздухом. В этом случае очень сильно изнашиваются запчасти компрессора.»[11]

Чтобы уменьшить износ компрессора и предотвратить некоторые неудачи в работе, в дипломном проекте представлена реконструкция системы стояночного тормоза, т.е. конструкция пружинного энерго-аккумулятора и способы его использования. Разница заключается в использовании системы блокировки с дистанционным разблокированием. В результате снижается риск возникновения чрезвычайной ситуации на дороге и упрощается процесс растормаживания.

«Принцип работы и эксплуатации предлагаемой конструкции заключается в следующем, начиная с тормозной системы автомобиля семейства КамАЗ, в качестве исполнительного устройства используется тормозная камера с подпружиненным поршневым накопителем энергии. Накопление энергии контролируется на стояночном, в запасном и аварийном контурах. Надежность и безопасность эксплуатации транспортного средства зависит от четкости и надежности его эксплуатации.»[13]

В целях дальнейшего повышения надежности пневматического привода тормоза в проекте была предложена усовершенствованная конструкция тормозной камеры на пружинном накопителе энергии. Основными частями усовершенствованной тормозной камеры-накопителя энергии пружины

представлены на рисунке 4: корпус 15, силовая пружина 3, поршень 4-дилер 10, стопорный рычаг 13, шарики 14 и распорная катушка 2, механизм блокировки пружины 12, управляющий электромагнит 1, винт механического расцепления 15, упорный подшипник 11, тормозная диафрагма 7, возвратная пружина и шток 8.

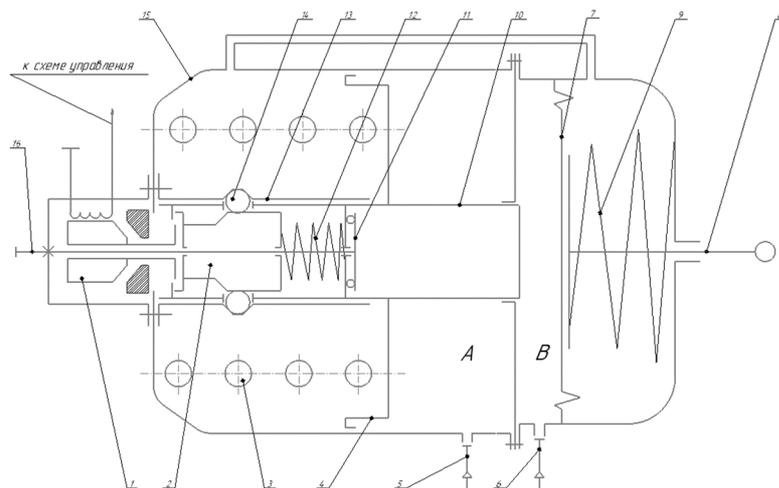


Рисунок 4 – Схема энергоаккумулятора

Усовершенствованная тормозная камера пружинный энергоаккумулятор конструктивно отличается от существующей конструкции пружинного накопителя энергии. Энергоаккумулятор цилиндра представляет собой центральное отверстие в торцевой стенке фокусировки на электромагните корпуса и запирающем рычаге 13 с ним. Также через это отверстие запорный механизм снимается с фиксированного положения путем перемещения распорной катушки 2, управляющей сердечником электромагнита 1, в крайнее правое положение. В направляющей части накопителя энергии поршня, в тех отверстиях, в которых будут установлены шарики напряжения 14. Поршень 4 с установленными на нем шариками напряжения, распорная катушка 2 и направляющая втулка 13 вместе образуют систему блокировки, позволяющую удерживать пружину в деформированном (расторможенном) состоянии без подачи сжатого воздуха.

«Преимуществами усовершенствованной тормозной камеры с пружинным накопителем энергии являются возможность работы с накопителем энергии в расторможенном режиме без подачи сжатого воздуха именно в тормозную магистраль. В результате работы этой функции в случае автомобиля исключается возможность аварийной ситуации из-за разгерметизации цепи стояночного тормоза. Эксплуатация предлагаемого накопителя энергии в расторможенном положении без подачи сжатого воздуха позволяет значительно снизить требования к пневматическому приводу тормоза со сжатым воздухом. Низкое потребление воздуха за счет уменьшения технически необходимого количества аккумулируемой воздушной энергии и утечек парковочного контура. В результате сокращается время работы компрессора в нагруженном режиме, и, как следствие, уменьшается изнашивание его составляющих деталей. В то же время расход топлива, потребляемый двигателем, снижается приводом компрессора.»[15]

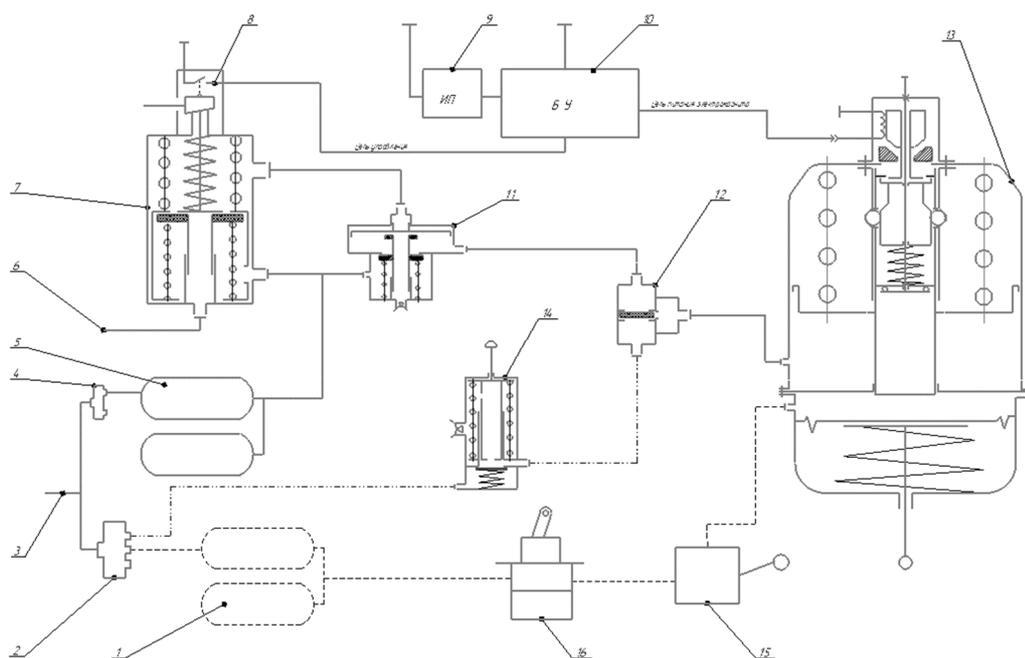


Рисунок 5 – Схема работы энергоаккумулятора

Схема контроля конструкции представлена на рисунке 5:

– При нормальном торможении поток сжатого воздуха двухсекционным

тормозным клапаном направляется в полость В, воздействуя на диафрагму 7, но шток работает и тормозит автомобиль.;

- Стояночный тормоз обеспечивает энергию сжатой мощности в пружине, когда пружина воздействует на энергию штока, осаждаемую поршнем 4 и связанным с ним толкателем 10, обеспечивая тем самым необходимое тормозное усилие;

– Выключение стояночного тормоза и начинается движение, необходимо переместить ручку стояночного тормоза крана в среднее положение, но разрешить полный перевод ручки крана в горизонтальное положение. Схема работы рычага стояночного тормоза представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 - изображение в основном положении рукоятки стояночного тормоза крана

«В противном случае управляющий сигнал будет отправлен на электронный блок управления накопителем энергии, который подготовит пружинный энергоаккумулятор для его передачи стояночному или аварийному тормозу в рабочее положение. В этом случае стояночный тормоз придется выключить. Всегда ручка крана стояночного тормоза перемещается в среднее положение, поток сжатого воздуха входит в полость А пружинного накопителя энергии в приемнике, за счет ускорения клапана, который перемещает поршень 4 и который вместе со сжатой силой пружины 3 деактивирует стояночный тормоз. Перемещаясь в крайнее левое положение, поршень 4 перемещает шарики 3 запорных механизмов в том же направлении. Когда шарики,

достигают диаметральной канавки направляющей втулки 13, поршень 4 фиксируется относительно втулки 13. Затем ручку крана стояночного тормоза необходимо перевести в вертикальное положение для выпуска сжатого воздуха в полость А. Контрольная лампа на приборной панели сигнализирует об отключении стояночного тормоза.»[15]

– чтобы активировать стояночный тормоз, водитель должен повернуть ручку крана стояночного тормоза, чтобы переместить его из вертикального положение в горизонтальное положение, но сжатый воздух будет перекачиваться из полости пружинного накопителя энергии. В процессе дополнительного впрыска сжатого воздуха в пружину накопителя энергии возникает необходимость в дополнительной мощности сжатия пружины и низком сопротивлении трению при перемещении распорной катушки 2. Одновременно с впрыском воздуха в электронный блок управления подается сигнал на датчик, установленный в корпусе крана стояночного тормоза. Блок управления, получив сигнал от крана стояночного тормоза, подает ток на обмотку электромагнита 1. Сердечник электромагнита, втягиваясь, перемещает распорную катушку 2 вправо, тем самым снимая блокировку упорных шариков 14, на приборной панели активируется сигнал о возможности включения стояночного тормоза. Повернув ручку крана стояночного тормоза в вертикальное положение, водитель выпускает энергоаккумулятор сжатого воздуха, завершая активацию стояночного тормоза;

– В случае нарушения качества тормозной системы водитель не может использовать выход из тормозного контура. Для этого на рукоятке стояночного тормоза крана необходимо переместить его из вертикального положение в горизонтальное положение, и сжатый воздух будет закачиваться в полость пружинного накопителя энергии. В процессе дополнительного впрыска сжатого воздуха в пружинный энергоаккумулятор необходима в этом случае дополнительная мощность сжатия пружины и низкое сопротивление трению о подвижную распорную катушку 2, а также возможность плавного управления работой пружинного накопителя энергии. Одновременно с впрыском воздуха в электронный блок управления подается сигнал на датчик, установленный в

корпусе крана стояночного тормоза. Блок управления, получив сигнал от крана стояночного тормоза, подает ток на обмотку электромагнита 1. Сердечник электромагнита, втягиваясь, перемещает распорную катушку 2 вправо, тем самым снимая напряжение блокировки шариков 14, но подает сигнал для данного приборного щитка о том, что запасной тормоз может быть активирован. Повернув ручку крана стояночного тормоза в вертикальное положение, водитель медленно выпускает энергоаккумулятор сжатого воздуха, регулируя таким образом тормозное усилие.;

– Аварийная ситуация, чтобы запустить автомобиль без необходимости в приемниках давления воздуха, водитель должен нажать кнопку аварийного отключения 14. Сжатый воздух поступает в энергоаккумулятор непосредственно тройным предохранительным клапаном, сжимая электрическую пружину. Когда пружина полностью сжата, срабатывает механизм блокировки и энергоаккумулятор полностью высвобождается.

Конструкция накопителя энергии тормозной камеры остается неизменной. Способ накопления энергии контактной пружины от тормозной магистрали и ее крепления к автомобилю также остаются неизменными.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

#### 2.1.1. Исходные данные

«Число ведущих колес.....	$n_k = 2$
Собственная масса, кг.....	$m_o = 44000$
Количество мест.....	2
Максимальная скорость, м/с.....	$V_{max} = 30,56$
Максимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{max} = 200$
Минимальная частота вращения колен. вала, рад/с.....	$\omega_{min} = 54$
Коэффициент аэродинамического сопротивления.....	$C_x = 0,49$
Величина максимально преодолеваемого подъема.....	$\alpha_{max} = 0,18$
Коэффициент полезного действия трансмиссии.....	$\eta_{TP} = 0,89$
Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> .....	$H = 9,64$
Коэффициент сопротивления качению.....	$f_{ko} = 0,018$
Число передач в коробке передач.....	8
Распределение массы автомобиля по осям, % :	
передняя ось.....	16,1
задняя ось.....	26,1
Плотность воздуха, кг/м <sup>3</sup> .....	$\rho = 1,293$
Плотность топлива, кг/л.....	$\rho_t = 0,92$

#### 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  $G_o$  - собственный вес автомобиля;

$G_n$  - вес пассажиров;

$G_b$  - вес багажа; »[19]

$$G_o = m_o \cdot g = 44000 \cdot 9,807 = 431508 \text{ Н} \quad (2)$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 2 = m_{II1} \cdot g \cdot 2 = 75 \cdot 9,807 \cdot 2 = 1471 \text{ Н} \quad (3)$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 2 = m_{B1} \cdot g \cdot 2 = 10 \cdot 9,807 \cdot 2 = 196 \text{ Н} \quad (4)$$

$$G_A = 431508 + 1471 + 196 = 433175 \text{ Н}$$

$$G_1 = G_A \cdot 16,1 = 433175 \cdot 16,1 = 69741 \text{ Н} \quad (5)$$

$$G_2 = G_A \cdot 26,1 = 433175 \cdot 26,1 = 113059 \text{ Н} \quad (6)$$

#### «б) Подбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника».

На автомобиле установлены радиальные шины 315/70 R22,5»[19].

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot d + k \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

«где  $r_k$  – радиус качения колеса;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса;

$B = 315$  – ширина профиля, мм;

$k = 0,70$  – отношение высоты профиля к ширине профиля;

$d = 571,5$  – посадочный диаметр, мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 571,5 + 0,70 \cdot 0,85 \cdot 315) \cdot 10^{-3} = 0,473 \text{ м}$$

### «2.1.3. Определение передаточного числа главной передачи»[19]

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k \cdot U_d} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (8)$$

«где  $U_k$  - передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость (примем значение передаточное число высшей передачи КП равным 1,000),;

$U_d$  - передаточное число делителя коробки передач (максимальная скорость автомобиля достигается на высшей передачи делителя коробки автомобиля, значение которой примем равным 1,2). »[19]

$$U_0 = (0,473 \cdot 200) / (1,000 \cdot 1,2 \cdot 30,56) = 2,581$$

### «2.1.4. Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_v \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (9)$$

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

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

$$\psi_v = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (10)$$

$$\psi_v = 0,018 \cdot (1 + 30,56^2 / 2000) = 0,026$$

$$N_v = (433175 \cdot 0,026 \cdot 30,56 + 0,49 \cdot 1,293 \cdot 9,64 \cdot 30,56^3 / 2) / 0,89 = 490543 \text{ Вт}$$

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (11)$$

«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]

$$N_{MAX} = 490543 / (1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1,05^2 - 1 \cdot 1,05^3) = 493070 \text{ Вт}$$

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (12)$$

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

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

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

«Таблица 1 - Внешняя скоростная характеристика»[19]

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
516	54	168,2	3114,4
620	65	205,8	3170,2
720	75	241,9	3207,7
820	86	277,3	3229,5
920	96	311,7	3235,7
1020	107	344,6	3226,2
1120	117	375,4	3201,1
1220	128	403,8	3160,3
1320	138	429,1	3103,9
1420	149	450,8	3031,8
1520	159	468,6	2944,1
1620	170	481,9	2840,7
1720	180	490,2	2721,7
1820	191	493,1	2587,1
1910	200	490,5	2452,7

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

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \quad (14)$$

«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]

$$1) U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}}; \quad (15)$$

«где  $\psi_{MAX}$  - коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом вычтены преодолеваемого подъёма ( $\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{MAX} = \psi_V + \alpha_{MAX}$ );  $U_D$  - передаточное число делителя коробки передач (максимальный динамический фактор реализуется на низшей ступени делителя коробки, значение которой равно 2,1). »[19]

$$\psi_{MAX} = 0,026 + 0,18 = 0,206 \quad (16)$$

$$U_1 \geq 433175 \cdot 0,206 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 2,710$$

$$2) U_1 \leq \frac{G_{CC} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{ГП}},$$

«где  $G_{CC}$  - сцепной вес автомобиля ( $G_{CC} = G_1 \cdot m_1 = 69741 \cdot 0,9 = 62767$  Н,  $m_1$  - коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса),  $\varphi$  - коэффициент сцепления ( $\varphi = 0,8$ ). »[19]

$$U_1 \leq 62767 \cdot 0,8 \cdot 0,473 / (3235,7 \cdot 0,89 \cdot 2,581 \cdot 2,1) = 3,016$$

«Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 13,800$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

Знаменатель геометрической прогрессии равен: »[19]

$$q = (U_1 / U_8)^{1/7} = (13,800 / 3,075)^{1/7} = 1,455 \quad (17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 13,800 / 1,455 = 9,481; \quad (18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 9,481 / 1,455 = 6,514; \quad (19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 6,514 / 1,455 = 4,476; \quad (20)$$

$$U_5 = U_4 / q = 4,476 / 1,455 = 3,075; \quad (21)$$

$$U_6 = U_5 / q = 3,075 / 1,455 = 2,113; \quad (22)$$

$$U_7 = U_6 / q = 2,113 / 1,455 = 1,452; \quad (23)$$

$$U_8 = 0,997. \quad (24)$$

«Дальнейшие расчёты проводятся для высшей ступени делителя коробки передач. »[19]

### 2.1.6 Скорость движения автомобиля на различных передачах

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

$$V_A = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_K}{U_{КП} \cdot U_0} \quad (25)$$

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

Обороты дв-ля, об/мин	Скорость на 1ой передаче, м/с	Скорость на 2ой передаче, м/с	Скорость на 3ей передаче, м/с	Скорость на 4ой передаче, м/с	Скорость на 5ой передаче, м/с	Скорость на 6ой передаче, м/с	Скорость на 7ой передаче, м/с	Скорость на 8ой передаче, м/с
516	0,6	0,9	1,3	1,8	2,7	3,9	5,7	8,3
620	0,7	1,0	1,5	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9
720	0,8	1,2	1,8	2,6	3,7	5,5	7,9	11,5
820	1,0	1,4	2,0	2,9	4,3	6,2	9,0	13,2
920	1,1	1,6	2,3	3,3	4,8	7,0	10,1	14,8
1020	1,2	1,7	2,5	3,6	5,3	7,7	11,2	16,4
1120	1,3	1,9	2,8	4,0	5,8	8,5	12,3	18,0
1220	1,4	2,1	3,0	4,4	6,3	9,2	13,4	19,6
1320	1,5	2,2	3,2	4,7	6,9	10,0	14,5	21,2
1420	1,6	2,4	3,5	5,1	7,4	10,8	15,7	22,8
1520	1,8	2,6	3,7	5,4	7,9	11,5	16,8	24,4
1620	1,9	2,7	4,0	5,8	8,4	12,3	17,9	26,0
1720	2,0	2,9	4,2	6,1	8,9	13,0	19,0	27,6
1820	2,1	3,1	4,5	6,5	9,5	13,8	20,1	29,2
1910	2,2	3,2	4,7	6,8	9,9	14,5	21,0	30,6

## 2.1.7 Сила тяги на ведущих колёсах

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{к.п.} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (26)$$

«Таблица 3 - Тяговый баланс»[19]

Обороты дв-ля, об/мин	Сила тяги на 1ой передаче, Н	Сила тяги на 2ой передаче, Н	Сила тяги на 3ей передаче, Н	Сила тяги на 4ой передаче, Н	Сила тяги на 5ой передаче, Н	Сила тяги на 6ой передаче, Н	Сила тяги на 7ой передаче, Н	Сила тяги на 8ой передаче, Н
516	250374	172023	118191	81205	55793	38333	26337	18095
620	254858	175104	120307	82659	56792	39020	26809	18420
720	257870	177173	121730	83636	57463	39481	27126	18637
820	259625	178379	122558	84205	57854	39750	27311	18764
920	260121	178720	122792	84366	57965	39826	27363	18800
1020	259359	178197	122432	84119	57795	39709	27283	18745
1120	257340	176809	121479	83464	57345	39400	27070	18599
1220	254062	174557	119932	82401	56615	38898	26725	18362
1320	249526	171441	117791	80930	55604	38203	26248	18034
1420	243733	167460	115056	79051	54313	37316	25639	17615
1520	236681	162615	111727	76764	52742	36237	24897	17106
1620	228371	156906	107804	74069	50890	34965	24023	16505
1720	218804	150332	103288	70965	48758	33500	23016	15814
1820	207978	142894	98178	67454	46345	31842	21878	15031
1910	197177	135473	93079	63951	43939	30189	20741	14251

## 2.1.8 Силы сопротивления движению

«Сила сопротивления воздуху: »[19]

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (27)$$

«Сила сопротивления качению: »[19]

$$F_f = G_A \cdot f_K; \quad (28)$$

$$f_k = f_0 \cdot (1 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot V_A^2). \quad (29)$$

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

Таблица 4 - Силы сопротивления движению»[19]

Скорость, м/с	Сила сопр. воздуху, Н	Сила сопр. качению, Н	Суммарная сила сопр. движению, Н
0	0	7797	7797
5	76	7895	7971
10	305	8187	8492
15	687	8674	9361
20	1222	9357	10578
25	1909	10234	12142
30	2748	11306	14054
35	3741	12573	16314
40	4886	14035	18921
45	6184	15692	21876
50	7635	17544	25178
55	9238	19590	28828
60	10994	21832	32826
65	12902	24269	37171

### 2.1.9 Динамический фактор

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A}, \quad (30)$$

$$D_\varphi = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A}, \quad (31)$$

«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. »[19]

«Таблица 5 - Динамический фактор на передачах»[19]

Обороты дв-ля, об/мин	Динамический фактор на 1ой передаче	Динамический фактор на 2ой передаче	Динамический фактор на 3ей передаче	Динамический фактор на 4ой передаче	Динамический фактор на 5ой передаче	Динамический фактор на 6ой передаче	Динамический фактор на 7ой передаче	Динамический фактор на 7ой передаче
516	0,578	0,397	0,273	0,187	0,129	0,088	0,061	0,041
620	0,588	0,404	0,278	0,191	0,131	0,090	0,062	0,042
720	0,595	0,409	0,281	0,193	0,133	0,091	0,062	0,042
820	0,599	0,412	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,042
920	0,600	0,413	0,283	0,195	0,134	0,092	0,062	0,042
1020	0,599	0,411	0,283	0,194	0,133	0,091	0,062	0,041
1120	0,594	0,408	0,280	0,193	0,132	0,090	0,061	0,041
1220	0,586	0,403	0,277	0,190	0,130	0,089	0,060	0,040
1320	0,576	0,396	0,272	0,187	0,128	0,087	0,059	0,038
1420	0,563	0,387	0,266	0,182	0,125	0,085	0,057	0,037
1520	0,546	0,375	0,258	0,177	0,121	0,083	0,055	0,035
1620	0,527	0,362	0,249	0,171	0,117	0,080	0,053	0,033
1720	0,505	0,347	0,238	0,164	0,112	0,076	0,051	0,031
1820	0,480	0,330	0,227	0,155	0,106	0,072	0,048	0,029
1910	0,455	0,313	0,215	0,147	0,101	0,068	0,045	0,026

### 2.1.10 Ускорения автомобиля

$$j = \frac{(D - \Psi) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (32)$$

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

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

$$\Psi = f + i$$

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

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2), \quad (33)$$

«где  $\delta_1$  - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;  $\delta_2$  - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя:  $\delta_1 = \delta_2 = 0,05$ .

Таблица 6 - Коэффициент учета вращающихся масс»[19]

	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$
$\delta_{BP}$	10,572	5,545	3,172	2,052	1,523	1,273	1,155	1,100

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

Обороты дв-ля, об/мин	Ускор на 1ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускор на 2ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускор на 3ей передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускор на 4ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускор на 5ой передаче, м/с <sup>2</sup>	Ускор на 6ой передаче, м/с <sup>3</sup>	Ускор на 7ой передаче, м/с <sup>4</sup>	Ускор на 8ой передаче, м/с <sup>5</sup>
516	0,52	0,67	0,79	0,81	0,71	0,54	0,36	0,20
620	0,53	0,68	0,80	0,83	0,73	0,55	0,37	0,20
720	0,54	0,69	0,81	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
820	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
920	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,37	0,20
1020	0,54	0,70	0,82	0,84	0,74	0,56	0,36	0,19
1120	0,53	0,69	0,81	0,83	0,73	0,55	0,36	0,18
1220	0,53	0,68	0,80	0,82	0,72	0,54	0,35	0,16
1320	0,52	0,67	0,78	0,81	0,71	0,53	0,33	0,15
1420	0,51	0,65	0,77	0,78	0,69	0,51	0,32	0,13
1520	0,49	0,63	0,74	0,76	0,66	0,49	0,30	0,11
1620	0,47	0,61	0,71	0,73	0,63	0,46	0,27	0,08
1720	0,45	0,58	0,68	0,69	0,60	0,44	0,25	0,06
1820	0,43	0,55	0,64	0,66	0,56	0,40	0,22	0,03
1910	0,41	0,52	0,61	0,62	0,53	0,37	0,19	0,00

### 2.1.11 Величины обратные ускорениям автомобиля

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

Обороты дв-ля, об/мин	1/j на 1ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 2ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 3ей передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 4ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 5ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 6ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 7ой передаче, с <sup>2</sup> /м	1/j на 8ой передаче, с <sup>2</sup> /м
516	1,92	1,49	1,27	1,23	1,40	1,85	2,79	4,94
620	1,89	1,46	1,25	1,21	1,37	1,81	2,73	4,89
720	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,79	2,70	4,90
820	1,85	1,44	1,22	1,19	1,35	1,77	2,69	4,97
920	1,85	1,43	1,22	1,18	1,34	1,77	2,71	5,12
1020	1,86	1,44	1,22	1,19	1,35	1,79	2,74	5,34
1120	1,87	1,45	1,23	1,20	1,36	1,81	2,80	5,68
1220	1,90	1,47	1,25	1,22	1,39	1,84	2,89	6,15
1320	1,93	1,50	1,27	1,24	1,42	1,89	3,00	6,82
1420	1,98	1,53	1,31	1,27	1,46	1,96	3,16	7,82
1520	2,04	1,58	1,35	1,32	1,51	2,04	3,37	9,38
1620	2,12	1,64	1,40	1,37	1,58	2,15	3,64	12,10
1720	2,21	1,72	1,47	1,44	1,66	2,29	4,01	17,83
1820	2,33	1,81	1,55	1,53	1,77	2,47	4,52	37,12
1910	2,47	1,92	1,65	1,62	1,90	2,69	5,17	-675,24

## 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]

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (34)$$

«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]

$$\left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \quad (35)$$

«где  $k$  – порядковый номер интервала.

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]

$$\Delta t = \left( \frac{1}{j_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (36)$$

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

«где  $t_1$  – время разгона от скорости  $V_0$  до скорости  $V_1$ ,

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

Результаты расчёта, в соответствии с выбранным масштабом графика приведены в таблице: »[19]

«Таблица 9 - Время разгона автомобиля»[19]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм2	Время, с
0-5	1410	7,1
0-10	3402	17,0
0-15	7684	38,4
0-20	15967	79,8
0-25	29960	149,8
0-30	51373	256,9
0-35	81917	409,6
0-40	123299	616,5
0-45	177232	886,2

«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  $V_{CPk}$ .

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

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (37)$$

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

Путь разгона от скорости  $V_0$

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

до скорости  $V_2$ :  $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$ , »[19]

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

Результаты расчёта заносятся в таблицу:

Таблица 10 - Путь разгона автомобиля»[19]

Диапазон скорости, м/с	Площадь, мм <sup>2</sup>	Путь, м
0-5	353	18
0-10	1846	92
0-15	7199	360
0-20	21694	1085
0-25	53179	2659
0-30	112066	5603
0-35	211331	10567
0-40	366517	18326
0-45	595728	29786

### 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]

$$N_K = N_e \cdot \eta_{TP} = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \quad (38)$$

« $N_f$  - 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. »[19]

«Таблица 11 - Мощностной баланс»[19]

Обороты дв-ля, об/мин	Мощность на колесе, кВт
516	149,7
620	183,2
720	215,3
820	246,8
920	277,4
1020	306,7
1120	334,1
1220	359,3
1320	381,9
1420	401,2
1520	417,1
1620	428,9
1720	436,3
1820	438,8
1910	436,6

«Таблица 12 - Мощность сопротивления движению»[19]

Скорость, м/с	Мощность сопротивления воздуха	Мощность сопротивления качения	Суммарная мощность сопротивления
0	0,0	0,0	0,0
5	0,4	39,5	39,9
10	3,1	81,9	84,9
15	10,3	130,1	140,4
20	24,4	187,1	211,6
25	47,7	255,8	303,6
30	82,5	339,2	421,6
35	130,9	440,1	571,0
40	195,4	561,4	756,8
45	278,3	706,1	984,4
50	381,7	877,2	1258,9
55	508,1	1077,5	1585,5
60	659,6	1309,9	1969,5
65	838,7	1577,5	2416,1

### 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]

$$Q_s = \frac{1.1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (39)$$

«где  $g_{E \min} = 100$  г/(кВт·ч) – минимальный удельный расход топлива.» [19]

$$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523 \quad (40)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227 \quad (41)$$

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}; \quad (42)$$

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}} \quad (43)$$

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

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

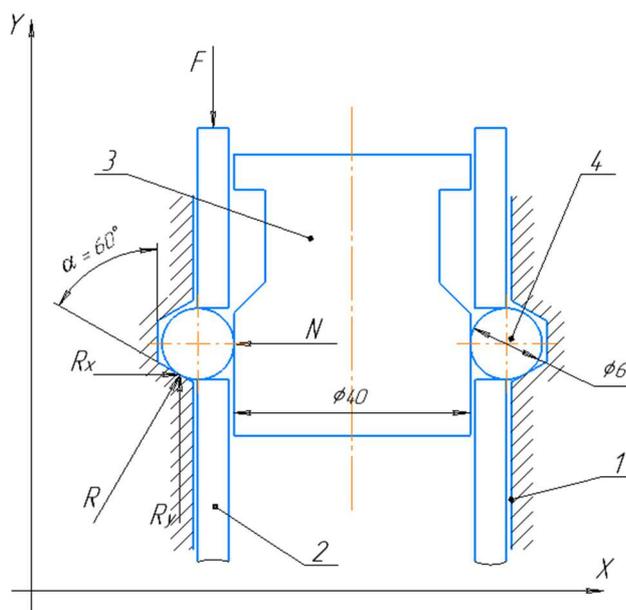
Обороты дв-ля, об/мин	Скорость, м/с	$I$	$E$	$KI$	$KE$	$Q_s$
516	8,3	0,457	0,284	0,974	1,106	33,3
620	9,9	0,461	0,341	0,971	1,082	33,3
720	11,5	0,468	0,396	0,967	1,062	33,4
820	13,2	0,480	0,451	0,959	1,045	33,7
920	14,8	0,495	0,506	0,950	1,032	34,0
1020	16,4	0,515	0,561	0,938	1,021	34,5
1120	18,0	0,540	0,616	0,926	1,014	35,2
1220	19,6	0,570	0,671	0,912	1,010	36,0
1320	21,2	0,605	0,726	0,899	1,010	37,0
1420	22,8	0,647	0,781	0,887	1,012	38,2
1520	24,4	0,697	0,836	0,878	1,018	39,8
1620	26,0	0,757	0,891	0,875	1,027	41,9
1720	27,6	0,828	0,946	0,882	1,039	44,8

## 2.2 Расчет деталей разрабатываемого узла

«Здесь представлен расчет усовершенствованной конструкции тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором.

### 2.2.1 Расчет прочности фиксирующего механизма

Фиксирующий механизм служит для удержания силовой пружины в сжатом положении. Таким образом детали механизма фиксирования должны выдерживать значительные нагрузки в течении длительного времени. Детали фиксатора включают в себя цилиндрические и сферические поверхности, что приводит к образованию высоконагруженных звеньев. Расчетная схема фиксирующего механизма приведена на рисунке 7.»[14]



«Рисунок 7 - Расчетная схема фиксирующего механизма

1 – направляющая поршня (неподвижная деталь фиксатора);  
2 – поршень; 3 – распорный золотник; 4 – распорный шарик.

Прочность и долговечность контактирующих поверхностей оценивают по контактным напряжениям. Расчетные контактные напряжения при касании в точке определяются по формуле: »[14]

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{F_n \cdot E_{np}^2}{\rho_{np}^2}} \leq [\sigma], \quad (44)$$

«где  $F_n$  – сила прижатия, нормальная к поверхности контакта,

в сжатом состоянии  $F_n = 800 \text{ кг} = 7840 \text{ Н}$ ;

$E_{np}$  – модуль упругости, для стали  $E_{np} = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;

$\rho_{np}$  – радиус кривизны поверхности контакта, м;

Радиус кривизны поверхности: »[14]

$$\rho_{np} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2}}, \quad (45)$$

«где  $r_1, r_2$  – радиусы поверхностей.

Определим силы действующие в механизме фиксатора. Рассмотрим уравнения равновесия системы в проекциях на оси ОХ и ОУ: »[14]

$$\sum OX: R_x - N = 0, \quad (46)$$

$$R \cdot \cos \alpha - N = 0, \quad N = R \cdot \cos \alpha, \quad (47)$$

$$\sum OY: R_y - F = 0, \quad (48)$$

$$R \cdot \sin \alpha - F = 0, \quad R = \frac{F}{\sin \alpha}, \quad (49)$$

$$R = \frac{7840}{\sin 60^\circ} = 9052 \text{ Н},$$

$$N = 9052 \cdot \cos 60^\circ = 4526 \text{ Н}.$$

«Условие прочности для кинематической пары 1 – 4: »[14]

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt[3]{\frac{R \cdot E_{np}^2}{n \cdot \rho_{np}^2}} \leq [\sigma], \quad (50)$$

«где  $n$  – число опорных шариков. »[14]

$$\rho_{np} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{\infty}} = 3 \text{ мм},$$

$$\sigma_n = 0,55 \cdot \sqrt[3]{\frac{9052 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 10^5)^2}{6 \cdot 3^2}} = 827 \text{ МПа},$$

«для закаленной стали  $[\delta_n] = 2000 \text{ МПа}$ , следовательно условие прочности выполняется. Кинематическая пара 1 – 4 наиболее нагружена по отношению

к другим элементам, значит прочность остальных элементов обеспечивается.  
»[14]

### 22.2.2 Расчет винтовой пары приспособления для механического растормаживания

Основным видом разрушения крепежных резьб является срез витков. В соответствии с этим основным критерием работоспособности и расчета для крепежных резьб являются прочность, связанная с напряжениями среза  $\tau$ . Винт в соединении находится нагруженным растягивающей силой. Следовательно винт необходимо рассчитать по нормальным напряжениям растяжения. Тогда условие прочности при центральном растяжении примет вид: »[14]

$$\delta = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \leq \delta_{\max}, \quad (51)$$

«где  $F$  – усилие растяжения (усилие пружины в сжатом состоянии), Н;

$d$  – диаметр винта, м;

$\delta_{\max}$  – максимальные напряжения растяжения, МПа.

Показатель максимального напряжения растяжения показывает максимально допустимые нагрузки с учетом коэффициента запаса прочности. »[14]

$$\delta_{\max} = \frac{[\delta]}{k}, \quad (52)$$

«где  $[\delta]$  – предельные напряжения при растяжении, МПа,

для стали Ст.3  $[\delta] = 100$  МПа;

$k$  – коэффициент запаса,

при переменной нагрузке  $K = 1,5 \dots 1,8$ . »[14]

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot k \cdot F}{\pi \cdot [\delta]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5 \cdot 7840}{\pi \cdot 100 \cdot 10^6}} \approx 0,012 \text{ м},$$

«принимаем диаметр винта  $d = 12$  мм.

Расчет длины резьбы в крышке электромагнита ведем по условию прочности резьбы на срез: »[14]

$$\tau = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m} \leq \tau_{\max}, \quad (53)$$

«где  $d$  – диаметр резьбы, м; »[14]

« $H$  – длина резьбы, м;

$K$  – коэффициент полноты резьбы,

для прямоугольной резьбы  $K = 0,87$ ;

$K_m$  – коэффициент неравномерности нагрузки,

для прямоугольной резьбы  $K_m = 0,65$ ;

$\tau_{\max}$  – максимальные напряжения сдвига, МПа. »[14]

$$\tau_{\max} = \frac{[\tau]}{K_1}, \quad (54)$$

«где  $[\tau]$  – предельное напряжение сдвига, для стали Ст. 3

$[\tau] = 100$  МПа;

$K_1$  – коэффициент запаса прочности,

$K_1 = 1,8 \dots 2,0$ ; »[14]

$$H \geq \frac{K_1 \cdot F}{\pi \cdot d \cdot K \cdot K_m \cdot \tau_{\max}} = \frac{2 \cdot 7840}{\pi \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87 \cdot 0,65 \cdot 100 \cdot 10^6} \approx 0,008 \text{ м},$$

«принимаем  $H = 8$  мм. »[14]

### 2.2.3 Расчет заклепочного соединения направляющей поршня

«Направляющая поршня соединена с цилиндром энергоаккумулятора при помощи заклепочного соединения. В расторможенном положении поршень энергоаккумулятора передает направляющей поршня усилие от сжатой силовой пружины. При этом заклепочное соединение будет испытывать растягивающие нагрузки. Следовательно заклепки необходимо рассчитывать по нормальным напряжениям растяжения. Тогда условие прочности при центральном растяжении примет вид: »[14]

$$\delta = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot d^2} \leq \delta_{\max}, \quad (55)$$

«где  $N$  – усилие приходящееся на одну заклепку, Н;

$d$  – диаметр заклепки, м;

$\delta_{\max}$  – максимальные напряжения растяжения, МПа.

Показатель максимального напряжения растяжения показывает максимально допустимые нагрузки с учетом коэффициента запаса прочности. »[14]

$$\delta_{\max} = \frac{[\delta]}{k}, \quad (56)$$

«где  $[\delta]$  – предельные напряжения при растяжении, МПа,

для стали Ст.3  $[\delta] = 100$  МПа;

$k$  – коэффициент запаса,

при переменной нагрузке  $K = 1,8 \dots 2$ .

Усилие приходящееся на одну заклепку определяется отношением усилия силовой пружины в деформированном состоянии к числу заклепок в соединении: »[14]

$$N = \frac{F}{n}, \quad (57)$$

«где  $F$  – усилие пружины, Н,

в сжатом состоянии  $F = 800 \text{ кг} = 7840 \text{ Н}$ ;

$n$  – число заклепок.

Подставив выражения (2.2.12), (2.2.11) в (2.2.10) и приняв число заклепок  $n = 5$ , коэффициент запаса  $K = 2$  имеем: »[14]

$$\delta = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot n} \leq \frac{[\delta]}{k}, \quad (58)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot k \cdot F}{\pi \cdot n \cdot [\delta]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 7840}{\pi \cdot 5 \cdot 100 \cdot 10^6}} = 0,0059 \text{ м} = 5,9 \text{ мм},$$

«принимаем  $d = 6$  мм.

#### 2.2.4 Расчет заклепочного соединения корпуса электромагнита

Корпус электромагнита нагружен воспринимает периодические нагрузки, в виде момента сопротивления от вывинчивания винта механического растормаживания. Заклепочное соединение в собранном состоянии воспринимает нагрузку аналогично болтовому соединению поставленному без зазора. При расчете прочности соединения не учитывают силы трения в

стыке. Стержень рассчитывают по напряжениям среза. Условие прочности по напряжениям среза: »[14]

$$\tau = \frac{F_t}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot i} \leq \tau_{\max}, \quad (59)$$

«где  $F_t$  – окружная сила, Н;

$d$  – диаметр заклепки, мм;

$i$  – число заклепок. »[14]

$$F_t = \frac{T_T}{r_3}, \quad (60)$$

«где  $T_T$  – момент сопротивления вывинчиванию от сил трения, Нм;

$r_3$  – осевой радиус заклепок, м. »[14]

$$T_T = 0,5 \cdot F \cdot d_2 [(D_{cp} / d_2) \cdot f + tg(\psi + \varphi)], \quad (61)$$

«где  $F$  – осевое усилие от силовой пружины, Н;

$f$  – коэффициент трения;

$d_2$  – средний диаметр резьбы, мм;

$\psi$  – угол подъема резьбы,  $\psi = 3^\circ$  для крепежных резьб;

$\varphi$  – угол трения в резьбе,  $\varphi = 10^\circ$  для крепежных резьб;

подставляя численные значения в выражение (2.2.13) получаем: »[14]

$$T_T = 0,5 \cdot 7840 \cdot 11,5 \cdot 10^{-3} \cdot [(10,5/11,5) \cdot 0,2 + tg(3+10)] = 19,6 \text{ Н.}$$

«Из выражения (2.2.11) имеем: »[14]

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot K_1 \cdot T_T}{\pi \cdot i \cdot r_3 \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 19,6}{\pi \cdot 5 \cdot 38 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,0035 \text{ м,}$$

«принимаем диаметр заклепок  $d = 4$  мм»[14]

#### «2.4.5 Расчет пружины фиксирующего устройства

Для расчета параметров пружины первоначально задаемся начальными условиями. Рабочий ход пружины  $h = 6,5$  мм, усилие пружины при рабочей деформации  $F_2 = 20$  Н, усилие при предварительной деформации  $F_1 = 12$  Н, с учетом диаметра золотника принимаем внутренний диаметр пружины  $D = 16$  мм.

Предварительно принимаем пружину I класса, разряда 1 с  $\tau = 750$  МПа. Учитывая, что средний диаметр пружины  $D > 16$  мм, и ориентируясь на

диаметр проволоки  $d=1,5$  мм, принимаем  $c=15$ ,  $k=1,16$ , тогда сила пружины при максимальной деформации: »[14]

$$F_3 = \frac{F_2}{1-\delta}, \quad (62)$$

«где  $\delta$  - относительный зазор, принимаемый в зависимости от класса пружины и характера воспринимаемой нагрузки; »[14]

$\delta = 0,05 \dots 0,25$ .

$$F_3 = \frac{20}{1-0,1} = 22,2H.$$

«Находим диаметр проволоки по формуле : »[14]

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{k \cdot c \cdot F}{[\tau]}}, \quad (63)$$

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,16 \cdot 15 \cdot 22,2}{750}} = 1,15 \text{ мм}$$

«Принимаем  $d = 1,2$  мм.

Определяем наружный и внутренний диаметры пружины: »[14]

$$D_H = D + d; D_B = D - d, \quad (64)$$

«Средний диаметр пружины: »[14]

$$D = d \cdot c, \quad (65)$$

«Отсюда: »[14]

$$D = 1,2 \cdot 15 = 18 \text{ мм}$$

$$D_H = 18 + 1,2 = 19,2 \text{ мм}$$

$$D_B = 18 - 1,2 = 16,8 \text{ мм}$$

«Жесткость пружины : »[14]

$$z = \frac{F_2 - F_1}{h} = \frac{F_2}{\lambda_2}, \quad (66)$$

«где  $F_1$  – сила пружины при предварительной деформации, Н;  $h$  – рабочий ход, мм;

$\lambda_2$  – рабочая деформация, мм. »[14]

$$z = \frac{20 - 12}{6,5} = 1,2H / \text{мм}.$$

«Производительная деформация: »[14]

$$\lambda_1 = \frac{F_1}{z}, \quad (67)$$

$$\lambda_1 = \frac{12}{1,2} = 10 \text{ мм.}$$

«рабочая деформация: »[14]

$$\lambda_2 = \frac{F_2}{z}, \quad (68)$$

$$\lambda_2 = \frac{20}{1,2} = 16,7 \text{ мм}$$

«Максимальная деформация: »[14]

$$\lambda_3 = \frac{F_3}{z}, \quad (69)$$

$$\lambda_3 = \frac{22,2}{1,2} = 18,5 \text{ мм}$$

«Жесткость одного витка: »[14]

$$z_1 = \frac{G \cdot d}{8 \cdot c^3} = \frac{10^4 \cdot d}{c^3}, \quad (70)$$

«где  $G$  – модуль сдвига материала проволоки (для стали -  $G=8 \cdot 10^4$  МПа). »[14]

$$z_1 = \frac{10^4 \cdot 1,2}{15^3} = 3,6 \text{ Н / мм.}$$

«Принимаем пружину №239 ГОСТ 13767 – 86 с силой при максимальной деформации (до соприкосновения витков):  $F_{\max}=24$  Н;  $d = 1,2$  мм;  $D_n = 20$  мм;  $D = 18$ , мм;  $z_1 = 7,5$  Н/мм; наибольший прогиб одного витка  $\lambda_{\max} = 3,052$  мм.

Теперь определим остальные параметры пружины.

Число рабочих витков: »[14]

$$n_p = \frac{z_1}{z}, \quad (71)$$

#### 2.4.6 Расчет электромагнита для управления механизмом фиксации поршня

«Исходя из конструктивных параметров и особенностей энергоаккумулятора, а также характера взаимодействия его отдельных компонентов, принимаем первоначальные габаритные размеры электромагнита согласно рисунку 8. »[14]

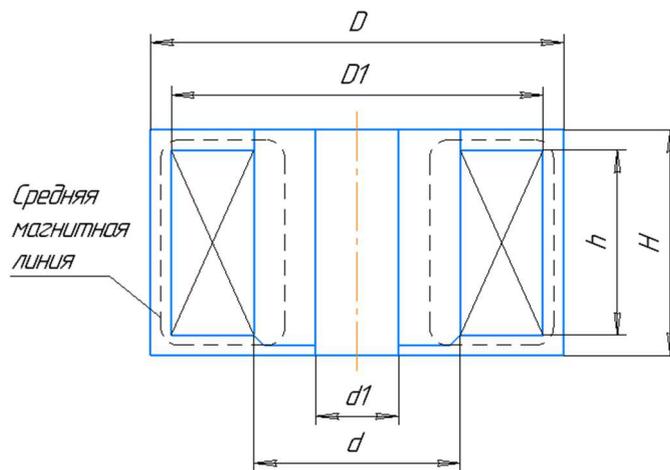


Рисунок 8 - Расчетная схема электромагнита

«D – наружный диаметр магнитопровода, мм;

D<sub>1</sub> – внутренний диаметр магнитопровода, мм;

d – наружный диаметр сердечника, мм;

d<sub>1</sub> – внутренний диаметр сердечника, мм;

H – высота магнитопровода, мм;

h – высота обмотки, мм.

Принятые габаритные размеры электромагнита:

D = 60 мм; D<sub>1</sub> = 54 мм; d = 30 мм; d<sub>1</sub> = 14 мм; H = 33 мм; h = 27 мм.

Расчетное усилие электромагнита F = 20 Н.

Расчет электромагнита ведем методом проверочного расчета по принятым параметрам и габаритам. По результатам расчета делается вывод о необходимости корректировки выбранных значений и параметров. »[14]

### 2.2.6.1 Расчет параметров магнитопровода

«Рассчитываем длину магнитопровода вдоль средней магнитной линии, используя эскиз магнитопровода и рекомендации, находим: »[14]

$$l'_c = 2\left(\frac{H+h}{2}\right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D-D_1}{2} - \frac{d+d_1}{2}\right), \quad (72)$$

$$l'_c = 2\left(\frac{33+27}{2}\right) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{60-54}{2} - \frac{30+14}{2}\right) = 78 \text{ мм.}$$

«Рассчитываем эффективное сечение магнитопровода: »[14]

$$S_{cэ} = \frac{l'_c}{\frac{H+h}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 + D_1^2)} + \frac{H+h}{2 \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D-D_1}{2} - \frac{d-d_1}{2}\right) \cdot \ln\left(\frac{D+D_1}{d+d_1}\right)}{\pi \cdot (H-h) \cdot \left(\frac{D+D_1}{2} - \frac{d-d_1}{2}\right)}}, \quad (73)$$

$$S_{cэ} = \frac{78}{\frac{33+27}{2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (60^2 - 54^2)} + \frac{33+27}{2 \cdot \frac{\pi}{4} (30^2 - 14^2)} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{60+54}{2} - \frac{30-14}{2}\right) \cdot \ln\left(\frac{60+54}{30+14}\right)}{\pi \cdot (33-27) \cdot \left(\frac{60+54}{2} - \frac{30+14}{2}\right)}} = 587 \text{ мм}^2.$$

### 2.2.6.2 Расчет параметров обмотки электромагнита

«Рассчитываем требуемую величину магнитной индукции, используя формулу: »[14]

$$F = \frac{B^2 \cdot S_{cэ}}{2\mu_0}, \quad (74)$$

«где F – усилие развиваемое электромагнитом, Н;

B – величина магнитной индукции, Тл;

$\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума, Гн/м;

тогда»[14]

$$B = \sqrt{\frac{2 \cdot F \cdot \mu_0}{S_{ce}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{5.87 \cdot 10^{-4}}} = 0.29 \text{ Тл.}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I\omega}{l_{возд}}, \quad (75)$$

«где  $I\omega$  – количество ампер-витков катушки электромагнита, А;

$l_{возд}$  – величина воздушного зазора, мм;

приняв величину воздушного зазора 6,5 мм получим»[14]

$$I\omega = \frac{B \cdot l_{возд}}{\mu_0} = \frac{0,29 \cdot 6,5 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1500 \text{ А.}$$

«Рассчитываем число витков в катушке электромагнита: »[14]

$$W = \frac{h(D_1 - d)}{2 \cdot d_{пр}^2}, \quad (76)$$

«где  $d_{пр}$  – диаметр провода, мм;

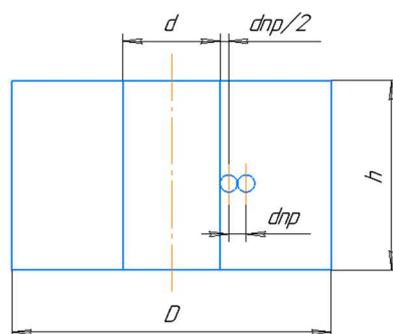
приняв диаметр провода  $d_{пр}=0,5$  мм имеем»[14]

$$W = \frac{27 \cdot (54 - 30)}{2 \cdot 0,5^2} = 1296.$$

«Определяем потребную силу тока в катушке электромагнита: »[14]

$$I = \frac{I\omega}{W} = \frac{1500}{1296} = 1,2, \text{ А.}$$

Для вычисления длины провода в обмотке используем расчетную схему изображенную на рисунке 9.



«Рисунок 9 - Расчетная схема длины провода в обмотке электромагнита

$d$  – внутренний диаметр обмотки, мм;

$D$  – наружный диаметр обмотки, мм;

$h$  – высота обмотки, мм;

$d_{np}$  – диаметр провода, мм. »[14]

«Расчет длины провода ведем по следующей формуле: »[14]

$$l = \pi \cdot \left[ \frac{h \cdot (D_1 - d)(d_{np} + d)}{4 \cdot d_{np}^2} + d_{np} \left( \frac{D_1 - d}{2 \cdot d_{np}} - 1 \right) \right] \cdot 10^{-3}, \quad (77)$$

$$l = \pi \cdot \left[ \frac{27 \cdot (54 - 30)(0,5 + 30)}{4 \cdot 0,5^2} + 0,5 \left( \frac{54 - 30}{2 \cdot 0,5} - 1 \right) \right] \cdot 10^{-3} = 62, \text{ м.}$$

«Вычисляем сопротивление обмотки электромагнита: »[14]

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (78)$$

«где  $\rho$  – удельное сопротивление материала, Ом\*м,

для меди  $\rho = 0,017 \cdot 10^{-6}$  Ом\*м,;

$l$  – длина провода, м;

$S$  – площадь поперечного сечения провода, м<sup>2</sup>.

Площадь поперечного сечения провода: »[14]

$$S = \frac{\pi \cdot d_{np}^2}{4} = \frac{\pi (0,5 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,96 \cdot 10^{-7}, \text{ м}^2.$$

$$R = 0,017 \cdot 10^{-6} \frac{62}{1,96 \cdot 10^{-7}} = 5,4 \text{ Ом.}$$

«Напряжение питания электромагнита: »[14]

$$U = I \cdot R = 5,4 \cdot 1,2 = 6,5 \text{ В.}$$

Вывод: полученные расчетные значения соответствуют допустимым.

### 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.

#### 3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

« Таблица 14 - Опасные и вредные факторы производства

Наименование ОВПФ	Воздействие ОВПФ на организм человека
1) Повышенный уровень шума.  2) Повышенный уровень	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.
1) Повышенный уровень шума  2) Повышенный уровень вибраций  3) повышенное значение	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз и сердечно-сосудистую систему.  2) Нарушение вестибулярного аппарата, вызывает явление резонанса, воздействует на сосудистую систему.  3) Термическое (ожоги, перегрев),

Продолжение таблицы 14

1) Подвижные детали. 2) Напряжение зрительных анализаторов.	1) Травматизм. 2) Снижение зрения, утомляемость, головная боль, раздражительность, нервное напряжение стресс.
1) Повышенный уровень шума. 2) Повышенный уровень вибраций.	1) Воздействие на органы слуха, гипофиз, сердечно-сосудистую систему. 2) Нарушения вестибулярного
9) Напряжение зрительных анализаторов.	9) Снижение зрения, переутомление глаз, головная боль, раздражительность, нервное»[7] 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.»[4]

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 (статья 72 Трудового кодекса Российской Федерации).» [4]

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.» [4]

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).» [4]

6. «Обслуживание электроустановок на производственных объектах организации должен осуществлять специально подготовленный электротехнический персонал.» [4]

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).» [4]

8. «Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.» [4]

«Общие положения и область применения» [4]

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.» [4]

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.» [4]

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. » [4]

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. » [4]

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. » [4]

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".»[4]

15. «Проектная документация на строительство и реконструкцию производственных помещений должна быть согласована с органами и учреждениями Госсанэпидслужбы России. » [4]

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. » [4]

«Нормативные ссылки» [4]

17. «[Закон](#) РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".»[4]

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. » [4]

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. » [4]

«Термины и определения» [4]

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. » [4]

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. » [4]

22. «Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже. »

23. «Теплый период года - период года, характеризуемый

среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С. » [4]

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. » [4]

25. «Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С. » [4]

«Общие требования и показатели микроклимата» [4]

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. » [4]

27. «Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.» [4]

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. » [4]

«Оптимальные условия микроклимата» [4]

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. » [4]

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. » [4]

31. «Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. » [4]

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.» [4]

### 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.» [4]

## 4 Экономическая эффективность проекта

### 4.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля

«Таблица 15 - Исходные данные

Наименование	Обозн	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V<sub>год.</sub></i>	шт.	150000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,15

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

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

(79)

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, %.»[7]

«Таблица 16 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	145,5	1,54	224,07
Прокат Сталь 3	кг	47,36	1,55	73,41
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	1,98	257,54
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,78	5,52
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,3	175,14
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	2,8	13,16
Итого				748,83
<i>Ктзр</i>		1,45		10,86
<i>Квот</i>		1		7,49
Всего				767,18

$M = 767,18$  руб.

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma\Pi_i = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (80)$$

где  $C_i$  - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, руб.

$n_i$  - количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида, шт.

Таблица 17 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Электромагнит	шт.	1750,54	2	3501,08
Электроклапан	шт.	1358,88	2	2717,76
Кожух	шт.	254,45	2	508,90
Электропровода	шт.	554,88	2	1109,76
Втулка резиновая	шт.	35,68	4	142,72
Болт	шт.	111,54	4	446,16
Итого				8426,38
<i>Ктзр</i>		1,45		122,18
Всего				8548,56

$\Pi_i = 8548,56$  руб.

"Основная заработная плата производственных рабочих"

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (81)$$

где  $Z_t$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле: »[7]

$$\ll Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (82)$$

где  $Cp.i$  – часовая тарифная ставка, руб.,

$Ti$  – трудоемкость выполнения операции, час.

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

Таблица 18 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	0,58	95,29	55,27
Токарная	6	0,59	99,44	58,67
Фрезерная	5	0,45	95,29	42,88
Термообработка	7	0,85	103,53	88,00
Шлифовальная	5	1,85	95,29	176,29
Сборочная	7	2,20	103,53	227,77
Итого				648,87
$K_{прем}$		12		77,86
Всего				726,74

$$Zo = 726,74 \text{ руб.}$$

$$Здоп = Zo \cdot K_{вып} \quad (83)$$

где  $K_{вып}$  - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве

$$Здоп = 726,74 \cdot 0,14 = 101,74 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС"

$$C_{соц.н.} = (Zo + Здоп) \cdot E_{соц.н.} / 100 \quad (84)$$

где  $E_{соц.н.}$  - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$C_{соц.н.} = (726,74 + 101,74) \cdot 0,3 = 248,54 \text{ руб.}$$

$$C_{сод.обор.} = Zo \cdot E_{обор.} / 100 \quad (85)$$

где  $E_{обор.}$  - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %; »[7]

$$\langle \text{Ссод.обор.} = 726,74 \cdot 1,94 = 1409,87 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Цеховые расходы выполняются по формуле:

$$C_{\text{цех}} = Z_0 \cdot E_{\text{цех}} / 100 \quad (86)$$

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

$$C_{\text{цех}} = 726,74 \cdot 1,72 = 1249,99 \text{ руб.}$$

Расходы на инструмент и оснастку

$$C_{\text{инстр.}} = Z_0 \cdot E_{\text{инстр.}} / 100 \quad (87)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 726,74 \cdot 0,03 = 21,80 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{цех.с.с.}} = M + \Pi + Z_0 + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (88)$$

$$C_{\text{цех.с.с.}} = 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 248,54 + 101,74 + 1409,87$$

$$+ 1249,99 + 21,80 = 13074,42 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат Общезаводские расходы

$$C_{\text{обзав.}} = Z_0 \cdot E_{\text{обзав.}} / 100 \quad (89)$$

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

$$C_{\text{обзав.}} = 726,74 \cdot 1,97 = 1431,67 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = C_{\text{обзав.}} + C_{\text{цех.с.с.}} \quad (90)$$

$$C_{\text{об.зав.с.с.}} = 1431,67 + 13074,42 = 14506,09 \text{ руб.}$$

Расчет статьи Коммерческие расходы выполняется по формуле:

$$C_{\text{ком.}} = C_{\text{об.зав.с.с.}} \cdot E_{\text{ком.}} / 100 \quad (91)$$

где  $E_{\text{ком.}}$  - коэффициент коммерческих расходов

$$C_{\text{ком.}} = 14506,09 \cdot 0,0029 = 42,07 \text{ руб.} \text{ »[7]}$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (92)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 14506,09 + 42,07 = 14548,15 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (93)$$

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

$$\text{Цотп.б.} = 14548,15 \cdot (1 + 0,3) = 18912,60 \text{ руб.}$$

Таблица 19 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	843,89	767,18
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8548,56	8548,56
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	726,74	726,74
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	101,74	101,74
Страховые взносы	<i>Соц.н.</i>	248,54	248,54
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	1409,87	1409,87
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	1249,99	1249,99
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	21,80	21,80
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	13151,14	13074,42
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	1431,67	1431,67
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	14582,80	14506,09
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	42,29	42,07
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	14625,09	14548,15
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	19012,62	19012,62»[7]

## 4.2 Расчет точки безубыточности

«Определение переменных затрат:

$$З_{перем.уд.б.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (94)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = M + П_{и} + З_{о} + З_{дон} + С_{соц.н.} \quad (95)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 843,89 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10469,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 767,18 + 8548,56 + 726,74 + 101,74 + 248,54 = \\ &= 10392,76 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (96)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (97)$$

где  $V_{год}$  - объём производства

$$З_{перем.б.} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 10392,7 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (98)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (99)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,29 = \\ &= 4155,62 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 1409,87 + 21,80 + 1249,99 + 1431,67 + 42,07 = \\ &= 4155,39 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (100)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (101)$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 4155,62 \cdot 150000 = 623342261,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 4155,39 \cdot 150000 = 623308889,56 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot N_A / 100 \quad (102)$$

где  $N_A$  - доля амортизационных отчислений, %

$$N_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (1409,87 + 21,80) \cdot 12 / 100 = 171,80 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (103)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 14548,15 \cdot 150000 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (104)$$

$$\text{Выручка} = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (105)$$

$$\text{Дмарж.} = 2851893480,48 - 1558914299,74 = 1292979180,73 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \quad (106)$$

$$\text{Акрит.} = 623308889,56 / (19012,62 - 10392,76) = 72310,78 \text{ руб.}$$

$$\text{Акрит.} = 72315 \text{ руб.} \text{ »[7]}$$

### 4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

«

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (107)$$

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.

$$\Delta = \frac{150000 - 72315}{6 - 1} = 15537 \text{ шт.}$$

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (108)$$

где –  $V_{\text{прод.}i}$  – объем продаж в  $i$  - году, шт.

$$V_{\text{прод.}1} = 72315 + 1 \cdot 15537 = 87852 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 72315 + 2 \cdot 15537 = 103389 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 72315 + 3 \cdot 15537 = 118926 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 72315 + 4 \cdot 15537 = 134463 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 72315 + 5 \cdot 15537 = 150000 \text{ шт.}$$

Выручка по годам:

$$\text{Выручка.}i = \text{Цотп.} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (109)$$

$$\text{Выручка.}1 = 19012,62 \cdot 87852 = 1670296973,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}2 = 19012,62 \cdot 103389 = 1965696100,35 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}3 = 19012,62 \cdot 118926 = 2261095227,06 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}4 = 19012,62 \cdot 134463 = 2556494353,77 \text{ руб.}$$

$$\text{Выручка.}5 = 19012,62 \cdot 150000 = 2851893480,48 \text{ руб.}$$

»[7]

«Переменные затраты

для базового варианта:

$$З_{перем.б.i} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{прод.i} \quad (110)$$

$$З_{перем.б.1} = 10469,48 \cdot 87852 = 919764730,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.2} = 10469,48 \cdot 103389 = 1082429036,01 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.3} = 10469,48 \cdot 118926 = 1245093342,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.4} = 10469,48 \cdot 134463 = 1407757648,00 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.б.5} = 10469,48 \cdot 150000 = 1570421953,99 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$З_{перем.пр.i} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{прод.i} \quad (111)$$

$$З_{перем.пр.1} = 10392,76 \cdot 87852 = 913024927,07 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.2} = 10392,76 \cdot 103389 = 1074497270,24 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.3} = 10392,76 \cdot 118926 = 1235969613,41 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.4} = 10392,76 \cdot 134463 = 1397441956,58 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.5} = 10392,76 \cdot 150000 = 1558914299,74 \text{ руб.}$$

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$Ам. = Ам.уд. \cdot V_{год} \quad (112)$$

$$Ам. = 171,80 \cdot 150000 = 25770053,45 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость

для базового варианта:

$$С_{полн.б.i} = З_{перем.б.i} + З_{пост.б} \quad (113)$$

$$С_{полн.б.1} = 919764730,01 + 623342261,76 = 1543106991,77 \text{ руб.}$$

$$С_{полн.б.2} = 1082429036,01 + 623342261,76 = 1705771297,77 \text{ руб.} \\ \gg[7]$$

$$\langle \text{Сполн.б.3} = 1245093342,00 + 623342261,76 = 1868435603,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.4} = 1407757648,00 + 623342261,76 = 2031099909,76 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.б.5} = 1570421953,99 + 623342261,76 = 2193764215,75 \text{ руб.}$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (114)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 913024927,07 + 623308889,56 = 1536333816,64 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 1074497270,24 + 623308889,56 = 1697806159,81 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 1235969613,41 + 623308889,56 = 1859278502,97 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 1397441956,58 + 623308889,56 = 2020750846,14 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 1558914299,74 + 623308889,56 = 2182223189,31 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (115)$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.1} = & ( 1670296973,65 - 1536333816,64 ) - ( 1670296973,65 - \\ & - 1543106991,77 ) = 6773175,14 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.2} = & ( 1965696100,35 - 1697806159,81 ) - ( 1965696100,35 - \\ & - 1705771297,77 ) = 7965137,96 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.3} = & ( 2261095227,06 - 1859278502,97 ) - ( 2261095227,06 - \\ & - 1868435603,76 ) = 9157100,79 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.4} = & ( 2556494353,77 - 2020750846,14 ) - ( 2556494353,77 - \\ & - 2031099909,76 ) = 10349063,62 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.5} = & ( 2851893480,48 - 2182223189,31 ) - ( 2851893480,48 - \\ & - 2193764215,75 ) = 11541026,44 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (116)$$

$$\text{Нпр.1} = 6773175,14 \cdot 0,20 = 1354635,03 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 7965137,96 \cdot 0,20 = 1593027,59 \text{ руб.} \text{ »[7]}$$

$$\langle \text{Нпр.3} = 9157100,79 \cdot 0,20 = 1831420,16 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 10349063,62 \cdot 0,20 = 2069812,72 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 11541026,44 \cdot 0,20 = 2308205,29 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (117)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 6773175,14 - 1354635,03 = 5418540,11 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 7965137,96 - 1593027,59 = 6372110,37 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 9157100,79 - 1831420,16 = 7325680,63 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 10349063,62 - 2069812,72 = 8279250,89 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 11541026,44 - 2308205,29 = 9232821,15 \text{ руб.}$$

Расчет экономии

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (118)$$

где  $\text{Д1}$  и  $\text{Д2}$  - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 140000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 19012,62 \cdot 140000 / 100000 - 19012,62 = 7605,05 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Впрод.}i \quad (119)$$

$$\text{ЧД1} = 5418540,11 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 87852 = 699307383,02 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 6372110,37 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 103389 = 818420603,97 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 7325680,63 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 118926 = 937533824,91 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 8279250,89 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 134463 = 1056647045,85 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 9232821,15 + 25770053,45 + 7605,05 \cdot 150000 = 1175760266,80 \text{ руб}$$

»[7]

«Дисконтирование денежного потока.

$$\alpha_{ii} = 1/(1 + Ecm.i)^t \quad (120)$$

где  $Ecm.i$  - процентная ставка на капитал

$t$  - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 10 \%$$

$$\alpha_1 = 0,909 \quad \alpha_2 = 0,826 \quad \alpha_3 = 0,751 \quad \alpha_4 = 0,863 \quad \alpha_5 = 0,621$$

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (121)$$

$$ДСП_1 = 699307383,02 \cdot 0,909 = 635670411,17 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 818420603,97 \cdot 0,826 = 676015418,88 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 937533824,91 \cdot 0,751 = 704087902,51 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 1056647045,85 \cdot 0,863 = 911886400,57 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 1175760266,80 \cdot 0,621 = 730147125,68 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (122)$$

$$\Sigma ДСП = 635670411,17 + 676015418,88 + 704087902,51 +$$

$$+ 911886400,57 + 730147125,68 = 3657807258,80 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (123)$$

где  $K_{инв.}$  – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$J_0 = 0,15 \cdot ( 1536333816,64 + 1697806159,81 + 1859278502,97 +$$

$$+ 2020750846,14 + 2182223189,31 ) = 1394458877,23 \text{ руб.} \text{ »[7]}$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (124)$$

$$ЧДД = 3657807258,80 - 1394458877,23 = 2263348381,57 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$JD = ЧДД / J_0 \quad (125)$$

$$JD = 2263348381,57 / 1394458877,23 = 1,62$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (126)$$

$$Токуп. = 1394458877,23 / 2263348381,57 = 0,62$$

На рисунке 10 представлен график зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

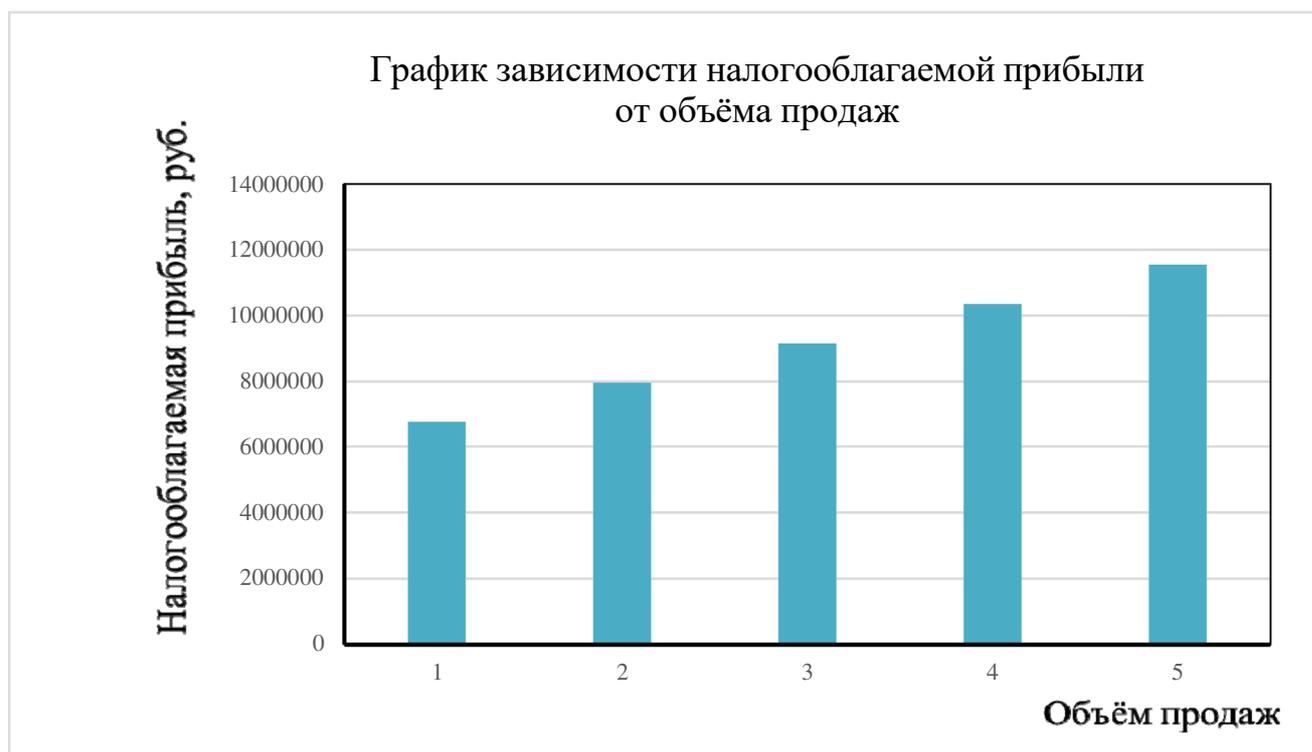


Рисунок 10 - График зависимости налогооблагаемой прибыли от объема продаж.

»[7]

## Выводы и рекомендации

Эффект экономический положительный при ID равном 1,62, увеличились ресурсы автомобиля в результате мероприятий технического плана.

Основные показатели стоимости проект дизайна высокие, при серийном производственном конструкционном внедрении автокомпонентов, данные показатели получены финансовым расчетом. Схема производства реализованная может принести прибыль ожидаемую расчетную, была рассчитана проектная эффективность социального характера.

Проектный автомобиль реализованный в производство, может чистую прибыль принести в размере данной суммы 2263348381,57 руб.

Проектный риск низкий, об этом свидетельствует рассчитанный проектный окупаемый срок составляющий 0,62 года. В направлении новом для автомобилестроения, о его применении говорить можно по данным полученным выше представленным расчётом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа выбора схем проектируемой сборки автомобиля, этапа проектирования конструкции и сравнения с ближайшими аналогами, технологического исследования возможности изготовления была выбрана схема, наиболее удачно сочетающая в себе решение всех указанных вопросов.

Объектом модернизации в дипломном проекте была конструкция тормозного привода с пружинным энергоаккумулятором автомобиля КамАЗ.

В ходе работ проведен обзор и анализ конструкции тормозной камеры пружинного энергоаккумулятора зарубежного и отечественного производства, разработка, проектирование усовершенствованного энергоаккумулятора, безопасность и экологичность проекта, а также определена технико-экономическая эффективность проекта.

В результате проделанной работы была разработана усовершенствованная тормозная камера с пружинным накопителем энергии и пневмоприводом автомобиля КамАЗ. Эксплуатация предлагаемого накопителя энергии в расторможенном положении без подачи сжатого воздуха позволяет значительно снизить требования к пневматическому приводу тормоза со сжатым воздухом. Низкое потребление воздуха за счет уменьшения технически необходимого количества аккумулируемой воздушной энергии и утечек парковочного контура. В результате сокращается время работы компрессора в нагруженном режиме, и, как следствие, уменьшается изнашивание его составляющих деталей. В то же время расход топлива, потребляемый двигателем, снижается приводом компрессора.

Экономические расчеты показывают, что с учетом всех рассмотренных аспектов очевидные преимущества. Относительная простота разработки конструкции позволяет обслуживать усовершенствованную конструкцию энергоаккумулятора в любом в ремонтном цехе для автотранспортных предприятий.

Из вышесказанного следует, что реализация данного проекта своевременна и выгодна.

## 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

#### Внешняя скоростная характеристика

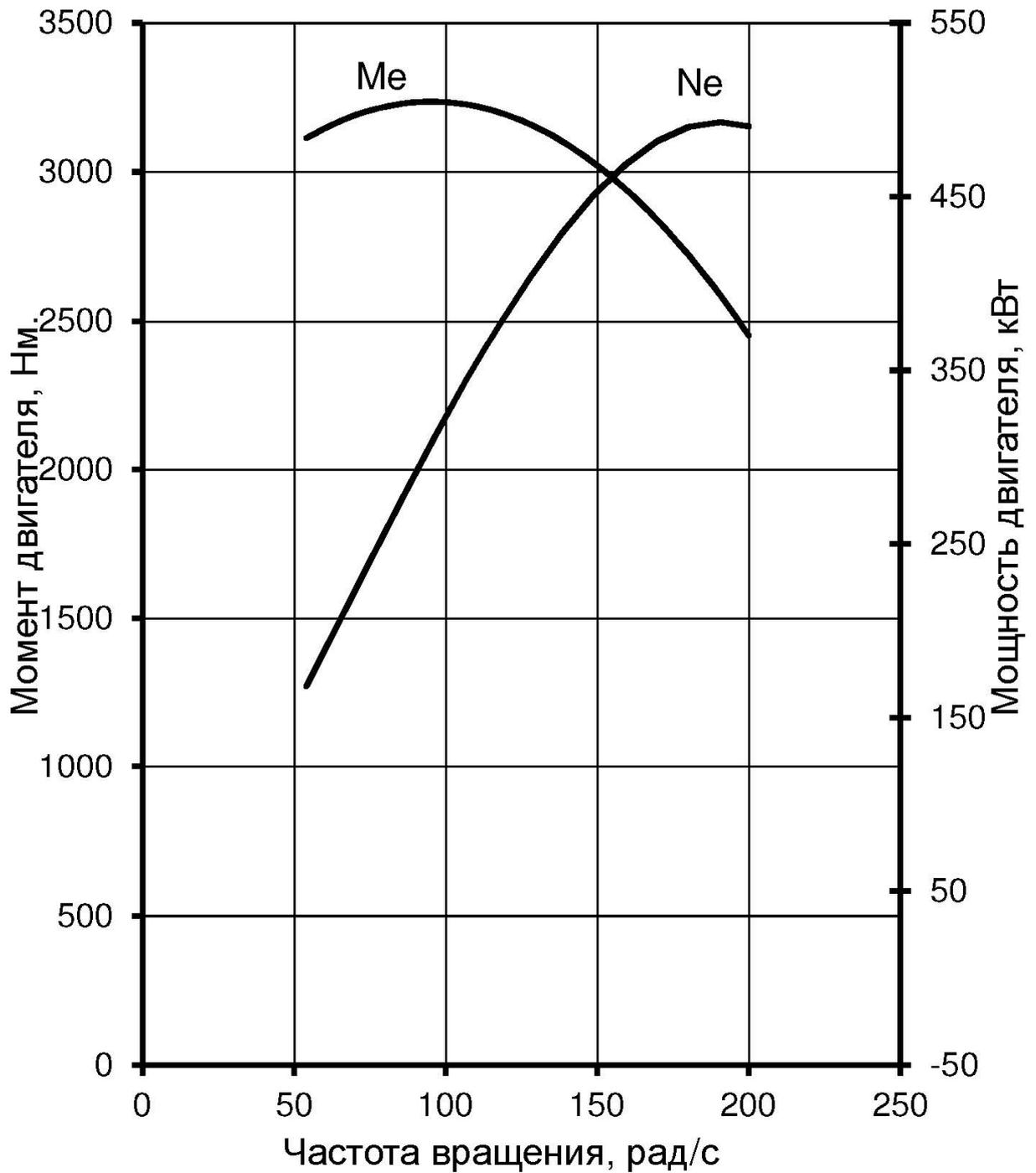


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика

### Баланс мощностей

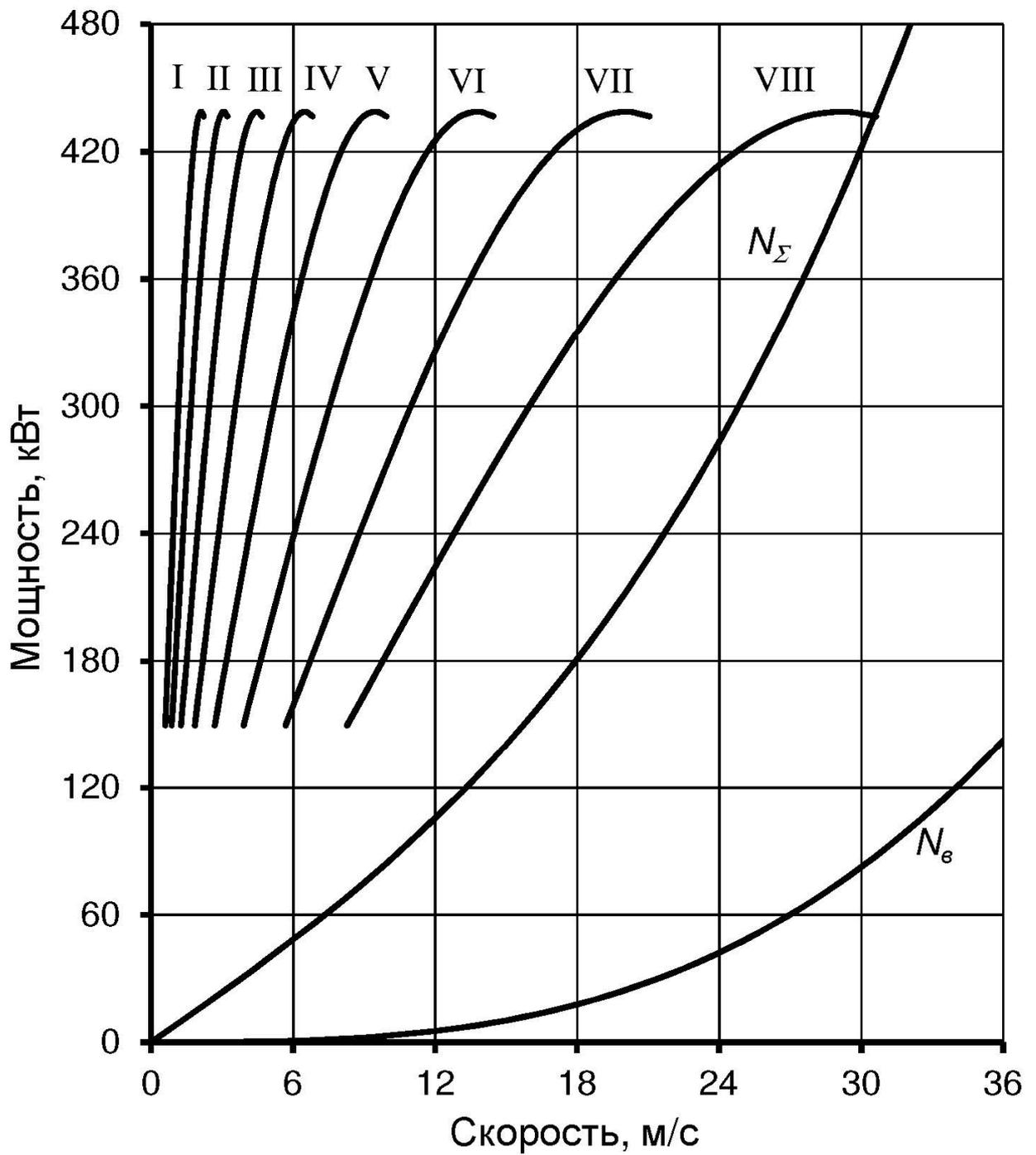


Рисунок А.2 – Баланс мощностей

### Тяговый баланс

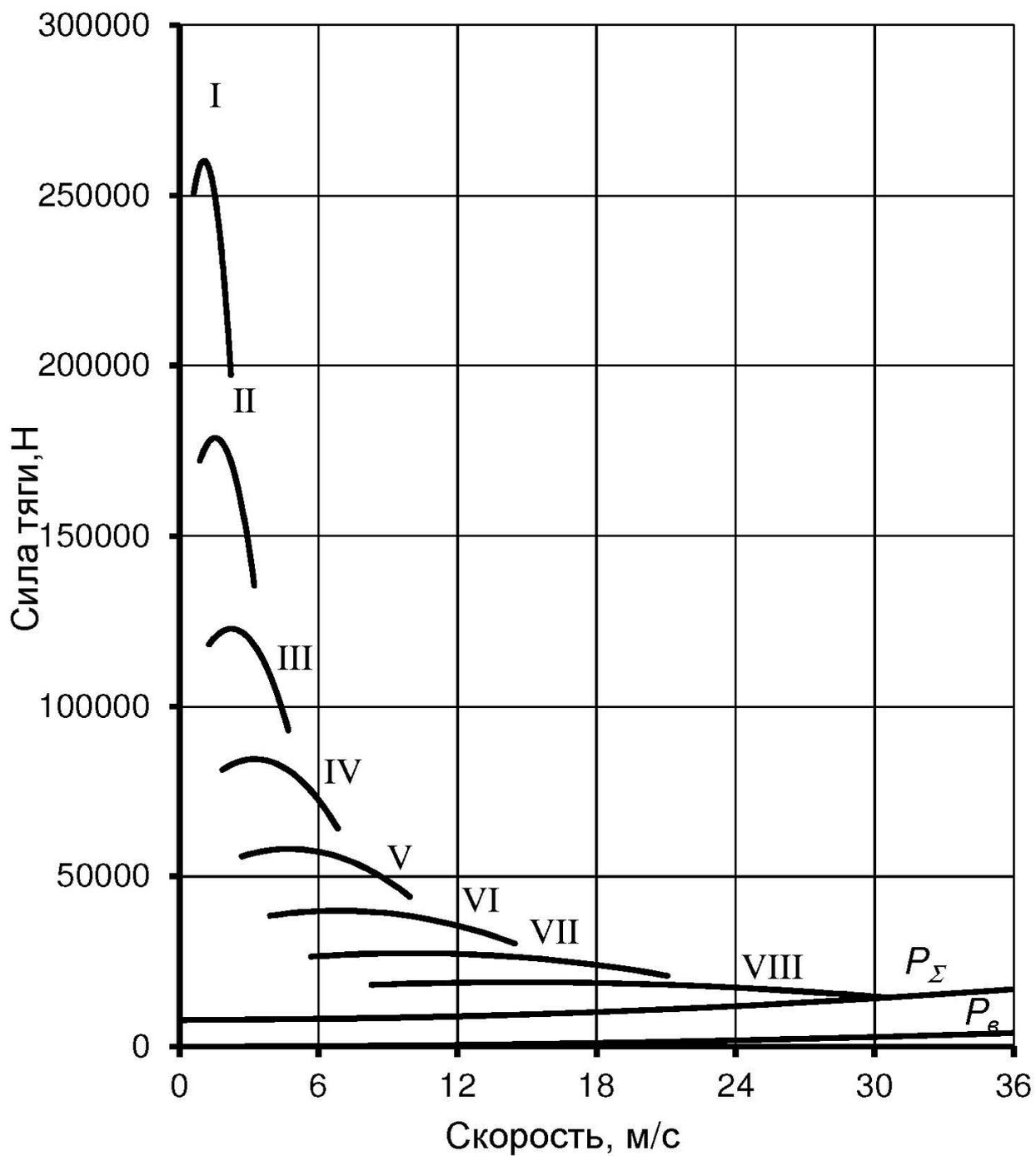


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

### Динамический баланс

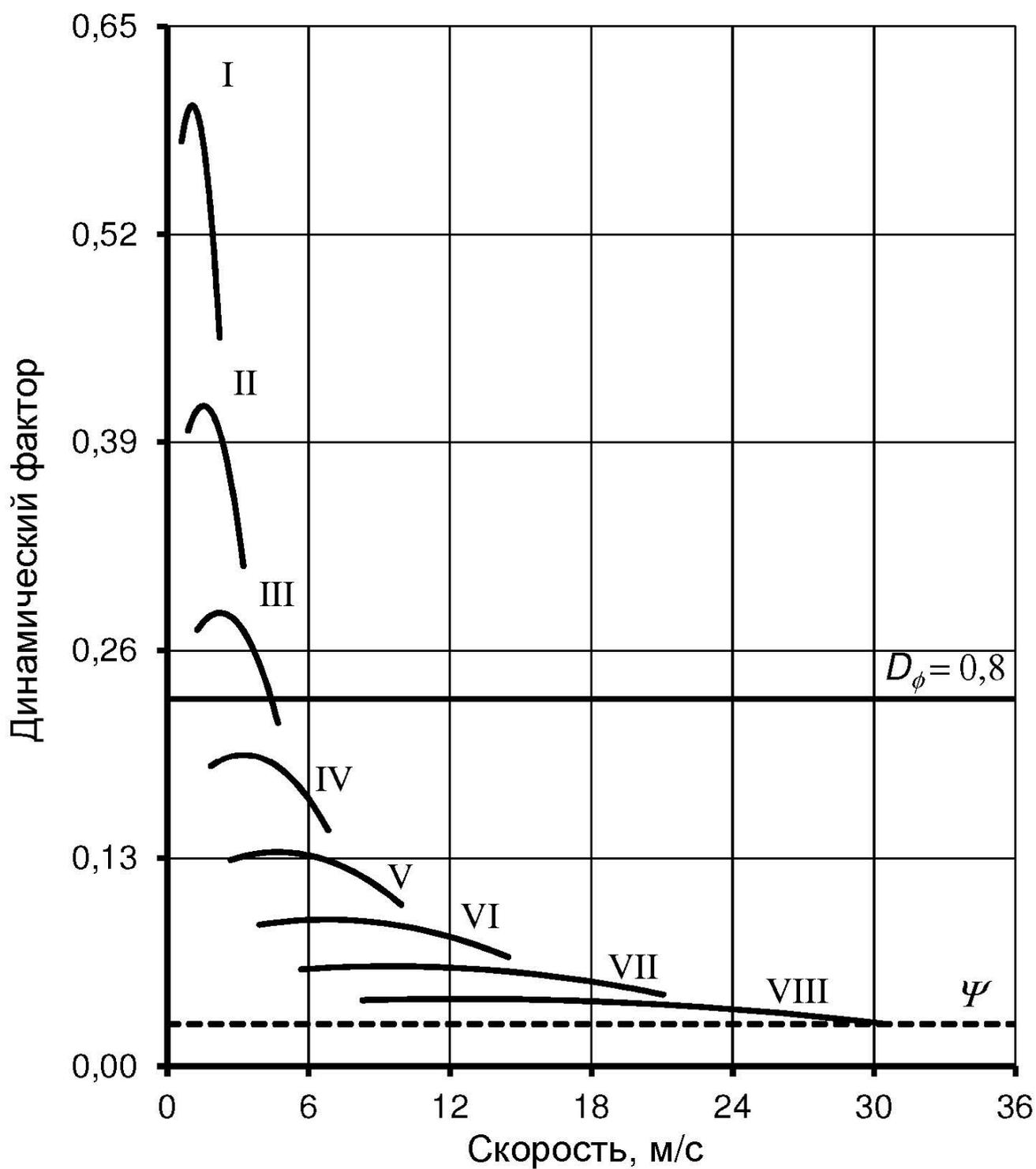


Рисунок А.4 – Динамический баланс

### Ускорения на передачах

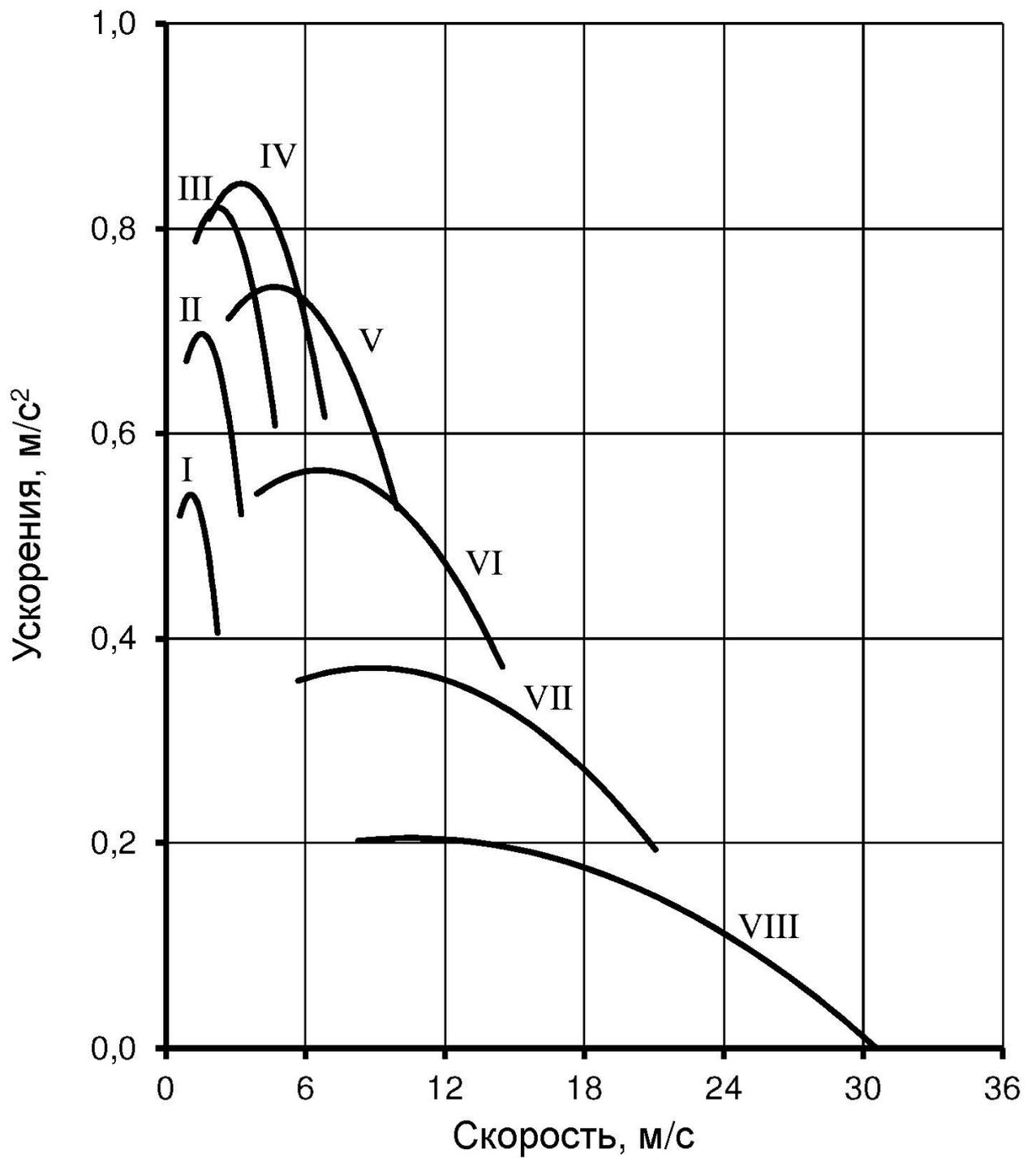


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

### Время разгона

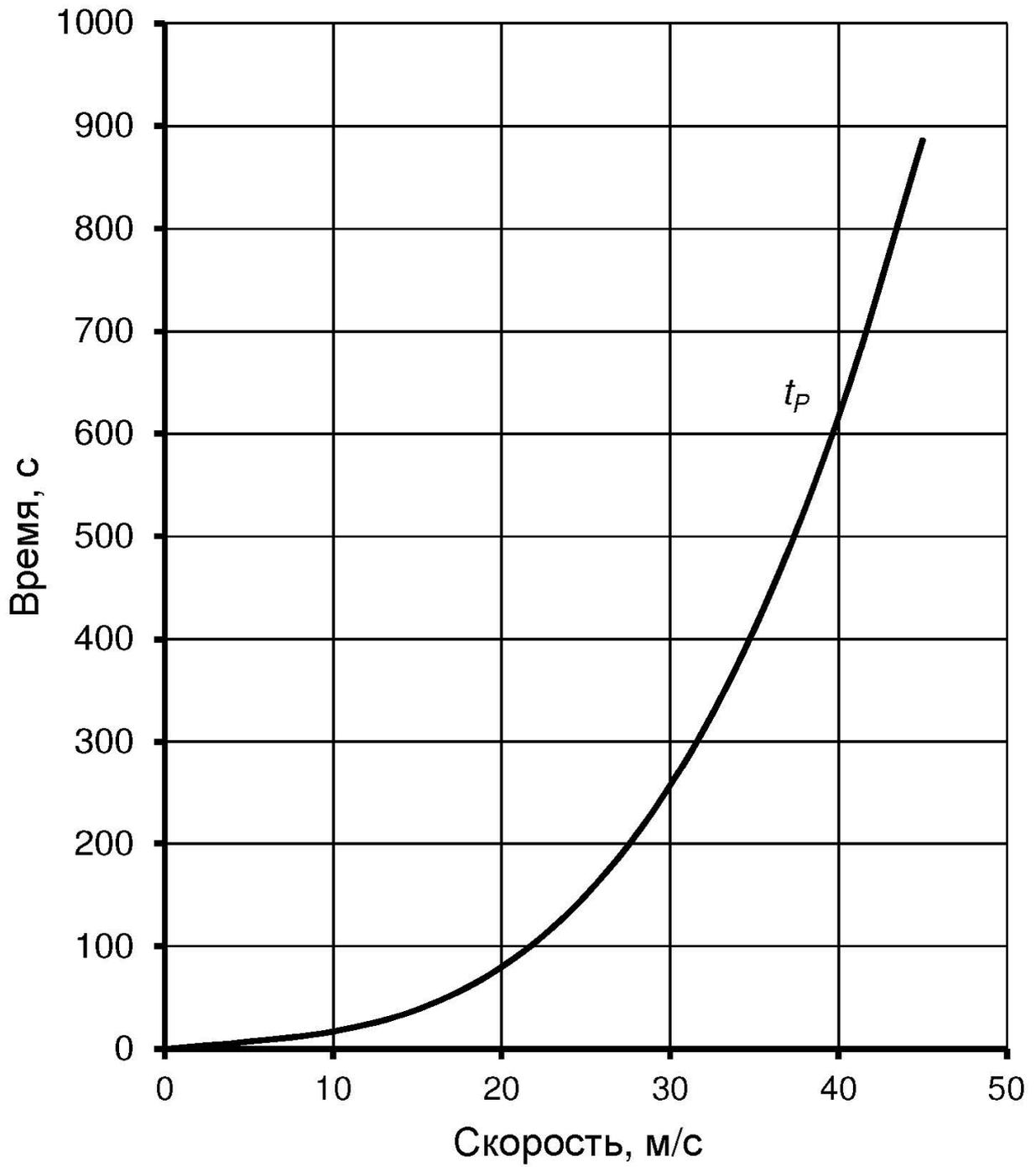


Рисунок А.6 – Время разгона

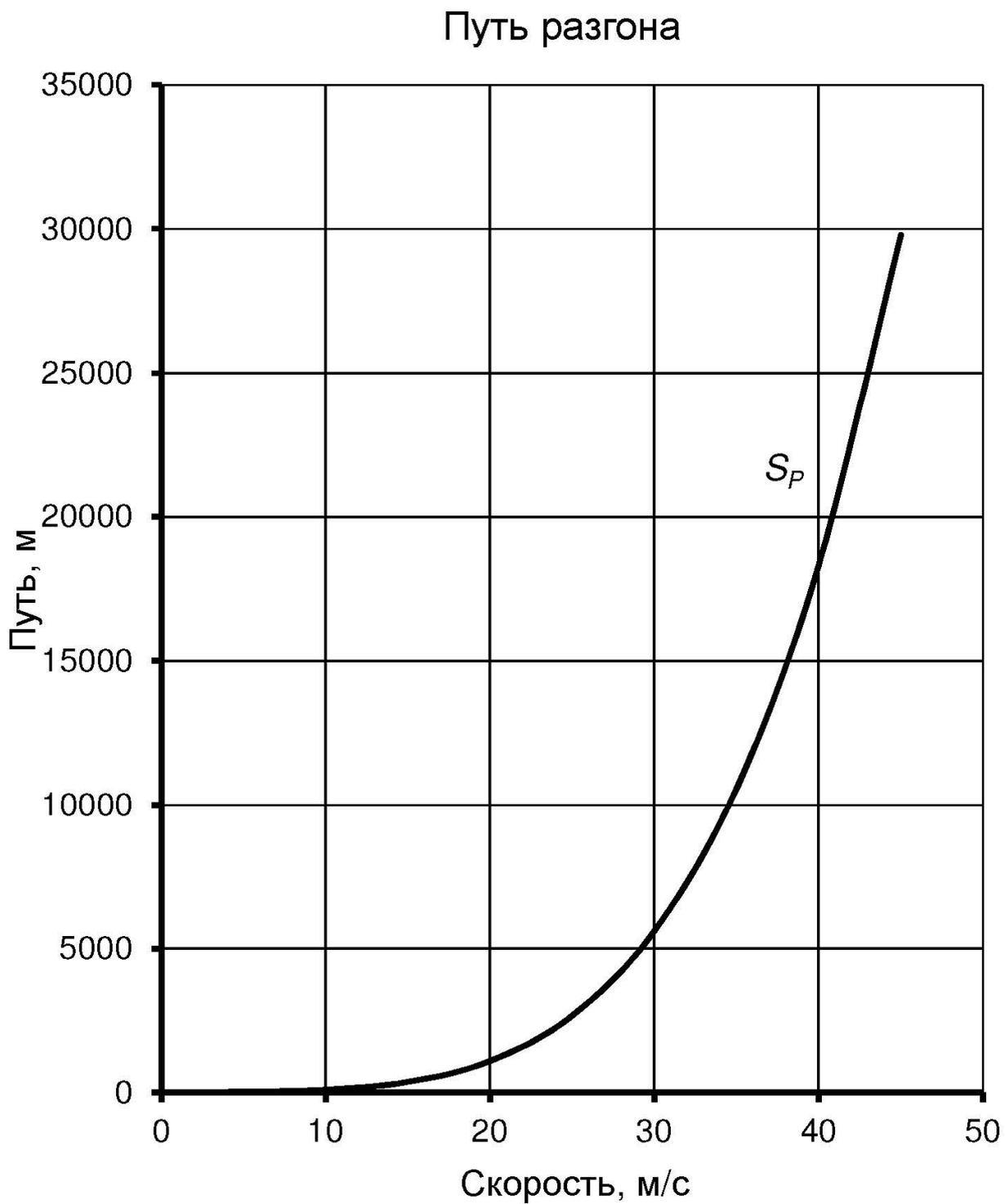


Рисунок А.7 – Путь разгона

### Путевой расход топлива

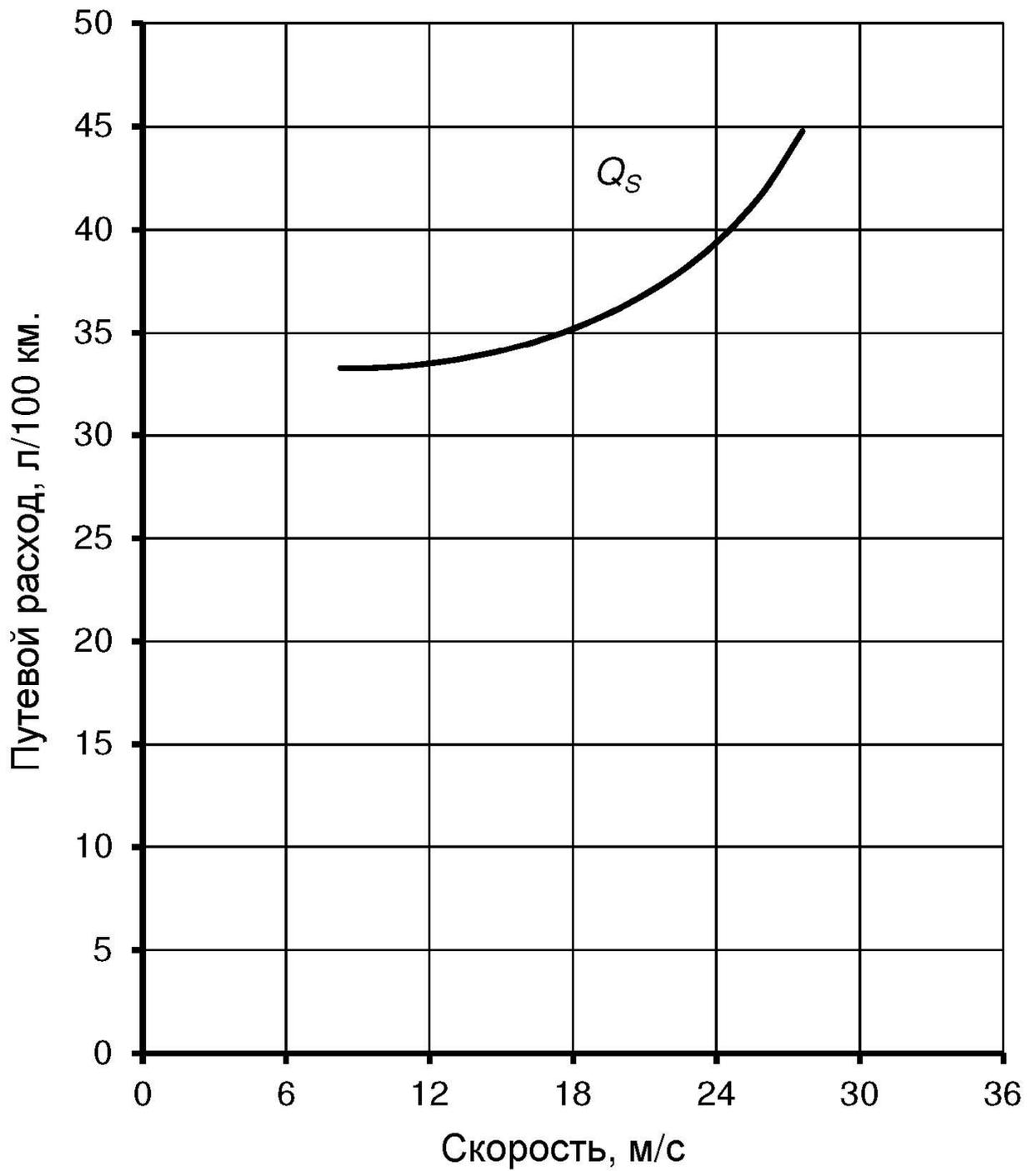


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива