

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация
тормозной системы

Студент(ка)

Е.А. Кавкайкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Еремина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Д.Ю. Воронов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« » 20 г.

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

_____ А.В. Бобровский

«10» декабря 2015 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Кавкайкин Евгений Александрович

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 01 » июня 2016 г.

3. Исходные данные

Снаряженная масса $m_0 = 1100$ кг; число мест – 5; максимальная скорость $V_{\max} = 179$ км/час; $\omega_{\max} = 6000$ об/мин; $f_0 = 0,012$; $\eta_{TP} = 0,94$; $C_x = 0,353$; площадь поперечного сечения $H = 2,04$ м²

Цель проекта: Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы

4. Содержание (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

- 1.1. Назначение агрегата или системы
- 1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.
- 1.3. Классификация конструкций агрегата или системы
- 1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.
- 1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

- 3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля
- 3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.
- 3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.
- 3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.

3.5. Расчет деталей (на прочность, износостойкость, нагрев и т.п.) и выбор материалов деталей.

3.6. Разработка вспомогательных механизмов (для охлаждения, обогрева, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

4. Технологическая /Исследовательская часть

Разработка технологии сборки проектируемого узла (сборка заднего тормоза)

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет затрат на производство проектируемого узла на участке сборки (задний тормоз) и безубыточного объема производства

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработка мероприятий по обеспечению требований охраны труда на участке сборки (задний тормоз)

Заключение

Список литературы

Приложения: - **Графики тягово-динамического расчета**

- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализация листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____/_____/

Анализ экономической эффективности объекта _____/_____/

Безопасность и экологичность объекта _____/_____/

7. Дата выдачи задания «10» декабря 2015 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы

И.В. Еремина

Задание принял к исполнению

Е.А. Кавкайкин

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»
_____ А.В. Бобровский
(подпись) (И.О. Фамилия)
«10» декабря 2015г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Кавкайкина Евгения Александровича
по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Состояние вопроса	14.04.2016			
2. Тяговый расчет	14.04.2016			
3. Патентное исследование	20.04.2016			
4. Расчет проектируемого механизма	25.04.2016			
5. Чертежи деталей механизмов и узлов	25.04.2016			
6. Технологическая часть	25.04.2016			
7. Экономическая часть	30.04.2016			
8. Безопасность и экологичность объекта	30.04.2016			
9. Сдача готовых ВКР на предварительную проверку	04.05.2016			
10. Предварительная защита	01.06.2016			

Руководитель выпускной квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____ И.В. Еремина
(подпись) (И.О. Фамилия)
_____ Е.А. Кавкайкин
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Данная бакалаврская работа на тему «Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация тормозной системы» состоит из пояснительной записки объемом 104 страниц и графической части объемом 6 листов формата А1.

Модернизация тормозной системы, предложенная в рассматриваемой работе, представляет собой модернизацию рычага ручного привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191 с целью повышения его надежности, долговечности, а также, что немаловажно, улучшению его визуальной составляющей (создания более современного дизайна).

В целом, внесенные в конструкцию изменения должны положительно сказаться на улучшении потребительских качеств автомобиля LADA-2191.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	9
1. Состояние вопроса	11
1.1 Тормозная сила. Назначение тормозной системы	11
1.2 Классификация тормозных систем	11
1.3 Требования, предъявляемые к тормозным системам	15
1.4 Стояночная тормозная система. Назначение, типы и виды, анализ конструкций	17
1.4.1 Назначение стояночной тормозной системы	17
1.4.2 Типы и виды стояночных тормозных систем	17
1.4.3 Анализ конструкций стояночных тормозных систем	19
1.5 Стояночная тормозная система автомобиля LADA-2191	30
1.6 Модернизированная конструкция рычага привода ручного тормоза автомобиля LADA-2191	33
2 Конструкторская часть	35
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	35
2.1.1 Исходные данные для проведения расчета	35
2.1.2 Определение полного веса автомобиля и его распределения по осям	35
2.1.3 Выбор шин	36
2.1.4 Определение передаточного числа главной передачи	36
2.1.5 Определение внешней скоростной характеристики двигателя	37
2.1.6 Определение передаточных чисел коробки передач	38
2.1.7 Определение скорости автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя	39
2.1.8 Определение тяговой характеристики автомобиля	40
2.1.9 Определение сил сопротивления движению	41
2.1.10 Определение динамического фактора автомобиля	42
2.1.11 Определение мощностного баланса автомобиля	43

2.1.12	Определение ускорений автомобиля при разгоне	44
2.1.13	Определение времени и пути разгона	46
2.1.14	Определение топливно-экономической характеристики автомобиля	48
2.2	Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2191	50
2.2.1	Исходные данные для проведения расчета	50
2.2.2	Расчет переднего тормозного механизма	51
2.2.3	Расчет заднего тормозного механизма	52
2.2.4	Определение нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении	54
2.2.5	Определение оптимального соотношения давлений в передних и задних тормозных механизмах при полном использовании сцепления колеса с дорогой	55
2.2.6	Расчет вакуумного усилителя тормозов	56
2.2.7	Определение тормозных сил, действующие на переднюю и заднюю оси при торможении	57
2.2.8	Определение реализуемого сцепления для передней и задней оси	60
2.2.9	Расчет стояночной тормозной системы	62
3	Технологическая часть	64
3.1	Основные требования к сборочным операциям при массовом типе производства	64
3.2	Анализ изменений конструкции, приводящих к изменению технологии сборки	65
3.3	Составление перечня сборочных работ и определение суммарной трудоемкости сборки	66
3.4	Расчет параметров технологического процесса сборки	69
3.5	Разработка технологического процесса сборки рычага привода стояночной тормозной системы	70
4	Анализ экономической эффективности объекта	74
	Введение	74
4.1	Расчет себестоимости проектируемого рычага привода стояночной	

тормозной системы	74
4.2 Расчет точки безубыточности проекта	80
4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта	82
4.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы	90
5 Безопасность и экологичность объекта	91
5.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции	91
5.2 Опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на участке сборки	92
5.3 Мероприятия по созданию безопасных условий труда на производственном участке	94
5.3.1 Организационно-технические мероприятия	94
5.3.2 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов	95
5.3.3 Мероприятия по обеспечению электробезопасности на участке	97
5.3.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на участке	98
5.3.5 Микроклимат производственной среды и вентиляция	99
5.4 Экологическая экспертиза проекта	100
5.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях	100
5.6 Влияние стояночной тормозной системы на безопасность автомобиля	101
Заключение	103
Список использованных источников	104
Приложение А	105

ВВЕДЕНИЕ

Человечество во все времена искало возможности для перемещения на большие расстояния при минимальных временных затратах. Первоначально для этого использовались животные, позже стали создаваться механические средства для перевозки людей и грузов по земле, воде и воздуху. В нашу эпоху наиболее массовым наземным транспортным средством является автомобиль.

Автомобиль – наземное безрельсовое механическое транспортное средство, приводимое в действие собственным двигателем и имеющее не менее четырех колес. В ряде случаев к автомобилям относят и трехколесные транспортные средства, если их масса превышает 400 кг.

Источник энергии для работы двигателя может находиться непосредственно на автомобиле (топливо в баках, электрическая энергия тяговых аккумуляторных батарей) либо подводиться от стационарных устройств (контактная сеть троллейбуса).

Многомиллионный автомобильный рынок характеризуется значительным количеством производителей автомобилей, многообразием конструкций, созданных для использования в различных сферах деятельности человека: перевозка грузов и пассажиров, активное проведение досуга. Автомобиль может быть предметом массового потребления, средством для занятий спортом, носителем различных видов вооружений и т. д. На первый взгляд, многообразие сфер применения и задач, которые должны решаться с помощью автомобиля, приводит к хаотичному развитию автомобильных конструкций. В действительности автомобильный мир живет по достаточно жестким правилам, и, чтобы понять эти правила, надо сначала разобраться, какие требования предъявляются к конструкции автомобиля и кто эти требования выдвигает.

Требования к конструкции современного автомобиля выдвигаются обществом, владельцем и изготовителем автомобиля.

Общество обеспокоено тем, чтобы автомобиль не представлял повышенной опасности для людей, не загрязнял чрезмерно окружающую среду.

Владелец автомобиля желает, чтобы он сам, его пассажиры или груз были быстро, безопасно и с наименьшими затратами доставлены к пункту назначения. При этом современный автомобиль во многих случаях рассматривается владельцем не только как транспортное средство, но и как материальный пред-

мет, который должен доставлять ему эстетическое удовольствие своим внешним видом, обеспечивать комфорт при использовании, подчеркивать уровень его благосостояния и т. п.

Производитель автомобиля, учитывая требования общества, стремится привести в соответствие конструкцию автомобиля и желания будущего владельца, а также снизить себестоимость его производства.

На этапе производства изготовитель также предъявляет требования к соответствию разработанной конструкции технологическим возможностям заводов, патентной чистоте изделия и проч., позволяющие обеспечивать в конечном итоге конкурентоспособность выпускаемых автомобилей.

Кроме того, требования к конструкции существенно зависят от условий эксплуатации, т. е. на каких дорогах, в каких климатических зонах будет эксплуатироваться автомобиль, каких пассажиров или какие грузы предполагается перевозить.

Анализ весомости требований, выдвигаемых обществом, владельцем, изготовителем показывает, что требования первой стороны обязательны для выполнения и отражены в государственных нормативных актах (законодательные ограничения). Прочие требования к конструкции автомобиля диктует будущий владелец, покупая тот автомобиль, который удовлетворяет его требованиям в наибольшей степени. Требования изготовителя к конструкции являются вторичными, т.е. направлены на удовлетворение наибольшего количества требований будущих владельцев.

Автомобиль, удовлетворяющий требования владельца, общества и изготовителя, наиболее полно считается самым эффективным и качественным. Качество автомобиля определяется совокупностью его свойств, определяющих способность удовлетворять заданным требованиям в определенных условиях эксплуатации.

Набор свойств, определяющих качество автомобиля, их весомость по отношению друг к другу, будут зависеть от представлений каждого конкретного человека, от политики государства в данный период, условий предполагаемой эксплуатации. Учитывая, что сочетание этих факторов дает огромное количество вариантов, становится понятным то многообразие конструкций автомобилей, представленных на рынке, каждая из которых обеспечивает наилучшие свойства для конкретных потребителей и условий эксплуатации.

1 Состояние вопроса

1.1 Тормозная сила. Назначение тормозной системы

При отключении двигателя от ведущих колес автомобиля, он продолжит движение по инерции, накатом. Но на автомобиль оказывают влияние силы сопротивления движению и, в конце концов, он остановится. Но подобный способ остановки не эффективен, поскольку замедление автомобиля при этом невелико, для получения большей величины замедления необходимо создать дополнительную силу – тормозную.

Функционально, тормозная система автомобиля посредством приложения тормозной силы предназначена для снижения скорости его движения вплоть до полной остановки, а также для его удержания от самопроизвольного движения во время остановки.

Тормозная сила возникает в пятне контакта колеса с дорогой в направлении противоположном вращению колеса. Максимальное значение тормозной силы на колесе зависит от нескольких составляющих, таких как:

- возможности механизма, создающего силу торможения;
- нагрузка, приходящаяся на колесо;
- коэффициент сцепления с дорогой.

В случае если все условия, которые определяют силу торможения, равны, то эффективность тормозной системы будет зависеть главным образом от особенностей конструкции механизмов, производящих торможение автомобиля.

1.2 Классификация тормозных систем

На современных автомобилях устанавливаются несколько видов тормозных систем, каждая из которых имеет свое собственное назначение, при этом довольно часто они обладают общими элементами.

Классификация тормозных систем по назначению и выполняемым функциям представлена на рисунке 1.1.

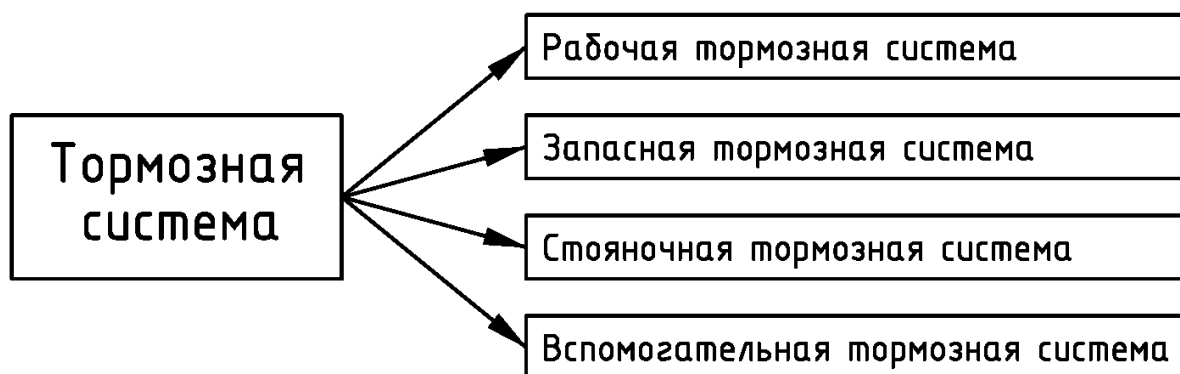


Рисунок 1.1 – Классификация тормозных систем по назначению и выполняемым функциям

Все транспортные средства обязаны оснащаться следующими видами тормозных систем:

- рабочей;
- запасной;
- стояночной.

Помимо вышеуказанных систем на грузовых автомобилях массой свыше 16 т и на больших междугородных автобусах обязательно использование еще одной тормозной системы – вспомогательной.

Совокупность всех тормозных систем называют системой тормозного управления.

Рабочая тормозная система является основной и наиболее эффективной тормозной системой автомобиля. Она применяется для регулирования скорости движения автомобиля и его остановки.

Запасная тормозная система – это дублирующая система, предназначенная для остановки автомобиля в том случае, когда произошел отказ рабочей тормозной системы. В сравнении с рабочей системой запасная тормозная система менее эффективна, поскольку оказывает меньшее тормозящее действие на автомобиль. Запасной системой может быть полностью автономное устройство, исправная часть рабочей тормозной системы, стояночная тормозная система.

Стояночная тормозная система служит для обеспечения неподвижности автомобиля во время длительной стоянки, а также применяется для предотвращения скатывания автомобиля назад при трогании с места на подъеме.

Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения нагрузок на рабочую тормозную систему во время продолжительного функционирования, например, в процессе торможения на затяжном спуске в горах или по холмистой местности.

Также, тормозные системы можно классифицировать:

- по типу тормозного привода;
- по типу тормозного механизма.

Тормозной привод – общность устройств, которая осуществляет связь органа управления с тормозными механизмами, то есть тормозной привод позволяет управлять тормозными механизмами и приводить их в действие.

Классификация тормозных систем по типу тормозного привода представлена на рис.1.2.

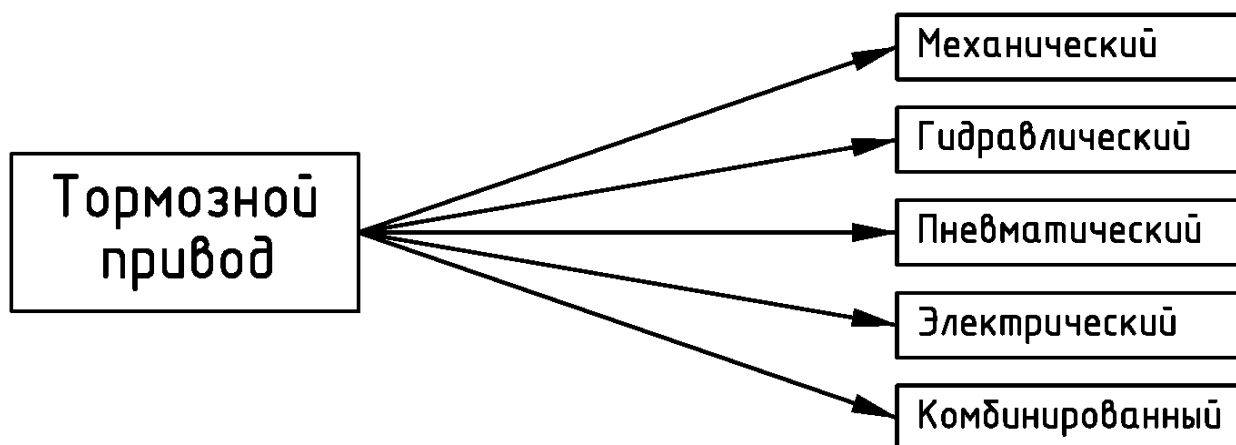
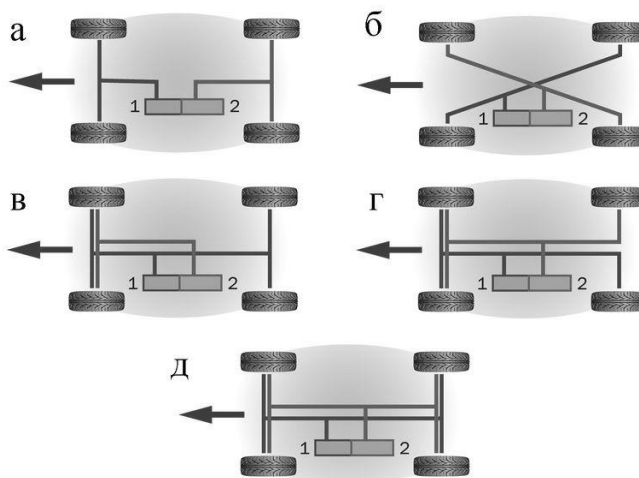


Рисунок 1.2 – Классификация тормозных систем по типу тормозного привода

Механический тормозной привод является собой систему тяг, рычагов, тросов, шарниров и т. п., соединяющих педаль или рычаг управления с разжимным устройством механического типа колесных или трансмиссионных тормозов. Простота и надежность конструкции – это главное достоинство этого типа привода. В настоящее время механический тормозной привод наиболее часто играет роль стояночной тормозной системы.

Гидравлический тормозной привод является гидростатическим, то есть таким, в котором передача энергии осуществляется давлением жидкости. Принцип действия гидростатического привода основан на свойстве несжимаемости специальной жидкости, находящейся в покое, передавать создаваемое в любой точке давление во все другие точки при замкнутом объеме. Конструктивно гидравлический привод – это система трубопроводов, заполненных тормозной жидкостью, передающих усилие от тормозной педали ко всем тормозным механизмам. Гидропривод наиболее часто применяется в качестве рабочей тормозной системы легковых автомобилей и грузовых малой и средней грузоподъемности.

Гидропривод всегда выполняется двухконтурным, причем контура делаются независимыми друг от друга. При такой схеме в случае какой-либо неисправности выходит из строя не весь привод, а только тот, в котором возникла проблема. Существующие схемы гидроприводов показаны на рисунке 1.3.



1, 2 – тормозные контура; ⇐ – направление движения

Рисунок 1.3 – Схемы гидравлических тормозных приводов

Наибольшее распространение на легковых автомобилях получила диагональная схема типа X (рис.1.4, б), наиболее надежной является схема типа НН (рис.1.4, д).

Пневматический тормозной привод использует энергию сжатого воздуха для приведения в действие тормозных механизмов, водитель при этом оказывает воздействие только на управляющие приборы.

Электрический тормозной привод применяется, главным образом, на автопоездах, поскольку в данном случае достигается наиболее простой способ передачи энергии на большие расстояния при довольно малом времени, требуемом для срабатывания тормозной системы.

Комбинированный тормозной привод является собой сочетание нескольких типов обычных приводов. При разработке комбинированного привода стараются по максимуму использовать достоинства каждого отдельного привода и избежать изъянов, свойственных им в отдельности.

Тормозной механизм – устройство, которое реализует процесс торможения (принудительного замедления) автомобиля.

Классификация тормозных систем по типу тормозного механизма представлена на рисунке 1.4.

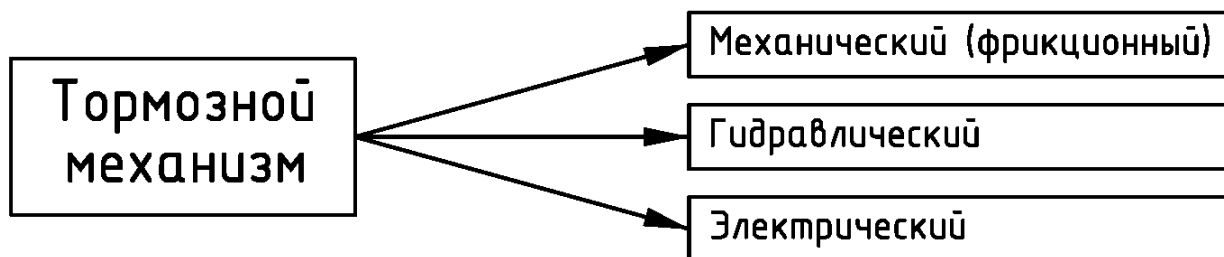


Рисунок 1.4 – Классификация тормозных систем по типу тормозного механизма

Фрикционные тормозные механизмы наиболее распространены в тормозных системах автомобилей, исключение составляет вспомогательная система. Принцип действия фрикционных устройств основан на создании регулируемой силы трения между вращающимися и невращающимися элементами тормозных механизмов.

Гидравлические и электрические тормозные механизмы используются в качестве тормоза-замедлителя (вспомогательной тормозной системы).

1.3 Требования, предъявляемые к тормозным системам

Требования к тормозным системам регламентируются российскими и международными нормативными документами, основными из которых являются:

- ГОСТ Р 41.13-99 (Правила №13 ЕЭК ООН) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения»;
- ГОСТ Р 41.13Н-99 (Правила №13Н ЕЭК ООН) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения»;
- ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»;
- ГОСТ 4364-88 «Приводы пневматические тормозных систем автотранспортных средств. Общие технические требования»;
- ОСТ 37.001.067-86 «Тормозные свойства автотранспортных средств. Методы испытаний».

Большая часть нормативных документов устанавливает требования к эффективности тормозов новых автомобилей. В ГОСТ Р 51709-2001 указывается, каким требованиям должны соответствовать тормозные системы автомобилей, находящихся в эксплуатации.

В техническом плане тормозная система автомобиля должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение минимального тормозного пути, максимального установленного замедления или тормозных сил на колесах при торможении;
- удерживание транспортного средства на уклоне определенной величины во время длительной стоянки;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания тормозного привода;
- следящее действие тормозного привода;
- легкость управления тормозными системами;
- полная блокировка колес не допускается;
- тормозные силы задней оси не должны быть больше тормозных сил передней оси;
- разность тормозных сил колес одной оси не должна превышать определенного значения;

- отсутствие раздражающих органолептических явлений при торможении;
- основные элементы тормозных систем должны обладать повышенной надежностью;
- присутствие сигнализаторов, оповещающих водителя о неисправностях в системе тормозного управления.

1.4 Стояночная тормозная система. Назначение, типы и виды, анализ конструкций

Одной из проблем, с которой столкнулись еще на заре автомобилестроения, заключалась в том, что во время стоянки с выключенным двигателем даже тяжелый автомобиль несложно сдвинуть с места, в особенности на дороге с уклоном. Эта проблема была решена с изобретением специальной тормозной системой – стояночной тормозной системой.

1.4.1 Назначение стояночной тормозной системы

Когда автомобиль находится на продолжительной стоянке, то использовать обычные тормоза сложно или вообще невозможно, так как ввиду отсутствия водителя прикладывать усилие к педали некому. В этом случае и приходит время стояночной тормозной системы.

Функционально, стояночная тормозная система может применяться для:

- удержания автомобиля на месте во время длительных остановок;
- удержания автомобиля на дороге с уклоном во время коротких и длинных остановок;
- начала движения при остановке на дороге с подъемом;
- реализации торможения при движении на небольшой скорости в случае выхода из строя рабочей тормозной системы.

Стояночным тормозом оснащаются все автомобили независимо от массы и категории.

1.4.2 Типы и виды стояночных тормозных систем

Стояночную тормозную систему можно разделить на типы по нескольким признакам (рисунок 1.5):

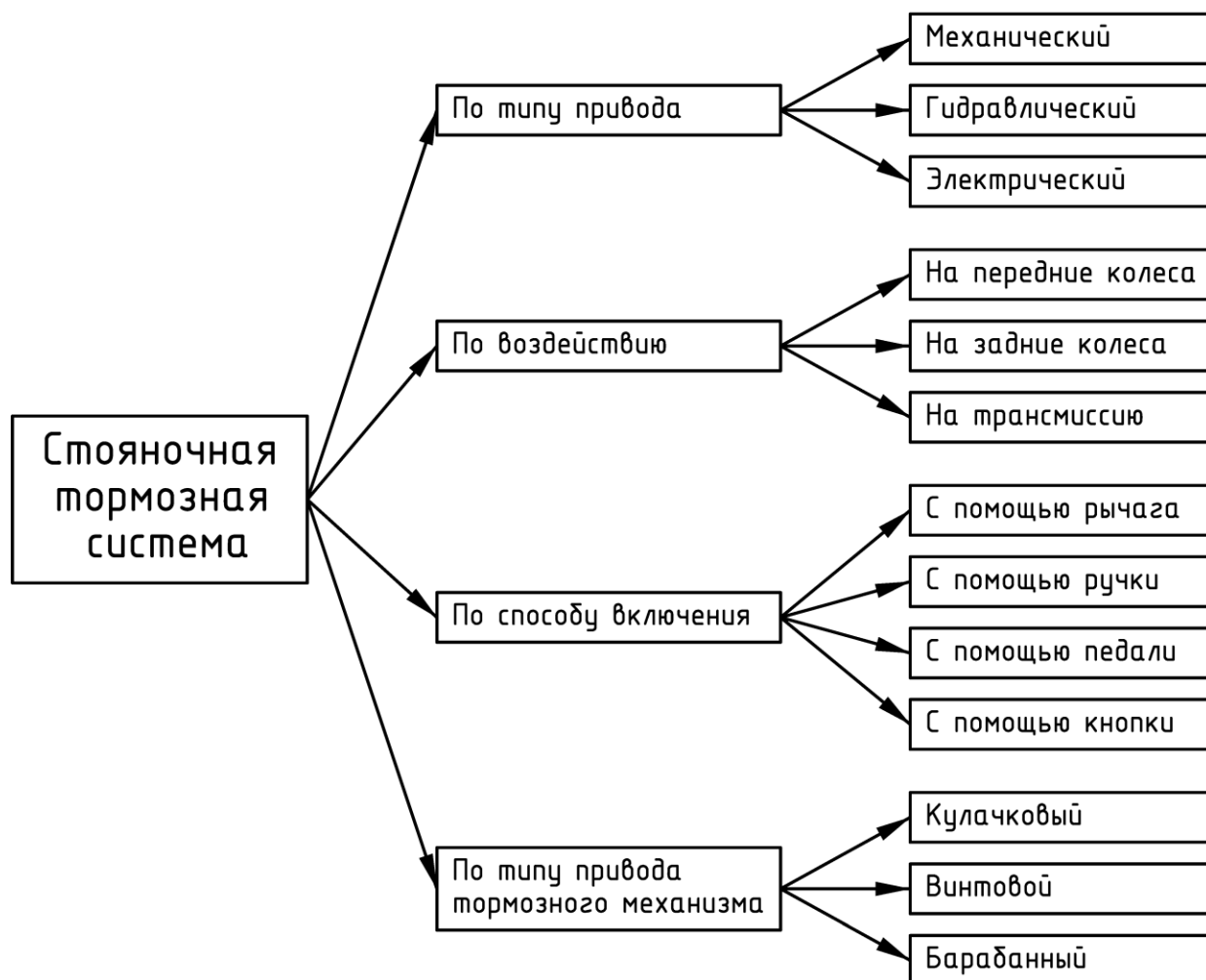


Рисунок 1.5 – Классификация стояночных тормозных систем

В настоящее время наиболее часто используемый тип привода стояночного тормоза – тормоз с механическим приводом, в котором усилие от органа управления к тормозным механизмам передается посредством системы металлических тросов. Данный тип привода является наиболее простым, при длительной стоянке он функционирует лучше и надежнее, чем гидравлический.

По способу включения стояночного тормоза наиболее распространенным типом является включение с использованием рычага, обычно располагающегося на центральном тоннеле пола кузова между передними сиденьями. Включение с использованием педали стояночного тормоза чаще всего приме-

няется на автомобилях с автоматической коробкой передач, педаль обычно находится на месте педали сцепления.

Стояночный тормоз чаще всего исполняется с воздействием на задние, неуправляемые колеса, что конструктивно несколько проще. Но некоторыми автомобильными фирмами реализована стояночная тормозная система на передних колесах.

На части автомобилей, как правило, на внедорожниках и грузовиках, стояночный тормоз воздействует не на тормозные механизмы, а на трансмиссию. Такой тип стояночного тормоза обычно называется трансмиссионным или центральным.

Стояночный тормоз автомобиля, оснащенного барабанным тормозом, устроен наиболее просто. В нем применяется рычаг, который при натяжении троса воздействует на колодки, прижимая их к тормозному барабану.

Конструкция стояночной тормозной системы автомобиля с дисковыми тормозами несколько сложнее и имеет несколько вариантов. Например, барабанный тормозной механизм дисковых тормозов являет собой самостоятельную тормозную систему, оборудованную рядом с рабочей, и конструктивно представляет собой барабан малого диаметра, встроенный в колокол (центральную часть) диска.

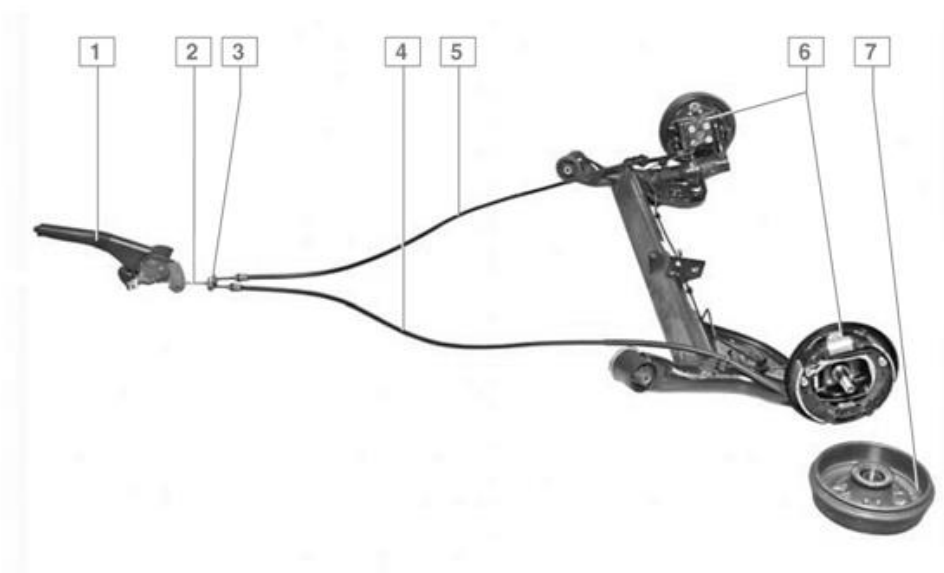
Кулачковый привод располагается в суппорте дискового тормозного механизма и конструктивно представляет собой поворотный кулачок, располагающийся между рычагом и толкателем поршня колодки. При натяжении троса рычаг поворачивается вместе с кулачком, давящим на толкатель, поршень выдвигается, давит на колодку, которая в свою очередь перемещается и упирается в диск, колесо блокируется.

Винтовой привод также располагается в суппорте дискового тормозного механизма, только вместо кулачка и толкателя поршня применяется винт, жестко связанный с рычагом, а в поршне предусмотрена резьба, в которую входит этот винт. При натяжении троса стояночного тормоза происходит поворот рычага, винт поворачивается, поршень перемещается вперед, колодка тоже приходит в движение и блокирует колесо.

1.4.3 Анализ конструкций стояночных тормозных систем

Как уже отмечалось выше, наиболее часто применяющийся тип стояночной тормозной системы – тормоз с механическим приводом на задние тормозные механизмы.

Подобная стояночная тормозная система с механическим приводом установлена, например, на автомобиле RENAULT Logan (рисунок 1.6).



1 – рычаг; 2 – передний трос; 3 – уравниватель тросов; 4 – левый задний трос;
5 – правый задний трос; 6 – тормозной механизм заднего колеса; 7 – барабан

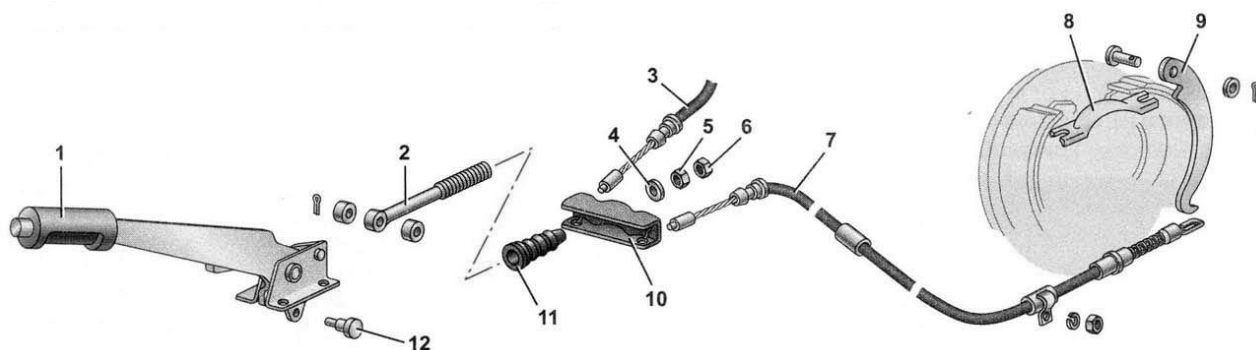
Рисунок 1.6 – Стояночная тормозная система автомобиля RENAULT Logan

Привод стояночного тормоза – ручной, механический, тросовый, на задние колеса. Он состоит из рычага, переднего троса с регулировочной гайкой на его наконечнике, уравнивателя, двух задних тросов и рычагов в тормозных механизмах задних колес. Рычаг стояночного тормоза, закрепленный между передними сиденьями на туннеле пола, соединен с передним тросом. К заднему наконечнику переднего троса крепится уравниватель, в отверстия которого вставлены передние наконечники задних тросов. Задние наконечники тросов соединены с рычагами привода стояночного тормоза, закрепленными на задних колодках.

В процессе эксплуатации (до полного износа колодок задних тормозных механизмов) регулировка привода стояночного тормоза не требуется, так как удлинение распорной планки тормозного механизма компенсирует износ коло-

док. Привод стояночного тормоза необходимо регулировать только в случае замены тормозных колодок, тросов или рычага стояночного тормоза.

На рисунке 1.7 представлен стояночный тормоз, применяемый на автомобиле LADA Priora.



- 1 – рычаг стояночного тормоза; 2 – тяга рычага; 3 – трос привода тормозного механизма правого заднего колеса; 4 – шайба; 5 – регулировочная гайка; 6 – контргайка; 7 – трос привода тормозного механизма левого заднего колеса; 8 – распорная планка; 9 – рычаг; 10 – уравниватель тросов; 11 – резиновый чехол; 12 – ось тяги

Рисунок 1.7 – Стояночная тормозная система автомобиля LADA Priora

Рычаг привода стояночного тормоза двумя тросами связан с тормозными механизмами задних колес. При поднятии рычага в верхнее положение рычаги, установленные на задних колодках, поворачиваются и начинают давить на распорные планки. При этом колодки задних тормозных механизмов раздвигаются и фиксируют барабан от проворачивания

В целом, конструкция стояночного тормоза похожа на конструкцию тормоза RENAULT Logan, но вместо переднего троса применяется тяга рычага.

Регулировка привода ручного тормоза осуществляется со стороны уравнивателя, в процессе эксплуатации ее необходимо периодически проводить, поскольку по мере износа колодок задних тормозных механизмов ход рычага ручного тормоза увеличивается (связано с конструкцией механизма автоматической регулировки зазора).

На рисунке 1.8 представлена стояночная тормозная система автомобиля MITSUBISHI Outlander с барабанным тормозным механизмом, встроенным в задний дисковый тормоз.

Стояночный тормоз приводится в действие механически, воздействует на задние дисковые тормоза. Он состоит из рычага привода, тяги рычага с регулировочной гайкой, уравнителя, двух тросов стояночного тормоза. Задние наконечники тросов соединены с разжимными рычагами привода стояночного тормоза, установленными на задних тормозных колодках. Рычаг, закрепленный между передними сиденьями на тоннеле пола, оборудован механизмом регулировки натяжения тросов. Передние наконечники тросов соединены с уравнителем механизма натяжения.

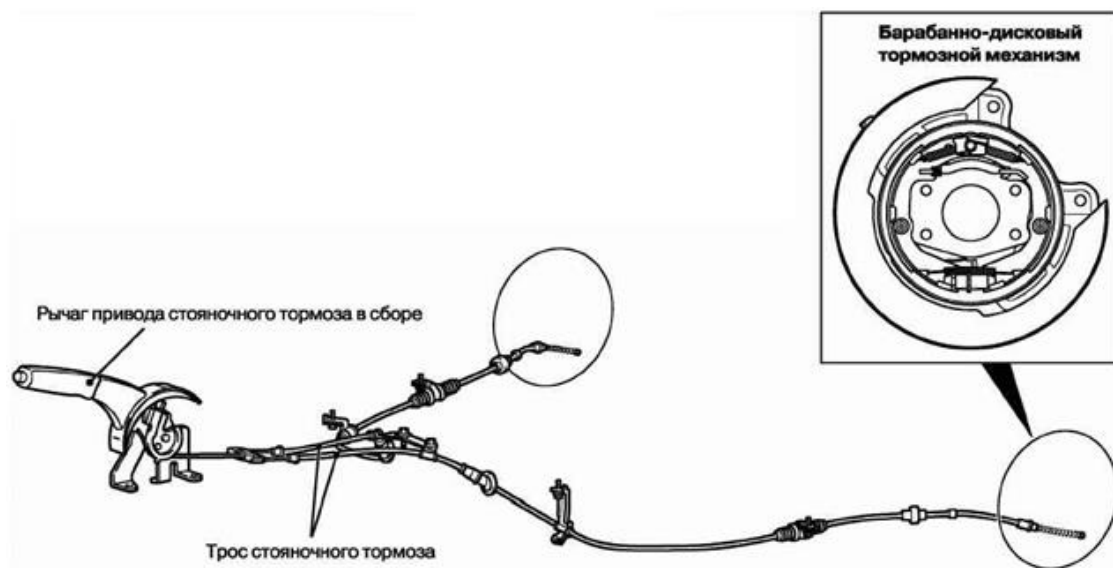


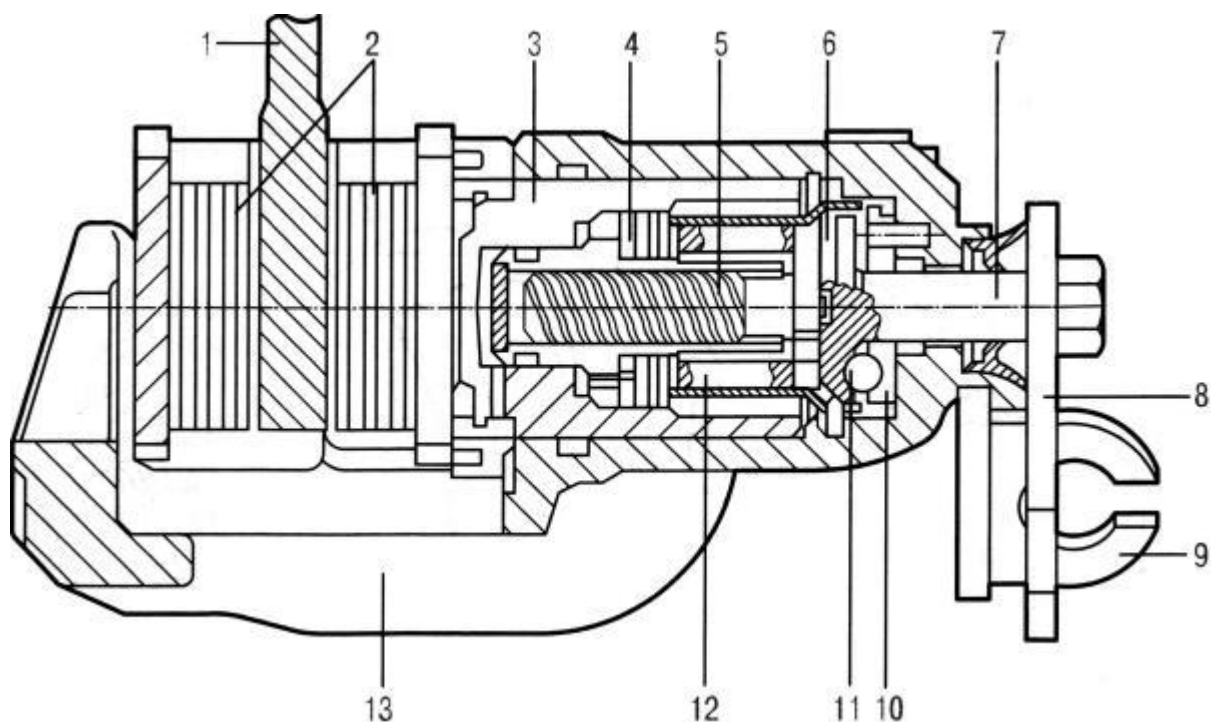
Рисунок 1.8 – Стояночная тормозная система автомобиля MITSUBISHI Outlander

При поднятии рычага привода стояночного тормоза в верхнее положение тяга передает усилие на рычаг разжимного кулака. Тормозные колодки под действием разжимного кулака раздвигаются и прижимаются к внутренней поверхности тормозного барабана, которой является внутренняя поверхность барабана.

Стояночная тормозная система с кулачковым приводом заднего дискового тормоза применена, к примеру, на автомобиле VOLVO S40 (рисунок 1.9).

При подъеме рычага стояночного тормоза трос перемещается относительно оплетки, опирающейся на кронштейн 9 и за рычаг 8 поворачивает вокруг оси вал 7, на другом конце которого расположена пластина 6 с тремя коническими гнездами переменной глубины. В каждом гнезде находится шарик 11. Вместе с кольцом 10 эти детали образуют механизм, который при поворо-

чивании заставляет вал 7 перемещаться в осевом направлении. Конические гнезда выполнены так, что первоначально большое, по отношению к вращательному, осевое перемещение, становится малым тем самым увеличивая передаваемое усилие. Осевое перемещение вала 7 передается на головку винта 5, который, сжимая пружину 12, через гайку 4 передает усилие поршню 3, смонтированному в плавающей скобе 13, и вместе со скобой, действуя через тормозные колодки 2, зажимает тормозной диск 1.



1 – тормозной диск; 2 – тормозные колодки; 3 – поршень; 4 – гайка; 5 – винт; 6 – пластина;
7 – вал; 8 – рычаг; 9 – кронштейн; 10 – кольцо; 11 – шарик; 12 – пружина; 13 – плавающая скоба

Рисунок 1.9 – Механизм стояночного тормоза с кулачковым приводом заднего дискового тормоза автомобиля VOLVO S40

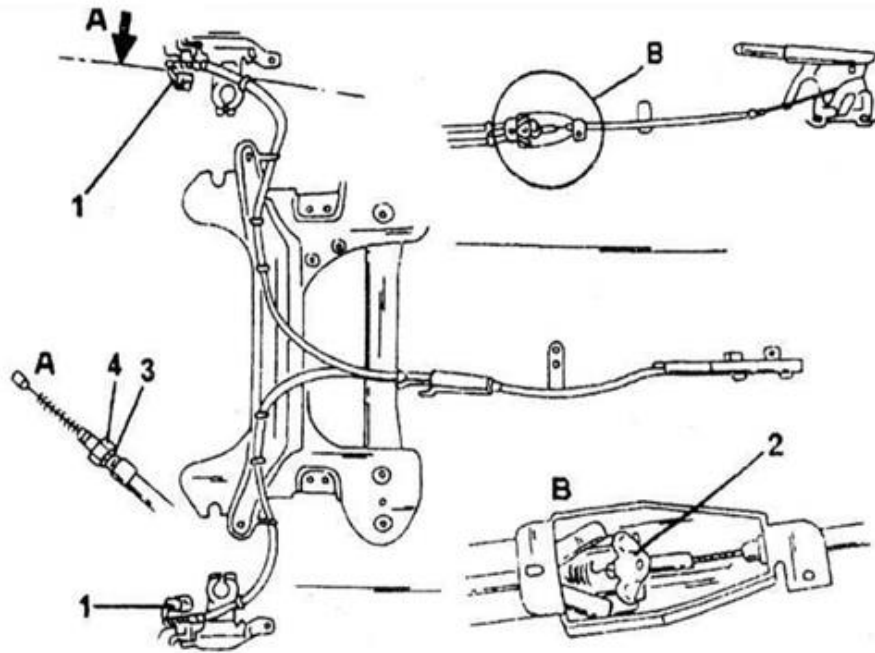
Эффект саморегулирования стояночного тормоза происходит за счет того, что по мере износа пары «тормозные колодки – тормозной диск» появляется увеличенный зазор и, не встречая сопротивления, вал 7 проворачивает винт 5 относительно гайки 4, что приводит к уменьшению зазора между тормозными колодками и диском. Пара «винт-гайка» (поз. 5 и 4) имеет люфт в резьбовом соединении, что позволяет тормозному механизму освободить тормозной диск, когда стояночный тормоз не задействован.

Конструкция стояночного тормоза автомобиля CITROEN Xantia интересна тем, что воздействует на передние колеса (рисунок 1.10). В нем передние

тормозные механизмы приводятся в действие посредством кулачкового привода (рисунок 1.11).

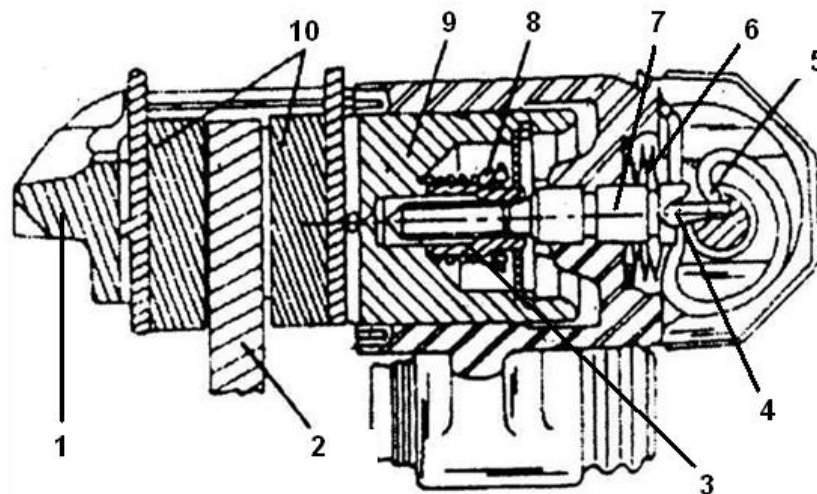
Стояночный тормоз автомобиля CITROEN Xantia имеет механический тросовый привод и воздействует на передние колеса автомобиля. Рычаг управления стояночным тормозом расположен на полу между передними сиденьями. Стояночный тормоз через кулачковый толкатель привода механически воздействует на поршни суппортов тормозных механизмов передних колес посредством тросового привода, состоящего из трех металлических тросов. Передний приводной трос соединяет рычаг управления с уравнивателем, от которого два отдельных троса идут к исполнительным рычагам привода стояночного тормоза, каждый рычаг, в свою очередь, воздействует на кулачок, который отжимает толкатель привода стояночного тормоза, вызывая сжатие тарельчатых пружин. Толкатель толкает втулку, которая перемещает поршень, прижимая его к тормозной колодке. Втулка стремится навинтиться на толкатель, но этому препятствует пружина. При вращении втулки в направлении навертывания на толкатель пружина, один конец которой заведен в поршень, затягивается на втулке. Таким образом, движение штока вызывает перемещение поршня и тормозной колодки.

Регулировочный механизм обеспечивает автоматическую компенсацию износа тормозных колодок, заставляя их постоянно находиться на минимальном приближении к диску. При этом схватывание тормозов происходит уже в первый момент выжимания педали. Срабатывание регулятора происходит автоматически при выжимании педали ножного тормоза.



А – схема подсоединения троса к тормозному механизму; В – схема подсоединения переднего троса к уравнителю; 1 – крепление к тормозному механизму; 2 – уравнитель; 3 – контргайка; 4 – регулировочная гайка

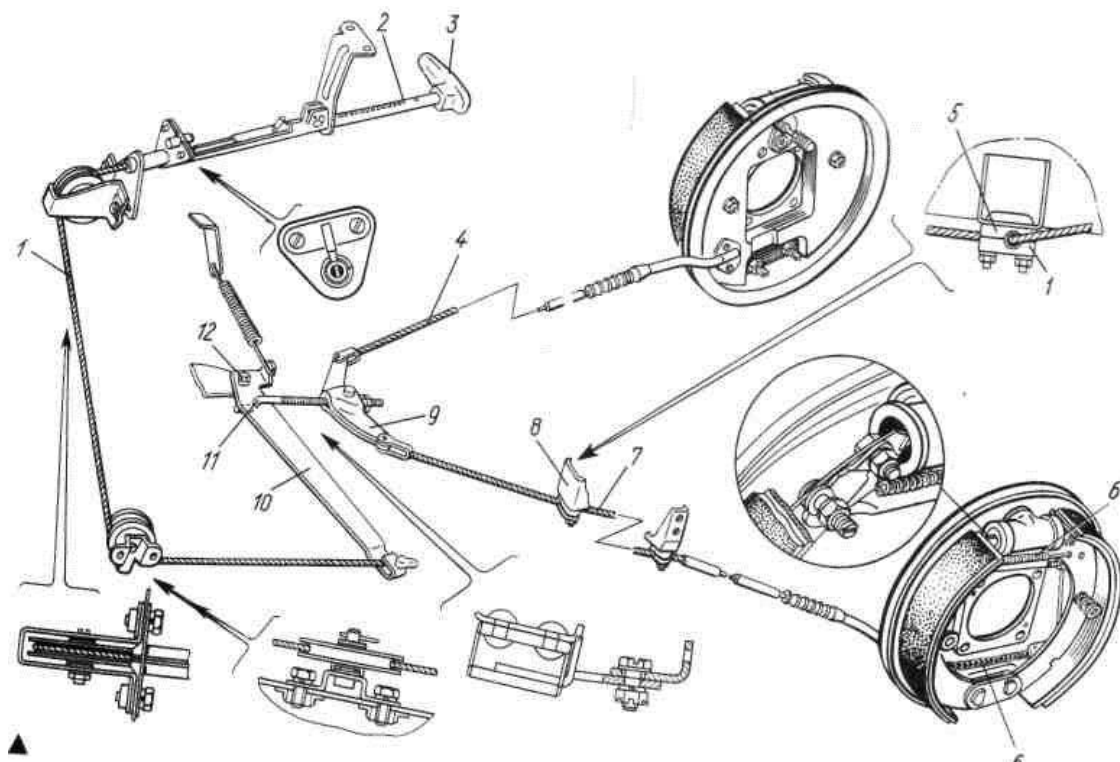
Рисунок 1.10 – Стояночная тормозная система автомобиля CITROEN Xantia



1 – суппорт; 2 – тормозной диск; 3 – втулка; 4 – кулачок; 5 – возвратная пружина; 6 – набор тарельчатых пружин; 7 – толкатель привода стояночного тормоза; 8 – пружина; 9 – поршень; 10 – тормозные колодки

Рисунок 1.11 – Механизм стояночного тормоза с кулачковым приводом переднего дискового тормоза автомобиля CITROEN Xantia

На автомобиле ГАЗ-24 «Волга» стояночный тормоз приводится в действие не рычагом, а ручкой включения (рисунок 1.12).



1, 4, 7 – тросы; 2 – рейка; 3 – рукоятка; 5 – направляющая троса; 6 – стяжная пружина;
8 – кронштейн; 9 – уравниватель; 10 – рычаг; 11 – тяга; 12 – ось рычага

Рисунок 1.12 – Стояночная тормозная система автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

Стояночная тормозная система автомобиля ГАЗ-24 «Волга» действует на тормозные механизмы задних колес. Она приводится в действие от рукоятки 3, расположенной справа от рулевой колонки под панелью приборов, через рейку 2, трос 1 и рычаг 10 передается на тягу 11, которая перемещает уравниватель 9, связанный тросами 4 и 7 с рычагами тормозных механизмов задних колес, которые, в свою очередь, действуя через разжимные стержни на колодки, прижимают их к тормозным барабанам во время торможения. Фиксация включенного положения стояночной тормозной системы обеспечивается стопорным механизмом, расположенным в кронштейне крепления рукоятки ручного тормоза.

В настоящее время включение стояночной тормозной системой с помощью рукоятки используется в основном в тормозной системе малотоннажных грузовиков.

Еще один способ приведения в действие стояночного тормоза – это ножной привод с помощью педали, как, например, на автомобиле VOLKSWAGEN Phaeton (рисунок 1.13).

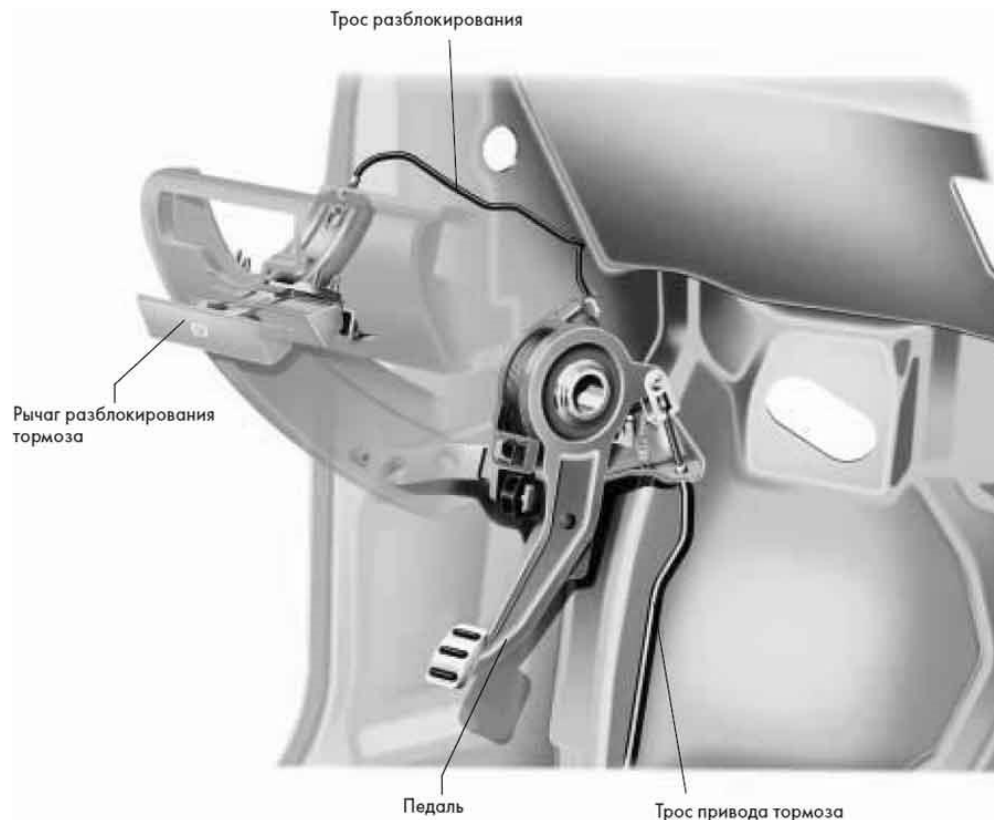
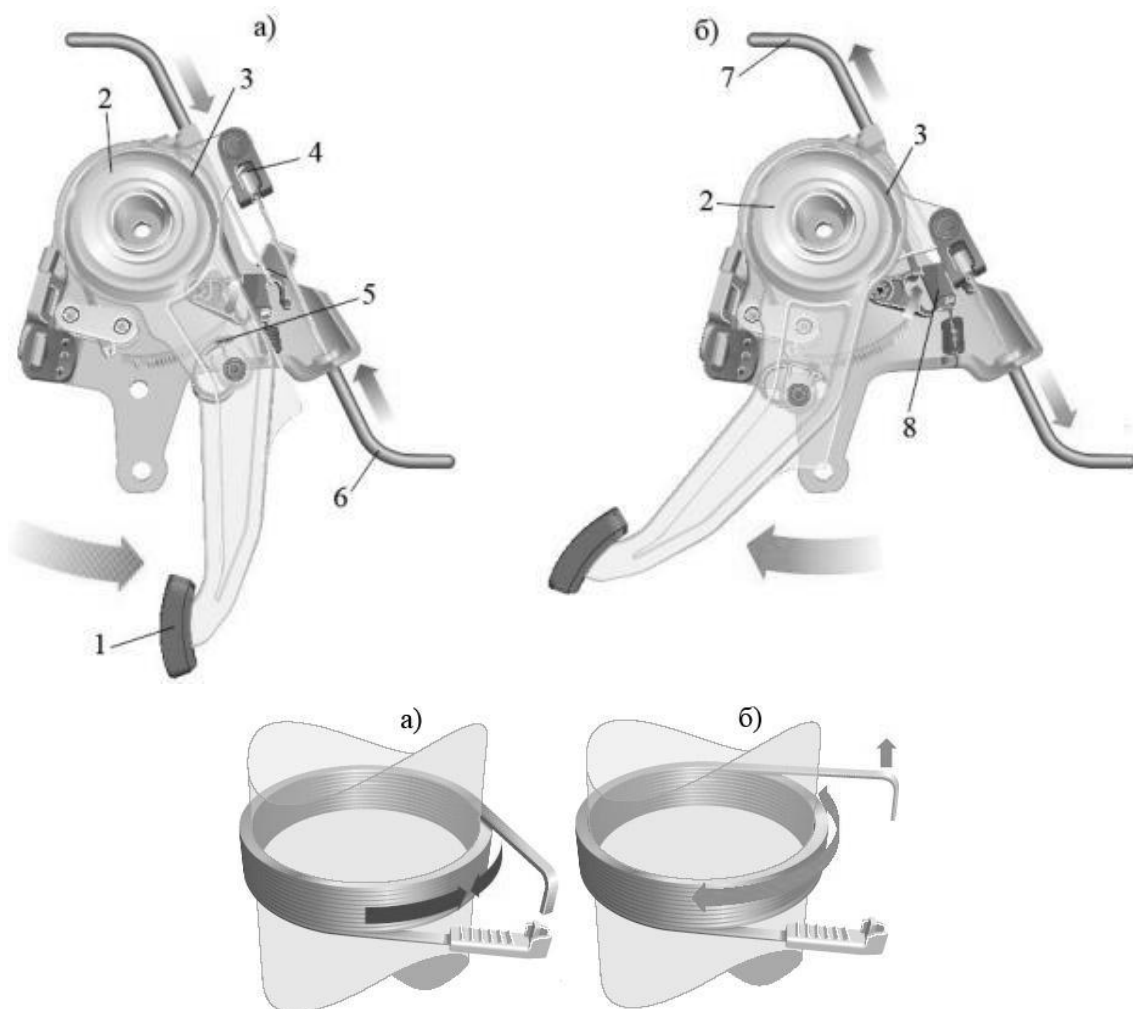


Рисунок 1.13 – Ножной привод стояночного тормоза барабанного типа автомобиля VOLKSWAGEN Phaeton

Механизм привода стояночного тормоза автомобиля VOLKSWAGEN Phaeton – барабанного типа, отличается малой массой и низким усилием растормаживания, он располагается в пространстве для ног, над опорой для стопы. Затяжка стояночного тормоза производится нажимом на педаль.

Прилагаемая к педали сила передается тросом на уравниватель, расположенный под днищем авто. Уравниватель распределяет приводное усилие между двумя тросами, приводящими в действие задние тормозные механизмы посредством кулачкового привода.

Для разблокировки стояночного тормоза необходимо рукой нажать на специальный рычаг, расположенный слева от рулевой колонки.



а) – затормаживание (затяжка тормоза); б) – растормаживание; 1 – педаль стояночного тормоза; 2 – барабан; 3 – петлевая пружина; 4 – крепление наконечника троса; 5 – пластмассовая пружина; 6 – трос торможения; 7 – трос растормаживания;

Рисунок 1.14 – Принцип работы ножного привода стояночного тормоза автомобиля VOLKSWAGEN Phaeton

Принцип работы представленного ножного привода приведен на рисунке 1.14. Фиксирование стояночного тормоза в натянутом состоянии осуществляется действующей на барабан петлевой пружиной. Она скользит по барабану, отходя от него при затяжке тормоза. При перемещении в противоположном направлении под действием передаваемого на тормоз усилия пружина прижимается к барабану, увеличивая силы трения об него и противодействуя перемещению педали в обратном затяжке тормоза направлении. В результате производится практически бесступенчатое и бесшумное фиксирование педали. Нажатие на тормозную педаль вызывает поворот барабана и натяжение троса торможения.

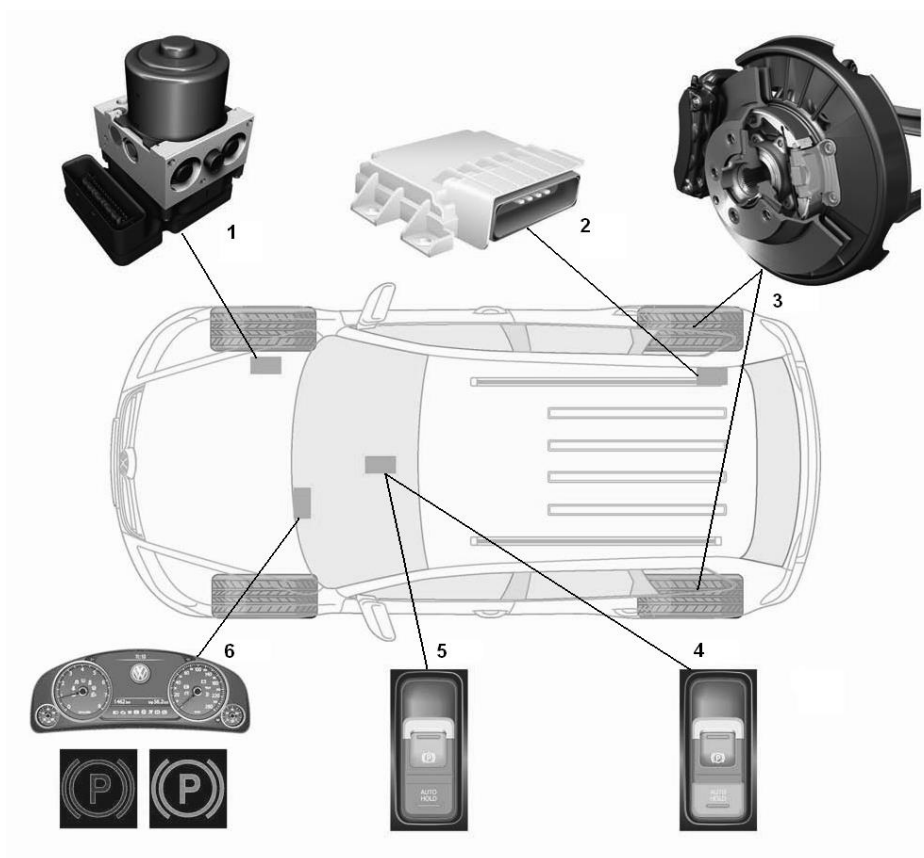
При нажатии на рычаг устройства растормаживания наконечник его троса подтягивается вверх. В результате затяжка петлевой пружины ослабляется, пружина разжимается, освобождая при этом барабан, и педаль возвращается в исходное положение. Этот принцип позволяет производить растормаживание с минимальными усилиями.

Рассмотрим еще один тип стояночной тормозной системы – электромеханический стояночный тормоз.

В отличие от классической стояночной тормозной системы, в электромеханической системе отсутствуют рычаг управления, троса, тяги. Вместо этого включением стояночного тормоза управляет компактная кнопка между передними сиденьями, передачей усилия управляет блок управления, подключенный к общей электрической шине, приведением в действие тормозных механизмов управляют встроенные электромоторы. То есть, такая конструкция упрощает компоновку и сборку, сокращает время и затраты при производстве.

Подобный тип стояночного тормоза представлен на рисунке 1.15 на примере автомобиля VOLKSWAGEN Touareg, на котором электромеханический стояночный тормоз устанавливается опционально.

В автомобиле VOLKSWAGEN Touareg функции управления и диагностики реализует блок управления электромеханического стояночного тормоза, расположенный в боковой части кузова сзади справа, электроприводы встроены в барабанные тормозные механизмы задних дисковых тормозов, клавиша включения и выключения электромеханического стояночного тормоза находится в центральной консоли рядом с селектором коробки передач слева, контрольная лампа электромеханического стояночного тормоза, расположенная в комбинации приборов, при использовании стояночного тормоза горит красным цветом, а при торможении с помощью гидросистемы она горит зеленым.



- 1 – блок управления ESP; 2 – блок управления электромеханического стояночного тормоза;
 3 – электроприводы в тормозах задних колес; 4 – клавиша AUTO HOLD;
 5 – клавиша электромеханического стояночного тормоза;
 6 – контрольная лампа электромеханического стояночного тормоза

Рисунок 1.15 – Компоненты системы электромеханического стояночного тормоза автомобиля VOLKSWAGEN Touareg

Электромеханический стояночный тормоз использует тормозные механизмы, представляющие собой барабанные тормоза, встроенные в тормозные диски задних колес. Включаются барабанные тормоза в задних колесах с помощью двух электроприводов, по одному в каждом из колес.

При включении стояночного тормоза на электродвигатель электропривода тормоза подается напряжение. Вращательное движение вала двигателя преобразуется многоступенчатым редуктором и ходовым винтом в поступательное движение вилок тормозных колодок. Выдвигающиеся вилки, преодолевая сопротивление обеих пружин, разжимают тормозные колодки в стороны, с силой прижимая их к внутренней стороне тормозного барабана.

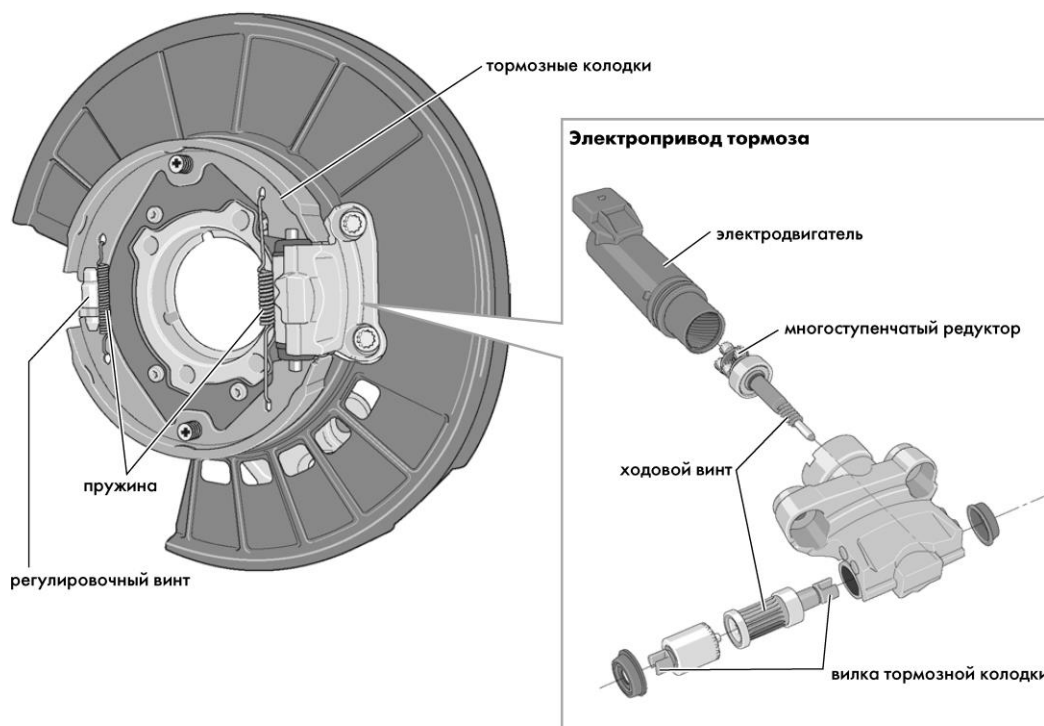
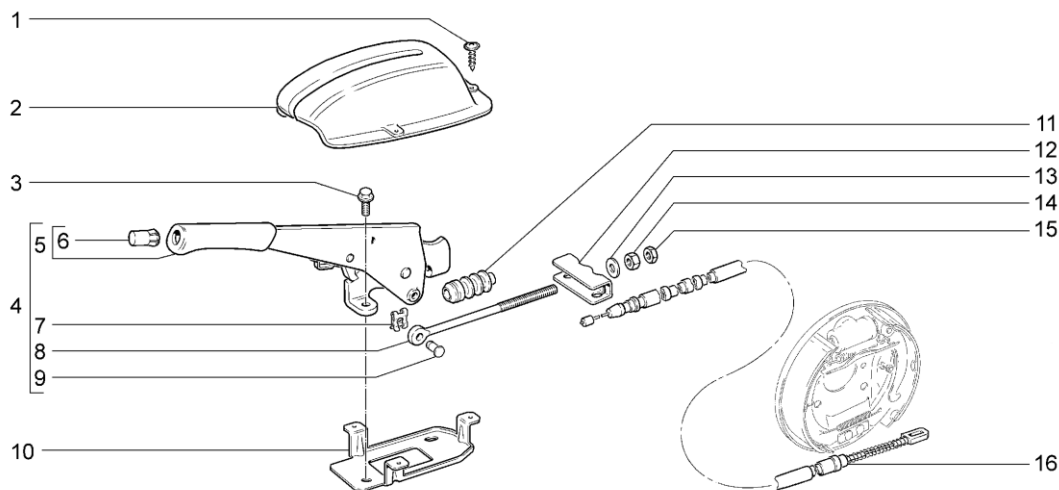


Рисунок 1.16 – Конструкция электропривода в тормозах задних колес автомобиля VOLKSWAGEN Touareg

При выключении стояночного тормоза на электродвигатель электропривода тормоза подается напряжение. Вилки тормозных колодок смещаются в обратном направлении и перестают прилагать усилие на тормозные колодки. Пружины сжимают тормозные колодки до отрегулированного положения. Это положение зависит от регулировочного винта, служащего для установления заданного зазора между тормозным барабаном и тормозными колодками, и электропривода, и определяет величину зазора между тормозными колодками и тормозным барабаном.

1.5 Стояночная тормозная система автомобиля LADA-2191

Привод стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191 (рисунок 1.17) – механический, тросовый, на задние колеса. Его основные элементы: рычаг управления, регулировочная тяга рычага, уравниватель, два троса, приводные рычаги и распорные планки в барабанных тормозных механизмах задних колес.



1 – винт; 2 – чехол защитный рычага ручного привода; 3 – болт; 4 – рычаг ручного привода с тягой в сборе; 5 – рычаг ручного привода; 6 – кнопка; 7 – скоба; 8 – тяга;

9 – ось тяги; 10 – кронштейн крепления защитного чехла; 11 – чехол защитный тяги;

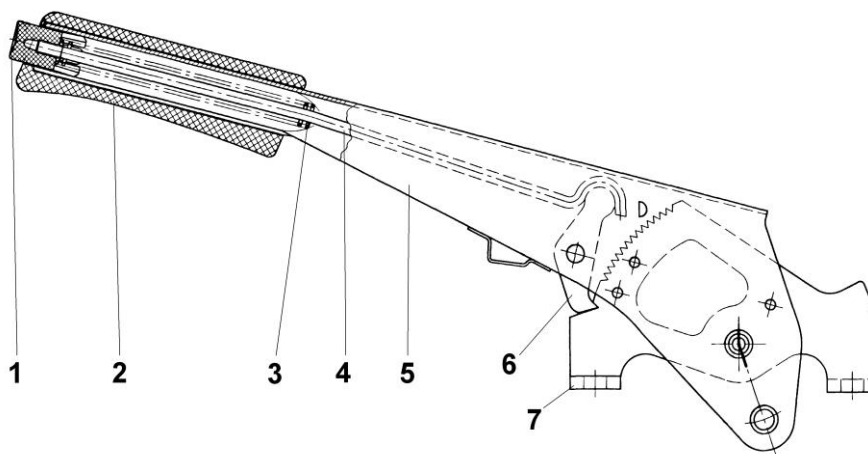
12 – уравниватель; 13 – шайба; 14,15 – гайка; 16 – трос привода тормозного механизма левый

Рисунок 1.17 – Привод стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191

Рычаг стояночного тормоза (рисунок 1.18), закрепленный между передними сиденьями на туннеле пола, соединен с двумя тросами через тягу и уравниватель. Задние наконечники тросов соединены с рычагами привода стояночного тормоза, закрепленными на задних колодках.

Во время стоянки с целью удержания автомобиля на месте водитель перемещает на себя рычаг тормоза. Это перемещение через тягу передается на уравниватель, который, в свою очередь, вытягивает, проложенные к тормозным механизмам задних колес. На задних концах тросов имеются наконечники, каждый из которых соединяется со специальными приводными рычагами, расположенными в тормозных механизмах. Каждый рычаг одной своей стороной соединяется с тормозной колодкой, а через распорную планку – с другой колодкой. При вытягивании троса приводной рычаг поворачивается и разводит колодки, прижимая их к барабану. В затянутом положении тяга и тросы удерживаются собачкой, входящей в зацепление с зубьями зубчатого сектора рычага ручного привода. Для растормаживания механического привода водитель должен немного приподнять рычаг, утопить кнопку, располагающуюся на конце рычага (при этом при нажатии кнопки собачка выходит из зацепления с

зубьями зубчатого сектора), и, удерживая кнопку в нажатом положении, опустить рычаг вниз.



1 – кнопка; 2 – ручка; 3 – пружина; 4 – тяга; 5 – рычаг; 6 – собачка; 7 – сектор зубчатый

Рисунок 1.18 – Рычаг ручного привода стояночной тормозной системы
автомобиля LADA-2191

Регулировка стояночного тормоза осуществляется вращением регулировочной гайки, расположенной на тяге рычага.

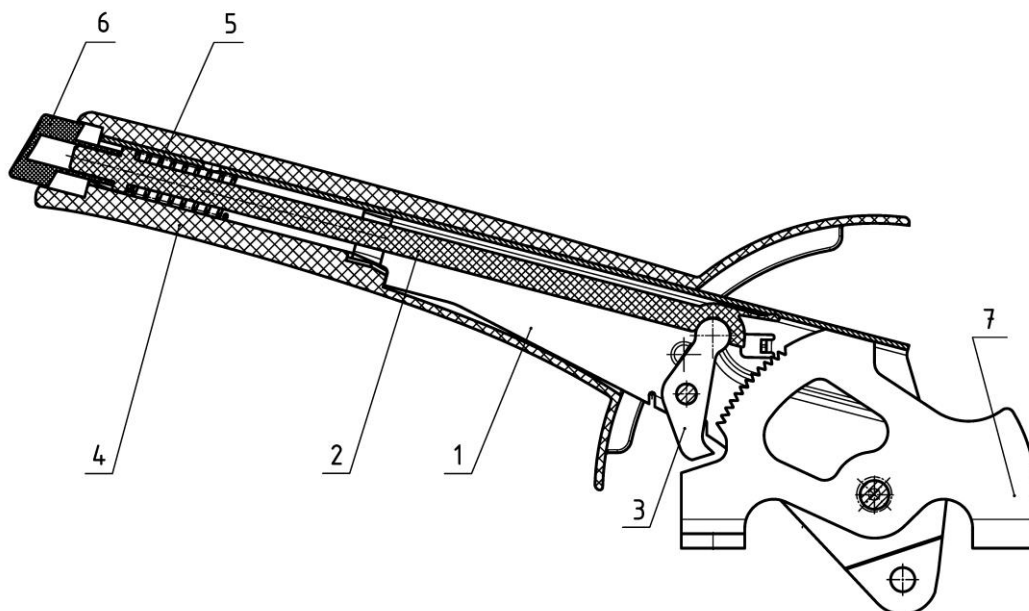
В данной конструкции у рычага привода стояночной тормозной системы есть следующие недостатки:

- недостаточная боковая жесткость рычага привода в районе зубьев зубчатого сектора, при приложении нагрузки могущая привести к деформации рычага в сторону водителя;
- недостаточная жесткость зоны установки сектора рычага ручного тормоза на кузове, при приложении нагрузки могущая привести к деформациям зон крепления сектора рычага;
- недостаточная жесткость защитного чехла рычага привода, имеющего незамкнутое сечение;
- тяга, приводящая в действие собачку, имеет ненадежную конструкцию, позволяющую слететь с собачки;
- визуально конструкция рычага привода стояночного тормоза выглядит несовременно и не эстетично в сравнении с автомобилями аналогами.

1.6 Модернизированная конструкция рычага привода ручного тормоза автомобиля LADA-2191

Для устранения недостатков в конструкции рычага привода ручного тормоза автомобиля LADA-2191, указанных выше, были сделаны следующие улучшения:

- для повышения жесткости рычага привода на нем были добавлены дополнительные ребра жесткости;
- конструкция защитного чехла рычага привода была изменена таким образом, что он стал иметь замкнутое сечение;
- конструкция кронштейна крепления защитного чехла была изменена таким образом, что был исключен дополнительный кронштейн крепления датчика включения стояночной тормозной системы, а ушки для крепления защитного чехла были сделаны прямыми, что позволило повысить жесткость кронштейна;
- конструкция тяги собачки изменена таким образом, чтобы исключить возможность ее слетания с собачки (были добавлены щечки, охватывающие собачку по бокам, и хвостовик, не дающий подняться тяге вверх);

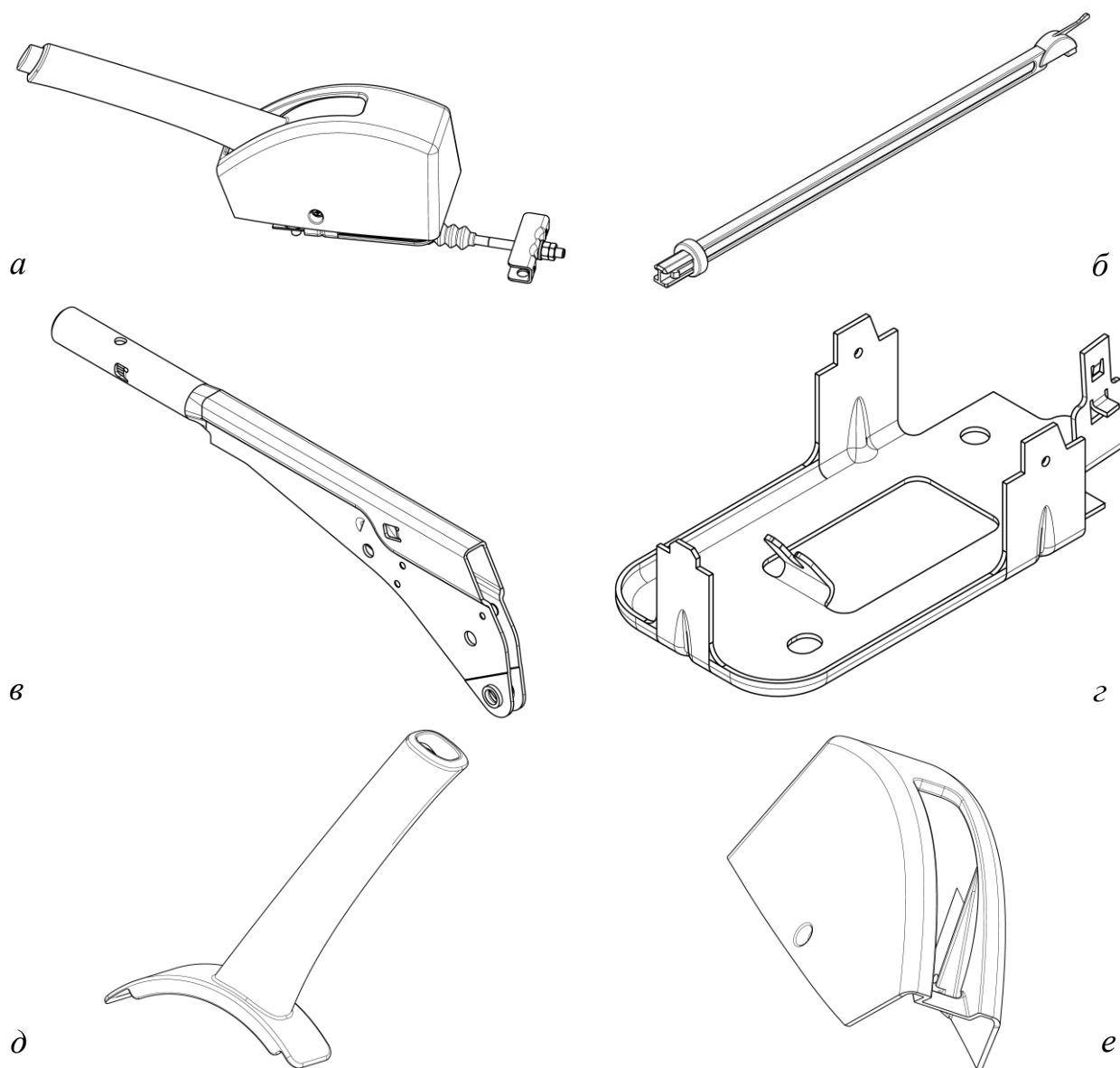


1 – рычаг; 2 – тяга; 3 – собачка; 4 – ручка; 5 – пружина; 6 – кнопка; 7 – сектор зубчатый

Рисунок 1.19 – Модернизированный рычаг ручного привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191

- конструкция рычага привода ручного тормоза была изменена таким образом, что визуально он стал выглядеть современнее (ручка рычага сделана таким образом, что она закрывает весь рычаг, крепление защитного чехла к кронштейну сделано скрытым).

Модернизированная конструкция рычага ручного привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191 представлена на рисунке 1.19 и рисунке 1.20.



*а – рычаг ручного привода с тягой, защитным чехлом и кронштейном чехла в сборе;
 б – тяга собачки; в – рычаг ручного привода; г – кронштейн чехла;
 д – ручка рычага ручного привода; е – защитный чехол*

Рисунок 1.20 – Модернизированный рычаг ручного привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191. Детализовка

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные для проведения расчета

Исходные данные для проведения расчета представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Параметр	Обозначение	Величина
Число ведущих колес	n_k	2
Снаряженная масса	m_0 , кг	1110
Число мест в автомобиле		5
Максимальная скорость	V_{MAX} , км/ч	179
Максимальная частота вращения коленчатого вала	ω_{max} , об/мин	6000
Минимальная частота вращения коленчатого вала	ω_{min} , об/мин	800
Коэффициент аэродинамического сопротивления	C_x	0,353
Величина максимально преодолеваемого подъема	α_{max}	0,3
Коэффициент полезного действия трансмиссии	η_{TP}	0,94
Площадь поперечного сечения	H , м ²	2,04
Коэффициент сопротивления качению	f_0	0,012
Число передач в коробке передач		5
Распределение массы автомобиля по осям, перед/зад	%	51/49
Плотность воздуха	ρ , кг/м ³	1,293
Плотность топлива	ρ_m , кг/л	0,72

2.1.2 Определение полного веса автомобиля и его распределения по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \text{ (Н)} \quad (2.1)$$

где G_0 – снаряженный вес автомобиля, Н;

G_{II} – вес пассажиров, Н;

G_B – вес багажа, Н.

$$G_0 = m_0 \cdot g, \text{ (Н)} \quad (2.2)$$

где m_0 – снаряженная масса автомобиля, $m_0 = 1110$ кг.

$$G_0 = 1110 \cdot 9,807 = 10886 \text{ (Н)}$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5, \text{ (Н)} \quad (2.3)$$

где m_{II1} – масса одного пассажира, $m_{II1} = 75$ кг.

$$G_{II} = 75 \cdot 9,807 \cdot 5 = 3678 \text{ (Н)}$$

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5, \text{ (Н)} \quad (2.4)$$

где m_{B1} – масса одного пассажира, $m_{B1} = 10$ кг.

$$G_B = 10 \cdot 9,807 \cdot 5 = 490 \text{ (Н)}$$

$$G_A = 10886 + 3678 + 490 = 15054 \text{ (Н)}$$

$$G_1 = G_A \cdot 0,51 = 15054 \cdot 0,51 = 7678 \text{ (Н)}$$

$$G_2 = G_A \cdot 0,49 = 15054 \cdot 0,49 = 7376 \text{ (Н)}$$

2.1.3 Выбор шин

На автомобиле установлены радиальные шины 185/55R15.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \text{ (м)} \quad (2.5)$$

где r_K – радиус качения колеса, м;

r_{CT} – статический радиус колеса, м;

B – ширина профиля шины, мм, $B = 185$ мм;

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

d – посадочный диаметр, мм, $d = 381$ мм;

λ – коэффициент типа шины, $\lambda = 0,8$.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 381 + 0,55 \cdot 0,8 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,272 \text{ (м)}$$

2.1.4 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_{PK} \cdot U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (2.6)$$

где U_{PK} – передаточное число раздаточной коробки, $U_{PK} = 1,0$;

U_K – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость, примем $U_K = 0,784$.

$$U_0 = (0,272 \cdot 628) / (1,0 \cdot 0,784 \cdot 49,72) = 4,382$$

2.1.5 Определение внешней скоростной характеристики двигателя

Внешнюю характеристику двигателя с достаточной точностью можно определить по формуле Лейдермана:

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \text{ (Вт)} \quad (2.7)$$

где $C_1 = C_2 = 1$ – коэффициенты характеризующие тип двигателя;

N_{MAX} – максимальная мощность двигателя, Вт.

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \text{ (Вт)} \quad (2.8)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты (для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $a, b, c = 1$);

$\lambda = \omega_{MAX} / \omega_N$ – коэффициент, характеризующий отношение максимальной частоты вращения коленвала к частоте вращения коленвала, при которой двигатель развивает максимальную мощность (примем $\lambda = 1,034$);

N_V – мощность двигателя, обеспечивающую движение с заданной максимальной скоростью при заданном дорожном сопротивлении, Вт.

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_X \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \text{ (Вт)} \quad (2.9)$$

где ψ_V – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (2.10)$$

$$\psi_V = 0,012 \cdot \left(1 + \frac{49,72^2}{2000} \right) = 0,027$$

$$N_V = \frac{1}{0,94} \cdot \left(15054 \cdot 0,027 \cdot 49,72 + \frac{0,353 \cdot 1,293}{2} \cdot 2,04 \cdot 49,72^3 \right) = 82374 \text{ (Вт)}$$

Максимальная мощность двигателя равна:

$$N_{MAX} = \frac{82374}{1 \cdot 1,034 + 1 \cdot 1,034^2 - 1 \cdot 1,034^3} = 82568 \text{ (Вт)}$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \text{ (Нм)} \quad (2.11)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \text{ (об/мин)} \quad (2.12)$$

Полученные значения мощности и крутящего момента двигателя сводятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Обороты двигателя n_e , об/мин	Угловая скорость ω_e , рад/с	Мощность двигателя N_e , кВт	Момент двигателя M_e , Нм
800	84	12,7	152,1
1200	126	19,9	158,3
1600	168	27,3	163,1
2000	209	34,9	166,7
2400	251	42,5	168,9
2800	293	49,8	169,9
3200	335	56,8	169,6
3600	377	63,3	168,0
4000	419	69,1	165,0
4400	461	74,1	160,8
4800	503	78,1	155,3
5200	545	80,9	148,6
5600	586	82,4	140,5
5800	607	82,6	135,9
6000	628	82,4	131,1

2.1.6 Определение передаточных чисел коробки передач

$$1) \quad U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{PK}}, \quad (2.13)$$

где ψ_{MAX} – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учётом величины преодолеваемого подъёма

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{max} = \psi_V + \alpha_{max} \quad (2.14)$$

$$\psi_{MAX} = 0,027 + 0,30 = 0,327$$

$$U_1 \geq \frac{15054 \cdot 0,327 \cdot 0,272}{169,9 \cdot 0,94 \cdot 4,382 \cdot 1,0} = 1,913$$

$$2) \quad U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{PK}}, \quad (2.15)$$

где φ – коэффициент сцепления, $\varphi = 0,8$;

$G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля, Н.

$$G_{сц} = G_1 \cdot m_1, \quad (\text{Н}) \quad (2.16)$$

где m_1 – коэффициент перераспределения нагрузки на передние колёса, $m_1 = 0,9$.

$$G_{сц} = 7678 \cdot 0,9 = 6910 \quad (\text{Н})$$

$$U_1 \leq \frac{6910 \cdot 0,8 \cdot 0,272}{169,9 \cdot 0,94 \cdot 4,382 \cdot 1,0} = 2,149$$

Примем: $U_1 = 2,149$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,149 / 0,784)^{1/4} = 1,287 \quad (2.17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,149 / 1,287 = 1,670 \quad (2.18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,670 / 1,287 = 1,297 \quad (2.19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,297 / 1,287 = 1,008 \quad (2.20)$$

$$U_5 = 0,784.$$

2.1.7 Определение скорости автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя

$$V_A = \frac{0,105 \cdot n_e \cdot r_k}{U_0 \cdot U_{КП} \cdot U_{PK}} \quad (\text{м/с}) \quad (2.21)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с
800	2,4	3,1	4,0	5,2	6,7
1200	3,6	4,7	6,0	7,8	10,0
1600	4,9	6,2	8,0	10,3	13,3
2000	6,1	7,8	10,1	12,9	16,6
2400	7,3	9,4	12,1	15,5	20,0
2800	8,5	10,9	14,1	18,1	23,3
3200	9,7	12,5	16,1	20,7	26,6
3600	10,9	14,0	18,1	23,3	29,9
4000	12,1	15,6	20,1	25,9	33,3
4400	13,3	17,2	22,1	28,4	36,6
4800	14,6	18,7	24,1	31,0	39,9
5200	15,8	20,3	26,1	33,6	43,2
5600	17,0	21,9	28,1	36,2	46,6
5800	17,6	22,6	29,1	37,5	48,2
6000	18,2	23,4	30,2	38,8	49,9

2.1.8 Определение тяговой характеристики автомобиля

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{KП} \cdot U_0 \cdot U_{PK} \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (\text{Н}) \quad (2.22)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Момент двигателя M_e , Нм	Сила тяги на 1 пер. F_{T1} , Н	Сила тяги на 2 пер. F_{T2} , Н	Сила тяги на 3 пер. F_{T3} , Н	Сила тяги на 4 пер. F_{T4} , Н	Сила тяги на 5 пер. F_{T5} , Н
152,1	4950	3847	2988	2322	1806
158,3	5150	4002	3108	2416	1879
163,1	5308	4125	3204	2490	1937

Продолжение таблицы 2.4

166,7	5424	4215	3273	2544	1979
168,9	5497	4272	3318	2579	2006
169,9	5529	4297	3337	2593	2017
169,6	5518	4288	3331	2588	2013
168,0	5466	4248	3299	2564	1994
165,0	5371	4174	3242	2519	1960
160,8	5234	4068	3159	2455	1910
155,3	5055	3929	3051	2371	1844
148,6	4834	3757	2918	2268	1764
140,5	4571	3552	2759	2144	1668
135,9	4424	3438	2670	2075	1614
131,1	4266	3315	2575	2001	1556

2.1.9 Определение сил сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (\text{Н}) \quad (2.23)$$

$$F_f = G_A \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_A^2}{2000}\right) \cdot \cos \alpha, \quad (\text{Н}), \quad (2.24)$$

где α – крутизна подъема, град, при расчете принимаем $\alpha = 0$.

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Скорость а/м $V_A, \text{ м/с}$	Сила сопротивле- ния воздуху $F_B, \text{ Н}$	Сила сопротивле- ния качению $F_f, \text{ Н}$	Суммарная сила сопр. движению $F_B + F_f, \text{ Н}$
0	0,0	180,6	180,6
5	11,6	182,9	194,5
10	46,6	189,7	236,2
15	104,8	201,0	305,7
20	186,2	216,8	403,0
25	291,0	237,1	528,1

Продолжение таблицы 2.5

30	419,0	261,9	680,9
35	570,3	291,3	861,6
40	744,9	325,2	1070,1
45	942,8	363,6	1306,3
50	1163,9	406,5	1570,4
55	1408,3	453,9	1862,2

2.1.10 Определение динамического фактора автомобиля

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (2.25)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Динамич. фактор на 1 пер. D_1 , Н	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Динамич. фактор на 2 пер. D_2 , Н	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Динамич. фактор на 3 пер. D_3 , Н	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Динамич. фактор на 4 пер. D_4 , Н	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Динамич. фактор на 5 пер. D_5 , Н
2,4	0,329	3,1	0,255	4,0	0,198	5,2	0,153	6,7	0,119
3,6	0,342	4,7	0,265	6,0	0,205	7,8	0,159	10,0	0,122
4,9	0,352	6,2	0,273	8,0	0,211	10,3	0,162	13,3	0,123
6,1	0,359	7,8	0,278	10,1	0,214	12,9	0,164	16,6	0,123
7,3	0,364	9,4	0,281	12,1	0,216	15,5	0,164	20,0	0,121
8,5	0,365	10,9	0,282	14,1	0,216	18,1	0,162	23,3	0,117
9,7	0,364	12,5	0,280	16,1	0,213	20,7	0,159	26,6	0,112
10,9	0,359	14,0	0,276	18,1	0,209	23,3	0,154	29,9	0,105
12,1	0,352	15,6	0,270	20,1	0,203	25,9	0,147	33,3	0,096
13,3	0,342	17,2	0,261	22,1	0,195	28,4	0,138	36,6	0,085
14,6	0,329	18,7	0,250	24,1	0,185	31,0	0,128	39,9	0,073
15,8	0,313	20,3	0,237	26,1	0,173	33,6	0,116	43,2	0,059
17,0	0,295	21,9	0,221	28,1	0,159	36,2	0,102	46,6	0,044
17,6	0,284	22,6	0,213	29,1	0,151	37,5	0,094	48,2	0,035
18,2	0,273	23,4	0,203	30,2	0,143	38,8	0,086	49,9	0,026

$$D_{\varphi} = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A} \quad (2.26)$$

$$D_{\varphi} = \frac{6910 \cdot 0,8}{15054} = 0,367$$

2.1.11 Определение мощностного баланса автомобиля

$$N_K = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \text{ (Вт)} \quad (2.27)$$

где 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, $N_j = 0$.

$$N_K = N_e \cdot \eta_{mp} \text{ (кВт)} \quad (2.28)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7

Обороты двигателя n_e , об/мин	Мощность двигателя N_e , кВт	Мощность на колесе N_K , кВт
800	12,7	12,0
1200	19,9	18,7
1600	27,3	25,7
2000	34,9	32,8
2400	42,5	39,9
2800	49,8	46,8
3200	56,8	53,4
3600	63,3	59,5
4000	69,1	65,0
4400	74,1	69,7
4800	78,1	73,4
5200	80,9	76,0
5600	82,4	77,4
5800	82,6	77,6
6000	82,4	77,4

$$N_f = F_f \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (2.29)$$

$$N_B = F_B \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (2.30)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8

Скорость а/м V_A , м/с	Мощность сопротивления воздуха N_B , кВт	Мощность сопротивления качения N_f , кВт	Суммарная мощ- ность сопротивле- ния $N_B + N_f$, кВт
0	0,00	0,00	0,00
5	0,06	0,91	0,97
10	0,47	1,90	2,36
15	1,57	3,01	4,59
20	3,72	4,34	8,06
25	7,27	5,93	13,20
30	12,57	7,86	20,43
35	19,96	10,20	30,16
40	29,80	13,01	42,80
45	42,42	16,36	58,78
50	58,19	20,32	78,52
55	77,46	24,96	102,42

2.1.12 Определение ускорений автомобиля при разгоне

$$J = \frac{(D - f_k) \cdot g}{\delta_{BP}}, \text{ (м/с}^2\text{)} \quad (2.31)$$

где δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2) \quad (2.32)$$

где: δ_1 – коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэффициент учёта вращающихся масс двигателя.

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,03.$$

$$\delta_{BP1} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 2,149^2) = 1,169;$$

$$\delta_{BP2} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,670^2) = 1,114;$$

$$\delta_{BP3} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,297^2) = 1,080;$$

$$\delta_{BP4} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,0085^2) = 1,060;$$

$$\delta_{BP5} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,784^2) = 1,048.$$

Результаты вычислений величин ускорений сводим в таблицу 2.9.

Результаты вычислений величин обратных ускорений сводим в таблицу 2.10.

Таблица 2.9

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Ускорение на 1 пер. J_1 , м/с ²	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Ускорение на 2 пер. J_2 , м/с ²	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Ускорение на 3 пер. J_3 , м/с ²	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Ускорение на 4 пер. J_4 , м/с ²	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Ускорение на 5 пер. J_5 , м/с ²
2,4	2,66	3,1	2,14	4,0	1,69	5,2	1,31	6,7	0,99
3,6	2,77	4,7	2,23	6,0	1,75	7,8	1,35	10,0	1,02
4,9	2,85	6,2	2,29	8,0	1,80	10,3	1,38	13,3	1,03
6,1	2,91	7,8	2,34	10,1	1,83	12,9	1,39	16,6	1,02
7,3	2,95	9,4	2,36	12,1	1,84	15,5	1,39	20,0	1,00
8,5	2,96	10,9	2,37	14,1	1,84	18,1	1,37	23,3	0,95
9,7	2,95	12,5	2,35	16,1	1,81	20,7	1,33	26,6	0,89
10,9	2,91	14,0	2,31	18,1	1,77	23,3	1,28	29,9	0,82
12,1	2,85	15,6	2,26	20,1	1,71	25,9	1,21	33,3	0,72
13,3	2,76	17,2	2,18	22,1	1,63	28,4	1,12	36,6	0,61
14,6	2,65	18,7	2,08	24,1	1,54	31,0	1,02	39,9	0,48
15,8	2,52	20,3	1,96	26,1	1,42	33,6	0,90	43,2	0,34
17,0	2,36	21,9	1,82	28,1	1,29	36,2	0,76	46,6	0,18
17,6	2,27	22,6	1,74	29,1	1,22	37,5	0,68	48,2	0,09
18,2	2,18	23,4	1,66	30,2	1,14	38,8	0,60	49,9	0,00

Таблица 2.10

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Обратное ускор. на 1 пер. $1/J_1$, с ² /м	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Обратное ускор. на 2 пер. $1/J_2$, с ² /м	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Обратное ускор. на 3 пер. $1/J_3$, с ² /м	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Обратное ускор. на 4 пер. $1/J_4$, с ² /м	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Обратное ускор. на 5 пер. $1/J_5$, с ² /м
2,4	0,38	3,1	0,47	4,0	0,59	5,2	0,77	6,7	1,01
3,6	0,36	4,7	0,45	6,0	0,57	7,8	0,74	10,0	0,98

Продолжение таблицы 2.10

4,9	0,35	6,2	0,44	8,0	0,56	10,3	0,72	13,3	0,97
6,1	0,34	7,8	0,43	10,1	0,55	12,9	0,72	16,6	0,98
7,3	0,34	9,4	0,42	12,1	0,54	15,5	0,72	20,0	1,00
8,5	0,34	10,9	0,42	14,1	0,54	18,1	0,73	23,3	1,05
9,7	0,34	12,5	0,43	16,1	0,55	20,7	0,75	26,6	1,12
10,9	0,34	14,0	0,43	18,1	0,56	23,3	0,78	29,9	1,22
12,1	0,35	15,6	0,44	20,1	0,58	25,9	0,83	33,3	1,38
13,3	0,36	17,2	0,46	22,1	0,61	28,4	0,89	36,6	1,63
14,6	0,38	18,7	0,48	24,1	0,65	31,0	0,98	39,9	2,07
15,8	0,40	20,3	0,51	26,1	0,70	33,6	1,12	43,2	2,96
17,0	0,42	21,9	0,55	28,1	0,78	36,2	1,32	46,6	5,70
17,6	0,44	22,6	0,58	29,1	0,82	37,5	1,46	48,2	11,41
18,2	0,46	23,4	0,60	30,2	0,88	38,8	1,65	49,9	–

2.1.13 Определение времени и пути разгона

Для расчета времени и пути разгона ограничимся скоростью $V_A = (0,8...0,9)V_{A \max}$.

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{J} dV \approx \left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \text{ (сек)} \quad (2.33)$$

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:

$$\left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_k = \frac{(1/J)_{k-1} + (1/J)_k}{2}, \text{ (с}^2/\text{м)} \quad (2.34)$$

где k – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой $(1/J)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/J_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию:

$$\Delta t = \left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \text{ (сек)} \quad (2.35)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \dots, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k, \text{ (сек)} \quad (2.36)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 , сек;

t_2 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_2 , сек;

t_n – время разгона от скорости V_0 до скорости V_n , сек.

Результаты вычислений времени разгона автомобиля от 0 до 40 м/с приведены в таблице 2.11.

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

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

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_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:

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \text{ (м)} \quad (2.37)$$

где $k = 1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно, в нашем случае $m = n$.

$$S_1 = \Delta S_1, S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \dots, S_n = \sum_{k=1}^n \Delta S_k, \text{ (м)} \quad (2.38)$$

где S_1 – путь разгона от скорости V_0 до скорости V_1 , м;

S_2 – путь разгона от скорости V_0 до скорости V_2 , м;

S_n – путь разгона от скорости V_0 до скорости V_n , м.

Результаты вычислений пути разгона автомобиля от 0 до 40 м/с приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Диапазон скорости $V_0 \dots V_A$, м/с	Время разгона t , сек	Путь разгона S , м
0...5	0,9	2,2
0...10	2,6	15,1
0...15	4,4	37,8
0...20	6,6	76,7
0...25	9,6	143,0
0...30	13,4	249,2
0...35	18,7	419,3
0...40	27,0	730,3

2.1.14 Определение топливно-экономической характеристики автомобиля

$$Q_S = \frac{g_e \cdot (N_f + N_g)}{36 \cdot V_A \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \text{ (л/100 км)} \quad (2.39)$$

где ρ_T – плотность топлива, гр/л, $\rho_T = 0,72 \text{ кг/л} = 720 \text{ г/л}$;

g_e – удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч).

$$g_e = 1,1 \cdot g_{e \min} \cdot K_I \cdot K_E, \text{ (г/(кВт·ч))} \quad (2.40)$$

где $g_{e \min}$ – минимальный удельный расход топлива, $g_{e \min} = 290 \text{ г/(кВт·ч)}$.

$$K_I = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (2.41)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (2.42)$$

где I – степень использования мощности двигателя,

E – коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам.

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}. \quad (2.43)$$

$$E = \frac{w_e}{w_N}. \quad (2.44)$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.12.

Таблица 2.12

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость а/м V_a , м/с	I	E	K_{II}	K_E	g_e , г/(кВт·ч)	Q_s , л/100км
800	6,7	0,114	0,138	1,341	1,133	485	4,1
1200	10,0	0,126	0,207	1,324	1,094	462	4,5
1600	13,3	0,144	0,276	1,297	1,060	439	5,0
2000	16,6	0,169	0,345	1,263	1,030	415	5,7
2400	20,0	0,201	0,414	1,222	1,006	392	6,5
2800	23,3	0,240	0,483	1,175	0,987	370	7,3
3200	26,6	0,286	0,552	1,123	0,973	349	8,2
3600	29,9	0,341	0,621	1,068	0,964	328	9,1
4000	33,3	0,407	0,690	1,011	0,960	309	10,1
4400	36,6	0,485	0,759	0,956	0,961	293	11,1
4800	39,9	0,579	0,828	0,909	0,967	280	12,3
5200	43,2	0,693	0,897	0,879	0,978	274	13,7
5600	46,6	0,833	0,966	0,883	0,994	280	15,9
5800	48,2	0,915	1,000	0,906	1,004	290	17,6
6000	49,9	1,007	1,035	0,951	1,015	308	19,8

2.2 Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2191

2.2.1 Исходные данные для проведения расчета

Исходные данные для проведения расчета представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Параметр	Обозначение	Величина
<u>Автомобиль</u>		
Масса снаряженного автомобиля	G_0 , кг	1110
Масса автомобиля с частичной нагрузкой	$G_{A \text{ част}}$, кг	1185
Нагрузка на переднюю ось	$G_{A1 \text{ част}}$, кг	711
Нагрузка на заднюю ось	$G_{A2 \text{ част}}$, кг	474
Масса автомобиля с полной нагрузкой	$G_{A \text{ полн}}$, кг	1535
Нагрузка на переднюю ось	$G_{A1 \text{ полн}}$, кг	783
Нагрузка на заднюю ось	$G_{A2 \text{ полн}}$, кг	752
Высота центра тяжести автомобиля с полной нагрузкой	$h_g \text{ полн}$, мм	650
Высота центра тяжести автомобиля с частичной нагрузкой	$h_g \text{ част}$, мм	610
База автомобиля	L , мм	2476
Радиус качения колеса	r_k , мм	284
Статический радиус колеса	$r_{ст}$, мм	270
<u>Передние тормозные механизмы</u>		
Тип тормозных механизмов	дисковые	
Диаметр поршня тормозного цилиндра	D_1 , мм	48
КПД переднего тормозного цилиндра	η_1	0,95
Начальное давление срабатывания переднего тормоза	P_{01} , кг/см ²	2
Коэффициент трения между накладкой и тормозным диском	μ_1	0,4
Наружный диаметр тормозного диска	$D_{нар1}$, мм	260
Внутренний диаметр тормозного диска	$D_{вн1}$, мм	179,6
<u>Задние тормозные механизмы</u>		
Тип тормозных механизмов	барабанные	
Диаметр поршня тормозного цилиндра	D_2 , мм	20,64
КПД заднего тормозного цилиндра	η_2	0,95
Начальное давление срабатывания заднего тормоза	P_{02} , кг/см ²	5

Продолжение таблицы 2.13

Коэффициент трения между накладкой и барабаном	μ_2	0,33
Внутренний диаметр тормозного барабана	$D_{вн2}$, мм	200
Большее расстояние между опорами колодок	h_{21} , мм	150
Меньшее расстояние между опорами колодок	h_{23} , мм	36,8
Расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок	h_{22} , мм	75
Угол охвата колодок	B , °	108
<u>Привод тормозных механизмов</u>		
Передаточное отношение педали тормоза	$i_{пед}$	4
Эффективный диаметр усилителя	$D_{ус}$, мм	225
Разрежение в усилителе	$P_{вак}$, кг/см ²	0,6
Передаточное число усилителя	$i_{ус}$	6,3
Сила сопротивления усилителя	$F_{сопр}$, кг	10
КПД усилителя	$\eta_{ус}$	0,85
Диаметр поршня ГТЦ	$D_{ГТЦ}$, мм	22,23
КПД ГТЦ	$\eta_{ГТЦ}$	0,95
Схема разделения контуров	диагональная	
<u>Привод стояночной тормозной системы</u>		
Длина рычага привода	L_1 , мм	260
Длина тяги привода	L_2 , мм	31
КПД троса	$\eta_{тр}$	0,5
Длина рычага привода колодок	l_1 , мм	111
Расстояние от разжимной планки до верха рычага	l_2 , мм	20
Расстояние от разжимной планки до цилиндра	l_3 , мм	32

2.2.2 Расчет переднего тормозного механизма

Тормозной момент переднего дискового тормоза можно рассчитать по формуле:

$$M_{T1} = C_1 \cdot F \cdot R_{cp}, \text{ (кг·см)} \quad (2.45)$$

где F – усилие, развиваемое поршнями тормозного цилиндра, кг;

R_{cp} – средний (эффективный) радиус трения колодки, см;

C_1 – передаточное число переднего тормозного механизма.

$$F = (P_1 - P_{01}) \cdot S_1 \cdot \eta_1 \cdot n, \text{ (кг)} \quad (2.46)$$

где P_1 – давление в цилиндрах переднего тормоза, кг/см²;

P_{01} – начальное давление срабатывания переднего тормоза, кг/см²;

S_1 – площадь поршня переднего тормозного цилиндра, см²;

η_1 – КПД переднего тормозного цилиндра;

n – число цилиндров переднего тормоза, $n = 1$.

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.47)$$

где D_1 – диаметр поршня тормозного цилиндра, см.

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 4,8^2}{4} = 18,1 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_{нар1}^3 - R_{вн1}^3}{R_{нар1}^2 - R_{вн1}^2}, \text{ (см)} \quad (2.48)$$

где $R_{нар1}$ – наружный радиус тормозного диска, см;

$R_{вн1}$ – внутренний радиус тормозного диска, см.

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(D_{нар1}/2)^3 - (D_{вн1}/2)^3}{(D_{нар1}/2)^2 - (D_{вн1}/2)^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(26/2)^3 - (17,96/2)^3}{(26/2)^2 - (17,96/2)^2} = 11,11 \text{ (см)}$$

$$C_1 = 2 \cdot \mu_1, \quad (2.49)$$

где μ_1 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском.

$$C_1 = 2 \cdot 0,4 = 0,8$$

$$K_1 = C_1 \cdot S_1 \cdot R_{cp} \cdot \eta_1 \cdot n \text{ (см}^3\text{)}$$

$$K_1 = 0,8 \cdot 18,1 \cdot 11,11 \cdot 0,95 \cdot 1 = 152,83 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$M_{T1} = K_1 \cdot (P_1 - P_{01}) = 152,83 \cdot (P_1 - 2) \text{ (кг} \cdot \text{см)}$$

Полученные значения M_{T1} в зависимости от P_1 заносим в таблицу 2.14.

2.2.3 Расчет заднего тормозного механизма

Тормозной момент заднего барабанного тормоза можно рассчитать по формуле:

$$M_{T2} = M_{2a} + M_{2n}, \text{ (кг} \cdot \text{см)} \quad (2.50)$$

где M_{2a} – тормозной момент активной колодки, кг·см;
 M_{2n} – тормозной момент пассивной колодки, кг·см.

$$M_{2a} = F_{2a} \cdot R_{mp}, \text{ (кг·см)} \quad (2.51)$$

$$M_{2n} = F_{2n} \cdot R_{mp}, \text{ (кг·см)} \quad (2.52)$$

где F_{2a} – равнодействующая всех сил действующих на активную колодку, кг;
 F_{2n} – равнодействующая всех сил действующих на пассивную колодку, кг;
 R_{TP} – радиус трения, см.

$$R_{mp} = D_{\text{вн}2}/2 = 10 \text{ (см)}$$

$$F_{2a} = C_{2a} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (2.53)$$

$$F_{2n} = C_{2n} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (2.54)$$

где P_2 – давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см²;
 P_{02} – начальное давление срабатывания заднего тормоза, кг/см²;
 C_{2a} – передаточное число активной колодки;
 C_{2n} – передаточное число пассивной колодки;
 S_2 – площадь поршня заднего тормозного цилиндра, см²;
 η_2 – КПД заднего тормозного цилиндра.

$$C_{2a} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} - \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (2.55)$$

$$C_{2n} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} + \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (2.56)$$

где μ_2 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском;
 k_0 – коэффициент касательных сил;
 h_{21} – большее расстояние между опорами колодок, см;
 h_{22} – расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок, см;
 h_{23} – меньшее расстояние между опорами колодок, см.

$$k_0 = \frac{B_r + \sin(B)}{4 \cdot \sin(B/2)} \quad (2.57)$$

где B – угол охвата колодок, град;
 B_r – угол охвата колодок, рад, $B_r = B \cdot (\pi/180) = 1,885$ рад.

$$k_0 = \frac{1,885 + \sin(108)}{4 \cdot \sin(108/2)} = 0,876$$

$$C_{2a} = \frac{0,33 \cdot 15}{0,876 \cdot 7,5 - 0,33 \cdot (10 - 0,876 \cdot (3,68/2))} = 1,301$$

$$C_{2n} = \frac{0,33 \cdot 15}{0,876 \cdot 7,5 + 0,33 \cdot (10 - 0,876 \cdot (3,68/2))} = 0,530$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}, (\text{см}^2) \quad (2.58)$$

где D_2 – диаметр поршня заднего тормозного цилиндра, см.

$$S_2 = \frac{3,14 \cdot 2,064^2}{4} = 3,35 (\text{см}^2)$$

$$K_2 = (C_{2a} + C_{2n}) \cdot S_2 \cdot R_{mp} \cdot \eta_2 (\text{см}^3)$$

$$K_2 = (1,301 + 0,530) \cdot 3,35 \cdot 10 \cdot 0,95 = 58,2 (\text{см}^3)$$

$$M_{T2} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 58,2 \cdot (P_2 - 5) (\text{кг} \cdot \text{см})$$

Полученные значения M_{T2} в зависимости от P_2 заносим в таблицу 2.14.

2.2.4 Определение нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении

$$R_1 = G_{A1} + \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, (\text{кг}) \quad (2.59)$$

$$R_2 = G_{A2} - \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, (\text{кг}) \quad (2.60)$$

где G_A – масса автомобиля, кг;

G_{A1} – нагрузка на переднюю ось автомобиля, кг;

G_{A2} – нагрузка на заднюю ось автомобиля, кг;

h_g – высота центра тяжести автомобиля, см;

L – база автомобиля, см;

j – замедление автомобиля при торможении, м/с²;

g – ускорение центра тяжести, м/с², $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Полученные значения R_1 и R_2 при $j = 1 \dots 10 \text{ м/с}^2$ и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.14.

2.2.5 Определение оптимального соотношения давлений в передних и задних тормозных механизмах при полном использовании сцепления колеса с дорогой

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + P_{01}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.61)$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + P_{02}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.62)$$

где r_k – радиус качения колеса, см.

Полученные значения P_1 и P_2 при $j = 1...10$ м/с² и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.14.

Таблица 2.14

j , м/с ²	Передняя ось			Задняя ось		
	R_1 , кг	P_1 , кг/см ²	M_{T1} , кг·см	R_2 , кг	P_2 , кг/см ²	M_{T2} , кг·см
Автомобиль с частичной нагрузкой						
1	740,8	9,0	1072,6	444,2	16,1	643,2
2	770,5	16,6	2231,5	414,5	25,6	1200,3
3	800,3	24,7	3476,5	384,7	33,7	1671,1
4	830,1	33,5	4807,8	354,9	40,3	2055,7
5	859,8	42,7	6225,3	325,2	45,5	2354,1
6	889,6	52,6	7729,0	295,4	49,1	2566,3
7	919,4	63,0	9318,9	265,6	51,3	2692,2
8	949,2	73,9	10995,0	235,8	51,9	2732,0
9	978,9	85,5	12757,4	206,1	51,1	2685,5
10	1008,7	97,6	14605,9	176,3	48,9	2552,8
Автомобиль с полной нагрузкой						
1	824,1	9,8	1193,3	710,9	22,7	1029,4
2	865,2	18,4	2505,6	669,8	38,3	1939,8
3	906,3	27,8	3936,8	628,7	51,9	2731,2
4	947,4	37,9	5487,1	587,6	63,5	3403,6
5	988,5	48,8	7156,4	546,5	73,0	3957,0
6	1029,5	60,5	8944,7	505,5	80,5	4391,4

Продолжение таблицы 2.14

7	1070,6	73,0	10852,0	464,4	85,9	4706,7
8	1111,7	86,3	12878,3	423,3	89,3	4903,1
9	1152,8	100,3	15023,5	382,2	90,6	4980,5
10	1193,9	115,1	17287,8	341,1	89,9	4938,9

2.2.6 Расчет вакуумного усилителя тормозов

Давление в главном тормозном цилиндре до точки перелома:

$$P_{ГТЦ1} = i_{yc} \cdot \eta_{ГТЦ} \cdot \frac{F_{нед} \cdot i_{нед} - F_{сопр}}{S_{ГТЦ}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.63)$$

где $F_{нед}$ – усилие на педали, кг;

$F_{сопр}$ – сила сопротивления усилителя, кг;

$S_{ГТЦ}$ – площадь поршня главного тормозного цилиндра, см²;

$\eta_{ГТЦ}$ – КПД главного тормозного цилиндра;

i_{yc} – передаточное число усилителя;

$i_{нед}$ – передаточное число педали тормоза.

Давление в главном тормозном цилиндре после точки перелома:

$$P_{ГТЦ2} = \frac{\eta_{ГТЦ} \cdot (F_{нед} \cdot i_{нед} + \eta_{yc} \cdot S_{yc} \cdot P_{вак})}{S_{ГТЦ}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.64)$$

где $P_{вак}$ – разрежение в усилителе, кг/см²;

S_{yc} – эффективная площадь усилителя, см²;

η_{yc} – КПД усилителя.

$$F_{недпер} = \frac{\eta_{yc} \cdot S_{yc} \cdot P_{вак} + i_{yc} \cdot F_{сопр}}{(i_{yc} - 1) \cdot i_{нед}} \text{ (кг)} \quad (2.65)$$

$$S_{yc} = \frac{\pi \cdot D_{yc}^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.66)$$

где D_{yc} – эффективный диаметр усилителя, см.

$$S_{yc} = \frac{3,14 \cdot 22,5^2}{4} = 397,608 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$F_{недпер} = \frac{0,85 \cdot 397,608 \cdot 0,6 + 6,3 \cdot 10}{(6,3 - 1) \cdot 4} = 12,5 \text{ (кг)}$$

$$S_{ГТЦ} = \frac{\pi \cdot D_{ГТЦ}^2}{4}, (\text{см}^2) \quad (2.67)$$

где $D_{ГТЦ}$ – диаметр поршня главного тормозного цилиндра, см.

$$S_{ГТЦ} = \frac{3,14 \cdot 2,223^2}{4} = 3,881 (\text{см}^2)$$

Полученные значения $P_{ГТЦ}$ при $F_{нед} = 2,5 \dots 60$ кг заносим в таблицу 2.15.

Таблица 2.15

$F_{нед}, \text{кг}$	$P_{ГТЦ}, \text{кг/см}^2$
2,5	0,0
5,0	15,4
10,0	46,3
12,5	61,9
15,0	64,3
20,0	69,2
25,0	74,1
30,0	79,0
35,0	83,9
40,0	88,8
45,0	93,7
50,0	98,6
55,0	103,5
60,0	108,4

2.2.7 Определение тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при торможении

$$T_1 = \frac{2 \cdot M_{T1}}{r_k}, (\text{кг}) \quad (2.68)$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot M_{T2}}{r_k}, (\text{кг}) \quad (2.69)$$

где M_{T1} – тормозной момент переднего тормоза, кг·см;

M_{T2} – тормозной момент переднего тормоза, кг·см;

r_k – радиус качения колеса, см.

Для дальнейших расчетов примем, что тормозная система автомобиля оборудована регулятором давления.

До точки срабатывания регулятора давления $P_2 = P_{ГТЦ}$, после точки срабатывания:

$$P_2 = P_{ср част} + (P_{ГТЦ} - P_{ср част}) \cdot k_{пер част} = 42 + (P_{ГТЦ} - 42) \cdot 0,24, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$P_2 = P_{ср полн} + (P_{ГТЦ} - P_{ср полн}) \cdot k_{пер полн} = 70 + (P_{ГТЦ} - 70) \cdot 0,12, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Далее, по заданному усилию на педали тормоза находим давление в ГТЦ, затем определяем давления в передних и задних тормозных механизмах, тормозные моменты на осях, тормозные силы, замедление автомобиля.

$$j = g \cdot \frac{T_1 + T_2}{G_A}, \text{ (м/с}^2\text{)} \quad (2.70)$$

где G_A – масса автомобиля, кг;

g – ускорение центра тяжести, м/с², $g = 9,81$ м/с².

Расчет заканчивается в том случае, когда тормозные силы на осях станут равными предельным по сцеплению.

$$T_{1 \max} = (G_{A1} + G_A \cdot \frac{h_g}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max}, \text{ (кг)} \quad (2.71)$$

$$T_{2 \max} = (G_{A2} - G_A \cdot \frac{h_g}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max}, \text{ (кг)} \quad (2.72)$$

где G_{A1} – нагрузка на переднюю ось автомобиля, кг;

G_{A2} – нагрузка на заднюю ось автомобиля, кг;

h_g – высота центра тяжести автомобиля, см;

L – база автомобиля, см;

f_{\max} – максимальный коэффициент сцепления, примем $f_{\max} = 1$.

Полученные значения $P_{ГТЦ}$, P_1 , P_2 , M_{T1} , M_{T2} , T_1 , T_2 , $T_{1 \max}$, $T_{2 \max}$, j , при $F_{пед}$ от 5 кг и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.16.

Таблица 2.16

$F_{нед},$ кг	$P_{ггц} =$ $P_1,$ кг/см ²	$P_2,$ кг/см ²	$M_{T1},$ кг·см	$M_{T2},$ кг·см	$T_1,$ кг	$T_2,$ кг	$j,$ м/с ²	$T_{1max},$ кг	$T_{2max},$ кг
Автомобиль с частичной нагрузкой									
5,0	15,4	15,4	2051,0	606,4	144,4	42,7	1,55	757,1	427,9
7,5	30,8	30,8	4407,6	1503,8	310,4	105,9	3,45	813,6	371,4
10,0	46,3	43,0	6764,3	2212,8	476,4	155,8	5,23	866,7	318,3
12,5	61,9	46,8	9155,6	2431,3	644,8	171,2	6,75	912,0	273,0
15,0	64,3	47,4	9524,2	2465,0	670,7	173,6	6,99	919,0	266,0
17,5	66,8	47,9	9898,3	2499,2	697,1	176,0	7,23	926,1	258,9
20,0	69,2	48,5	10272,3	2533,4	723,4	178,4	7,46	933,2	251,8
22,5	71,7	49,1	10646,4	2567,6	749,7	180,8	7,70	940,3	244,7
25,0	74,1	49,7	11020,5	2601,7	776,1	183,2	7,94	947,3	237,7
27,5	76,6	50,3	11394,5	2635,9	802,4	185,6	8,18	954,4	230,6
30,0	79,0	50,9	11768,6	2670,1	828,8	188,0	8,41	961,5	223,5
32,5	81,5	51,5	12142,7	2704,3	855,1	190,4	8,65	968,6	216,4
35,0	83,9	52,1	12516,8	2738,5	881,5	192,9	8,89	975,7	209,3
37,5	86,3	52,6	12890,8	2772,7	907,8	195,3	9,13	982,8	202,2
40,0	88,8	53,2	13264,9	2806,9	934,1	197,7	9,37	989,8	195,2
Автомобиль с полной нагрузкой									
5,0	15,4	15,4	2051,0	606,4	144,4	42,7	1,20	832,1	702,9
7,5	30,8	30,8	4407,6	1503,8	310,4	105,9	2,66	892,3	642,7
10,0	46,3	46,3	6764,3	2401,2	476,4	169,1	4,12	952,4	582,6
12,5	61,9	61,9	9155,6	3311,8	644,8	233,2	5,61	1013,5	521,5
15,0	64,3	64,3	9524,2	3452,2	670,7	243,1	5,84	1022,9	512,1
17,5	66,8	66,8	9898,3	3594,6	697,1	253,1	6,07	1032,4	502,6
20,0	69,2	69,2	10272,3	3737,1	723,4	263,2	6,30	1042,0	493,0
22,5	71,7	70,2	10646,4	3794,3	749,7	267,2	6,50	1050,0	485,0
25,0	74,1	70,5	11020,5	3811,4	776,1	268,4	6,67	1057,2	477,8
27,5	76,6	70,8	11394,5	3828,5	802,4	269,6	6,85	1064,4	470,6
30,0	79,0	71,1	11768,6	3845,6	828,8	270,8	7,02	1071,7	463,3

Продолжение таблицы 2.16

32,5	81,5	71,4	12142,7	3862,7	855,1	272,0	7,20	1078,9	456,1
35,0	83,9	71,7	12516,8	3879,8	881,5	273,2	7,38	1086,1	448,9
37,5	86,3	72,0	12890,8	3896,9	907,8	274,4	7,55	1093,4	441,6
40,0	88,8	72,3	13264,9	3914,0	934,1	275,6	7,73	1100,6	434,4
42,5	91,2	72,5	13639,0	3931,1	960,5	276,8	7,90	1107,8	427,2
45,0	93,7	72,8	14013,0	3948,2	986,8	278,0	8,08	1115,1	419,9
47,5	96,1	73,1	14387,1	3965,3	1013,2	279,2	8,26	1122,3	412,7
50,0	98,6	73,4	14761,2	3982,4	1039,5	280,4	8,43	1129,5	405,5
52,5	101,0	73,7	15135,3	3999,5	1065,9	281,7	8,61	1136,7	398,3
55,0	103,5	74,0	15509,3	4016,6	1092,2	282,9	8,78	1144,0	391,0
57,5	105,9	74,3	15883,4	4033,6	1118,5	284,1	8,96	1151,2	383,8
60,0	108,4	74,6	16257,5	4050,7	1144,9	285,3	9,14	1158,4	376,6
62,5	110,8	74,9	16631,5	4067,8	1171,2	286,5	9,31	1165,7	369,3

2.2.8 Определение реализуемого сцепления для передней и задней оси

$$f_1 = \frac{T_1}{T_{1\max}} \quad (2.73)$$

$$f_2 = \frac{T_2}{T_{2\max}} \quad (2.74)$$

Полученные значения f_1, f_2 при разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.17.

Таблица 2.17

$F_{\text{нед}}, \text{ кг}$	$j, \text{ м/с}^2$	$T_1, \text{ кг}$	$T_2, \text{ кг}$	$T_{1\max}, \text{ кг}$	$T_{2\max}, \text{ кг}$	f_1	f_2
Автомобиль с частичной нагрузкой							
5,0	1,55	144,4	42,7	757,1	427,9	0,191	0,100
7,5	3,45	310,4	105,9	813,6	371,4	0,382	0,285
10,0	5,23	476,4	155,8	866,7	318,3	0,550	0,490
12,5	6,75	644,8	171,2	912,0	273,0	0,707	0,627
15,0	6,99	670,7	173,6	919,0	266,0	0,730	0,653
17,5	7,23	697,1	176,0	926,1	258,9	0,753	0,680

Продолжение таблицы 2.17

20,0	7,46	723,4	178,4	933,2	251,8	0,775	0,708
22,5	7,70	749,7	180,8	940,3	244,7	0,797	0,739
25,0	7,94	776,1	183,2	947,3	237,7	0,819	0,771
27,5	8,18	802,4	185,6	954,4	230,6	0,841	0,805
30,0	8,41	828,8	188,0	961,5	223,5	0,862	0,841
32,5	8,65	855,1	190,4	968,6	216,4	0,883	0,880
35,0	8,89	881,5	192,9	975,7	209,3	0,903	0,921
37,5	9,13	907,8	195,3	982,8	202,2	0,924	0,965
40,0	9,37	934,1	197,7	989,8	195,2	0,944	1,013
Автомобиль с полной нагрузкой							
5,0	1,20	144,4	42,7	832,1	702,9	0,174	0,061
7,5	2,66	310,4	105,9	892,3	642,7	0,348	0,165
10,0	4,12	476,4	169,1	952,4	582,6	0,500	0,290
12,5	5,61	644,8	233,2	1013,5	521,5	0,636	0,447
15,0	5,84	670,7	243,1	1022,9	512,1	0,656	0,475
17,5	6,07	697,1	253,1	1032,4	502,6	0,675	0,504
20,0	6,30	723,4	263,2	1042,0	493,0	0,694	0,534
22,5	6,50	749,7	267,2	1050,0	485,0	0,714	0,551
25,0	6,67	776,1	268,4	1057,2	477,8	0,734	0,562
27,5	6,85	802,4	269,6	1064,4	470,6	0,754	0,573
30,0	7,02	828,8	270,8	1071,7	463,3	0,773	0,584
32,5	7,20	855,1	272,0	1078,9	456,1	0,793	0,596
35,0	7,38	881,5	273,2	1086,1	448,9	0,812	0,609
37,5	7,55	907,8	274,4	1093,4	441,6	0,830	0,621
40,0	7,73	934,1	275,6	1100,6	434,4	0,849	0,635
42,5	7,90	960,5	276,8	1107,8	427,2	0,867	0,648
45,0	8,08	986,8	278,0	1115,1	419,9	0,885	0,662
47,5	8,26	1013,2	279,2	1122,3	412,7	0,903	0,677
50,0	8,43	1039,5	280,4	1129,5	405,5	0,920	0,692
52,5	8,61	1065,9	281,7	1136,7	398,3	0,938	0,707
55,0	8,78	1092,2	282,9	1144,0	391,0	0,955	0,723

Продолжение таблицы 2.17

57,5	8,96	1118,5	284,1	1151,2	383,8	0,972	0,740
60,0	9,14	1144,9	285,3	1158,4	376,6	0,988	0,758
62,5	9,31	1171,2	286,5	1165,7	369,3	1,005	0,776

2.2.9 Расчет стояночной тормозной системы

Тормозную силу, необходимую для удержания автомобиля на уклоне 20%, можно рассчитать по формуле:

$$T_{укл} = G_{Аполн} \cdot \sin \alpha, \text{ (кг)} \quad (2.75)$$

где $G_{Аполн}$ – масса автомобиля с полной нагрузкой, кг;

α – угол уклона, град, $\alpha = 11^{\circ}19'$ град.

$$T_{укл} = 1535 \cdot \sin(11^{\circ}19') = 301,04 \text{ (кг)}$$

$$M_{T_{укл}} = T_{укл} \cdot r_{ст}, \text{ (кг}\cdot\text{см)} \quad (2.76)$$

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

$$M_{T_{укл}} = 301,04 \cdot 27,0 = 8128,03 \text{ (кг}\cdot\text{см)}$$

Передаточное число к активной колодке можно рассчитать по формуле:

$$I_2 = \frac{l_1 \cdot (h_{21} - l_3)}{l_2 \cdot h_{21}}, \quad (2.77)$$

где l_1 – длина рычага привода колодок, см;

l_2 – расстояние от разжимной планки до верха рычага, см;

l_3 – расстояние от разжимной планки до цилиндра, см;

h_{21} – большее расстояние между опорами колодок, см.

$$I_2 = \frac{11,1 \cdot (15 - 3,2)}{2 \cdot 15} = 4,37$$

Передаточное число к пассивной колодке можно рассчитать по формуле:

$$I_3 = \frac{(l_1 - l_2) \cdot (h_{21} - l_3 + l_2)}{l_2 \cdot h_{21}} \quad (2.78)$$

$$I_3 = \frac{(11,1 - 2) \cdot (15 - 3,2 + 2)}{2 \cdot 15} = 4,19$$

$$F_{np} = \frac{M_{T_{укл}}}{2 \cdot R_2 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3)}, \text{ (кг)} \quad (2.79)$$

где R_2 – внутренний радиус барабана, см;
 C_{2a} – передаточное число активной колодки;
 C_{2n} – передаточное число пассивной колодки.

$$F_{np} = \frac{8128,03}{2 \cdot 10 \cdot (1,301 \cdot 4,37 + 0,530 \cdot 4,19)} = 51,45 \text{ (кг)}$$

Передаточное отношение рычага можно определить по формуле:

$$I_1 = \frac{L_1}{L_2}, \quad (2.80)$$

где L_1 – длина рычага привода, см;
 L_2 – длина тяги привода, см.

$$I_1 = \frac{26}{3,1} = 8,39$$

Передаточное отношение привода можно определить по формуле:

$$I_4 = I_1 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3) \quad (2.81)$$

$$I_4 = 8,39 \cdot (1,301 \cdot 4,37 + 0,530 \cdot 4,19) = 66,24$$

Усилие на рычаге можно определить по формуле:

$$F_p = \frac{2 \cdot F_{np}}{I_1 \cdot \eta_{mp}}, \text{ (кг)} \quad (2.82)$$

где η_{mp} – КПД троса.

$$F_p = \frac{2 \cdot 51,45}{8,39 \cdot 0,5} = 24,54 \text{ (кг)}$$

Таким образом, для удержания автомобиля с полной нагрузкой на уклоне 20% достаточно усилия $F_p = 24,54$ кг.

3 Технологическая часть

3.1 Основные требования к сборочным операциям при массовом типе производства

Цель технологических разработок – дать подробное описание процессов сборки изделия, выявить необходимые средства производства, площади, рабочую силу, трудоемкость и себестоимость сборки изделия.

К исходным данным для проектирования технологических процессов сборки относят сборочный процесс изделия, технические условия его приемки, программу выпуска изделий и предполагаемую длительность выпуска изделий в годах.

При проектировании технологических процессов сборки машин необходимо учитывать основные направления в современной технологии машиностроения:

- повышение производительности труда путем применения автоматов, приспособлений с быстродействующими зажимами, механизации и автоматизации загрузки и разгрузки деталей на станках, быстросменных инструментальных наладок и прочее;
- внедрение новых, более совершенных методов организации комплексных технологических процессов сборки изделий;
- снижение трудоемкости перемещения деталей между рабочими местами и цехами;
- целесообразность последовательности и содержания сборочных операций, применяемую организационную форму и ее эффективность в данных производственных условиях.

Массовое производство специфично следующим:

- возможностью закрепления за каждым рабочим местом, за каждым рабочим постоянной повторяющейся операции (приспособлений и инструмента) и применения специальной оснастки, специального оборудования (транспортёров, рольгангов, конвейеров), позволяющего наиболее производительно организовать процесс сборки отдельных узлов и машины в целом;

- расчленением технологического процесса сборки на простейшие переходы, что позволяет выполнять работу наиболее широким фронтом и рабочими низкой квалификации (операторами, выполняющими только одну операцию).

Учитывая перечисленные условия, анализируется конструкция изделия и составляются технологические схемы общей и узловой сборки. Эти схемы, являясь первым этапом разработки технологического процесса, в наглядной форме отражают маршрут сборки изделия и его составных частей. Технологические схемы сборки составляют на основе сборочных чертежей изделия. Элементы, снимаемые в не разобранном виде, представляют собой части изделия, на которые далее составляют технологические схемы узловой сборки. Детали, снимаемые отдельно, являются элементами, непосредственно входящими в общую сборку изделия. По принятым технологическим схемам узловой и общей сборки выявляют технологические и вспомогательные сборочные операции. Содержание операций сборки устанавливают так, чтобы на каждом рабочем месте выполнялась однородная по своему характеру и технологически законченная работа, что способствует лучшей специализации сборщиков и повышению производительности их труда.

3.2 Анализ изменений конструкции, приводящих к изменению технологии сборки

При рассмотрении технологии сборки модернизированного рычага привода стояночной тормозной системы основной задачей является определение изменений действующей технологии изготовления деталей и изменение технологии сборки сборочных единиц. Основные отличия в изготовлении деталей заключаются в следующем:

- оригинальный рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021;
- оригинальная тяга собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508028;
- оригинальная ручка рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508025;

- оригинальная пружина рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508036;
- оригинальная кнопка рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508039.

Рассматривая изготовление новых деталей с точки зрения применения новых технологических процессов, а также нового оборудования, необходимо отметить, что значительных изменений в технологии изготовления, а также применения нового оборудования – нет. Поэтому в технологической части не рассматривается процесс изготовления новых деталей. Задачей технологической части проекта ставится разработка технологии сборки рычага привода стояночной тормозной системы.

3.3. Составление перечня сборочных работ и определение суммарной трудоемкости сборки

Перечень сборочных работ выполняется в виде таблицы, содержащей наименования сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки, и данные по нормированию всех необходимых видов работ.

Перечень сборочных работ при сборке рычага привода стояночной тормозной системы приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Операция	Время (мин.)
Общая сборка рычага привода стояночной тормозной системы		
1	Взять из контейнеров рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021, тягу собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508028, собачку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508030, ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031, пружину рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508036.	0,4
2	Установить в приспособление стенда рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021.	0,09

Продолжение таблицы 3.1

3	Надеть пружину рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508036 на тягу собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508028.	0,24
4	Установить подсобранный узел в рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021.	0,21
5	Установить в подсобранный узел собачку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508030.	0,36
6	Установить в подсобранный узел ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031.	0,24
7	Снять с приспособления подсобранный узел и установить его в расклепочный автомат.	0,18
8	Расклепать ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031.	0,04
9	Снять собранный узел с расклепочного автомата.	0,09
10	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,1
11	Передать собранный узел на следующую операцию.	0,12
12	Взять из контейнеров сектор зубчатый рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508048, ось сектора зубчатого рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508060, тягу привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508071, ось тяги привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508073, скобу 8 1/10640/76.	0,4
13	Взять с предыдущей операции собранный узел.	0,12
14	Установить в узел сектор зубчатый рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508048 и ось сектора зубчатого рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508060.	0,37
15	Установить узел в расклепочный автомат.	0,09
16	Расклепать ось сектора зубчатого рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508060.	0,04
17	Снять собранный узел с расклепочного автомата и установить его в приспособление.	0,18
18	Установить в узел тягу привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508071 и ось тяги привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508073.	0,35

Продолжение таблицы 3.1

19	Установить на подсобранный узел скобу 8 1/10640/76, зафиксировать ее.	0,22
20	Снять собранный узел с приспособления.	0,09
21	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,1
22	Передать собранный узел на следующую операцию.	0,15
23	Взять из контейнеров ручку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508025, кнопку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508039.	0,35
24	Взять с предыдущей операции собранный узел, установить его в приспособление.	0,2
25	Установить на узел ручку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508025.	0,33
26	Установить на узел кнопку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508039.	0,06
27	Снять собранный узел с приспособления.	0,09
28	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,1
29	Собранные узлы уложить в тару.	0,12
30	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,2
$\Sigma t_{оп}$		5,63

$$t_{оп}^{ОБЩ} = \Sigma t_{оп} \quad (3.1)$$

$$t_{оп}^{ОБЩ} = 5,63 \text{ (мин).}$$

$$t_{шт}^{ОБЩ} = t_{оп}^{ОБЩ} + t_{оп}^{ОБЩ} \cdot \left(\frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} \right), \quad (3.2)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места $\alpha = 2...3\%$, примем $\alpha = 3\%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха $\beta = 4...6\%$, примем $\beta = 5\%$.

$$t_{шт}^{ОБЩ} = 5,63 + 5,63 \cdot \left(\frac{3}{100} + \frac{5}{100} \right) = 6,08 \text{ (мин).}$$

3.4 Расчет параметров технологического процесса сборки

Выбор рациональной организации сборки во многом определяет эффективность всего производства изделий в машиностроении. Прежде всего, исходят из основных требований, предъявляемых к процессу сборки, экономии рабочего времени и средств, сокращения продолжительности цикла, рационального использования производственных площадей.

Для сборки рычага привода стояночной тормозной системы выберем поточную форму сборки.

При поточной сборке процесс расчленяют таким образом, что каждую операцию выполняет один рабочий или определенная группа рабочих. Объект сборки обычно последовательно перемещается от одного рабочего поста к другому. Однако при сборке крупногабаритных и тяжелых изделий они могут оставаться неподвижными на стендах, расположенных в технологической последовательности, а рабочий или группа рабочих выполняют на каждом объекте определенную операцию или комплекс работ, после этого переходят к следующему объекту, где осуществляют следующую операцию.

Характеристика организационной формы сборки:

- Годовой фонд рабочего времени.

$$\Phi = D_p \cdot n \cdot T_{CM} \cdot \eta_p, \quad (3.3)$$

где D_p – число рабочих дней в году, $D_p = 289$ дней;

c – число рабочих смен за день, $c = 2$;

T_{CM} – длительность рабочей смены, $T_{CM} = 8$ часов;

η_p – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования, $\eta_p = 0,97$ при двухсменной работе.

$$\Phi = 289 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,97 = 4485,28 \text{ (час)}$$

- Такт линии.

$$T = \frac{60 \cdot \Phi}{N}, \quad (3.4)$$

где N – годовой объем выпуска, штук, $N = 100000$ штук.

$$T = \frac{60 \cdot 4485,28}{100000} = 2,69 \text{ (мин/шт.)}$$

3.5 Разработка технологического процесса сборки рычага привода стояночной тормозной системы

Содержание операций технологического процесса сборки рычага привода стояночной тормозной системы представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Общая сборка рычага привода стояночной тормозной системы				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сборочная	1. Взять из контейнеров рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021, тягу собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508028, собачку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508030, ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031, пружину рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508036.	Стенд сборочный Приспособление специальное Расклепочный автомат	0,4
		2. Установить в приспособление стенда рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021.		0,09
		3. Надеть пружину рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508036 на тягу собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508028.		0,24
		4. Установить подсобранный после перехода 3 узел в рычаг ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508021.		0,21
		5. Установить в подсобранный после перехода 4 узел собачку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508030.		0,36

Продолжение таблицы 3.2

		6. Установить в подсобранный после перехода 5 узел ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031		0,24
		7. Снять с приспособления подсобранный после перехода 6 узел и установить его в расклепочный автомат.		0,18
		8. Расклепать ось собачки рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508031.		0,04
		9. Снять собранный узел с расклепочного автомата.		0,09
		10. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,1
		11. Передать собранный узел на следующую операцию.		0,12
010	Сборочная	1. Взять из контейнеров сектор зубчатый рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508048, ось сектора зубчатого рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508060, тягу привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508071, ось тяги привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508073, скобу 8 1/10640/76.	Стенд сборочный Приспособление специальное Расклепочный автомат	0,4
		2. Взять с предыдущей операции собранный узел.		0,12
		3. Установить в узел с перехода 2 сектор зубчатый рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508048 и ось сектора зубчатого рычага ручного при-		0,37

		вода тормоза 16.БР.01.019-3508060.		
--	--	------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 3.2

		4. Установить узел с перехода 3 в расклепочный автомат.		0,09
		5. Расклепать ось сектора зубчатого рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508060.		0,04
		6. Снять собранный после перехода 5 узел с расклепочного автомата и установить его в приспособление.		0,18
		7. Установить в узел перехода 6 тягу привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508071 и ось тяги привода ручного тормоза 16.БР.01.019-3508073.		0,35
		8. Установить на подсобранный в переходе 7 узел скобу 8 1/10640/76, зафиксировать ее.		0,22
		9. Снять собранный узел с приспособления.		0,09
		10. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,1
		11. Передать собранный узел на следующую операцию.		0,15
015	Сборочная	1. Взять из контейнеров ручку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508025, кнопку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508039.	Стенд сборочный Приспособление	0,35
		2. Взять с предыдущей операции собранный узел, установить его в приспособление.	Тара	0,2

		3. Установить на узел с перехода 2		0,33
--	--	------------------------------------	--	------

Продолжение таблицы 3.2

		ручку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508025.		
		4. Установить на узел с перехода 3 кнопку рычага ручного привода тормоза 16.БР.01.019-3508039.		0,06
		5. Снять собранный узел с приспособления.		0,09
		6. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,1
		7. Собранные узлы уложить в тару.		0,12
		8. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,2
Итоговое время на выполнение операции				5,63

4 Анализ экономической эффективности объекта

Введение

Привод стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191 – механический, тросовый, на задние колеса. Органом управления приводом стояночной тормозной системы является рычаг, который установлен между передними сиденьями на туннеле пола и приводится в действие рукой водителя. Рычаг управления имеет недостатки, такие как, например, недостаточная боковая жесткость рычага, недостаточная жесткость защитного чехла рычага, ненадежная конструкция тяги привода собачки, а также визуальное конструкция рычага смотрится несовременно. Указанные недостатки приводят к снижению потребительских качеств автомобиля.

Модернизированная конструкция рычага позволяет устранить указанные недостатки и визуальное осовременить его внешний вид, то есть повысить привлекательность автомобиля в глазах потенциальных покупателей. Но поскольку при модернизации происходит изменения в конструкции рычага ручного тормоза, которые приводят к изменению стоимости при его производстве, то необходимо провести сравнительный анализ технико-экономических показателей проектируемого и базового вариантов, определить экономический и общественный эффект от предложенных в проекте технических решений.

Базовым вариантом является серийный рычаг привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191.

4.1 Расчет себестоимости проектируемого рычага привода стояночной тормозной системы

Исходные данные для проведения расчета представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
А	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска	$V_{год}$	шт.	100000
2	Коэффициент отчислений в социальные фонды	$E_{соц.н}$	%	34

Продолжение таблицы 4.1

3	Коэффициент общезаводских расходов	$E_{\text{ОБ. ЗАВОД}}$	%	145
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{\text{КОМ}}$	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$E_{\text{ОБОР}}$	%	194
6	Коэффициенты транспортно-заготовительных расходов	$K_{\text{ТЗР}}$	%	2,45
7	Коэффициент цеховых расходов	$E_{\text{ЦЕХ}}$	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{\text{ИНСТР}}$	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	$K_{\text{РЕНТ}}$	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве	$K_{\text{ВЫП}}$	%	35
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{\text{ПРЕМ}}$	%	25
12	Коэффициент возвратных отходов	$K_{\text{ВОТ}}$	%	1,5
13	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{\text{ИНВ}}$	%	2,4

Расчет статьи затрат «сырье и материалы»

$$M = C_{Mi} \cdot Q_{Mi} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{ТЗР}}}{100} - \frac{K_{\text{ВОТ}}}{100} \right), \quad (4.1)$$

где C_{Mi} – оптовая цена материала i -го вида, руб;

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

Результаты расчета представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за ед. изм., руб	Сумма, руб
1	Компаунд пенопропиленовый	0,299	329,00	98,37
2	Круг 7,13-К-10	0,06	42,59	2,56

Продолжение таблицы 4.2

3	Лента 1,5-08пс	0,5	28,80	14,40
4	Лента 2,0-08пс	0,062	28,8	1,79
5	Полиамид 6 марки ПА6-210/310	0,054	284	15,34
6	Полоса 5x118-20	0,02	31,29	0,63
7	Проволока 1,3-П	0,004	63,38	0,25
ИТОГО:				133,34
Транспортно-заготовительные расходы:				3,27
Возвратные отходы:				2,00
ВСЕГО:				134,61

Расчет статьи затрат «покупные изделия и полуфабрикаты»

$$P_{II} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ГЗР}}{100}\right), \quad (4.2)$$

где C_i – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб;
 n_i – количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.

Результаты расчета представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб	Сумма, руб
1	Выключатель	1	80	80,00
2	Чехол защитный тяги привода	1	20	20,00
3	Кнопка рычага ручного привода	1	25,5	25,50
4	Ось собачки рычага	1	21,62	21,62
5	Ось сектора зубчатого рычага	1	21,62	21,62
6	Ось тяги привода	1	10,88	10,88
7	Скоба 8	1	10,73	10,73
8	Винт самонарезающий	2	2,14	4,28
9	Шайба 8	1	3,22	3,22
10	Болт М8х20	2	7,5	15,00
11	Гайка М8	1	4,75	4,75
12	Гайка М8 низкая	1	4,15	4,15

Продолжение таблицы 4.3

ИТОГО:	221,75
Транспортно-заготовительные расходы:	5,43
ВСЕГО:	227,18

Расчет статьи затрат «основная заработная плата производственных рабочих»

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{ПРЕМ}}{100}\right), \quad (4.3)$$

где Z_T – тарифная заработная плата, руб:

$$Z_T = C_p \cdot T, \quad (4.4)$$

где C_p – часовая тарифная ставка, руб;

T – трудоемкость выполнения операции, час.

Результаты расчета представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Заготовительные	3	0,03	60,56	1,82
2	Штамповка	3	0,11	60,56	6,66
3	Сварочные	4	0,005	69,72	0,35
4	Мехобработка	5	0,21	78,47	16,48
5	Термообработка	3	0,015	60,56	0,91
6	Сборочные	4	0,08	69,72	5,58
ИТОГО:					31,8
Премииальные доплаты:					7,95
Основная з/п:					39,75

Расчет статьи затрат «дополнительная заработная плата производственных рабочих»

$$Z_{доп} = Z_o \cdot \frac{K_{ВЫП}}{100}. \quad (4.5)$$

$$З_{ДОП} = 13,91 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «отчисления в единый социальный налог»

$$C_{СОЦ.Н} = (З_О + З_{ДОП}) \cdot \frac{E_{СОЦ.Н}}{100}. \quad (4.6)$$

$$C_{СОЦ.Н} = 18,24 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

$$C_{СОД.ОБОР} = З_О \cdot \frac{E_{ОБОР}}{100}. \quad (4.7)$$

$$C_{СОД.ОБОР} = 77,12 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «цеховые расходы»

$$C_{ЦЕХ} = З_О \cdot \frac{E_{ЦЕХ}}{100}. \quad (4.8)$$

$$C_{ЦЕХ} = 72,74 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «расходы на инструмент и оснастку»

$$C_{ИНСТР} = З_О \cdot \frac{E_{ИНСТР}}{100}. \quad (4.9)$$

$$C_{ИНСТР} = 1,19 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «цеховая себестоимость»

$$C_{ЦЕХ.С/С} = М + П_И + З_О + З_{ДОП} + C_{СОЦ.Н} + C_{СОД.ОБОР} + C_{ЦЕХ} + C_{ИНСТР}. \quad (4.10)$$

$$C_{ЦЕХ.С/С} = 584,74 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «общезаводские расходы»

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = З_О \cdot \frac{E_{ОБ.ЗАВОД}}{100}. \quad (4.11)$$

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = 57,64 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «общезаводская себестоимость»

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{ЦЕХ.С/С}. \quad (4.12)$$

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = 642,38 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «коммерческие расходы»

$$C_{КОМ} = C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} \cdot \frac{E_{КОМ}}{100}. \quad (4.13)$$

$$C_{КОМ} = 32,12 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «полная себестоимость»

$$C_{ПОЛ} = C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} + C_{КОМ} \cdot \quad (4.14)$$

$$C_{ПОЛ} = 674,50 \text{ (руб.)}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого рычага привода стояночной тормозной системы

$$Ц_{ОТП.П} = Ц_{ОТП.Б} \cdot \quad (4.15)$$

$$Ц_{ОТП.П} = Ц_{ОТП.Б} = 780,54 \text{ (руб.)}$$

Затраты на производство базового и проектируемого рычага привода стояночной тормозной системы сведены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5

Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого рычага привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191				
№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
A	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	M	61,25	134,61
2	Стоимость комплектующих изделий	$П_{и}$	203,25	227,18
3	Основная заработная плата производственных рабочих	$З_о$	43,54	39,75
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_{доп}$	15,24	13,91
5	Отчисления на социальные нужды	$C_{соц.н}$	19,99	18,24
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор}$	84,47	77,12
7	Цеховые расходы	$C_{цех}$	79,68	72,74
8	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр}$	1,31	1,19

Продолжение таблицы 4.5

9	Цеховая себестоимость	$C_{ЦЕХ. С/С}$	508,73	584,74
10	Общезаводские расходы	$C_{ОБ. ЗАВОД}$	63,13	57,64
11	Общезаводская себестоимость	$C_{ОБ. ЗАВОД. С/С}$	571,86	642,38
12	Коммерческие расходы	$C_{КОМ}$	28,59	32,12
13	Полная себестоимость	$C_{ПОЛ}$	600,45	674,50
14	Отпускная цена	$Ц_{ОТП}$	780,59	

4.2 Расчет точки безубыточности проекта

В качестве исходных данных для определения порога прибыли (точка безубыточности) используем таблицу 4.5. В рыночной экономике, когда цены на товары и объемы производства диктуются рынком, предприятие всегда стоит перед выбором, сколько продукции производить при сложившейся на рынке цене, чтобы получить желаемую прибыль. Решение этой проблемы вытекает из ответа на вопрос, может ли предприятие достигнуть безубыточности при продаже определенного объема своей продукции по данной цене.

Для определения объема продаж, при котором организация будет способна покрыть все свои расходы без получения прибыли, используются аналитический и графический методы определения критического объема производства.

Точка критического объема производства зависит от трех факторов:

- продажной цены производимого продукта;
- переменных издержек производства, реализации и управления;
- фиксированных издержек производства, реализации и управления.

В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные и постоянные издержки.

Тогда математическая формула безубыточности будет иметь следующий вид:

$$Ц_{ОТП} \cdot V_{ГОД} = З_{ПОСТ} + З_{ПЕРЕМ.УД} \cdot V_{ГОД}, \quad (4.16)$$

где $Ц_{ОТП}$ – цена продукции;

$V_{ГОД}$ – объем производства;

$Z_{ПОСТ}$ – постоянные издержки;

$Z_{ПЕРЕМ.УД}$ – переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат

– на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$Z_{ПЕРЕМ.УД} = M + \Pi u + Z_О + Z_{ДОП.} + C_{СОЦ.Н} \cdot \quad (4.17)$$

$$Z_{ПЕРЕМ.УД Б} = 343,27 \text{ (руб);}$$

$$Z_{ПЕРЕМ.УД П} = 433,69 \text{ (руб).}$$

– на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{ПЕРЕМ} = Z_{ПЕРЕМ.УД} \cdot V_{ГОД} \cdot \quad (4.18)$$

$$Z_{ПЕРЕМ П} = 43369000,00 \text{ (руб).}$$

Определение постоянных затрат

– на единицу изделия:

$$Z_{ПОСТ.УД П} = (C_{СОД.ОБОР} + C_{ИНСТР}) \cdot 0,87 + C_{ЦЕХ} + C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{КОМ} + Am_{УД}, \quad (4.19)$$

где $Am_{УД}$ – амортизационные отчисления, руб.

$$Am_{УД} = (C_{СОД.ОБОР} + C_{ИНСТР}) \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (4.20)$$

где H_A – норма амортизационных отчислений, %; примем $H_A = 13\%$.

$$Am_{УД} = 10,18 \text{ (руб).}$$

$$Z_{ПОСТ.УД П} = 240,81 \text{ (руб).}$$

– на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{ПОСТ} = Z_{ПОСТ.УД} \cdot V_{ГОД} \cdot \quad (4.21)$$

$$Z_{ПОСТ П} = 24081000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия

$$C_{ПОЛН.Г П} = C_{ПОЛН П} \cdot V_{ГОД} \cdot \quad (4.22)$$

$$C_{ПОЛН.Г П} = 67450000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет выручки от реализации изделия

$$\text{Выручка}_{П} = Ц_{ОП.П} \cdot V_{ГОД} \cdot \quad (4.23)$$

$$\text{Выручка}_{П} = 78059000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет маржинального дохода

$$D_{МАРЖ} = Выручка_{П} - Z_{ПЕРЕМ П} \cdot \quad (4.24)$$

$$D_{МАРЖ} = 34690000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет критического объема продаж

$$A_{КРИТ} = \frac{Z_{ПОСТ П}}{Ц_{ОТП П} - Z_{ПЕРЕМ .УД П}} \cdot \quad (4.25)$$

$$A_{КРИТ} = 69417,7 \approx 69420 \text{ (шт.).}$$

Определение точки безубыточности графическим методом

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемого рычага привода СТС представлен на рисунке 4.1.

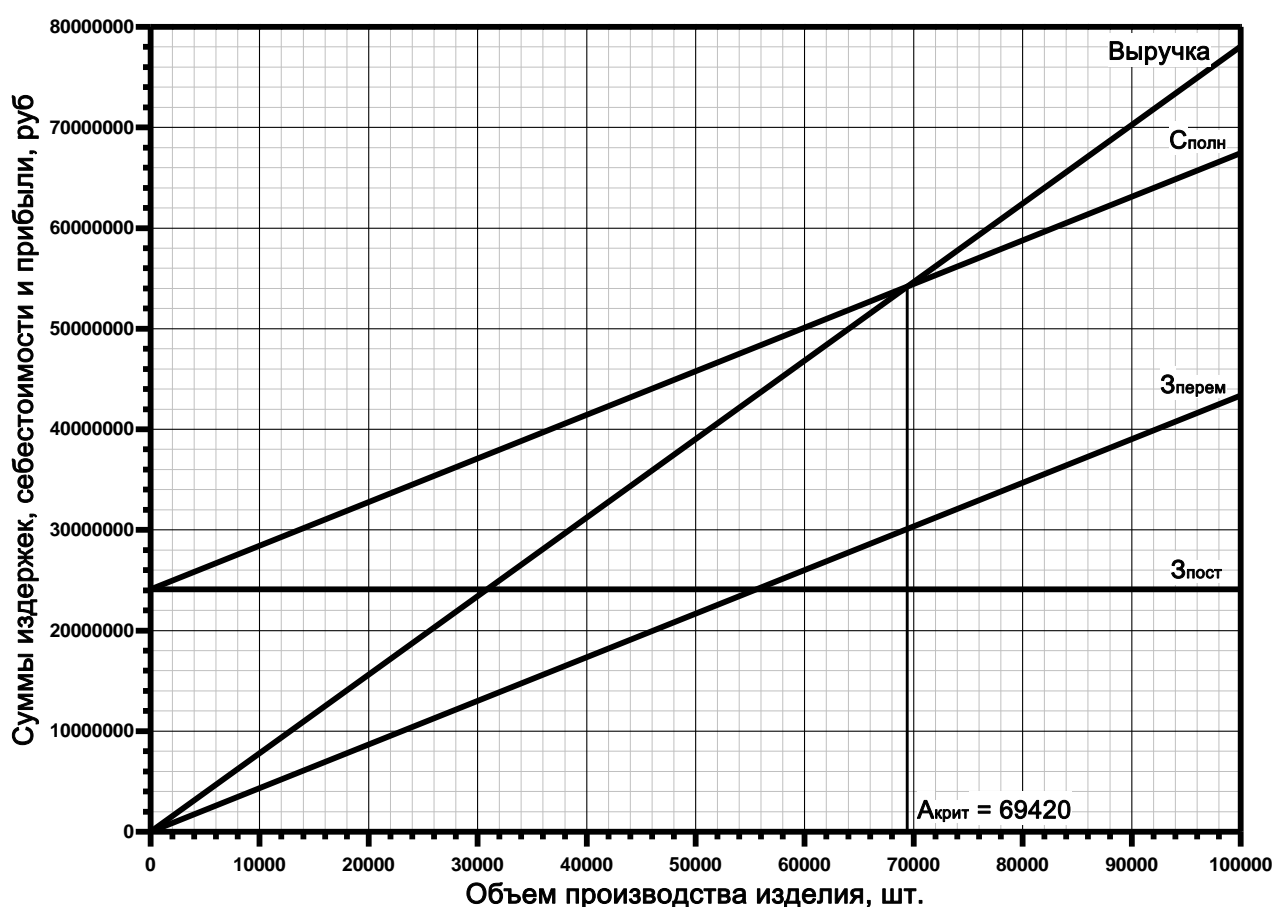


Рисунок 4.1 Определение точки безубыточности

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определим в 5 лет.

Объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом, нарастающим итогом на:

$$\Delta = \frac{V_{\text{МАКС}} - A_{\text{КРИТ}}}{n - 1}, \quad (4.26)$$

где $V_{\text{МАКС}}$ – максимальный объем продаж, шт., $V_{\text{МАКС}} = V_{\text{ГОД}} = 100000$ (шт.);
 n – количество лет с учетом предпроизводственной подготовки, примем $n = 6$.

$$\Delta = 6116 \text{ (шт.)}.$$

Выручка по годам

$$\text{Выручка}_i = Ц_{\text{ОТП}} \cdot V_{\text{ПРОД } i}, \quad (4.27)$$

где $V_{\text{ПРОД } i}$ – объем продаж в i -ом году.

$$V_{\text{ПРОД } i} = A_{\text{КРИТ}} + \Delta. \quad (4.28)$$

Год	$V_{\text{ПРОД}}$, шт.	Выручка, руб
1	75536	58962646,24
2	81652	63736734,68
3	87768	68510823,12
4	93884	73284911,56
5	100000	78059000,00

Переменные затраты по годам

$$З_{\text{ПЕРЕМ } i} = З_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ПРОД } i}. \quad (4.29)$$

Год	$З_{\text{ПЕРЕМ Б}}$, руб	$З_{\text{ПЕРЕМ П}}$, руб
1	25929242,72	32759207,84
2	28028682,04	35411655,88
3	30128121,36	38064103,92
4	32227560,68	40716551,96
5	34327000,00	43369000,00

Постоянные затраты для базового варианта

$$З_{\text{ПОСТ Б}} = З_{\text{ПОСТ.УД Б}} \cdot V_{\text{МАКС}}. \quad (4.30)$$

$$З_{\text{ПОСТ.УД Б}} = C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{КОМ}}. \quad (4.31)$$

$$З_{\text{ПОСТ.УД Б}} = 257,18 \text{ (руб)}.$$

$$З_{\text{ПОСТ Б}} = 25718000,00 \text{ (руб)}.$$

Амортизация

$$Am = Am_{уд} \cdot V_{макс} \cdot \quad (4.32)$$

$$Am = 1018000,00 \text{ (руб).}$$

Полная себестоимость по годам

$$C_{полн.i} = Z_{перем.i} + Z_{пост} \cdot \quad (4.33)$$

Год	$C_{полн б, руб}$	$C_{полн п, руб}$
1	51647242,72	56840207,84
2	53746682,04	59492655,88
3	55846121,36	62145103,92
4	57945560,68	64797551,96
5	60045000,00	67450000,00

Налогооблагаемая прибыль по годам

$$Пр.обл_i = Выручка_i - C_{полн i} \cdot \quad (4.34)$$

Год	$Пр.обл б, руб$	$Пр.обл п, руб$
1	7315403,52	2122438,40
2	9990052,64	4244078,80
3	12664701,76	6365719,20
4	15339350,88	8487359,60
5	18014000,00	10609000,00

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$H_{пр i} = Пр.обл_i \cdot 0,20 \cdot \quad (4.35)$$

Год	$H_{пр б, руб}$	$H_{пр п, руб}$
1	1463080,70	424487,68
2	1998010,53	848815,76
3	2532940,35	1273143,84
4	3067870,18	1697471,92
5	3602800,00	2121800,00

Прибыль чистая по годам

$$Пр.ч_i = Пр.обл_i - Н_{ПРi}. \quad (4.36)$$

Год	Пр.ч _б , руб	Пр.ч _п , руб
1	5852322,82	1697950,72
2	7992042,11	3395263,04
3	10131761,41	5092575,36
4	12271480,70	6789887,68
5	14411200,00	8487200,00

Расчет общественного эффекта, получаемого в результате повышения долговечности проектируемого узла

При проектировании новой техники или новых технологических процессов, повышающих долговечность изделия, ожидаемая прибыль от снижения затрат в эксплуатации определяется по формуле:

$$Эобщ_i = (Ц_{ОТПБ} \cdot \frac{Д_2}{Д_1} - Ц_{ОТПП}) \cdot V_{ПРОДi}, \quad (4.37)$$

где $Д_1$ и $Д_2$ – долговечность (срок службы) изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту.

На основании результатов испытаний на долговечность базового и проектного варианта рычага привода стояночной тормозной системы, увеличение долговечности проектируемого варианта можно оценить следующим образом:

$$\frac{Д_2}{Д_1} = \frac{112,5\%}{100\%} = 1,125.$$

Год	Эобщ, руб
1	7370330,78
2	7967091,84
3	8563852,89
4	9160613,95
5	9757375,00

Текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам

$$ЧД_i = Пр.ч_{Пi} - Пр.ч_{Бi} + Ам + Эобщ_i. \quad (4.38)$$

Год	ЧД, руб
1	4233958,68
2	4388312,77
3	4542666,84
4	4697020,93
5	4851375,00

Дисконтирование денежного потока

Дисконтирование осуществляется путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{CT}/100)^t}, \quad (4.39)$$

где E_{CT} – процентная ставка на капитал, $E_{CT} = 10\%$;

t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

Год	α_t
1	0,909
2	0,826
3	0,751
4	0,683
5	0,621

Чистый дисконтированный поток реальных денег

$$\text{ЧДД}_{ti} = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}). \quad (4.40)$$

Год	ЧДД _t , руб
1	3848668,44
2	3624746,35
3	3411542,80
4	3208065,30
5	3012703,88

Суммарный ЧДД за отчетный период

$$\sum \text{ЧДД}_t = \sum \text{ЧД}_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}) = \sum \text{ЧДД}_{ti} . \quad (4.41)$$

$$\sum \text{ЧДД}_t = 17105726,77 \text{ (руб)}.$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

$$J_0 = \frac{K_{ИНВ}}{100} \cdot \sum C_{ПОЛН\text{ }Pi} . \quad (4.42)$$

$$\sum C_{ПОЛН\text{ }Pi} = 310725519,60 \text{ (руб)}.$$

$$J_0 = 7457412,47 \text{ (руб)}.$$

Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД} = \sum \text{ЧДД}_t - J_0 . \quad (4.43)$$

$$\text{ЧДД} = 9648314,30 \text{ (руб)}.$$

Индекс доходности

$$JD = \frac{\text{ЧДД}}{J_0} . \quad (4.44)$$

$$JD = 1,29.$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования

$$T_{ОКУП} = \frac{J_0}{\text{ЧДД}} . \quad (4.45)$$

$$T_{ОКУП} = 0,77 \text{ (года)}.$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого рычага привода СТС сводится в таблицу 4.6.

Таблица 4.6

№ п/п	Наименование показателей	ГОДЫ					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж (шт.) $V_{\text{прод}}$	0	75536	81652	87768	93884	100000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб) $C_{\text{отп}}$		780,59				
3	Выручка (тыс. руб)		58963	63737	68511	73285	78059

Продолжение таблицы 4.6

4	Переменные затраты (тыс. руб)		25929	28029	30128	32228	34327
	$Z_{\text{ПЕРЕМ Б}}$						
	$Z_{\text{ПЕРЕМ П}}$		32759	35412	38064	40717	43369
5	Амортизация (тыс. руб)		1018				
	$Ам$						
6	Постоянные затраты (тыс. руб)		25718				
	$Z_{\text{ПОСТ Б}}$						
	$Z_{\text{ПОСТ П}}$		24081				
7	Полная себестоимость (тыс. руб)		51647	53747	55846	57946	60045
	$C_{\text{ПОЛ Б}}$						
	$C_{\text{ПОЛ П}}$		56840	59493	62145	64798	67450
8	Налогооблагаемая прибыль (тыс.руб)		7315	9990	12665	15339	18014
	$Пр.обл Б$						
	$Пр.обл П$		2122	4244	6366	8487	10609
9	Налог на прибыль (тыс. руб)		1463	1998	2533	3068	3603
	$Н_{\text{ПР Б}}$						
	$Н_{\text{ПР П}}$		424	849	1273	1697	2122
10	Прибыль чистая (тыс. руб)		5852	7992	10132	12271	14411
	$Пр.ч Б$						
	$Пр.ч П$		1698	3395	5093	6790	8487
11	Общественный эффект (тыс. руб)		7370	7967	8564	9161	9757
12	Чистый поток реальных денег (тыс. руб)		4234	4388	4543	4697	4851
	$ЧД$						
13	Коэффициент дисконтирования		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
	a_t						
14	Чистый дисконтированный поток реальных денег (тыс. руб)		3849	3625	3412	3208	3013
	$ЧДД_t$						
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (тыс. руб)		17106				
	$\Sigma ЧДД_t$						

Продолжение таблицы 4.6

16	Капиталообразующие инвестиции, (тыс. руб) <i>Jo</i>	7457	
17	Чистый дисконтированный доход (тыс. руб) <i>ЧДД</i>		9648
18	Индекс доходности <i>JD</i>		1,29
19	Срок окупаемости проекта (год) <i>Токуп</i>		0,77

На рисунке 4.2 представлен график соотношения между объемом производства и прибылью.

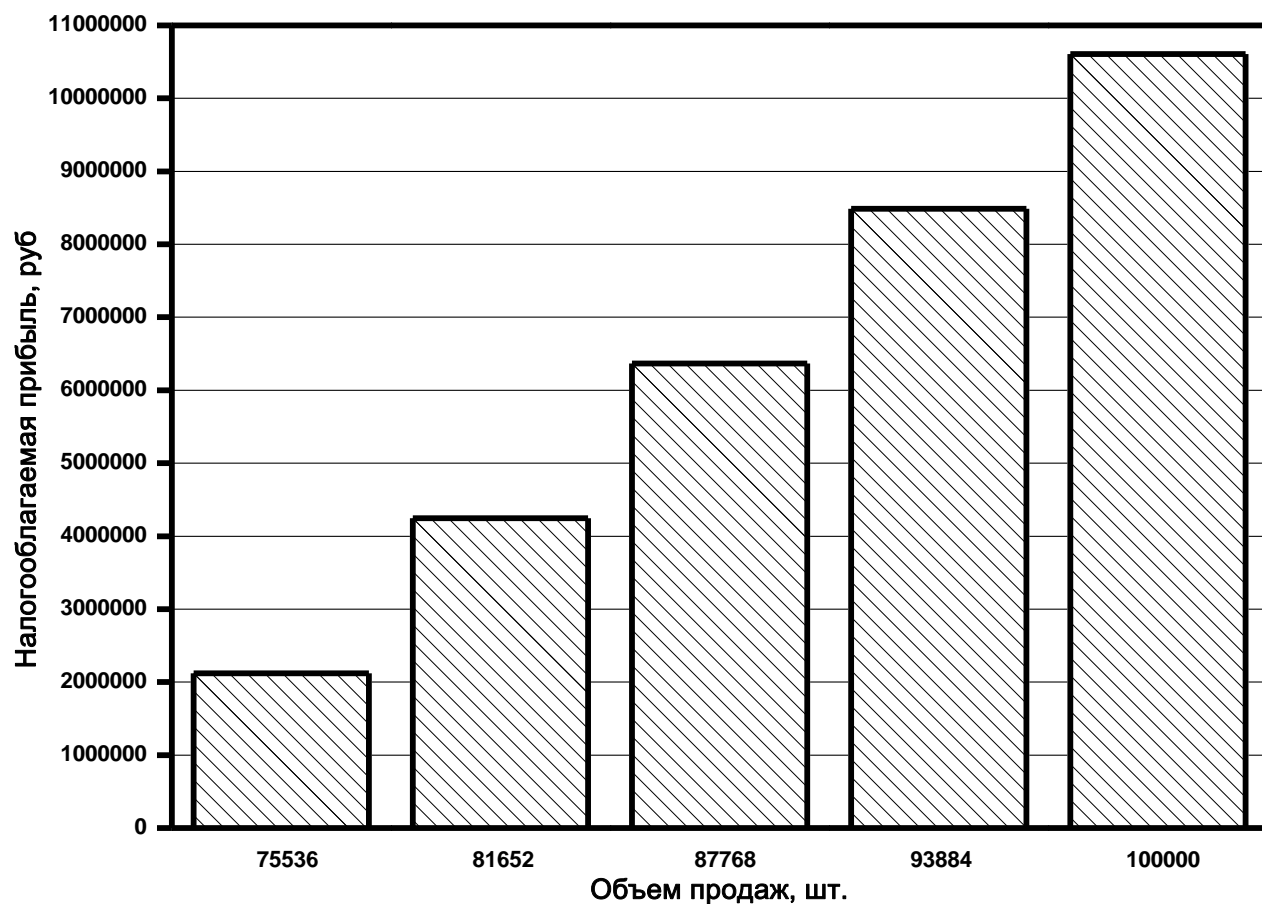


Рисунок 4.2 График соотношения между объемом производства и прибылью

4.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы

Себестоимость модернизированного рычага привода стояночной тормозной системы выше себестоимости базового варианта, однако, привнесенные в конструкцию изменения повышают потребительские качества автомобиля, следовательно, проект обладает общественной значимостью и экономический эффект от его внедрения положителен.

Минимальный (критический) объем продаж, необходимый для покрытия расходов предприятия, равен 69420 штук.

Ежегодно объем продаж новой продукции будет расти на 6116 штук.

Чистый дисконтированный доход $ЧДД$ равен 9648314,30 рублей. То есть, поскольку $ЧДД$ положителен, то проект является эффективным.

Индекс доходности JD проекта составил 1,29. Индекс доходности связан с $ЧДД$ следующим образом: если $ЧДД$ положителен, то $JD > 1$, при этом если $JD > 1$, то проект эффективен.

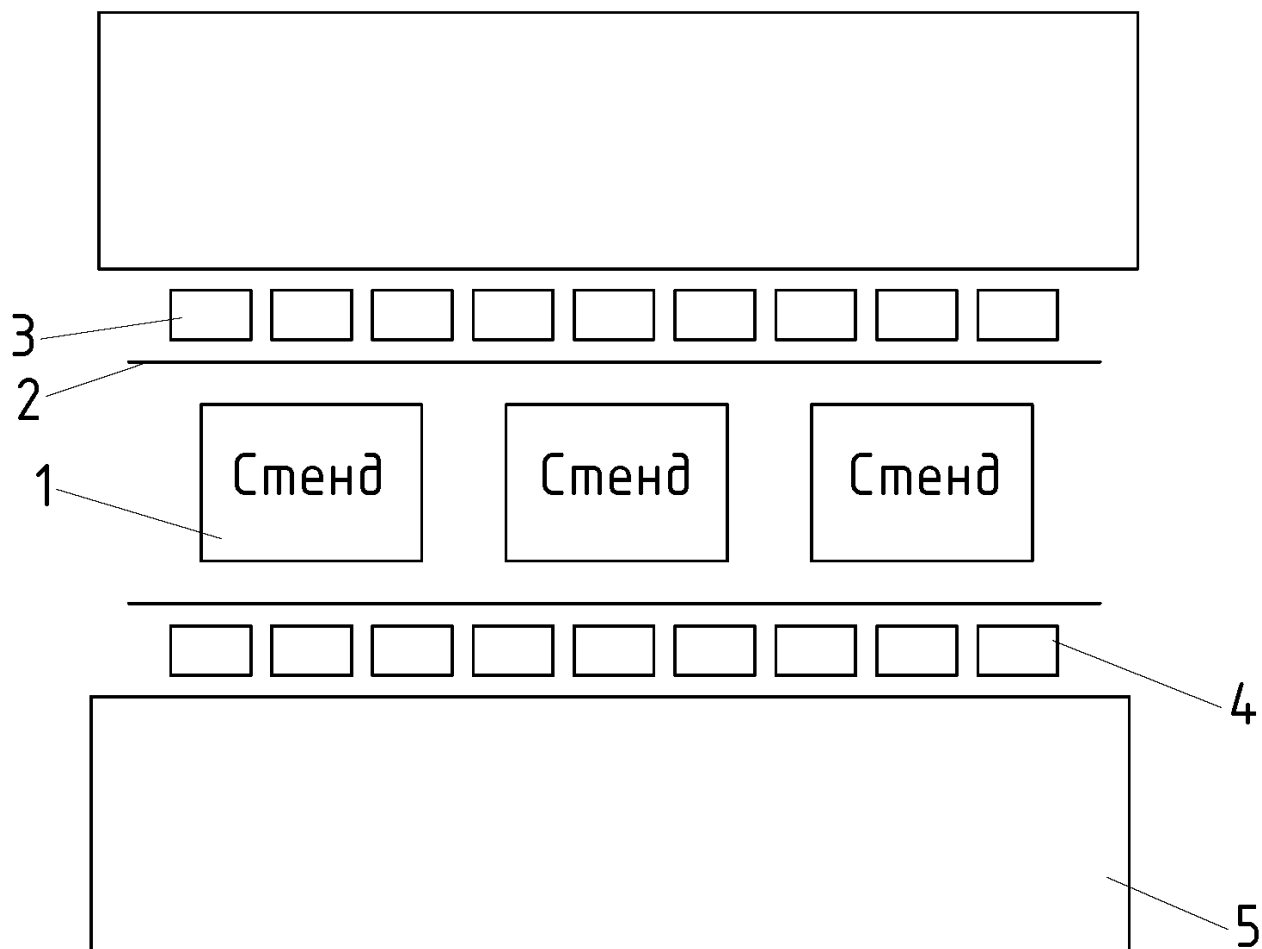
Срок окупаемости проекта равен 0,77 года. Чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект.

Исходя из вышеприведенного анализа полученных экономических показателей проекта, можно сделать вывод, что внедрение модернизированной конструкции рычага привода стояночной тормозной системы автомобиля LADA-2191 обосновано.

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Рассматриваемый участок сборки привода СТС представляет собой участок со сборочными стандами. План сборочного участка представлен на рисунке 4.1.



- 1 – стенд сборочный рычага привода СТС; 2 – ограждающий брус;
3 – тара с комплектующими; 4 – тара для собранной продукции;
5 – подъездная дорога

Рисунок 4.1 План участка сборки рычага привода СТС

Используемое в процессе сборки оборудование представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

№ позиции на эскизе рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	<p>Стенд сборки рычага привода СТС.</p> <p>Автомат для расклепывания оси собачки.</p> <p>Автомат для расклепывания оси зубчатого сектора.</p> <p>Приспособление для монтажа скобы оси тяги привода.</p> <p>Приспособление для монтажа ручки рычага СТС.</p>	<p>1. Сборка рычага привода СТС.</p> <p>2. Установка собачки.</p> <p>3. Установка зубчатого сектора.</p> <p>4. Установка тяги привода.</p> <p>4. Монтаж ручки рычага СТС</p>

5.2 Опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на участке сборки

При сборке рычага привода СТС на работников воздействуют различные опасные и вредные производственные факторы, представленные в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Опасные и вредные производственные факторы		Используемое оборудование	Воздействие на организм человека
Физические	<p>Движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p>	<p>Погрузчики;</p> <p>клепальные автоматы;</p> <p>сборочные приспособления;</p> <p>слесарный инструмент</p>	<p>Травмы легкой, средней и высокой степени тяжести;</p> <p>возможен летальный исход</p>

Продолжение таблицы 5.2

	Острые кромки, заусенцы	Поверхности деталей и инструментов	Механические повреждения рук
	Повышенный уровень шума	Клепальные автоматы; сборочные приспособления; слесарный инструмент	Головные боли; повышенная утомляемость; ухудшение слуха; воздействие на сердечно-сосудистую систему; болевые ощущения
	Повышенное значение напряжения в электрической цепи	Проводка освещения	Поражение электрическим током
	Напряжение зрительных анализаторов		Головные боли; повышенная утомляемость; ухудшение зрения
	Климатические условия		Простуда; перегрев; повышенная утомляемость
Психофизиологические	Эмоциональные перегрузки		Нервная возбудимость; стресс
	Монотонность труда		Рассеяние внимания; сонливость; повышенная утомляемость;

5.3 Мероприятия по созданию безопасных условий труда на производственном участке

5.3.1 Организационно-технические мероприятия

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо правильное планирование рабочего времени и времени отдыха, своевременное проведение обучения технике безопасности, проведение инструктажей и проверка знаний у рабочего персонала не реже установленных временных интервалов, при этом, необходимо учитывать особенности вида работ.

Например, в таблице 4.3 приведен двухсменный график рабочего времени, регламентирующий рабочее и нерабочее время.

Таблица 4.3

	I смена	II смена
Время начала и конца рабочей смены	7 ⁰⁰ ...15 ⁴⁵	15 ⁴⁵ ...00 ¹⁵
Время обеда	11 ⁰⁰ ...11 ⁴⁵	19 ³⁰ ...20 ⁰⁰
Время производственных перерывов	9 ⁰⁰ ...15 ¹⁰ 14 ⁰⁰ ...14 ¹⁰	18 ⁰⁰ ...18 ¹⁰ 22 ⁰⁰ ...22 ¹⁰

В масштабах предприятия организационно-методической работой по управлению охраной труда заведует служба охраны труда, которая подчинена непосредственно главному инженеру производства. Непосредственно на рабочем месте за охрану труда отвечает мастер производственного участка.

Обучение по охране труда новых рабочих проводится при их профессионально-техническом обучении.

После прохождения инструктажа заводится личная карточка работника, в которую заносятся сведения по дате проведения, виду и объему инструктажа, подпись инструктируемого, сведения о прохождении обучения по охране труда, учет несчастных случаев, микротравм и нарушений правил техники безопасности. Эта карточка хранится у мастера.

5.3.2 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов на участке сборки рычага ручного тормоза представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Название ОВПФ	Коллективные средства защиты	Индивидуальные средства защиты
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> –экранирование источников шума; –изменение направленности излучения шума; –рациональное планирование рабочих мест; –акустическая обработка помещения 	<ul style="list-style-type: none"> –вкладыши; –наушники
Повышенное значение напряжения в электрической сети	<ul style="list-style-type: none"> –организационно-технические мероприятия; –предупредительные плакаты; –заземление; –зануление; –разделение сети на короткие участки разделителями-трансформаторами; –двойная изоляция проводки 	<ul style="list-style-type: none"> –инструмент с изолированными рукоятками; –изолирующие подставки
Подвижные детали и части оборудования	<ul style="list-style-type: none"> –перед началом работы на оборудовании необходимо привести в порядок рабочую одежду; –при замене элементов оборудования необходимо следовать инструкциям, надежно закреплять части оборудования; –установку деталей на оборудование и снятие с оборудования производить при отведенном в исходное положение рабочем органе оборудования; –не держать руки в рабочей зоне оборудования, если не требуется по техпроцессу; –проверять исправность элементов, удерживающих рабочий орган оборудования в исходном положении; –проверять надежность закрепления обрабатываемых деталей в оборудовании и оборудования на месте установки 	

Продолжение таблицы 5.4

<p>Острые кромки, заусенцы</p>	<ul style="list-style-type: none"> -применение оградительных средств защиты (стационарных, подвижных). Стационарное ограждение не должно пропускать руки работающего из-за небольших размеров соответствующего технологического проема. Подвижное ограждение должно закрывать доступ в рабочую зону при наступлении опасного момента; -применение предохранительных средств защиты, автоматически отключающих оборудование при выходе какого-либо его параметра за пределы доступных значений; -применение блокировочных средств защиты (механических, электрических, фотоэлектрических, радиационных, гидравлических, пневматических, комбинированных), исключающих возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняющих опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне; -применение сигнализирующих средств защиты, дающих информацию о работе технологического оборудования, а также об опасных и вредных производственных факторах, возникающих при этом; -применение систем дистанционного управления, характеризующихся тем, что контроль и регулирование работы оборудования осуществляется с участков, достаточно удаленных от опасных зон. Наблюдение производится либо визуально, либо с помощью систем телеметрии и телевидения
<p>Психофизиологические факторы: физическое перенапряжение, монотонность труда, напряжение зрительных ана-</p>	<p>Степень утомляемости работающих на основных видах оборудования в цехах машиностроительных заводов обусловлена не только нервной и физической нагрузкой, но и психологическим воздействием окружающей обстановки, поэтому большое значение имеет выбор цвета внешних поверхностей оборудования и помещения. Производственное оборудование и рабочее место должны проектироваться с учетом физиоло-</p>

Продолжение таблицы 5.4

лизаторов	гических и психологических возможностей человека и его антропометрических данных. Необходимо обеспечить возможность быстрого и правильного считывания показателей контрольно-измерительных приборов и четкого восприятия сигналов. Наличие большого числа органов управления и приборов (шкал, кнопок, рукояток, звуковых и световых сигналов) вызывает повышенное утомление оператора. Органы управления (рычаги, педали, кнопки и др.) должны быть надежными, легко доступными и хорошо различаемыми, удобными в использовании. Все виды технологического оборудования должны быть удобны для осмотра, смазывания, разборки, наладки, уборки, транспортировки, установки и управления ими в работе. При выполнении трудоемких и монотонных работ правильная организация отдыха имеет большое значение для восстановления работоспособности, т.е. должны быть предусмотрены перерывы. Для рабочих устраивают специальные места отдыха, расположенные недалеко от мест работы, снабженные вентиляцией, питьевой водой и т.п.
-----------	--

5.3.3 Мероприятия по обеспечению электробезопасности на участке

Производственное помещение, предназначенное для сборки рычага привода СТС, по степени опасности поражения электрическим током относится ко 2 классу (помещение с повышенной опасностью, так как не исключена вероятность одновременного контакта с имеющими соединение с землей металлическими элементами технологического оборудования (металлоконструкциями здания) и металлическим корпусом электрооборудования).

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения. Это можно осуществить рядом спо-

- собов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и др.;
- электрическое разделение сети (разделение сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов);
 - двойная изоляция (электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции).

5.3.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на участке

Рассматриваемый участок по пожарной безопасности относится к категории «Д» (участок с непожароопасными технологическими процессами, где имеются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, отсутствуют взрывоопасные смеси, открытое пламя, искры, горючая пыль или волокна и т.д.).

Основными мероприятиями по снижению пожарной опасности:

- эксплуатационные мероприятия, предусматривающие правильную эксплуатацию машин, оборудования, своевременные регулярные осмотры установок и аппаратов, их ремонт;
- технические мероприятия, к которым относятся: соблюдение правил и норм при проектировании здания, устройство электрических цепей и электрооборудования, систем вентиляции, освещения, отопления;
- организационные мероприятия, предусматривающие обучение рабочих и служащих пожарной безопасности, проведение лекций, бесед, инструктажа;
- мероприятия режимного характера – запрещение курения в неустановленных местах;
- применение автоматизированных систем пожаротушения (пожарная сигнализация, системы пожаротушения) и ручных средства тушения пожара (огнетушители типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5).

5.3.5 Микроклимат производственной среды и вентиляция

Параметры микроклимата должны соответствовать ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие требования безопасности», устанавливающему оптимальные и допустимые показатели микроклимата в производственных помещениях.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Период года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Холодный	Средней тяжести	17...19	15...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплый	Средней тяжести	20...22	16...27	40	70 (25 °С)	0,3	0,5

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных показателей микроклимата в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека.

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию» и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий.

На участке сборки рычага привода СТС реализована смешанная вентиляция, т.е. общеобменная механическая и естественная (в теплый период года).

Применение общеобменной вентиляции обосновано тем, что при сборке нет локализованных источников тепло- и влаговывделений, а также отсутствуют фиксированные источники вредных веществ. В холодное время года вентиляцию совмещают с воздушным отклонением.

5.4 Экологическая экспертиза проекта

Радикальным решением проблемы защиты от промышленных отходов является безотходные и малоотходные технологии. При безотказной технологии рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле. Малоотходная технология является промежуточной стадией при создании безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на среду не превышает уровня допустимого санитарными органами. В машиностроении разработка малоотходных технологий связана, прежде всего, с необходимостью увеличения коэффициента использования металла. Увеличение его не только дает технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

5.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника, возникает угроза жизни, здоровью людей, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствия чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах. Первое заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технологических систем. Для этого технологические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты.

Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций, для создания которых нужны детальные разработки сценариев и возможных аварий и катастроф на конкретных объектах.

С целью осуществления контроля, за соблюдением мер безопасности оценки эффективности мероприятий, по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах правительством РФ введена

обязательная разработка декларации промышленной безопасности. Она включает в себя следующие разделы:

- общая информация об объекте;
- анализ опасности промышленного объекта;
- обеспечение готовности промышленного объекта к ликвидации ЧС;
- информирование общественности;
- приложения, включающие план объекта и информационный лист.

5.6 Влияние стояночной тормозной системы на безопасность автомобиля

Стояночная тормозная система является важной частью общей тормозной системы, напрямую влияющей на безопасность автомобиля.

Функционально, стояночная тормозная система может применяться для:

- удержания автомобиля во время длительных остановок;
- удержания автомобиля на дороге с уклоном во время коротких и длинных остановок;
- начала движения при остановке на дороге с подъемом (въезд в горку с помощью ручного тормоза);
- реализации торможения при движении на небольшой скорости в случае выхода из строя рабочей тормозной системы.

Основными регламентирующими документами, в которых указаны требования к тормозным системам являются ГОСТ Р 41.13-99 (Правила №13 ЕЭК ООН) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения» и ГОСТ Р 41.13Н-99 (Правила №13Н ЕЭК ООН) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения».

Согласно этим правилам, к стояночной тормозной системе предъявляются следующие требования и критерии оценки:

- стояночная тормозная система должна удерживать автомобиль с полной массой, остановившийся на спуске или подъеме с уклоном в 20% с приложением усилия к органу управления не превышающего установленного значения;

- стояночная тормозная система автомобиля с полной массой и в дополнении оборудованного груженым прицепом, должна удерживать весь состав на спуске или на подъеме с уклоном в 12% с приложением усилия к органу управления не превышающего установленного значения;
- если управление стояночной тормозной системой является ручным, то прилагаемое к нему усилие не должно превышать 40 даН;
- если управление стояночной тормозной системой является ножным, то прилагаемое к нему усилие не должно превышать 50 даН;
- стояночная тормозная система автомобиля с полной массой должна обеспечивать среднее значение предельного замедления во время торможения и замедления в момент остановки автомобиля в результате приведения в действие органа управления стояночным тормозом не менее $1,5 \text{ м/с}^2$ при торможении с начальной скорости 30 км/ч (в процессе торможения двигатель должен быть отсоединен), при этом усилие, прилагаемое к органу управления, не должно превышать предписанных значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчетно-пояснительная записка к бакалаврской работе на тему «Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы» состоит из следующих разделов:

Состояние вопроса, в котором было дано определение тормозной системы, рассмотрены назначение, типы тормозных систем, предъявляемые к ней требования, проанализирован уровень развития стояночных тормозных систем, выявлены недостатки существующей конструкции рычага ручного привода тормоза автомобиля LADA-2191 и предложена модернизированная конструкция рычага.

Конструкторская часть, в котором был выполнен тягово-динамический расчет автомобиля, а также определены тормозные свойства автомобиля LADA-2191.

Технологическая часть, в котором был определен тип производства, проведен анализ изменений в конструкции объекта модернизации, разработан технологический процесс сборки рычага ручного привода стояночной тормозной системы, рассчитаны параметры технологического процесса сборки.

Анализ экономической эффективности объекта, в котором был проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей модернизированного и серийного вариантов конструкции рычага ручного привода стояночной тормозной системы, определен экономический и общественный эффект от предложенных в проекте технических решений.

Безопасность и экологичность объекта, в котором было дано описание рабочего участка сборки рычага привода СТС, применяемого при сборке оборудования, проанализированы опасные и вредные производственные факторы, возникающие при сборке объекта, разработаны мероприятия по уменьшению воздействия выявленных факторов, подкрепленные расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1984г.
2. «Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Мн.: «Вышэйшая школа», 1987г.
3. Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А.: «Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя»; М.: ИЦ «Академия», 2003г.
4. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г.
5. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М: МАМИ, 2000г.
6. Косенков А.А.: «Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей»; Ростов н/Д: «Феникс», 2003г.
7. Передерий В.П.: «Устройство автомобиля»; М. : ИД «ФОРУМ»: «ИНФРА-М», 2008г.
8. Богатырев А.В., Есеновский-Лашков Ю.К., Насоновский М.Л., Чернышев В.А.: «Автомобили»; М. : «КолосС», 2004г.
9. Вахламов В.К.: «Автомобили: Эксплуатационные свойства»; М. : ИЦ «Академия», 2006г.
10. Вахламов В.К.: «Автомобили: Основы конструкции»; М. : ИЦ «Академия», 2008г.
11. Вахламов В.К.: «Автомобили: Конструкция и элементы расчета»; М.: ИЦ «Академия», 2006г.
12. Боровских Ю.И., Кленников М.В., Сабинин А.А.: «Устройство автомобиля»; М. : «Высшая школа», 1983г.
13. Иванов А.М., Солнцев А.Н.; Гаевский В.В.: «Основы конструкции автомобиля»; М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005г.
14. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М : МАМИ, 2000г.
15. Вишняков Н.Н., Вахламов В.К., Нарбут А.Н., Шлиппе И.С., Островцев А.Н.: «Автомобиль. Основы конструкции»; М. : «Машиностроение», 1986г.

16. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; М. : ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г.
17. «BOSCH. Автомобильный справочник»; М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004г.
18. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г.
19. «Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Мн.: «Вышэйшая школа», 1987г.
20. Косенков А.А.: «Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей»; Ростов н/Д: «Феникс», 2003г.
21. «Тормозные системы легковых автомобилей»; сост. Деревянко В.А.; М. : «Петит», 2001г.
22. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К.: «Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета»; М. : «Машиностроение», 1989г.
23. Черемисин А.С.: «Разработка технологических процессов сборки в автостроении. Методические указания к технологической части дипломного проекта для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.
24. Горина Л.Н.: «Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. пособие.»; Тольятти: Толпи, 2000г.
25. Капрова В.Г.: «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

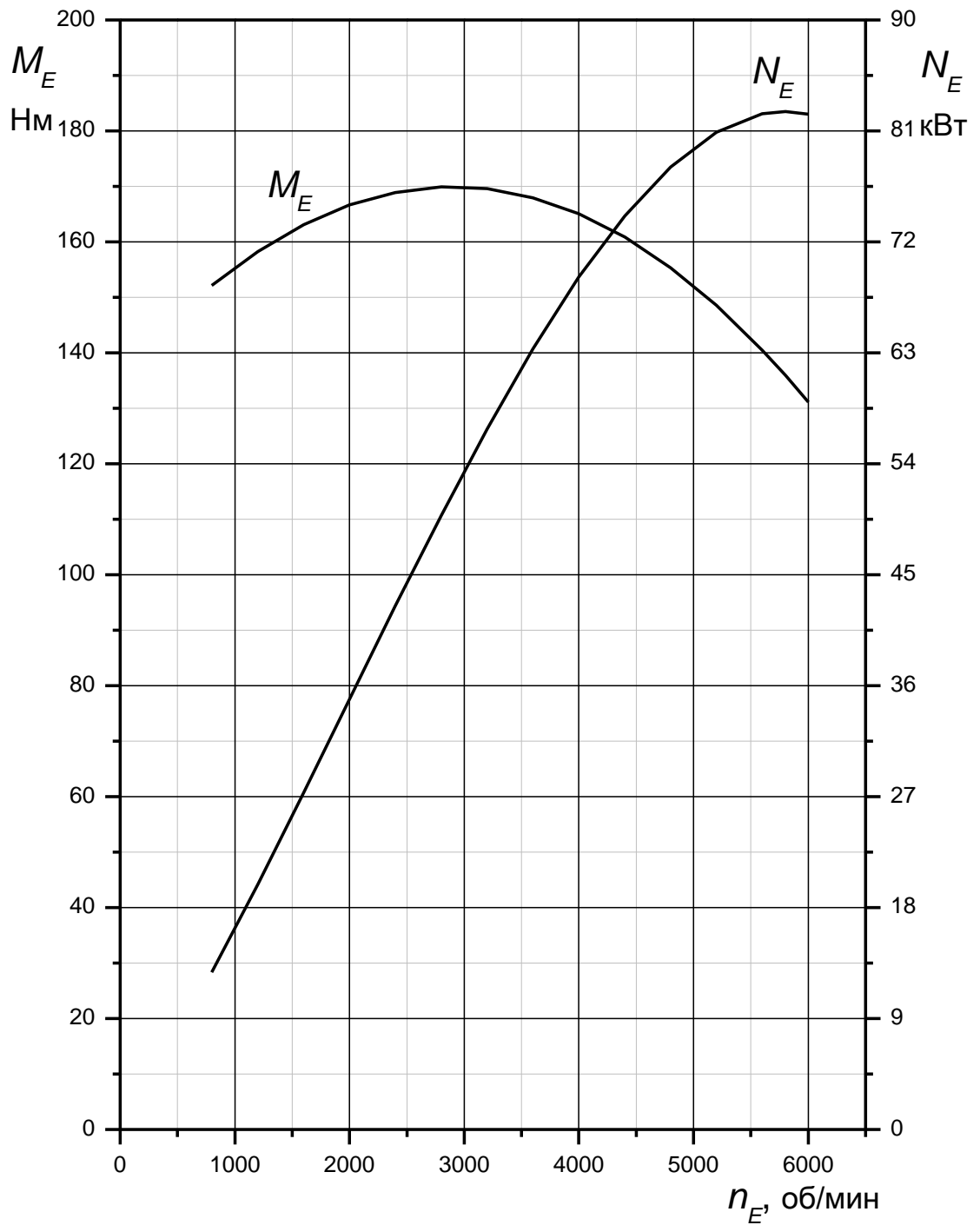


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

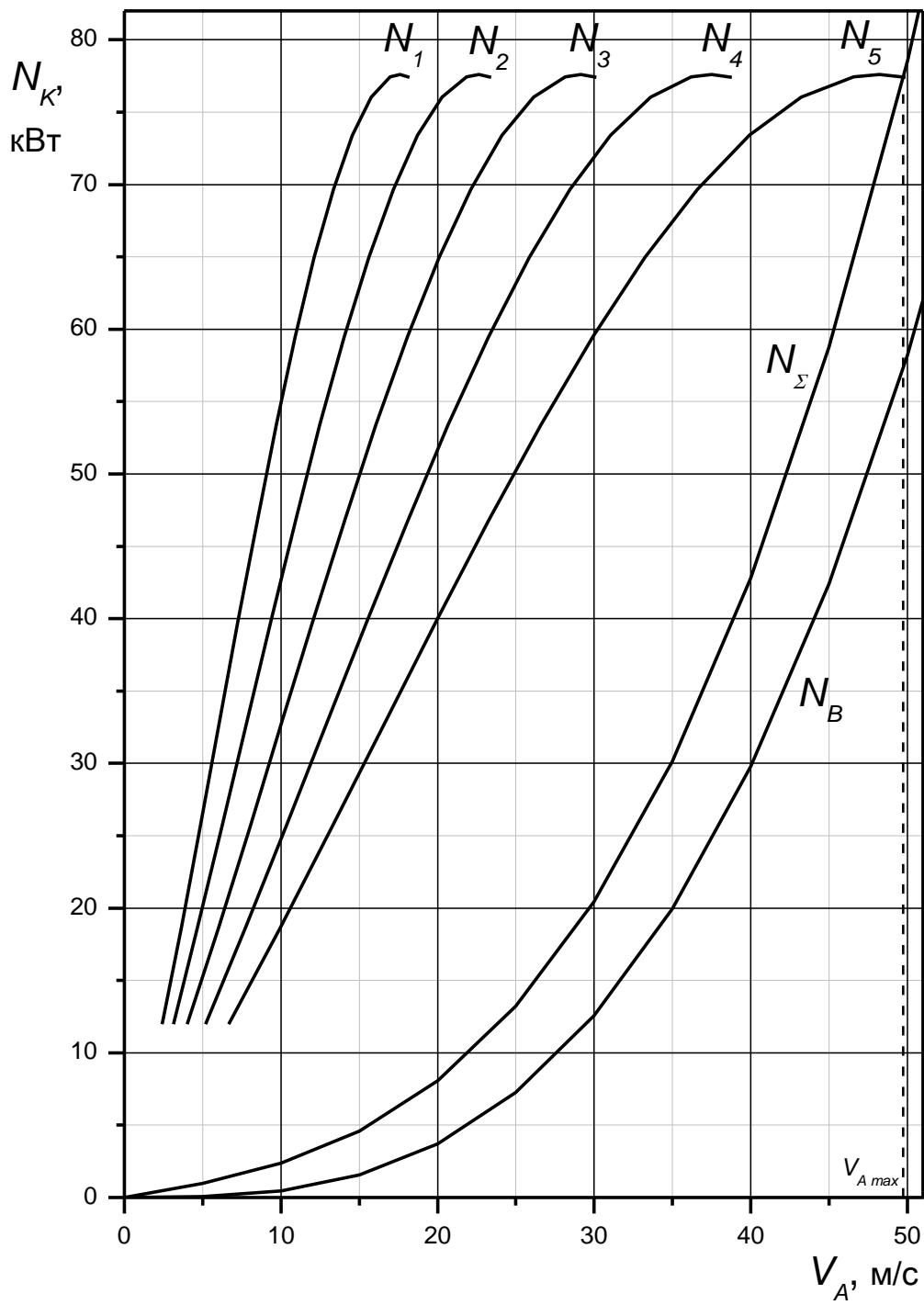


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

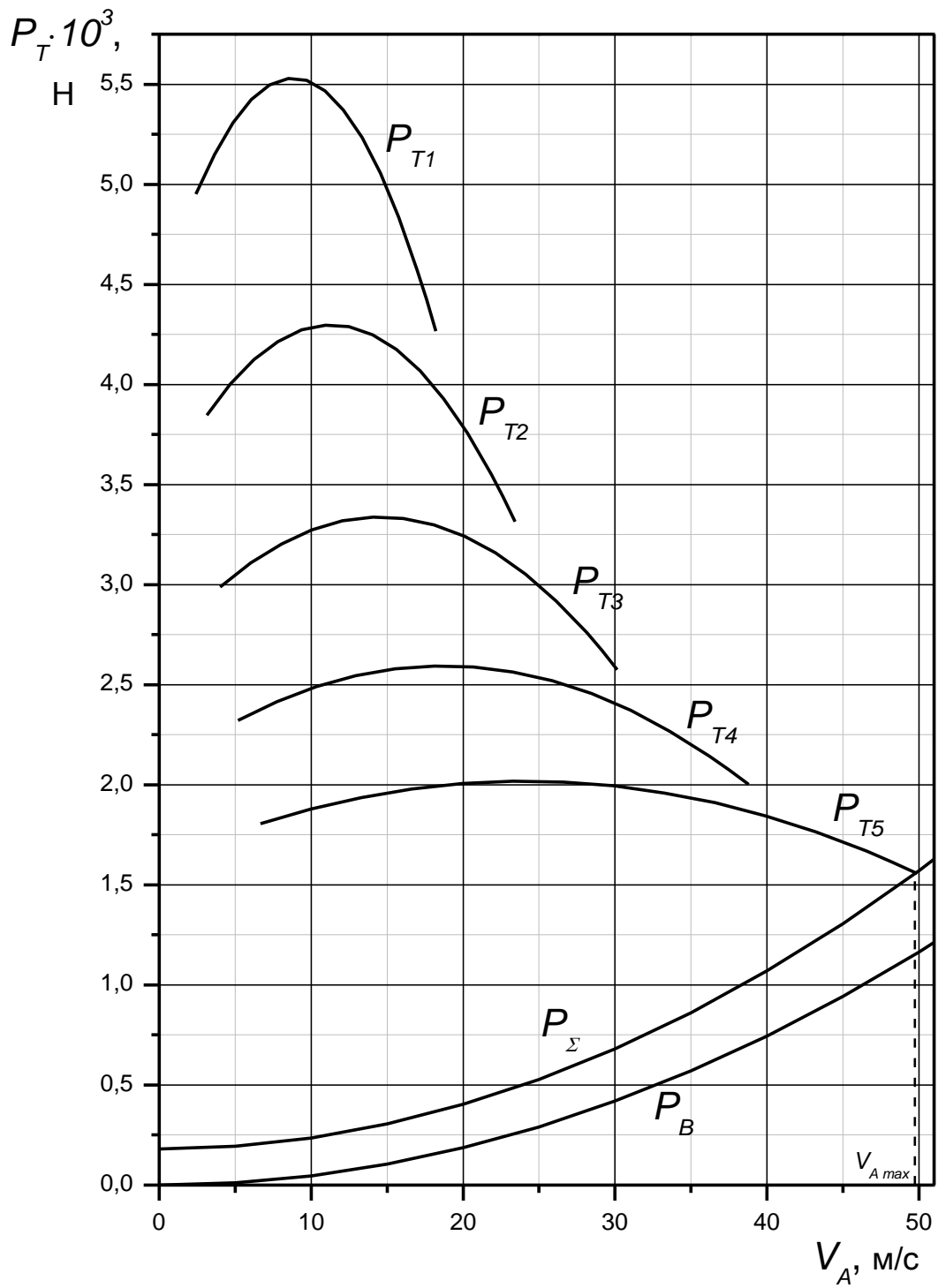


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

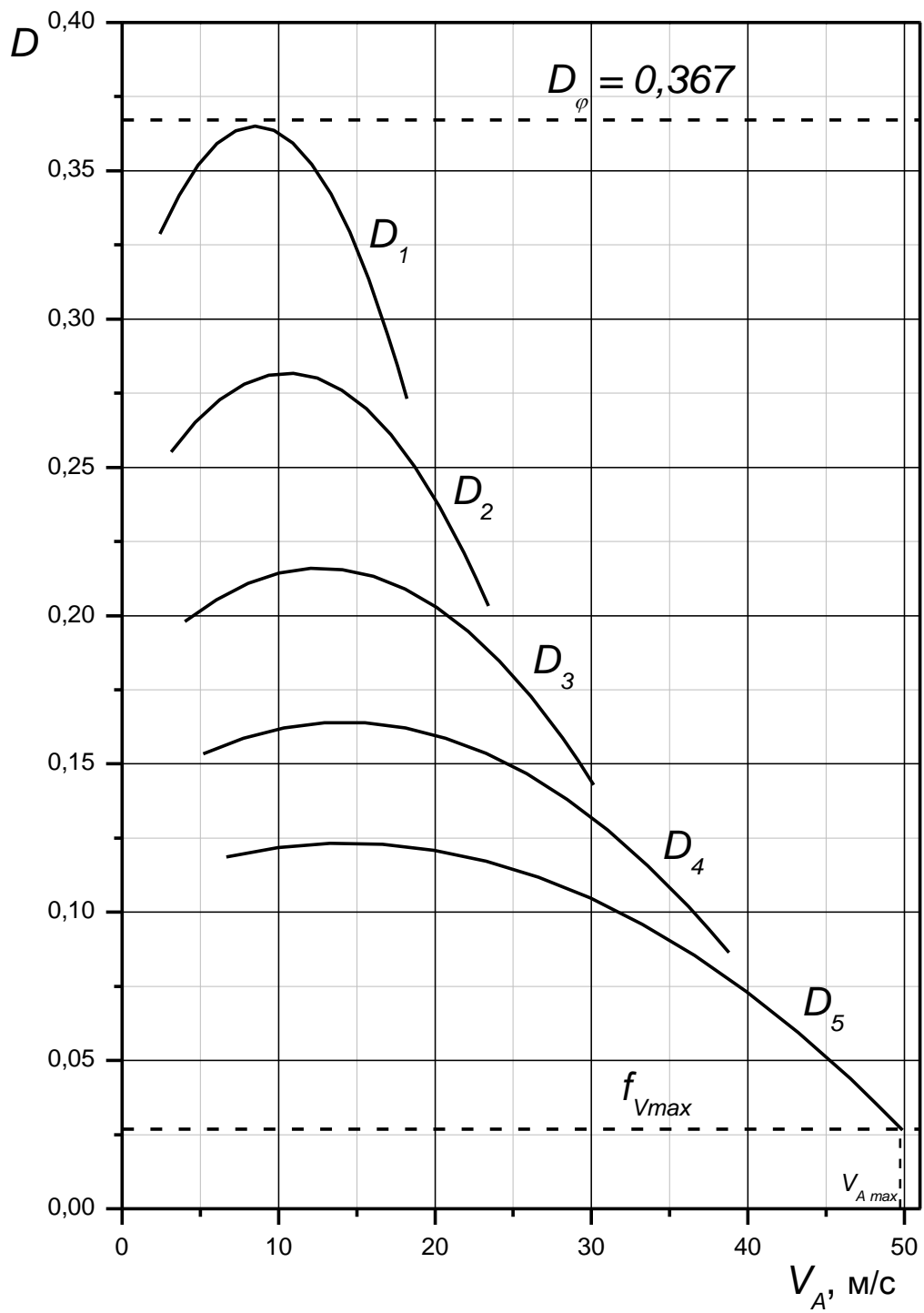


Рисунок А.4 – Динамический баланс

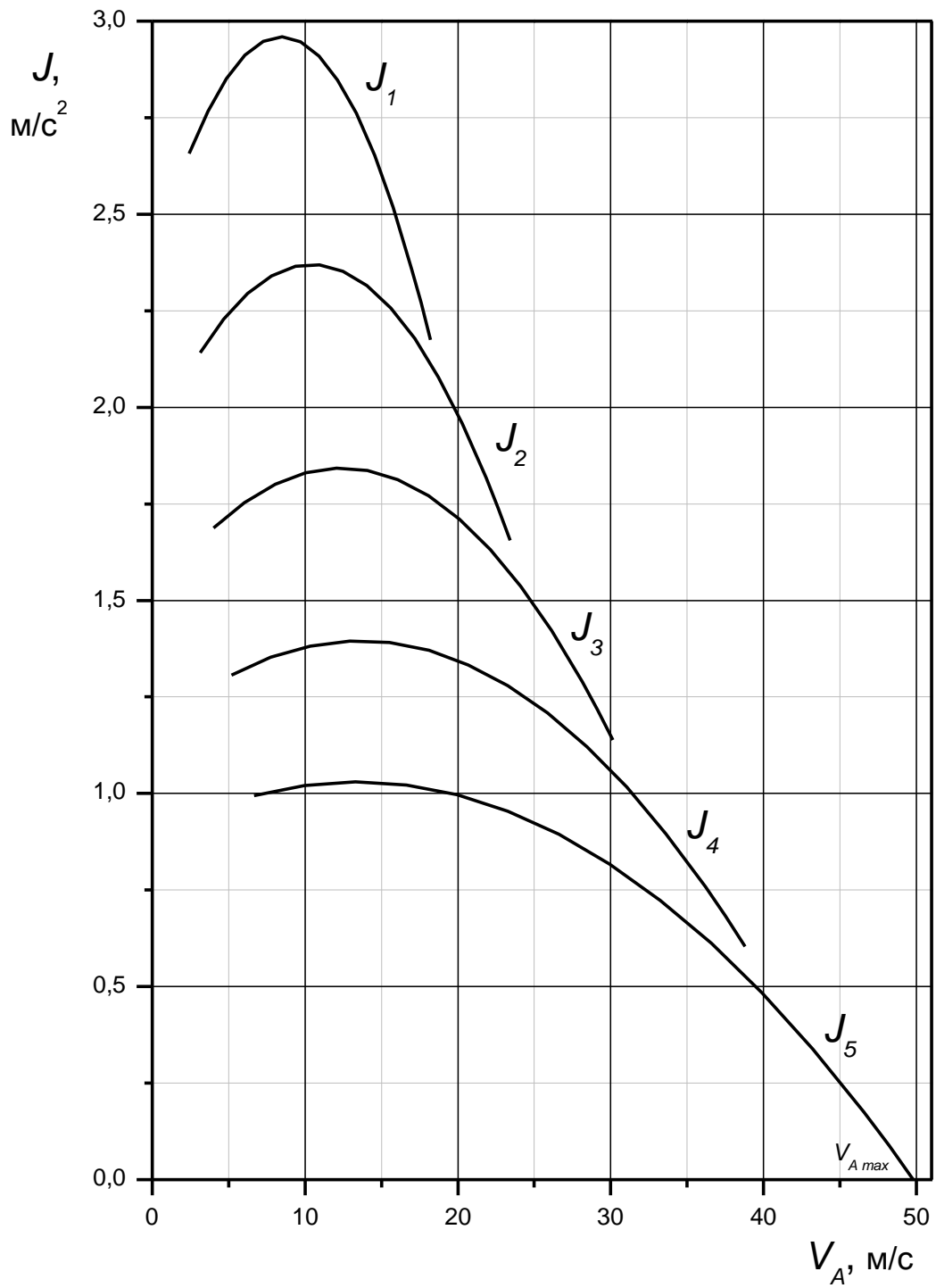


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

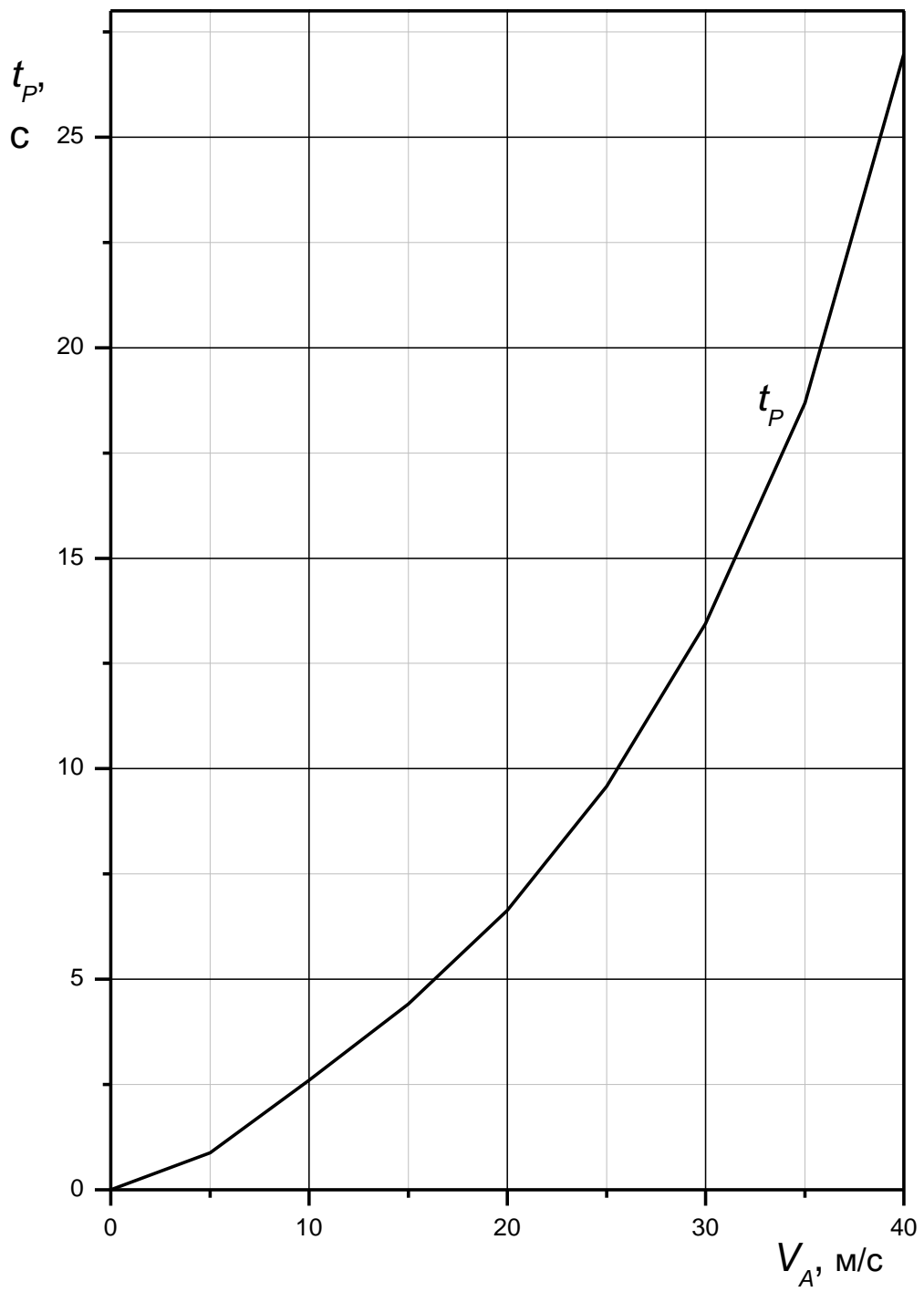


Рисунок А.6 – Время разгона

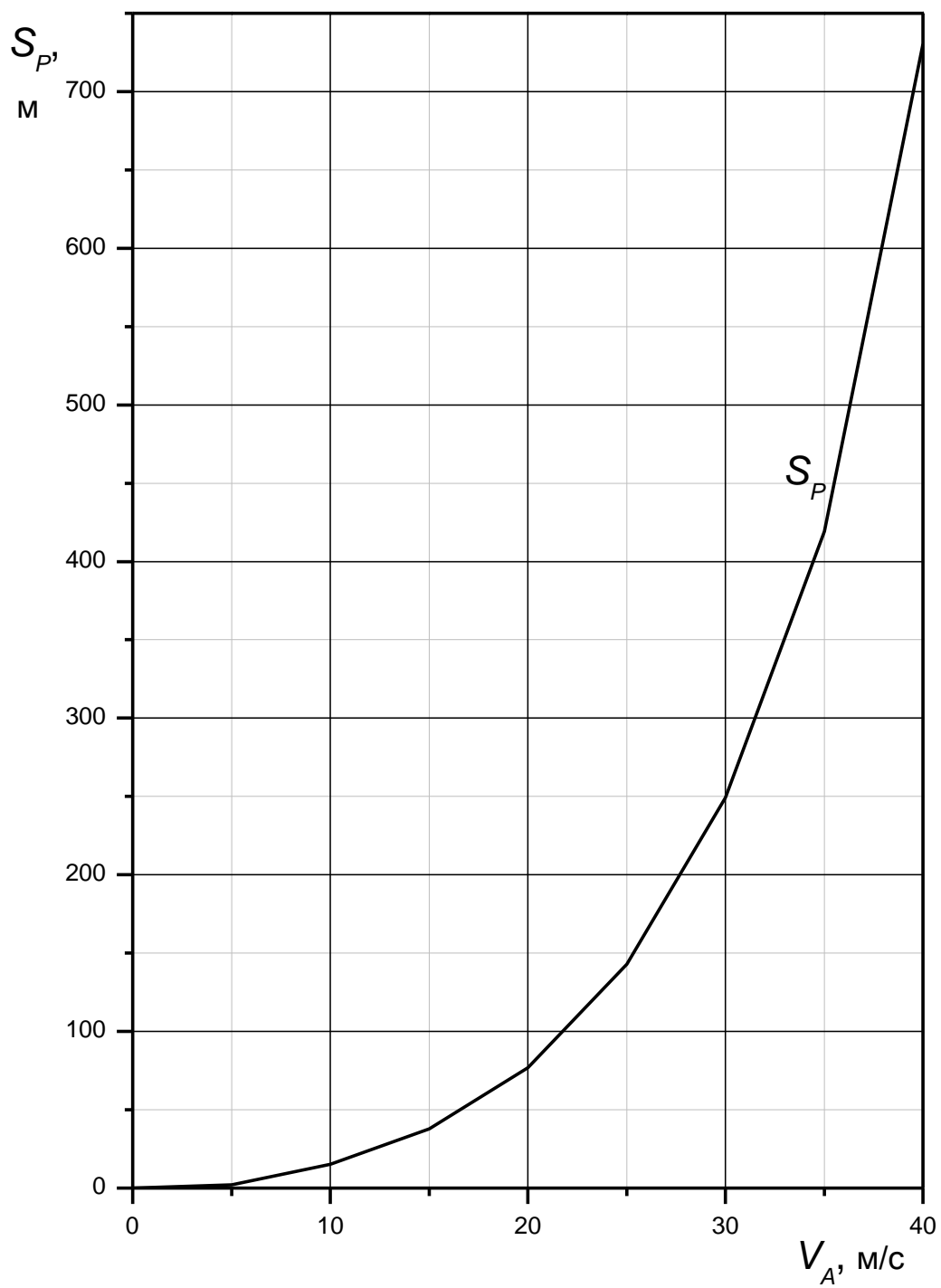


Рисунок А.7 – Путь разгона

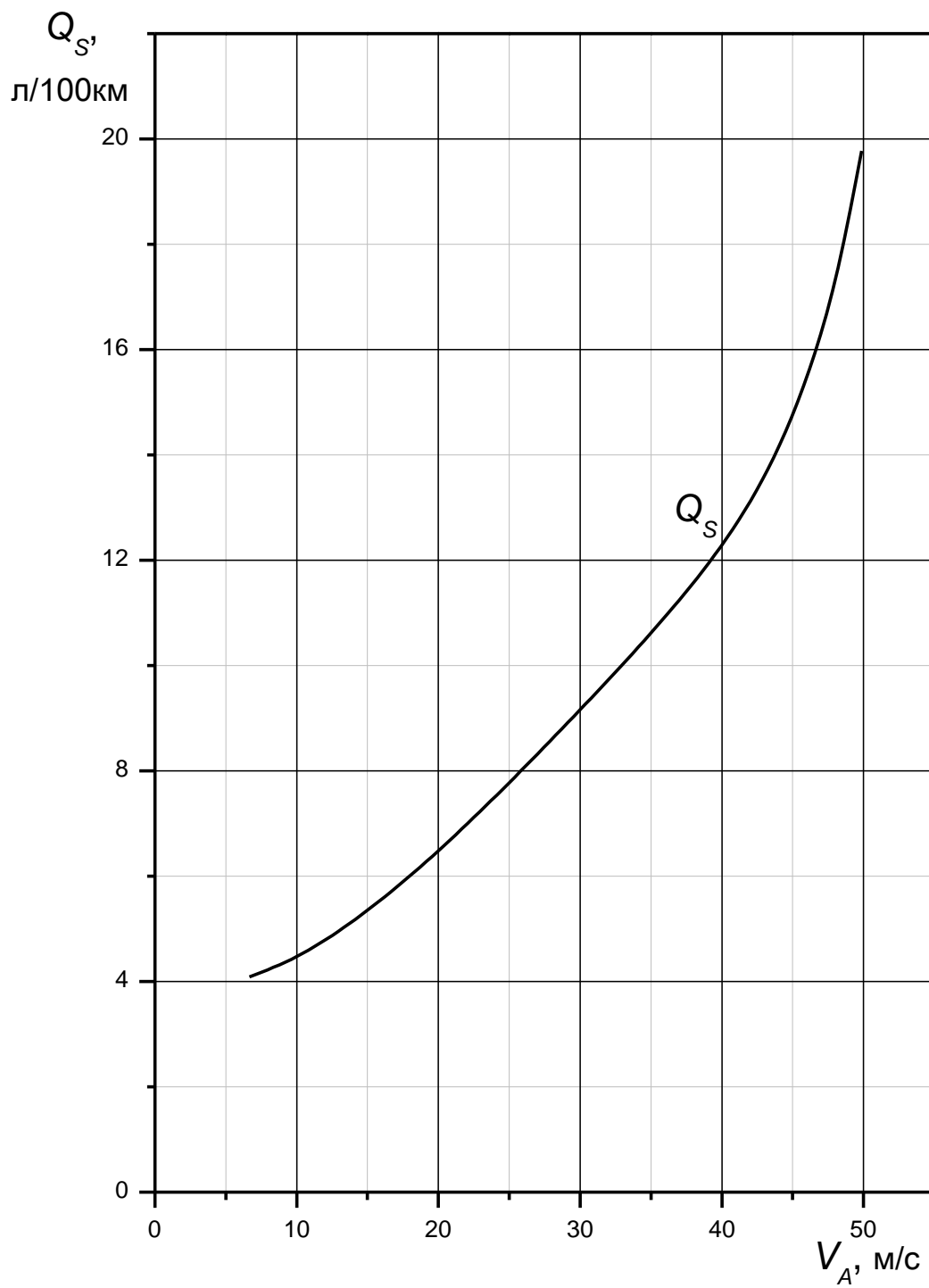


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива