



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

«02» февраля 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение дипломного проекта**

Студент Хлызов Владимир Александрович

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

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

3. Исходные данные к дипломному проекту

Снаряженная масса  $m_0 = 1080$  кг; число мест – 5; максимальная скорость

$v_{max} = 175$  км/ч;  $\omega_{max} = 6000$  об/мин;  $\omega_{min} = 800$  об/мин;  $f_0 = 0,011$ ;  $\eta_{TP} = 0,95$ ;  $C_x = 0,418$ .

Цель проекта: Модернизация механизма автоматической регулировки зазоров между колодками и тормозным барабаном в заднем тормозном механизме автомобиля LADA 2192 Kalina 2.

4. Содержание дипломного проекта (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 технологического процесса сборки заднего тормоза.*

---

---

#### **5. Анализ экономической эффективности объекта**

*Определение показателей экономической эффективности от внедрения модернизированной конструкции заднего тормоза.*

---

---

#### **6. Безопасность и экологичность объекта**

*Определение опасных и вредных производственных факторов и разработка мероприятий по обеспечению безопасных условий труда на участке сборки заднего тормоза.*

---

---

#### **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 .....  
Детализовка ..... 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 «02» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
Л.А. Черепанов

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
В.А. Хлызов

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)

«02» февраля 2016г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
выполнения дипломного проекта

Студента Хлызова Владимира Александровича

по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. 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 дипломного проекта

(подпись)

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

В.А. Хлызов

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект «Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы» состоит из пояснительной записки (объемом 126 страниц) и графической части (объемом 10 листов формата А1).

Пояснительная записка к дипломному проекту состоит из следующих разделов: состояние вопроса, патентные исследования, конструкторская часть, технологическая часть, безопасность и экологичность проекта, экономическая часть.

Целью представленного дипломного проекта является модернизация механизма автоматической регулировки зазоров между колодками и тормозным барабаном в заднем тормозном механизме автомобиля LADA-2192. Предлагаемые изменения конструкции позволяют поддерживать оптимальные зазоры между тормозным барабаном и колодками по мере износа фрикционных накладок, при этом ход тормозной педали и ход рычага ручного тормоза в процессе эксплуатации автомобиля не увеличивается, что положительно сказывается на эргономических характеристиках тормозной системы, и, в общем, позволяет повысить активную безопасность автомобиля.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	10
1. Состояние вопроса.....	12
1.1 Назначение тормозной системы автомобиля.....	12
1.2 Требования, предъявляемые к тормозной системе автомобиля.....	12
1.3 Виды тормозных систем.....	12
1.4 Обзор конструкций механизмов регулировки зазоров между тормозными колодками и барабаном.....	13
1.5 Анализ конструкции заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2192 и его недостатков.....	22
1.6 Модернизированный тормозной механизм автомобиля LADA-2192.....	24
2 Патентные исследования.....	27
2.1 Обоснование необходимости проведения исследования.....	27
2.2 Описание объекта.....	28
2.3 Формирование программы исследований.....	30
2.3.1 Формулировка целей исследования.....	30
2.3.2 Определение стран проверки.....	30
2.3.3 Определение категории объекта.....	31
2.3.4 Выявление технических решений (ТР), использованных в объекте.....	31
2.3.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию (ИТР).....	31
2.3.6 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР.....	32
2.3.7 Установление глубины поиска.....	33
2.3.8 Определение источников информации.....	34
2.4 Патентный поиск.....	34
2.4.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к ИТР.....	34
2.4.2 Анализ сущности технических решений.....	35
2.4.3 Определение показателей положительного эффекта.....	35
2.4.4 Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков ИТР и аналогов.....	35

2.4.5	Описание усовершенствованного объекта.....	44
2.4.6	Выявление и анализ существенных признаков ИТР и аналогов.....	45
2.5	Выводы и рекомендации.....	47
2.5.1	Вывод по результатам экспертизы на патентную чистоту.....	47
2.5.2	Рекомендации по использованию объекта.....	47
3	Конструкторская часть.....	48
3.1	Тягово-динамический расчет автомобиля.....	48
3.1.1	Исходные данные.....	48
3.1.2	Подготовка исходных данных для тягового расчета.....	48
3.1.2.1	Расчет полного веса автомобиля и его распределение по осям...	48
3.1.2.2	Подбор шин.....	49
3.1.3	Расчет передаточного числа главной передачи.....	49
3.1.4	Расчет внешней скоростной характеристики двигателя.....	50
3.1.5	Расчет передаточных чисел коробки передач.....	51
3.1.6	Расчет скорости автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя.....	52
3.1.7	Расчет тяговой характеристики автомобиля.....	53
3.1.8	Расчет сил сопротивления движению.....	54
3.1.9	Расчет динамического фактора автомобиля.....	55
3.1.10	Расчет мощностного баланса автомобиля.....	56
3.1.11	Расчет ускорений автомобиля при разгоне.....	58
3.1.12	Расчет времени и пути разгона.....	59
3.1.13	Расчет топливно-экономической характеристики автомобиля.....	61
3.2	Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2192.....	63
3.2.1	Исходные данные для расчета.....	63
3.2.2	Расчет переднего тормозного механизма.....	64
3.2.3	Расчет заднего тормозного механизма.....	65
3.2.4	Расчет нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении.....	67
3.2.5	Расчет оптимального (идеального) соотношения между давлениями	

в передних и задних тормозах при полном использовании сцепления колеса с дорогой.....	68
3.2.6 Расчет вакуумного усилителя.....	69
2.2.7 Расчет тормозных сил, действующих на переднюю и заднюю оси при торможении.....	71
3.2.8 Расчет кривых реализуемого сцепления для передней и задней осей.....	74
3.2.9 Расчет стояночного тормоза.....	76
4 Технологическая часть.....	78
4.1 Анализ технологичности конструкции изделия.....	78
4.2 Разработка технологической схемы сборки.....	79
4.3 Техническое нормирование слесарно-сборочных работ.....	85
4.4 Определение типа производства и формы организации технологического процесса сборки.....	85
4.5 Составление маршрутной технологии и содержания сборочных операций.....	86
5 Анализ экономической эффективности объекта.....	96
Введение.....	96
5.1 Расчет себестоимости проектируемого заднего тормоза.....	97
5.2 Расчет точки безубыточности проекта.....	10
5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	2
5.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы.....	10
6 Безопасность и экологичность объекта.....	5
6.1 Влияние изменений, внесенных в конструкцию заднего тормоза, на безопасность автомобиля.....	11
6.2 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции при сборке заднего тормозного механизма.....	4
6.3 Опасные и вредные производственные факторы на участке сборки заднего тормозного механизма.....	11
6.4 Воздействие производственного фактора на организм работающих.....	4



6.5 Мероприятия по созданию безопасных условий труда на производ-	11
ственном участ-	
ке.....	5
6.6 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, ра-	
бочем месте.....	11
6.7 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке,	6
рабочем месте.....	12
6.8 Экологическая экспертиза проекта.....	0
6.9 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	
6.10 Выводы.....	12
Заключение.....	1
Список использованных источников.....	
Приложение А.....	12
	2
	12
	3
	12
	3
	12
	3
	12
	4
	12
	5
	12
	6
	12
	7



## ВВЕДЕНИЕ

Первые водители имели достаточно других неисправностей при движении, чтобы сильно волноваться относительно остановки. Поскольку энергоемкость автомобиля возросла, проблема быстрой остановки стала главной и с тех пор ею остается. Увеличивающаяся энергоемкость автомобилей и повышение числа экстренных торможений на дорогах из-за увеличения числа автомобилей привело к прогрессу не только в конструкциях тормозных систем, но и в материалах – особенно фрикционных материалах, – используемых в тормозных механизмах. При этом не стоит забывать, что, в конечном счете, эффективность работы тормозов зависит от сцепления шин с дорогой, которое может быть очень хорошим на сухой поверхности, но недостаточным на влажных или обледенелых поверхностях. Это – то, почему развитие антиблокировочных тормозных систем было настолько важно. ABS не дает максимальной эффективности на сухой дороге, но позволяет любому водителю максимально использовать то сцепление, какое имеется.

Существенно, что торможение приводит к преобразованию части или всей энергии движения (кинетической энергии) транспортного средства и превращению этой энергии в другую форму. В обычных тормозах эта другая форма – всегда высокая температура, полученная трением тормозных накладок (выгнутых или плоских) по металлу (барабану или диску). Автомобили будущего, использующие электрическую тягу, при торможении получают восстановленную электрическую энергию и отдают ее назад батареям, этот процесс известен как рекуперативное торможение. Но реальный объем преобразованной энергии меньше максимального, требуемого для полной остановки автомобиля с максимальной эффективностью, поэтому даже эти продвинутые автомобили все еще будут нуждаться в эффективных фрикционных тормозах. Один наглядный пример количества преобразованной энергии был дан инженером компании Aston Martin, который вычислил, что энергия, рассеянная при быстрой остановке автомобиля DB7 со скорости 160 км/ч до полной остановки, может обогревать квартиру пенсионера в течение двух недель зимой.

Первые инженеры шасси имели несколько странных идей относительно торможения, поскольку они проектировали подвески и рулевые управления. Популярным устройством в первые дни автомобилестроения был трансмиссионный тормоз. Фактически это устройство имеет одно преимущество – сокращение неподдресоренных масс, что вряд ли было оценено в то время, но оно имеет большой недостаток – вовлечение большей части трансмиссии для передачи тормозного момента между тормозным механизмом и точкой контакта шины с дорогой. Фактически все первые инженеры пробовали избежать осложнений при монтаже тормозного механизма в колесе с заданным зазором для вращения колеса (поддерживать минимальный зазор стало намного легче с изобретением гидравлических тормозов, но они появились позже). Даже когда колесные тормозные механизмы были внедрены в массовое производство, большинство автомобилей к середине 20-х годов имели тормоза только на задних колесах, которые не обеспечивали устойчивости в случаях использования тормозов при движении на повороте или если тормоза были аварийно заблокированы: если блокирование передних тормозных механизмов приводит к неуправляемому скольжению автомобиля (потере управляемости), то при блокировании задних колес, вы можете попытаться сохранить контроль за управлением автомобилем.

В конечном счете, современная тормозная система появилась из хаоса. Тормоза были приспособлены на все четыре колеса, тросы заменили толкатели, и затем гидравлика заменила тросы, были изобретены вакуумные усилители, чтобы уменьшить усилие на педали тормоза, колодочные тормоза были заменены дисковыми, была усовершенствована АБС, и асбест был устранен из материалов трения. Тем не менее, все еще имеется большое число возможностей для улучшения тормозных систем.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение тормозной системы автомобиля

Тормозной системой автомобиля называется совокупность устройств, предназначенных для осуществления торможения. В свою очередь, совокупность тормозных систем целесообразно назвать тормозным управлением.

Тормозная система автомобиля предназначена для снижения скорости движения и полной остановки (экстренной) автомобиля, а также для удержания на месте неподвижно стоящего автомобиля.

## 1.2 Требования, предъявляемые к тормозной системе автомобиля

Тормозная система автомобиля должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Высокая эффективность.
2. Обеспечение устойчивости автомобиля при торможении.
3. Высокая стабильность тормозных моментов.
4. Пропорциональности между управляющим усилием водителя и тормозным эффектом на всех режимах торможения и растормаживания.
5. Удобство и легкость управления.
6. Повышенная надежность.

## 1.3 Виды тормозных систем

Рабочая тормозная система используется во всех режимах движения автомобиля, для снижения его скорости и до полной остановки. Она приводится в действие усилием ноги водителя, прикладываемым к педали ножного тормоза. Эффективность действия рабочей тормозной системы самая большая по сравнению с другими типами тормозных систем.

Запасная тормозная система предназначена для остановки автомобиля в случае отказа рабочей тормозной системы. Она оказывает меньшее тормозящее действие на автомобиль, чем рабочая система. Функции запасной системы может выполнять чаще всего исправная часть рабочей тормозной системы или полностью стояночная система.

Стояночная тормозная система служит для удерживания остановленного автомобиля на месте, чтобы исключить его самопроизвольное трогание (например, на уклоне). Управляется стояночная тормозная система рукой водителя через рычаг ручного тормоза.

Вспомогательная тормозная система используется в виде тормоза-замедлителя на автомобилях большой грузоподъемности (МАЗ, КрАЗ, КамАЗ) с целью снижения нагрузки при длительном торможении на рабочую тормозную систему, например на длинном спуске в горной или холмистой местности.

Автоматическая (прицепная) тормозная система предназначена для снижения скорости движения, остановки и удержания на месте прицепа, а также автоматической его остановки при отрыве от тягача.

#### 1.4 Обзор конструкций механизмов регулировки зазоров между тормозными колодками и барабаном

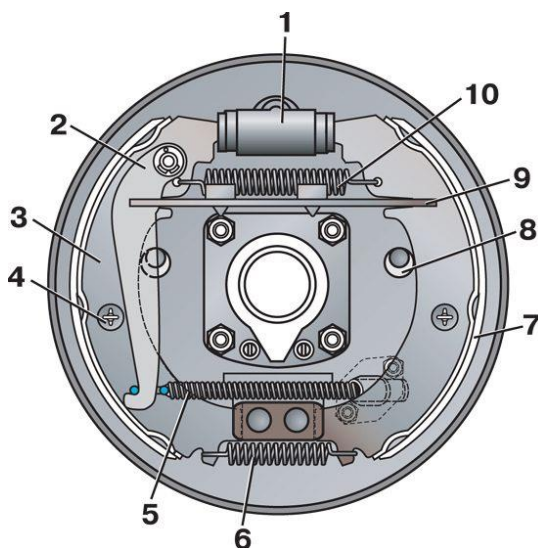
Одним из важнейших критериев удобства управления тормозной системой автомобиля является ход педали тормоза, который зависит, главным образом, от величины зазора между фрикционной накладкой тормозной колодки и тормозным барабаном.

Зазоры между фрикционной накладкой тормозной колодки и тормозным барабаном должны быть такой величины, чтобы после растормаживания не происходило касания колодок за барабан. При недостаточных зазорах будет происходить нагрев тормозов (при движении автомобиля без применения тормозов). Чрезмерные зазоры также нежелательны, поскольку приводят к большим ходам тормозной педали и рычага стояночного тормоза, что, соответственно, приводит к задержке срабатывания тормозных механизмов.

Схема тормозного механизма автомобиля ВАЗ-2101 с ручной регулировкой зазоров представлена на рисунке 1.1.

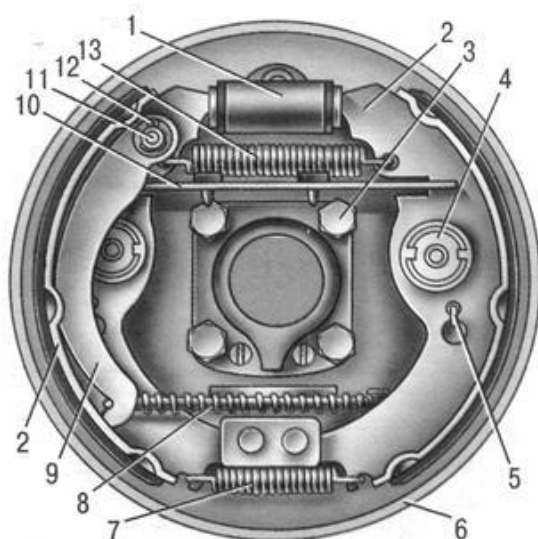
Регулировка зазора в подобном механизме осуществляется следующим образом: нажав на педаль тормоза и удерживая колодки прижатыми, повернуть гайки регулировочных эксцентриков до их соприкосновения с колодками; отпустив педаль тормоза, повернуть гайки в обратную сторону примерно на  $10^\circ$  так, чтобы зазор между колодками и зеркалом барабана был 0,10...0,15 мм;

нажать на педаль тормоза резко 3...4 раза и проверить зазор. Тормозной барабан должен вращаться совершенно свободно.



1 – колесный цилиндр; 2 – рычаг ручного привода колодок; 3 – колодка тормоза;  
 4 – чашка и опорная стойка колодок; 5 – трос привода стояночного тормоза с оболочкой;  
 6 – нижняя стяжная пружина; 7 – фрикционная накладка; 8 – эксцентрик регулировки зазора  
 между колодкой и барабаном; 9 – распорная планка; 10 – верхняя стяжная пружина

Рисунок 1.1 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля ВАЗ-2101

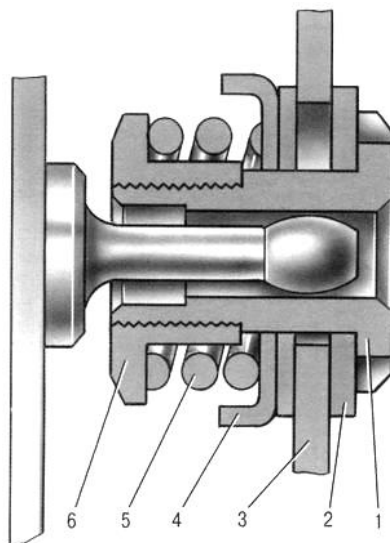


1 – колесный цилиндр; 2 – колодки тормоза; 3 – гайка крепления щита к балке заднего моста;  
 4 – устройство для автоматической регулировки зазора между колодками и барабаном;  
 5 – направляющая пружина; 6 – щит тормоза; 7 – нижняя стяжная пружина;  
 8 – трос привода стояночного тормоза; 9 – рычаг привода стояночного тормоза;  
 10 – распорная планка; 11 – палец рычага привода стояночного тормоза;  
 12 – шплинт; 13 – верхняя стяжная пружина

Рисунок 1.2 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля ВАЗ-2106

В заднем тормозном механизме автомобиля ВАЗ-2106, представленном на рисунке 1.2, применялся автоматический регулятор зазоров, устройство которого представлено на рисунке 1.3.

Механизм состоит из двух втулок 1 и 6, которые свинчены друг с другом. На втулке 1 установлены две фрикционные шайбы 2, между которыми пружиной 5 зажато с определенным усилием ребро колодки 3 тормоза. Тормозная колодка в сборе с автоматическим устройством установлена с гарантированным зазором на ось, приваренную к щиту тормоза.



1 – втулка оси; 2 – фрикционная шайба; 3 – колодка; 4 – опорная чашка пружины;  
5 – пружина; 6 – втулка пружины

Рисунок 1.3 – Механизм автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном автомобиля ВАЗ-2106

При торможении и растормаживании тормозные колодки перемещаются на величину зазора между втулкой 1 и осью. При износе накладок, под действием увеличивающегося давления в системе, тормозные колодки перемещаются относительно шайб 2 на величину износа и занимают новое положение, восстанавливая оптимальный зазор.

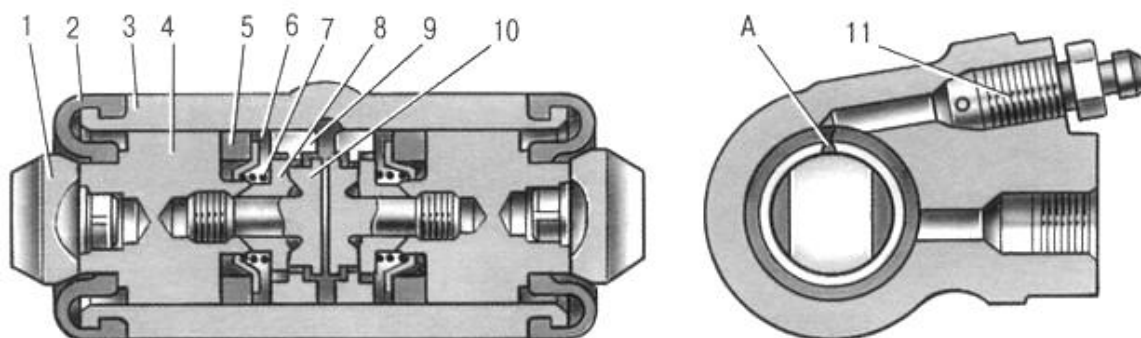
В дальнейшем это автоматическое устройство было заменено другим, расположенным в колесных цилиндрах заднего тормоза, используемому на машинах марки LADA и по сей день (см. рисунок 1.4).

Основным элементом данного устройства является разрезное упорное кольцо 9, установленное на поршне 4 между буртиком упорного винта 10 и



двумя сухарями 8 с зазором 1,25...1,65 мм. Упорные кольца установлены в тормозном цилиндре с натягом, обеспечивающим усилие сдвига колец по зеркалу цилиндра не менее 343 Н (35 кгс), что превышает усилие от стяжных пружин тормозных колодок.

При оптимальном зазоре между колодками и барабаном при торможении колодки раздвигаются до выбора зазора 1,25...1,65 мм между буртиком винта и буртиком упорного кольца. Указанный зазор обеспечивает ход тормозных колодок для создания максимального тормозного момента.



- 1 – упор колодки; 2 – защитный чехол; 3 – корпус цилиндра; 4 – поршень;  
 5 – уплотнительное кольцо; 6 – опорная чашка; 7 – пружина; 8 – сухари;  
 9 – упорное кольцо; 10 – упорный винт; 11 – штуцер; А – прорезь на упорном кольце

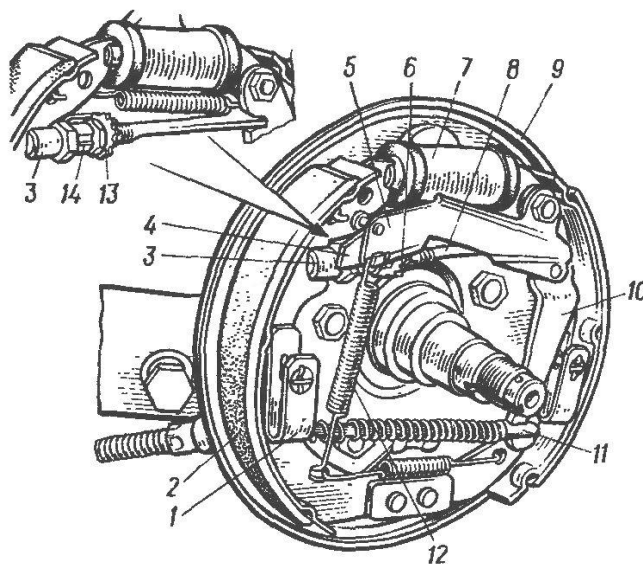
Рисунок 1.4 – Колесный цилиндр автомобиля ВАЗ-2106 с устройством автоматической регулировки зазора

При износе тормозных накладок зазор 1,25...1,65 мм устраняется полностью, буртик на упорном винте 10 прижимается к буртику кольца 9, вследствие чего упорное кольцо сдвигается вслед за поршнем на величину износа. С прекращением торможения усилием стяжных пружин поршни сдвигаются до упора сухарей в буртики упорных колец. Так поддерживается оптимальный зазор в тормозном механизме.

На автомобиле ВАЗ-1111 «Ока» в задних тормозах регулировка зазора производится путем изменения длины разжимной планки, причем непосредственно на автомобиле ВАЗ-1111, применяется принцип ручной регулировки зазоров, а на модификации ВАЗ-11113 – автоматической. Оба варианта представлены на рисунке 1.5.

Рычаг 10 ручного привода колодок шарнирно соединяется болтом с ребром задней колодки. Между рычагом 10 и ребром передней колодки уста-

новлена разжимная планка 8 регулируемой длины. Она состоит из самой планки, упора 3 колодки и регулировочной гайки 13 с фиксатором 14. Гайка наворачивается на резьбовой конец планки и в нее упирается упор 3 колодки, расположенный на конце планки. В прорезь упора заходит ребро передней тормозной колодки. Вращая регулировочную гайку, изменяют длину разжимной планки и таким образом регулируют зазор между колодками и барабаном.



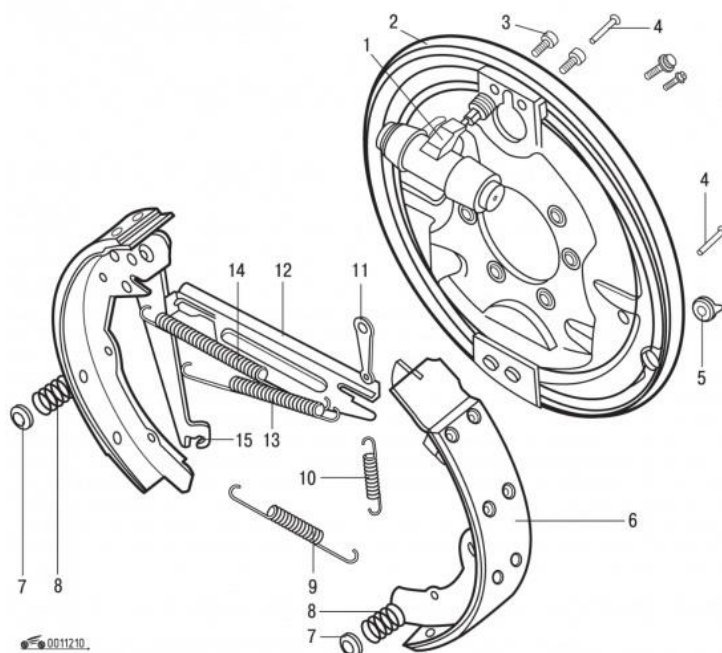
- 1 – пластинчатая пружина; 2 – тормозная колодка; 3 – упор колодки; 4 – пластина;  
 5 – регулировочный рычаг; 6 – регулировочная гайка; 7 – колесный цилиндр;  
 8 – разжимная планка колодок; 9 – щит тормоза; 10 – рычаг ручного привода колодок;  
 11 – наконечник заднего троса; 12 – пружина; 13 – регулировочная гайка  
 (для ручной регулировки); 14 – фиксатор регулировочной гайки

Рисунок 1.5 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля ВАЗ-1111 «Ока»

Задний тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазора, применяемый на автомобиле Volkswagen Passat, представлен на рисунке 1.6.

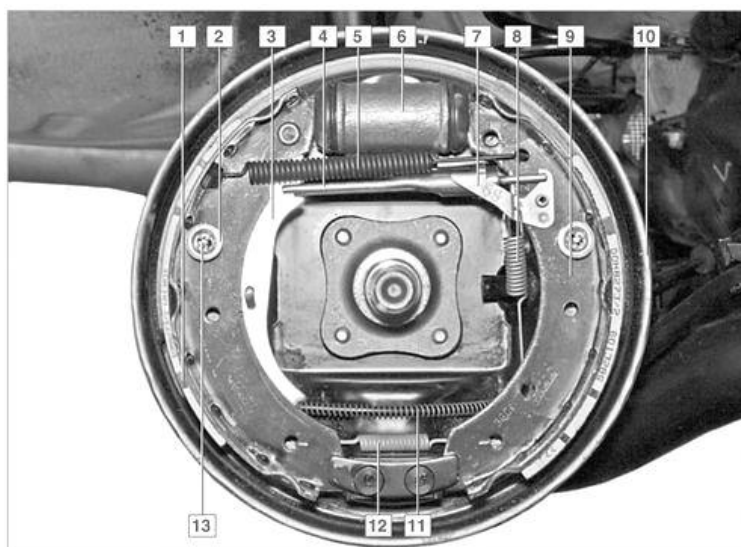
Рассматриваемое устройство работает по принципу изменения длины разжимной планки, тем самым обеспечивает постоянный зазор между тормозным барабаном и тормозными колодками. Для этого между передней колодкой и разжимной планкой размещается клин с пружиной, являющийся продолжением разжимной планки. Требуемый зазор устанавливается после однократного нажатия на педаль тормоза. Если из-за износа ход колодки увеличивается, клин под воздействием разжимной планки и пружины опускается вниз. Таким обра-

зом изменяется длина разжимной планки и автоматически поддерживается зазор тормозных колодок.



1 – рабочий тормозной цилиндр; 2 – тормозной щит; 3 – болт крепления тормозного цилиндра; 4 – удерживающий штифт; 5 – пробка смотрового отверстия; 6 – тормозная колодка; 7 – чашка; 8 – нажимная пружина; 9 – нижняя возвратная пружина; 10 – натяжная пружина клина; 11 – клин; 12 – разжимная планка; 13 – верхняя возвратная пружина; 14 – прижимная пружина; 15 – рычаг ручного тормоза

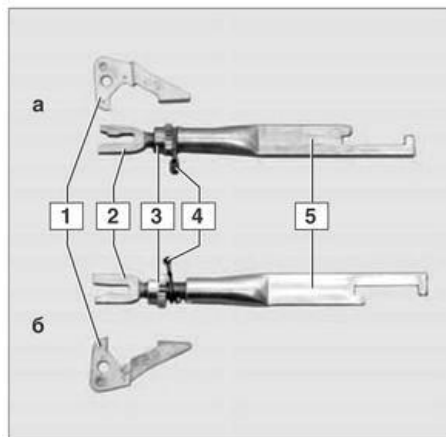
Рисунок 1.6 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля Volkswagen Passat



1 задняя тормозная колодка; 2 – чашка пружины; 3 – рычаг привода стояночного тормоза; 4 – распорная планка; 5 – верхняя стяжная пружина; 6 – колесный цилиндр; 7 – рычаг регулятора; 8 – пружина регулятора; 9 – передняя колодка; 10 – тормозной щит; 11 – трос стояночного тормоза; 12 – нижняя стяжная пружина; 13 – опорная стойка

Рисунок 1.7 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля Renault Logan

Задний тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазора, применяемый на автомобиле Renault Logan, представлен на рисунке 1.7, а само устройство – на рисунке 1.8.

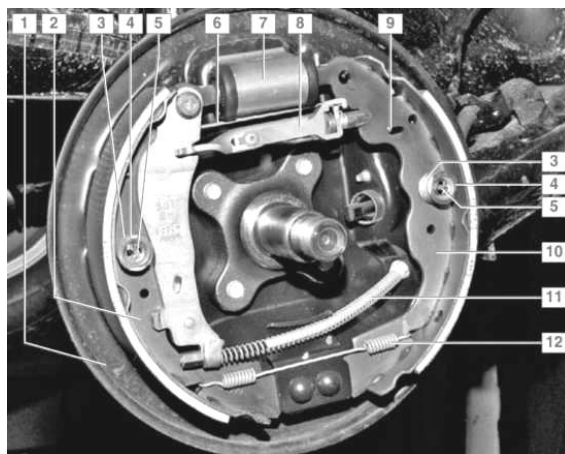


а – тормозного механизма правого колеса; б – тормозного механизма левого колеса;  
1 – рычаг регулятора; 2 – резьбовой наконечник распорной планки; 3 – храповая гайка;  
4 – термофиксатор; 5 – распорная планка

Рисунок 1.8 – Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном автомобиля Renault Logan

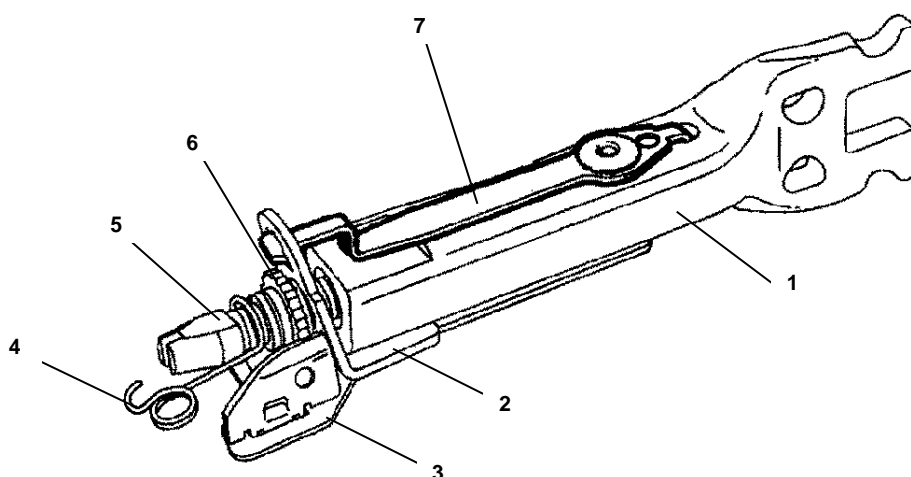
Механизм автоматической регулировки зазора состоит из составной распорной планки колодок, рычага регулятора и его пружины. Механизм автоматической регулировки начинает работать при увеличении зазора между колодками и тормозным барабаном. При нажатии педали тормоза под действием поршней колесного цилиндра колодки начинают расходиться и прижиматься к барабану, при этом выступ рычага регулятора перемещается по впадине между зубьями храповой гайки. При определенном износе колодок и нажатии педали тормоза рычагу регулятора хватает хода, чтобы повернуть храповую гайку на один зуб, тем самым увеличивая длину распорной планки и одновременно уменьшая зазор между колодками и барабаном. Так постепенное удлинение распорной планки автоматически поддерживает зазор между тормозным барабаном и колодками.

Задний тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазора, применяемый на автомобиле Renault Duster, представлен на рисунке 1.9, а само устройство – на рисунке 1.10.



- 1 – тормозной щит; 2 – задняя тормозная колодка с рычагом привода стояночного тормоза;  
 3 – прижимная пружина колодки; 4 – чашка пружины; 5 – опорная стойка;  
 6 – верхняя стяжная пружина; 7 – колесный цилиндр;  
 8 – распорная планка с регулятором зазоров; 9 – пружина регулятора; 10 – передняя колодка;  
 11 – трос стояночного тормоза; 12 – нижняя стяжная пружина

Рисунок 1.9 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля Renault Duster

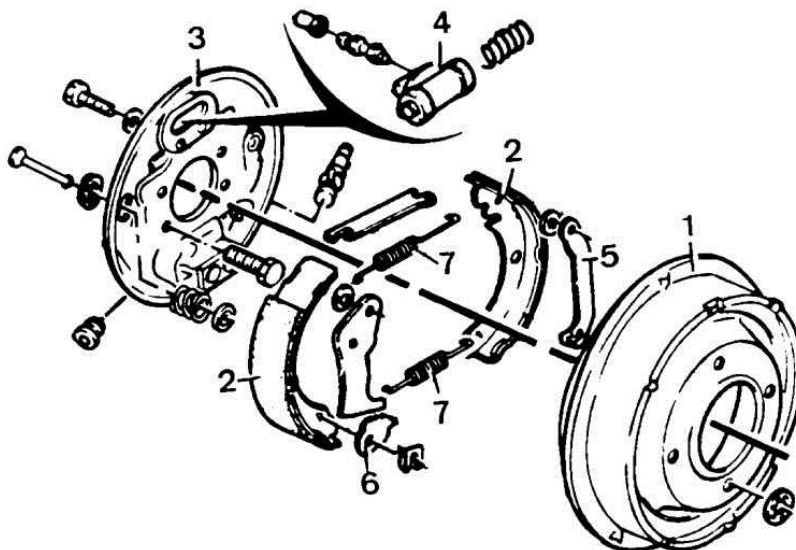


- 1 – разжимная планка; 2 – коромысло; 3 – рычаг храповой гайки;  
 4 – пружина упорного винта; 5 – упорный винт; 6 – храповая гайка; 7 – термофиксатор
- Рисунок 1.10 – Устройство автоматической регулировки зазора автомобиля Renault Duster

При надавливании на педаль тормоза под влиянием поршней колесного цилиндра колодки начинают раздвигаться и прижиматься к барабану, при этом выступ рычага храповой гайки передвигается по впадине между зубьями храповой гайки. При определенном износе колодок и надавливании педали тормоза рычагу храповой гайки хватает хода, чтобы прокрутить храповую гайку на

один зуб, тем самым увеличивая длину распорной планки и одновременно сокращая зазор между колодками и барабаном. Так постепенное удлинение распорной планки механически поддерживает зазор между тормозным барабаном и колодками.

Задний тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазора, применяемый на автомобиле Toyota Celica, представлен на рисунке 1.11.



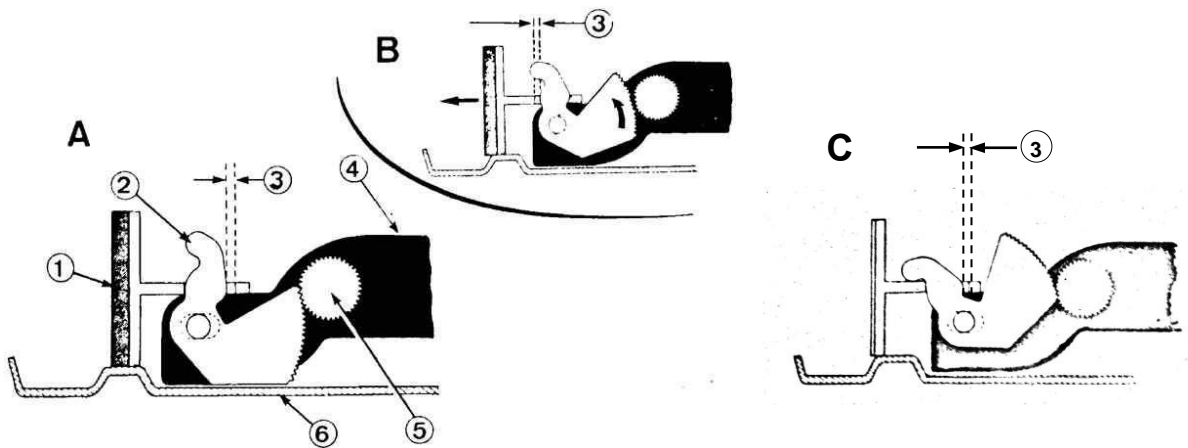
1 – тормозной барабан; 2 – тормозные колодки; 3 – тормозной щит; 4 – колесный цилиндр;  
5 – рычаг ручного тормоза; 6 – зубчатый сектор; 7 – возвратная пружина колодок

Рисунок 1.11 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля Toyota Celica

Данный механизм работает следующим образом: при износе фрикционных накладок происходит размыкание зубчатого сектора, связанного с тормозной колодкой, и подпружиненного зубчатого сектора. Затем, сектор под воздействием пружины поворачивается вокруг оси, и механизм автоматической регулировки занимает следующее устойчивое положение.

Схема функционирования механизма автоматической регулировки зазора, применяемого на автомобиле Ford Sierra, представлена на рисунке 1.12.

Данный механизм работает следующим образом: при износе фрикционных накладок происходит размыкание зубчатого сектора, связанного с тормозной колодкой, и подпружиненного зубчатого колеса. Затем, колесо под воздействием пружины поворачивается вокруг оси, и механизм автоматической регулировки занимает следующее устойчивое положение.

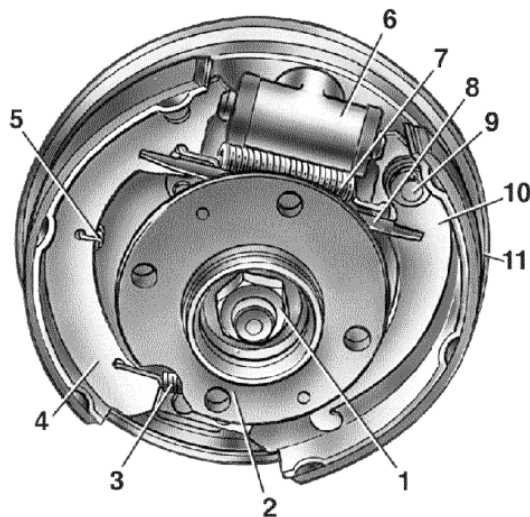


А – нормальное положение; В – положение торможения; С – следующее устойчивое положение;  
 1 – тормозная колодка; 2 – рычаг зубчатой пластины; 3 – зазор; 4 – распорная планка;  
 5 – зубчатое колесо; 6 – тормозной щит

Рисунок 1.12 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля Ford Sierra

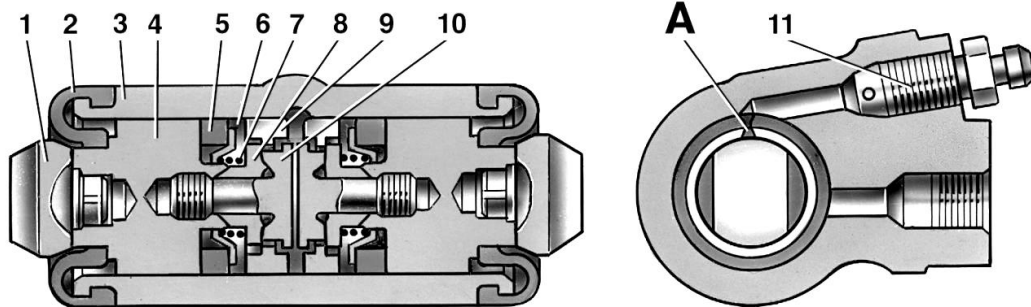
### 1.5 Анализ конструкции заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2192 и его недостатков

Тормозные механизмы задних колес автомобиля LADA-2192 (рисунок 1.13) – барабанного типа, с самоустанавливающимися колодками, с двухпоршневым колесным цилиндром и автоматической регулировкой зазора между колодками и барабаном.



1 – гайка крепления ступицы; 2 – ступица колеса; 3 – нижняя стяжная пружина;  
 4 – тормозная колодка; 5 – направляющая пружина; 6 – колесный цилиндр;  
 7 – верхняя стяжная пружина; 8 – разжимная планка;  
 9 – палец рычага привода стояночного тормоза; 10 – рычаг привода стояночного тормоза;  
 11 – щит тормозного механизма

Рисунок 1.13 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2192



1 – упор колодки; 2 – защитный колпачок; 3 – корпус цилиндра; 4 – поршень;  
 5 – уплотнитель; 6 – опорная чашка; 7 – пружина; 8 – сухари; 9 – упорное кольцо;  
 10 – упорный винт; 11 – штуцер; А – прорезь на упорном кольце

Рисунок 1.14 – Колесный цилиндр заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2192

Устройство автоматической регулировки зазора расположено в колесном цилиндре (рисунок 1.14). Основным элемент устройства – стальное разрезное упорное кольцо, установленное на поршне между буртиком упорного винта и двумя сухарями с осевым зазором 1,25...1,65 мм. Упорные кольца (по два на цилиндр) вставлены в цилиндр с натягом, обеспечивающим усилие сдвига по зеркалу цилиндра не менее 350 Н, что превышает усилие на поршне от стяжных пружин тормозных колодок.

Когда из-за износа тормозных накладок зазор 1,25...1,65 мм полностью выбирается, буртик на упорном винте прижимается к буртику разрезного упорного кольца, вследствие чего упорное кольцо сдвигается вслед за поршнем на величину износа тормозных накладок. С прекращением торможения поршни усилием стяжных пружин сдвигаются до упора сухарей в буртик упорного кольца. Таким образом, автоматически поддерживается оптимальный зазор между тормозными колодками и тормозным барабаном.

Как уже отмечалось выше, осевое перемещение каждого поршня колесного цилиндра составляет 1,25...1,65 мм (при неподвижном разрезном кольце).

Зазор между накладкой и барабаном по оси тормоза составляет порядка 0,6...0,8 мм, а ход педали тормоза для выбора всех зазоров – 20...26 мм.

При оптимально отрегулированном ручном тормозе (на 4...5 щелчков) зазор по оси тормоза будет 0,15...0,2 мм, что соответствует 0,3...0,4 мм по оси цилиндра. Ход педали для выбора этих зазоров 5...6,5 мм.



Таким образом, получается, что колодки «висят» на распорной планке ручного тормоза. Ход тормозной педали по мере износа накладок до следующей регулировки ручного тормоза будет увеличиваться на 13,5...21 мм.

При этом по мере износа накладок также увеличивается и ход рычага ручного тормоза.

Также, можно отметить, что в случае замены тормозных колодок вследствие износа фрикционных накладок вероятен затрудненный демонтаж тормозного барабана с тормозного механизма из-за износа его (барабана) рабочей поверхности и, соответственно, образования буртика по окружности барабана. Помочь в этой ситуации могло бы устройство принудительного сведения колодок, однако в рассматриваемом тормозном механизме оно отсутствует.

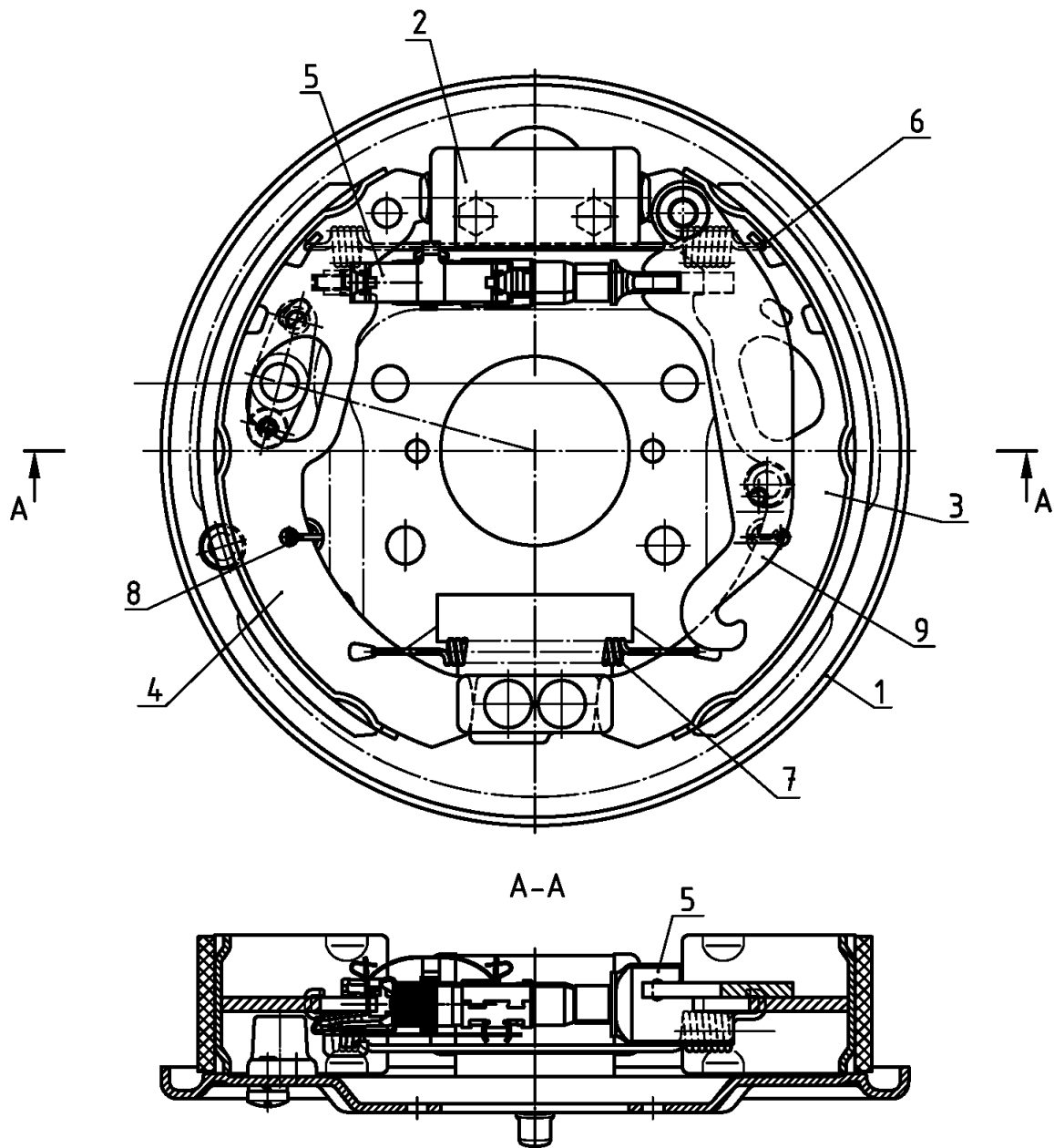
Таким образом, задний тормоз автомобиля LADA-2192 с существующим устройством автоматической регулировки зазора имеет следующие недостатки:

- по мере износа накладок происходит увеличение хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза;
- требуется ручная регулировка стояночного тормоза;
- происходит потеря тормозного усилия на перемещение разрезного упругого кольца, поэтому возможна нестабильная работа заднего тормоза совместно с АБС;
- разрезные упругие кольца трудоемки в изготовлении - вытачиваются из прутка, шлифуются, разрезаются, термообрабатываются, полируются, размагничиваются;
- процесс замены тормозных накладок может быть весьма трудоемок.

### 1.9 Модернизированный тормозной механизм автомобиля LADA-2192

С целью устранения вышеизложенных недостатков, предлагается заменить устройство автоматической регулировки зазора, встроенное в колесный цилиндр, на устройство автоматической регулировки зазора, работающее по принципу увеличения длины разжимной планки ручного тормоза.

Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2192 с предлагаемым устройством автоматической регулировки зазора представлен на рисунке 1.15, а само устройство – на рисунке 1.16.

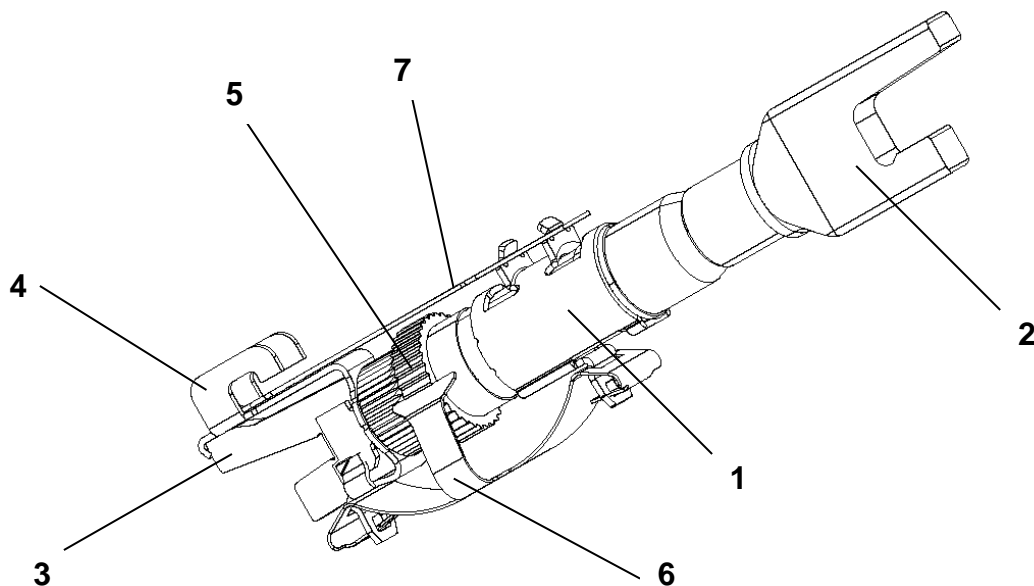


- 1 – тормозной щит; 2 – колесный цилиндр; 3, 4 – тормозные колодки;  
 5 – механизм автоматической регулировки зазора; 6 – верхняя стяжная пружина;  
 7 – нижняя стяжная пружина; 8 – пружина разжимной планки;  
 9 – рычаг привода стояночного тормоза

Рисунок 1.17 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2192 с предлагаемым устройством автоматической регулировки зазора

Как видно из рисунка 1.15, предлагаемое устройство автоматической регулировки устанавливается вместо штатной распорной планки. Колесный цилиндр со встроенным устройством автоматической регулировки зазора заменяется на колесный цилиндр более простой конструкции (наподобие цилиндра автомобиля ВАЗ-2101).

Предлагаемое устройство автоматической регулировки состоит из составной разжимной планки, элементами которой являются корпус разжимной планки, хвостовик разжимной планки, храповая гайка, пластинчатая разжимная пружина, выполненная заодно с рычагом храповой гайки и термофиксатор. Хвостовик разжимной планки имеет паз для фиксации на колодке и на нем, также установлен кронштейн с защелкой термофиксатора. В корпусе храповой гайки с одной стороны присутствует отверстие, в которое вставляется хвостовик, а с другой стороны – резьбовое отверстие, в которое вворачивается упорный винт. Пластинчатая разжимная пружина одним концом зафиксирована на хвостовике (на кронштейне), а другим концом – на корпусе разжимной планки. Термофиксатор также закреплен на корпусе разжимной планки.



1 – корпус разжимной планки; 2 – упорный винт; 3 – хвостовик разжимной планки;  
4 – кронштейн хвостовика; 5 – храповая гайка;

6 – пластинчатая пружина с рычагом храповой гайки; 7 – термофиксатор

Рисунок 1.18 – Устройство автоматической регулировки зазора

Данное устройство функционирует следующим образом: без нагрузки на педаль тормоза механизм находится в сжатом состоянии под воздействием стяжных пружин. При приложении нагрузки на педаль тормоза происходит срабатывание колесного цилиндра, и, соответственно, колодки расходятся. При этом под воздействием пластинчатой разжимной пружины составная разжимная планка раздвигается (хвостовик разжимной планки выдвигается из корпуса храповой гайки), рычаг храповой гайки, выполненный заедино с пластинчатой

пружиной, опускается вниз, проворачивая при этом храповую гайку. Корпус храповой гайки тоже, соответственно, проворачивается по резьбе относительно неподвижного упорного винта, при этом упорный винт выдвигается из корпуса храповой гайки, увеличивается величина выступания винта и общая длина разжимной планки возрастает. При отпускании тормозной педали колодки под воздействием стяжных пружин возвращаются в исходное состояние, пластинчатая пружина сжимается, рычаг храповой гайки перемещается в следующую впадину на храповой гайке, а хвостовик разжимной планки задвигается в корпус храповой гайки.

Барабан рассматриваемого тормозного механизма имеет большое расширение при нагреве (согласно проведенным на АвтоВАЗе исследованиям, нагрев барабана до 300°C увеличивает его диаметр на 1 мм), поэтому для исключения самозаклинивания тормоза после охлаждения необходимо обеспечить зазор между накладками и барабаном 0,6 мм. Это вызовет увеличенный ход тормозной педали и рычага стояночного тормоза.

Для исключения этого недостатка на распорной планке предусмотрен термофиксатор, который выключает автоматическую регулировку зазоров при нагреве колодки выше 120°C. Термофиксатор представляет собой пластину, которая при нагреве колодки до определенной температуры (выше 120°C) деформируется определенным образом, входит при этом в зацепление с защелкой термофиксатора, располагающейся на кронштейне хвостовика, и блокирует механизм таким образом, чтобы не допустить выхода хвостовика разжимной планки из корпуса храповой гайки, таким образом не происходит срабатывания пластинчатой пружины и проворота корпуса храповой гайки.

Таким образом можно сделать вывод, что достоинством этого устройства регулировки является срабатывание практически при каждом торможении и почти бесступенчатая регулировка. Соответственно, зазор между тормозным барабаном и колодками по мере износа накладок остается оптимальным, и ход тормозной педали и ход рычага ручного тормоза в процессе эксплуатации автомобиля не увеличивается, что положительно сказывается на эргономических характеристиках тормозной системы автомобиля.

## 2 Патентные исследования

### 2.1 Обоснование необходимости проведения исследования

Тормозные механизмы реализуют процесс торможения автомобиля и служат для принудительного замедления и остановки автомобиля. Таким образом, тормозные механизмы существенно влияют на такие важные эксплуатационные качества как комфорт и безопасность управления автомобилем. Возрастающие требования к эксплуатационным качествам автомобилей имеют тенденцию к дальнейшему совершенствованию тормозных механизмов путем применения различных способов управления, разнообразных схем и конструкций.

Известно много конструкций тормозных механизмов, в том числе барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров, и, вполне вероятно, что среди них есть конструкции, которые для автомобилей являются более прогрессивными, чем данная.

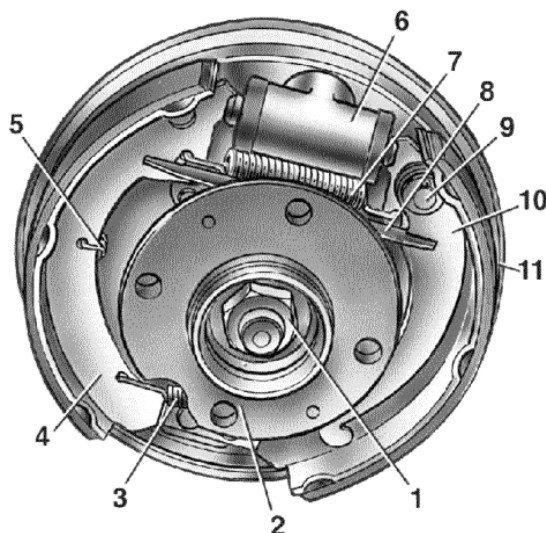
Выявить прогрессивные технические решения, которые могут лечь в основу усовершенствованной конструкции заднего тормозного механизма автомобиля, можно в результате патентного исследования достигнутого уровня развития вида техники – барабанных тормозных механизмов с устройством автоматической регулировки зазоров.

Использовать усовершенствованный тормозной механизм на территории России можно только в том случае, если он обладает патентной чистотой в отношении России, то есть если ни одно из входящих в него технических решений не попадает под действие патента, выданного в России. Установить, обладает ли усовершенствованный тормозной механизм патентной чистотой в отношении России, можно в результате экспертизы тормозного механизма на патентную чистоту в отношении России.

Поскольку предполагается экспорт автомобилей с усовершенствованным тормозным механизмом в Италию, Францию, Германию, Великобританию, ЕПВ, США, Японию, то необходимо также провести экспертизу заднего тормозного механизма на патентную чистоту в отношении этих стран.

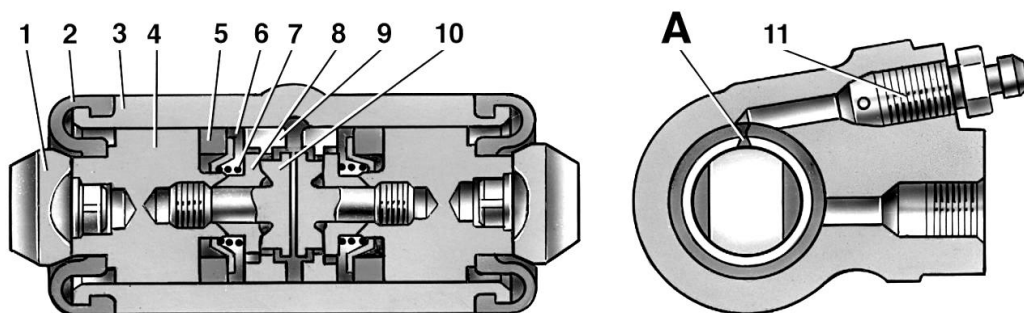
## 2.2 Описание объекта

Рассматриваемый тормозной механизм задних колес автомобиля – барабанного типа, с самоустанавливающимися колодками, с двухпоршневым колесным цилиндром и автоматической регулировкой зазора между колодками и барабаном представлен на рисунке 2.1.



1 – гайка крепления ступицы; 2 – ступица колеса; 3 – нижняя стяжная пружина;  
4 – тормозная колодка; 5 – направляющая пружина; 6 – колесный цилиндр с устройством автоматической регулировки зазоров; 7 – верхняя стяжная пружина; 8 – разжимная планка;  
9 – палец рычага привода стояночного тормоза; 10 – рычаг привода стояночного тормоза;  
11 – щит тормозного механизма

Рисунок 2.1 – Тормозной механизм задних колес автомобиля



1 – упор колодки; 2 – защитный колпачок; 3 – корпус цилиндра; 4 – поршень;  
5 – уплотнитель; 6 – опорная чашка; 7 – пружина; 8 – сухари; 9 – упорное кольцо;  
10 – упорный винт; 11 – штуцер; А – прорезь на упорном кольце

Рисунок 2.2 – Колесный цилиндр заднего тормозного механизма с устройством автоматической регулировки зазоров

Устройство автоматической регулировки зазора расположено в колесном цилиндре (рисунок 2.2). Основным элементом устройства – стальное разрезное упорное кольцо, установленное на поршне между буртиком упорного винта и двумя сухарями с осевым зазором 1,25...1,65 мм. Упорные кольца (по два на цилиндр) вставлены в цилиндр с натягом, обеспечивающим усилие сдвига по зеркалу цилиндра не менее 350 Н, что превышает усилие на поршне от стяжных пружин тормозных колодок.

К недостаткам данной конструкции барабанного тормозного механизма с устройством автоматической регулировки зазоров можно отнести то, что по мере износа тормозных накладок происходит увеличение зазоров между тормозными колодками и барабаном, что приводит к увеличению хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза, следствием чего является постоянная ручная регулировка стояночного тормоза. Вышеизложенные недостатки отрицательно сказываются на комфортности управления автомобилем и могут негативно сказаться на активной безопасности автомобиля при торможении.

## 2.3 Формирование программы исследований

### 2.3.1 Формулировка целей исследования

Целью исследования достигнутого уровня развития вида техники «Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров», является усовершенствование исследуемого механизма за счет устранения недостатков, указанных в описании объекта, а именно: обеспечить поддержание оптимального зазора между тормозными колодками и барабаном.

Целью экспертизы патентной чистоты усовершенствованного тормозного механизма является обеспечение патентной чистоты его в отношении России, США, Японии, Франции, Германии, Италии, Великобритании, ЕПВ.

### 2.3.2 Определение стран проверки

Исследуемый тормозной механизм относится к области управления автомобилем. В этой области ведущими странами являются Россия, Германия, США, Великобри-

тания, Франция, Япония. В последнее время по техническому уровню к ведущим странам приблизились страны Юго-Восточной Азии. Выбираем в качестве стран проверки Россию, Великобританию, Францию, Германию, США, Японию, Южную Корею.

Применение усовершенствованного тормозного механизма предвидится на АвтоВАЗе. Возможен экспорт его в Великобританию, Францию, Германию, США, Японию, Южную Корею. Поэтому в качестве стран проверки при экспертизе патентной чистоты «Регулятора давления тормозов с приводом от подвески» принимаем Россию, Великобританию, Францию, Германию, США, Японию, Южную Корею.

### 2.3.3 Определение категории объекта

Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров характеризуется конструктивными признаками – формой элементов, их взаимным расположением и взаимосвязью, соотношением размеров. Это признаки устройства. Признаки способа и вещества отсутствуют. Следовательно, как объект изобретения тормозной механизм представляет устройство.

### 2.3.4 Выявление технических решений (ТР), использованных в объекте

Исследуемый тормозной механизм содержит следующие ТР:

- а) барабанный тормозной механизм, общая компоновка;
  - б) форма тормозного барабана;
  - в) конструкция устройства автоматической регулировки зазоров;
  - г) материал деталей барабанного тормозного механизма;
  - д) технический процесс, определяющий работу барабанного тормозного механизма;
  - е) способ изготовления деталей барабанного тормозного механизма.
- Эти же ТР содержит и усовершенствованный тормозной механизм.

### 2.3.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию (ИТР)

В зависимости от цели усовершенствования объекта:

Для достижения цели – обеспечение поддержания оптимального зазора между тормозными колодками и барабаном за счет изменения конструкции



устройства автоматической регулировки зазоров, будем исследовать ТР а), в) п.2.3.4: барабанный тормозной механизм, общая компоновка; конструкция устройства автоматической регулировки зазоров.

В зависимости от объема выпуска (экспорта) объекта, его стоимости и значимости ТР для объекта в целом:

Барабанный тормозной механизм является объектом крупносерийного производства. Сложность и стоимость автомобиля относительно невысока. Все ТР п.2.3.4 являются важными для тормозного механизма, поэтому для экспертизы на патентную чистоту оставляем все ТР п.2.3.4

В зависимости от сроков известности ТР:

Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров, как показывает предварительное знакомство с патентной документацией, регулярно патентуется в ведущих странах. Оставляем данное ТР в перечне для исследования.

Технический процесс, определяющий работу барабанного тормозного механизма, материал деталей барабанного тормозного механизма, форма тормозного барабана, способ изготовления деталей барабанного тормозного механизма, известны давно. Исключаем данные ТР из перечня.

Таким образом, для исследования достигнутого уровня и патентной чистоты оставляем следующие ТР:

- барабанный тормозной механизм, общая компоновка;
- конструкция устройства автоматической регулировки зазоров.

### 2.3.6 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР

Для определения рубрик МПК ИТР «Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров» определяем ключевые слова. По «Алфавитно-предметному указателю» определяем для слова «Тормоз» предполагаемую рубрику:

F16D65/00...66/02 – Тормоза, конструктивные элементы.

По указателю «Международная патентная классификация», раздел F, уточняем рубрику МПК:

F – Машиностроение; освещение; отопление; двигатели и насосы; оружие и боеприпасы; взрывные работы;

F16 – Узлы и детали машин; общие способы и устройства, обеспечивающие нормальную эксплуатацию машин и установок; теплоизоляция вообще;

F16D – Невыключаемые муфты для передачи вращательного движения; выключаемые муфты; тормоза;

F16D65 – Конструктивные элементы;

F16D65/56 – Устройства для регулировки зазоров, механические, автоматически действующие в одном направлении для ограничения максимального зазора, винтом и гайкой.

Индексы УДК определяем по «Указателю к универсальной десятичной классификации»:

629 – Техника средств транспорта;

629.113 – Автомобили. Автомобилестроение;

629.113-59 – Замедляющие, тормозные и остановочные устройства;

629.113-592 – Тормоза и способы торможения;

629.113-592.1 – Механические тормоза;

629.113-592.11 – Простые механические тормоза;

629.113-592.112 – Колодочные, башмачные.

### 2.3.7 Установление глубины поиска

На основании общего анализа состояния автомобилестроения, и в частности вида техники «Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров» полагаем, что наиболее прогрессивные технические решения содержатся в изобретениях, сделанных в последние два десятилетия. Поэтому глубину поиска при исследовании достигнутого уровня развития вида техники определяем в 20 лет (1997 – 2016).

Срок действия патентов в странах проверки составляет: в России, ФРГ, Японии, Великобритании, Франции и Чехии – 20 лет, в США – 17 лет. Соответственно этим срокам устанавливаем и глубину поиска по каждой из стран проверки при экспертизе тормозного механизма транспортного средства на патентную чистоту.

### 2.3.8 Определение источников информации

В качестве источников информации принимаем источники, имеющиеся в ТГУ, в Бюро Информации Патентно-Лицензионного Отдела СИВПИ АвтоВАЗа. Изучаем описания к авторским свидетельствам и патентам, бюллетень «Открытия, изобретения», реферативный сборник «Изобретения стран мира», «Полезная модель и промышленный образец», реферативный журнал 02А «Автомобилестроение», технические журналы и книги в области автомобилестроения, интернет-сайты: [www.fips.ru](http://www.fips.ru), [ru.espacenet.com](http://ru.espacenet.com).

Данные п.п. 2.3.2, 2.3.5, 2.3.6-2.3.8 заносим в таблицу 2.1.

## 2.4 Патентный поиск

### 2.4.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к ИТР

Просматриваем источники информации в соответствии с регламентом поиска. Выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к ИТР «Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров». По этим документам знакомимся с рефератами, аннотациями, формулами изобретений, чертежами.

Сведения о технических решениях, имеющих отношение к ИТР, заносим в таблицу 2.2, графы 1 – 4.

Таблица 2.1

<b>РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА</b>					
Объект: Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров					
Вид исследования:					
1) Исследование достигнутого уровня развития вида техники.					
2) Экспертиза патентной чистоты объекта.					
<b>Предмет поиска (ИТР)</b>	<b>Страны поиска</b>	<b>Индексы МПК и УДК</b>	<b>Глубина поиска</b>	<b>Источники информации</b>	
1	2	3	4	5	
Барабанный тормозной механизм, общая компоновка; конструкция устройства автоматической регулировки зазоров	Россия, Германия Япония, Франция, Великобритания, Южная Корея	МПК F16D65/56, УДК 629.113-592.112	20 лет (1997 – 2016)	1) Описание к авторским свидетельствам и патентам	
				2) Бюллетень «Открытия, изобретения» (Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки)	
				3) Рефер. сб. ВНИИПИ «Изобретения стран мира»	
	США			17 лет (2000 – 2016)	4) Реферативный журнал 02А «Автомобилестроение» ЦНИИ ТЭИ, Автомобильная промышленность
					5) Рекламные проспекты зарубежных стран
					6) Книги в области автомобилестроения
					7) Интернет-сайты www.fips.ru, ru.espacenet.com.

#### 2.4.2 Анализ сущности технических решений

Изучаем сущность ТР, занесенных в таблицу 2.2 по сведениям, содержащимся в графе 4, а также путем просмотра текстов патентных изданий, статей и т.п. Если из рассмотрения сущности ТР видно, что оно решает принципиально иную задачу по сравнению с задачей «обеспечить поддержание оптимального зазора между тормозными колодками и барабаном за счет изменения конструкции устройства автоматической регулировки зазоров», которую решает ИТР, документ исключаем из дальнейшего рассмотрения. Если видно, что ТР решает ту же или близкую задачу (аналог ИТР), документ включаем в перечень для детального анализа. Запись об этом произведем в графе 5 таблицы 2.2.

#### 2.4.3 Определение показателей положительного эффекта

Устанавливаем, какие показатели положительного эффекта желательно получить в идеальном усовершенствованном объекте. К таким показателям относим:

- а) показатели, обеспечивающие достижение цели усовершенствования объекта;
- б) показатели, косвенно содействующие достижению цели;
- в) показатели, не влияющие на достижение цели, но усиливающие полезные свойства объекта;
- г) показатели, не влияющие на достижение цели, но ослабляющие вредные свойства объекта.

Показатели положительного эффекта заносим в таблицу 2.3, графы 1, 2.

#### 2.4.4 Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков ИТР и аналогов

Оцениваем обеспечение каждого показателя положительного эффекта каждым аналогом в баллах от  $-4$  до  $4$ . ИТР по каждому показателю выставляем оценку  $0$ . Заносим оценки в графы 3–7 табл.2.3.

Таблица 2.2

Предмет поиска ИТР	Страна выдачи, номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, заявитель, страна, дата приоритета, дата публикации	Сущность технического решения и цель его создания	Подлежит дальнейшему исследованию	
				Достигнутого уровня	Патентной чистоты
1	2	3	4	5	6
<p>Барабанный тормозной механизм, общая компоновка; конструкция устройства автоматической регулировки зазоров</p>	<p>Россия, патент № RU 2223427, F16D65/56</p>	<p>Иванов В.И., Шокуров В.В., ОАО «ГАЗ», Россия, 19.02.2002, 10.02.2004</p>	<p>Изобретение относится к барабанным тормозам транспортных средств и предназначено для компенсации износа тормозных накладок барабанных тормозов. Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными накладками и барабаном включает в себя колесный цилиндр, поршни и узел регулировки. Узел регулировки содержит стержень с установленной на нем с натягом разрезной регулирующей втулкой, ввернутый в один из поршней, а последний связан со вторым поршнем посредством выступов, имеющих на втулке и входящих в зацепление с буртиком в днище второго поршня, с возможностью взаимного осевого перемещения, с возможностью обеспечения большего усилия по сдвигу втулки относительно стержня, чем развиваемое усилие стяжной пружины. Технический результат заключается в уменьшении хода педали и соответственно тормозного пути.</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>

Продолжение таблицы 2.2

	<p>Франция, патент № FR 98/11904, F16D65/56</p>	<p>Венсан Дюпюи, Bosch Systemes De Freinage, Франция, 23.09.1998, 30.03.2000</p>	<p>Изобретение относится к автомо- билестроению и может быть ис- пользовано в барабанных тормоз- ных системах транспортных средств. Барабанный тормоз с рас- порным элементом (6) регулируе- мой длины позволяет регулировать зазор тормоза по мере износа его накладок путем поворота зубчатого колеса (7), приводимого в движение регулирующей пластиной (51), за- крепленной на качающемся рычаге (5). Качающийся рычаг (5) имеет также пластинку (52), которая от- ключает и блокирует механизм ре- гулировки зазора и которая при возникновении опасности возмож- ной перерегулировки зазора тормо- за входит в зацепление с зубчатым колесом (7) и одновременно, вплоть до того момента, пока не исчезнет опасность возможной перерегули- ровки зазора тормоза, исключает возможность дальнейшего поворо- та зубчатого колеса под воздей- ствием регулирующей пластины (51). Техническим результатом в данном изобретении является по- вышение надежности тормоза и снижение влияния на его работу торможения в экстремальных усло- виях.</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>
	<p>Германия, патент № DE 10121968 F16D65/56</p>	<p>Клаус Винтер, Continental Teves AG, Германия, 05.05.2001, 18.07.2002</p>	<p>Устройство относится к конструк- ции барабанных тормозов транс- портных средств с устройством ав- томатической регулировки рабочей и стояночной тормозных систем. Устройство содержит резьбовой толкатель, шарнирно закрепленный</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>

Продолжение таблицы 2.2

			<p>на одной из колодок с возможностью осевого перемещения. На него накинута регулировочная втулка, в которой свободно перемещается корпус. Коническая поверхность регулировочной втулки, прижимаясь к сопряженной конической поверхности, выполненной на корпусе, препятствует вращению регулировочной втулки на толкателе.</p> <p>Корпус упирается в приводной рычаг и может дополнительно прижиматься к нему пружиной. Для уменьшения суммарного зазора между тормозными колодками и барабаном предусмотрено устройство блокировки вращения втулки в виде биметаллической пластины или другого элемента из материала с эффектом памяти, закрепленного на корпусе с возможностью зацепления с зубьями, выполненными на регулировочной втулке. Техническим результатом от применения изобретения является возможность бесступенчатой регулировки зазора и повышение надежности тормоза.</p>		
	<p>США, патент № US 2010/02825 48, F16D65/56</p>	<p>Марко Монополи, Даниель Джордано, Automotive Prod Italia SV SRL, Франция, 19.06.2007, 11.11.2010</p>	<p>Автоматический регулирующий разжим для регулировки рабочего зазора колодок автомобильного барабанного тормоза. Автоматический регулирующий разжим включает распорку (26), которая имеет первый конец элемента (25), имеющий головную часть для зацепления с первым тормозным башмаком и резьбовой стержневой части (29), промежуточный элемент</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>



Продолжение таблицы 2.2

			<p>(28) в резьбовое зацепление с первым концом элемент, а второй концевой элемент (22), имеющий головную часть для зацепления со вторым тормозным башмаком и стержневую часть подвижно соединенный с промежуточным элементом и может свободно вращаться относительно него. Второй концевой элемент (27) представляет собой композитный металл / пластик компонент. Промежуточный элемент (28) и кольцевое зубчатое колесо (35) также выполнены в виде отдельных компонентов, которые скреплены друг с другом для совместного вращения.</p>	
--	--	--	--	--

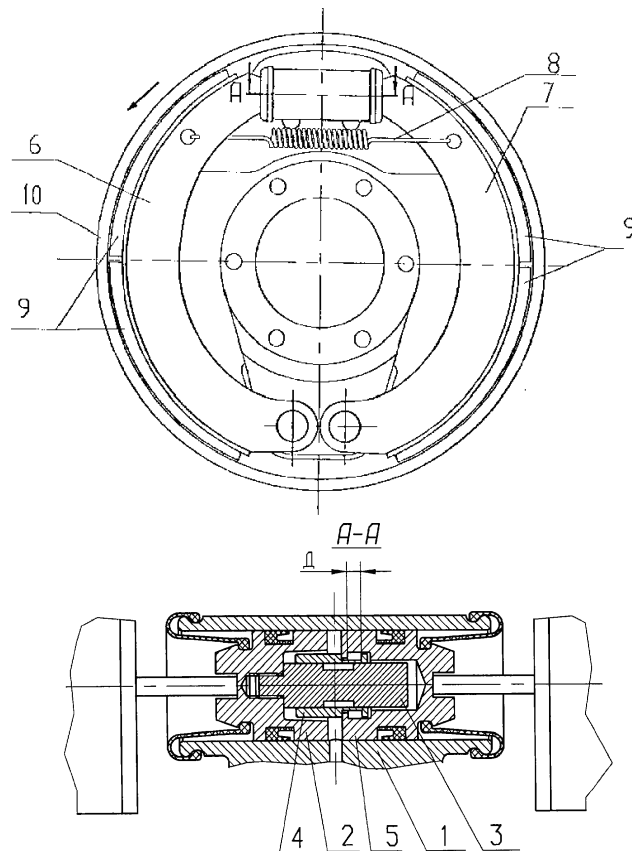


Рисунок 2.3 – Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными накладками и барабаном. Патент России № RU 2223427

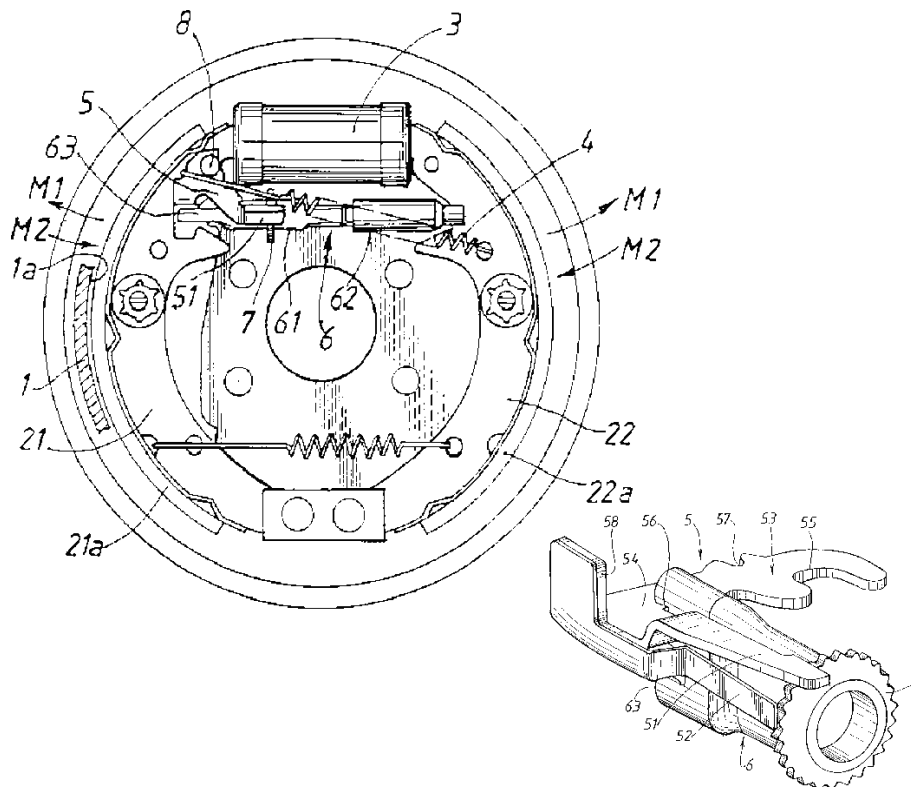


Рисунок 2.4 – Барабанный тормоз с механизмом автоматической регулировки зазора и устройством для его избирательного отключения и блокировки.

Патент Франции № FR 98/11904

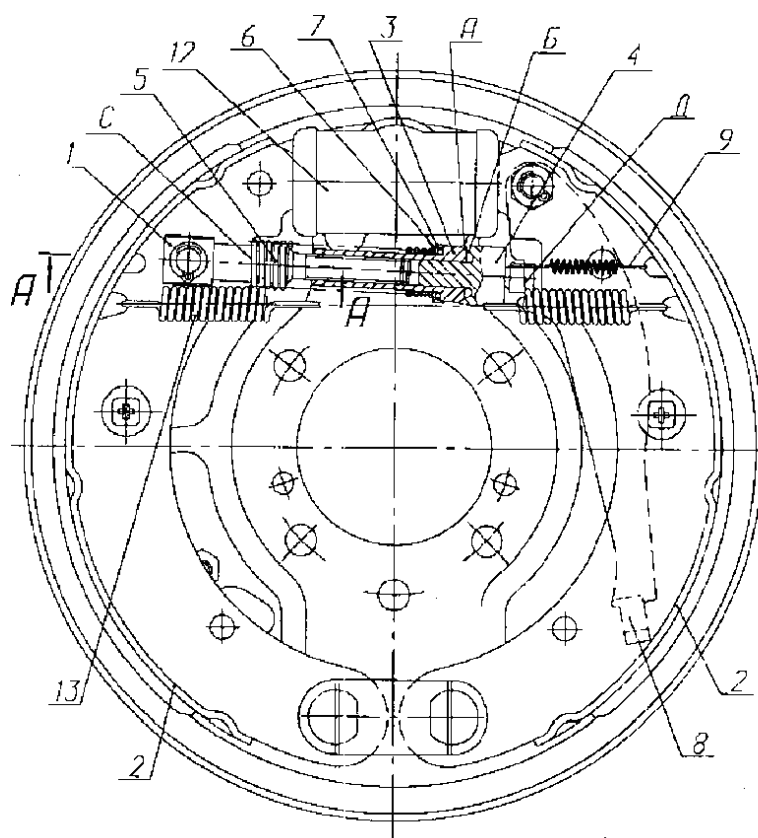


Рисунок 2.5 – Устройство автоматической регулировки зазора барабанного тормоза и привода стояночного тормоза. Патент Германии № DE 10121968

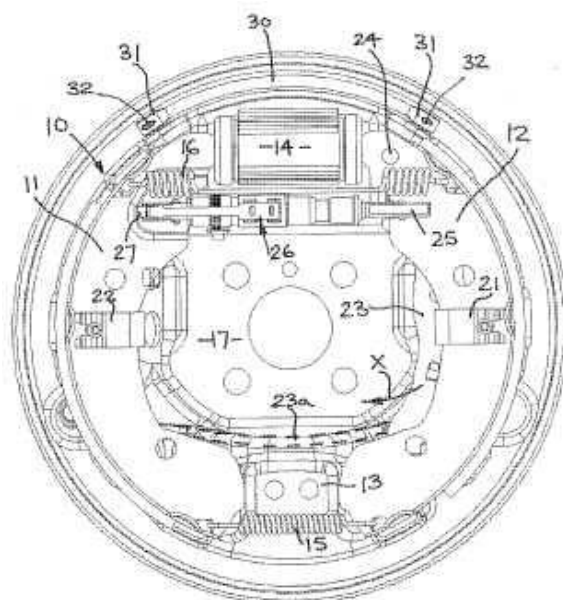


FIG. 1.

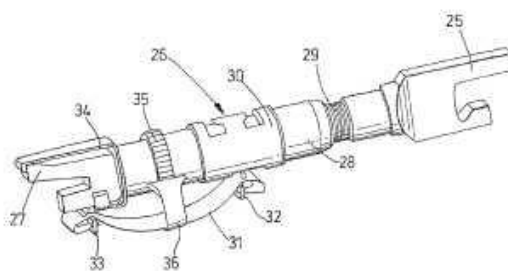


Рисунок 2.6 – Автоматический регулирующий разжим для барабанного тормоза. Патент США № US 2010/0282548

Суммируем оценки по каждому аналогу, заносим их в нижнюю строку таблицы 2.3. Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог «Автоматический регулирующий разжим для барабанного тормоза. США, патент № US 2010/0282548».

Данный аналог в наибольшей степени обеспечивает поддержание оптимального зазора между тормозными колодками и барабаном за счет изменения конструкции устройства автоматической регулировки зазоров, т.е. достигается цель, поставленная в п.2.3.1.

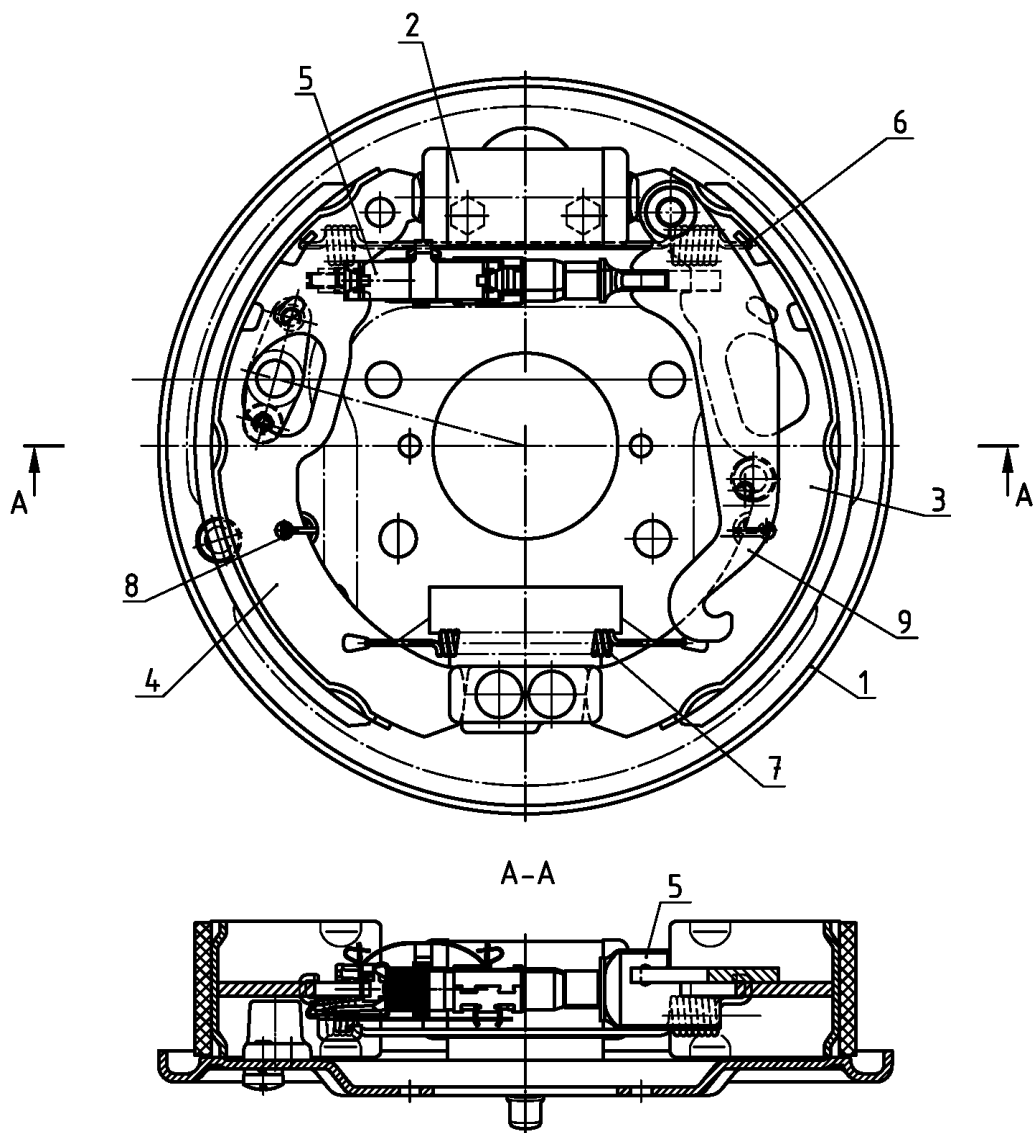
Таблица 2.3 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели положительного эффекта		И Т Р	Аналоги			
			Россия № RU 2223427	Франция № FR 98/11904	Германия № DE 10121968	США № US 2010/0282548
1	2	3	4	5	6	7
а) Показатели, обеспечивающие достижение цели усовершенствования						
	Изменение конструкции устройства автоматической регулировки зазоров	0	0	3	3	3
б) Показатели, косвенно содействующие достижению цели						
	Уменьшение тормозного усилия, необходимого для срабатывания устройства автоматической регулировки зазоров	0	0	1	1	2
в) Показатели, усиливающие полезные свойства объекта						
	Уменьшение хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза	0	0	2	2	2
г) Показатели, ослабляющие вредные свойства объекта						
1	Уменьшение сложности устройства автоматической регулировки зазоров	0	0	-2	-3	-3
2	Снижение трудоемкости изготовления устройства автоматической регулировки зазоров	0	0	-3	-2	-2
Итого		0	0	1	1	2

Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным. Его принимаем для использования в усовершенствованном объекте «Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров».

#### 2.4.5 Описание усовершенствованного объекта

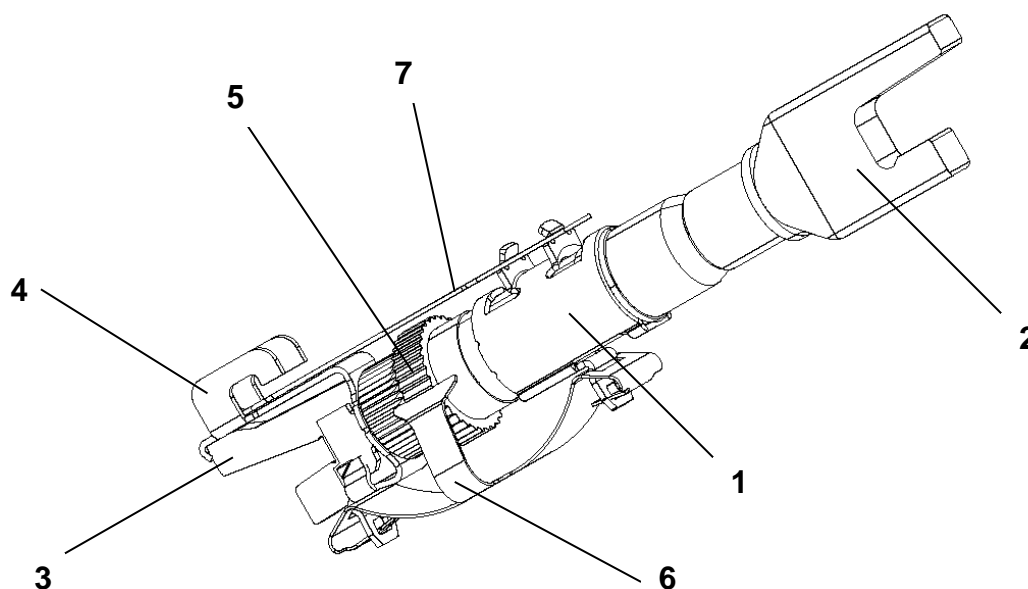
На рисунке 2.7 показан модернизированный барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров.



- 1 – тормозной щит; 2 – колесный цилиндр; 3, 4 – тормозные колодки;  
5 – механизм автоматической регулировки зазора; 6 – верхняя стяжная пружина;  
7 – нижняя стяжная пружина; 8 – пружина разжимной планки;  
9 – рычаг привода стояночного тормоза

Рисунок 2.7 – Барабанный тормозной механизм с устройством автоматической регулировки зазоров

Устройство автоматической регулировки (см. рисунок 2.8) состоит из составной разжимной планки, элементами которой являются корпус разжимной планки, хвостовик разжимной планки, храповая гайка, пластинчатая разжимная пружина, выполненная заодно с рычагом храповой гайки и термофиксатор. Хвостовик разжимной планки имеет паз для фиксации на колодке и на нем, также установлен кронштейн с защелкой термофиксатора. В корпусе храповой гайки с одной стороны присутствует отверстие в которое вставляется хвостовик, а с другой стороны – резьбовое отверстие, в которое вворачивается упорный винт. Пластинчатая разжимная пружина одним концом зафиксирована на хвостовике (на кронштейне), а другим концом – на корпусе разжимной планки. Термофиксатор также закреплен на корпусе разжимной планки.



1 – корпус разжимной планки; 2 – упорный винт; 3 – хвостовик разжимной планки;

4 – кронштейн хвостовика; 5 – храповая гайка;

6 – пластинчатая пружина с рычагом храповой гайки; 7 – термофиксатор

Рисунок 2.8 – Устройство автоматической регулировки зазора

#### 2.4.6 Выявление и анализ существенных признаков ИТР и аналогов

Выявляем существенные признаки усовершенствованного регулятора и группируем их.

Заносим признаки группы а) «Элементы» в графы 1,2 таблицы 2.4.

Таблица 2.4

Признаки технического решения		ИТР	Аналоги			
			Патент России № RU 2223427	Патент Франции № FR 98/11904	Патент Германии № DE 10121968	Патент США № US 2010/0282548
1	2	3	4	5	6	7
а) Элементы						
1	Корпус	+	+	+	+	+
2	Упорный винт	+	-	-	-	+
3	Хвостовик разжимной планки	+	-	+	-	+
4	Кронштейн хвостовика	+	-	-	-	+
5	Храповая гайка	+	-	+	-	+
6	Термофиксатор	+	-	+	+	+
7	Пластинчатая пружина	+	-	-	-	+
8	Упорный подшипник	-	-	-	+	-
9	Упорное кольцо	-	+	-	-	-
10	Уплотнительные кольца	-	+	-	-	-
б) Форма элементов						
1	Качающийся рычаг гайки	-	-	+	-	-
2	Рычаг гайки в виде пластины	+	-	-	-	+
3	Термофиксатор в виде полоски	+	-	-	-	+
4	Упорное кольцо выполнено разрезным	-	+	-	-	-

Проверяем наличие каждого из признаков ИТР в каждом аналоге. Наличие признака отмечаем в графах 3 – 7 знаком «+», отсутствие «-».

Видим, что патенты: Франции № FR 98/11904, Германии № DE 10121968 и России № RU 2223427 содержат признаки, не использованные в ИТР, следовательно, ИТР не подпадает под действие этих патентов.

Аналогичным образом анализируем признаки группы б) «Форма элементов». Видим, что патент США № US 2010/0282548, в отличие от других

рассмотренных патентов, содержит все признаки использованный в ИТР, следовательно, ИТР попадает под действие этого документа.

На этом анализ прекращаем, так как по результатам сопоставления признаков групп а) и б) ясно, что в ИТР использованы такие же технические решения, как и в одном из аналогов, защищенном патентом.

## 2.5 Выводы и рекомендации

### 2.5.1 Вывод по результатам экспертизы на патентную чистоту

Экспертиза показала, что ИТР подпадает под действующий патент США, защищающий устройство автоматической регулировки для барабанного тормоза.

### 2.5.2 Рекомендации по использованию объекта

Для установки модернизированного барабанного тормозного механизма на автомобили российского производства, предназначенные как для внутреннего рынка, так и для экспорта, необходимо заключение лицензионного договора с российским патентообладателем патента США № US 2010/0282548.



### 3 Конструкторская часть

#### 3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

##### 3.1.1 Исходные данные

Число ведущих колес $n_k$ .....	2
Снаряженная масса $m_o$ , кг.....	1080
Количество мест.....	5
Максимальная скорость $V_{MAX}$ , м/с.....	48,61
Максимальная частота вращения коленчатого вала $\omega_{max}$ , рад/с.....	628
Минимальная частота вращения коленчатого вала $\omega_{min}$ , рад/с.....	84 0,418
Коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x$ .....	0,30
Величина максимально преодолеваемого подъема $\alpha_{max}$ .....	0,95
Коэффициент полезного действия трансмиссии $\eta_{TP}$ .....	2,04
Площадь поперечного сечения $H$ , м <sup>2</sup> .....	0,011
Коэффициент сопротивления качению $f_o$ .....	5
Число передач в коробке передач.....	51/49
Распределение массы автомобиля по осям, передняя/задняя, %.....	1,293
Плотность воздуха $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> .....	0,72
Плотность топлива $\rho_m$ , кг/л.....	

##### 3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета

###### 3.1.2.1 Расчет полного веса автомобиля и его распределение по осям

$$G_A = G_0 + G_{II} + G_B, \text{ (Н)} \quad (3.1)$$

где  $G_0$  – снаряженный вес автомобиля, Н;

$G_{II}$  – вес пассажиров, Н;

$G_B$  – вес багажа, Н.

$$G_0 = m_0 \cdot g, \text{ (Н)} \quad (3.2)$$

где  $m_0$  – снаряженная масса автомобиля,  $m_0 = 1080$  кг.

$$G_0 = 1080 \cdot 9,807 = 10592 \text{ (Н)}$$

$$G_{II} = G_{II1} \cdot 5 = m_{II1} \cdot g \cdot 5, \text{ (Н)} \quad (3.3)$$

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

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

$$G_B = G_{B1} \cdot 5 = m_{B1} \cdot g \cdot 5, \text{ (Н)} \quad (3.4)$$

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

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

$$G_A = 10592 + 3678 + 490 = 14760 \text{ (Н)}$$

$$G_1 = G_A \cdot 0,51 = 14760 \cdot 0,51 = 7528 \text{ (Н)}$$

$$G_2 = G_A \cdot 0,49 = 14760 \cdot 0,49 = 7232 \text{ (Н)}$$

### 3.1.2.2 Подбор шин

На автомобиле установлены радиальные шины 185/60 R14.

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot d + \kappa \cdot \lambda \cdot B) \cdot 10^{-3}, \text{ (м)} \quad (3.5)$$

где  $r_K$  – радиус качения колеса, м;

$r_{CT}$  – статический радиус колеса, м;

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

$\kappa$  – отношение высоты профиля к ширине профиля,  $\kappa = 0,60$ ;

$d$  – посадочный диаметр, мм,  $d = 355,6$  мм;

$\lambda$  – коэффициент типа шины,  $\lambda = 0,85$ .

$$r_K = r_{CT} = (0,5 \cdot 355,6 + 0,60 \cdot 0,85 \cdot 185) \cdot 10^{-3} = 0,272 \text{ (м)}$$

### 3.1.3 Расчет передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_{PK} \cdot U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.6)$$

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 значение передаточного числа высшей передачи КП равным 0,784.

$$U_0 = (0,272 \cdot 628) / (1,0 \cdot 0,784 \cdot 48,61) = 4,482$$

### 3.1.4 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[ C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (\text{Вт}) \quad (3.7)$$

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

$N_{MAX}$  – максимальная мощность двигателя, Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (\text{Вт}) \quad (3.8)$$

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  $\lambda = 1,07$ );

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

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left( G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \quad (\text{Вт}) \quad (3.9)$$

где  $\psi_V$  – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_V = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.10)$$

$$\psi_V = 0,011 \cdot \left( 1 + \frac{48,61^2}{2000} \right) = 0,024$$

$$N_V = \frac{1}{0,95} \cdot \left( 14760 \cdot 0,024 \cdot 48,61 + \frac{0,418 \cdot 1,293}{2} \cdot 2,04 \cdot 48,61^3 \right) = 84780 \text{ (Вт)}$$

$$N_{MAX} = \frac{84780}{1 \cdot 1,07 + 1 \cdot 1,07^2 - 1 \cdot 1,07^3} = 85649 \text{ (Вт)}$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \text{ (Нм)} \quad (3.11)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \cdot \text{(об/мин)} \quad (3.12)$$

Полученные значения мощности и крутящего момента двигателя сводятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Обороты двигателя $n_e$ , об/мин	Угловая скорость $\omega_e$ , рад/с	Мощность двигателя $N_e$ , кВт	Момент двигателя $M_e$ , Нм
800	84	13,7	163,8
1200	126	21,4	170,5
1600	168	29,4	175,7
2000	209	37,6	179,4
2400	251	45,7	181,7
2800	293	53,5	182,4
3200	335	60,9	181,7
3600	377	67,7	179,5
4000	419	73,6	175,7
4400	461	78,6	170,6
4800	503	82,4	163,9
5200	545	84,8	155,7
5600	586	85,6	146,1
6000	628	84,8	134,9

### 3.1.5 Расчет передаточных чисел коробки передач

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

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:

$$1) \quad U_1 \geq \frac{G_A \cdot \psi_{MAX} \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{PK}}, \quad (3.13)$$

где  $\psi_{MAX}$  – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля с учетом величины преодолеваемого подъема

$$\psi_{MAX} = f_{V_{max}} + \alpha_{max} = \psi_V + \alpha_{max} \quad (3.14)$$

$$\psi_{MAX} = 0,024 + 0,30 = 0,324$$

$$U_1 \geq \frac{14760 \cdot 0,324 \cdot 0,272}{182,4 \cdot 0,95 \cdot 4,482 \cdot 1,0} = 1,675$$

$$2) \quad U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{MAX} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_{PK}}, \quad (3.15)$$

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

$G_{сц}$  – сцепной вес автомобиля, Н.

$$G_{сц} = G_1 \cdot m_1, \text{ (Н)} \quad (3.16)$$

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

$$G_{сц} = 7528 \cdot 0,9 = 6775 \text{ (Н)}$$

$$U_1 \leq \frac{6775 \cdot 0,8 \cdot 0,272}{182,4 \cdot 0,95 \cdot 4,482 \cdot 1,0} = 1,898$$

Примем значение первой передачи равным:  $U_1 = 1,898$ .

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (1,898 / 0,784)^{1/4} = 1,247 \quad (3.17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 1,898 / 1,247 = 1,522 \quad (3.18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,522 / 1,247 = 1,221 \quad (3.19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,221 / 1,247 = 0,979 \quad (3.20)$$

$$U_5 = 0,784.$$

3.1.6 Расчет скорости автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя

$$V_A = \frac{0,105 \cdot n_e \cdot r_K}{U_0 \cdot U_{КП} \cdot U_{ПК}} \quad (\text{м/с}) \quad (3.21)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

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	2,7	3,3	4,2	5,2	6,5
1200	4,0	5,0	6,3	7,8	9,8
1600	5,4	6,7	8,4	10,4	13,0
2000	6,7	8,4	10,4	13,0	16,3
2400	8,1	10,0	12,5	15,6	19,5
2800	9,4	11,7	14,6	18,2	22,8
3200	10,7	13,4	16,7	20,8	26,0
3600	12,1	15,1	18,8	23,4	29,3
4000	13,4	16,7	20,9	26,0	32,5
4400	14,8	18,4	23,0	28,6	35,8
4800	16,1	20,1	25,1	31,2	39,0
5200	17,5	21,8	27,1	33,8	42,3
5600	18,8	23,4	29,2	36,4	45,5
6000	20,1	25,1	31,3	39,1	48,8

### 3.1.7 Расчет тяговой характеристики автомобиля

$$F_T = \frac{M_E \cdot U_{КП} \cdot U_0 \cdot U_{ПК} \cdot \eta_{TP}}{r_K} \quad (\text{Н}) \quad (3.22)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.3 и строим график тягового баланса.

Таблица 3.3

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
--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

163,8	4866	3902	3131	2510	2010
170,5	5065	4062	3259	2613	2092
175,7	5220	4186	3358	2693	2156
179,4	5331	4275	3429	2750	2202

Продолжение таблицы 3.3

181,7	5397	4328	3472	2784	2229
182,4	5420	4346	3487	2796	2239
181,7	5398	4329	3473	2784	2230
179,5	5332	4276	3430	2750	2202
175,7	5222	4187	3359	2693	2157
170,6	5067	4064	3260	2614	2093
163,9	4869	3904	3132	2511	2011
155,7	4626	3710	2976	2386	1911
146,1	4339	3480	2792	2238	1792
134,9	4008	3214	2579	2068	1656

### 3.1.8 Расчет сил сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_x \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (\text{Н}) \quad (3.21)$$

$$F_f = G_A \cdot f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V_A^2}{2000} \right) \cdot \cos \alpha, \quad (\text{Н}), \quad (3.22)$$

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4

Скорость а/м $V_A$ , м/с	Сила сопротивле- ния воздуху $F_B$ , Н	Сила сопротивле- ния качению $F_f$ , Н	Суммарная сила сопр. движению $F_B$ + $F_f$ , Н
0	0,0	162,4	162,4
5	13,8	164,4	178,2
10	55,1	170,5	225,6
15	124,0	180,6	304,7

20	220,5	194,8	415,3
25	344,6	213,1	557,6
30	496,2	235,4	731,6
35	675,3	261,8	937,1

Продолжение таблицы 3.4

40	882,1	292,2	1174,3
45	1116,3	326,7	1443,1
50	1378,2	365,3	1743,5

### 3.1.9 Расчет динамического фактора автомобиля

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (3.23)$$

Динамическая характеристика является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. При этом характеристика зависит от параметров автомобиля и не зависит от дороги

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

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
2,7	0,329	3,3	0,264	4,2	0,211	5,2	0,169	6,5	0,135
4,0	0,343	5,0	0,274	6,3	0,219	7,8	0,175	9,8	0,138
5,4	0,353	6,7	0,282	8,4	0,225	10,4	0,178	13,0	0,140
6,7	0,359	8,4	0,287	10,4	0,228	13,0	0,180	16,3	0,139
8,1	0,363	10,0	0,289	12,5	0,229	15,6	0,180	19,5	0,137
9,4	0,364	11,7	0,289	14,6	0,228	18,2	0,177	22,8	0,132
10,7	0,361	13,4	0,287	16,7	0,225	20,8	0,172	26,0	0,126
12,1	0,356	15,1	0,281	18,8	0,219	23,4	0,166	29,3	0,117
13,4	0,347	16,7	0,273	20,9	0,211	26,0	0,157	32,5	0,107
14,8	0,335	18,4	0,263	23,0	0,201	28,6	0,146	35,8	0,094



16,1	0,320	20,1	0,249	25,1	0,189	31,2	0,134	39,0	0,079
17,5	0,302	21,8	0,234	27,1	0,174	33,8	0,119	42,3	0,063
18,8	0,281	23,4	0,215	29,2	0,157	36,4	0,102	45,5	0,044
20,1	0,256	25,1	0,194	31,3	0,138	39,1	0,083	48,8	0,023

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колес, определяют динамический фактор по сцеплению:

$$D_{\varphi} = \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_A} \quad (3.24)$$

$$D_{\varphi} = \frac{6775 \cdot 0,8}{14760} = 0,367$$

На основании полученных данных строится график динамической характеристики автомобиля.

### 3.1.10 Расчет мощностного баланса автомобиля

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

$$N_K = N_f + N_{II} + N_B + N_j, \text{ (Вт)} \quad (3.25)$$

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,  $N_j = 0$ .

$$N_K = N_e \cdot \eta_{mp} \text{ (кВт)} \quad (3.26)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.6.

Таблица 3.6

Обороты двигателя $n_e$ , об/мин	Мощность двигателя $N_e$ , кВт	Мощность на колесе $N_K$ , кВт
800	13,7	13,0
1200	21,4	20,4

1600	29,4	28,0
2000	37,6	35,7
2400	45,7	43,4
2800	53,5	50,8

Продолжение таблицы 3.6

3200	60,9	57,8
3600	67,7	64,3
4000	73,6	69,9
4400	78,6	74,7
4800	82,4	78,3
5200	84,8	80,5
5600	85,6	81,4
6000	84,8	80,5

$$N_f = F_f \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (3.27)$$

$$N_B = F_B \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (3.28)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7

Скорость а/м $V_A$ , м/с	Мощность со- противления воз- духа $N_B$ , кВт	Мощность со- противления каче- ния $N_f$ , кВт	Суммарная мощ- ность сопротивле- ния $N_B + N_f$ , кВт
0	0,00	0,00	0,00
5	0,07	0,82	0,89
10	0,55	1,70	2,26
15	1,86	2,71	4,57
20	4,41	3,90	8,31
25	8,61	5,33	13,94
30	14,88	7,06	21,95
35	23,64	9,16	32,80
40	35,28	11,69	46,97
45	50,24	14,70	64,94
50	68,91	18,27	87,18

Точка пересечения кривой мощности  $N_T$ , развиваемой на ведущих колесах автомобиля, с кривой мощности  $N_f + N_b$ , затрачиваемой на преодоление сопротивлений качения и воздуха, определяет скорость  $V_{A \max}$ .

### 3.1.11 Расчет ускорений автомобиля при разгоне

$$J = \frac{(D - f_k) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (\text{м/с}^2) \quad (3.29)$$

где  $\delta_{BP}$  – коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{КП}^2) \quad (3.30)$$

где:  $\delta_1$  – коэффициент учета вращающихся масс колес;

$\delta_2$  – коэффициент учета вращающихся масс двигателя.

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

$$\delta_{BP1} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,898^2) = 1,138;$$

$$\delta_{BP2} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,522^2) = 1,099;$$

$$\delta_{BP3} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,221^2) = 1,075;$$

$$\delta_{BP4} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,979^2) = 1,059;$$

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

Результаты вычислений величин ускорений сводим в таблицу 3.8.

Результаты вычислений величин обратных ускорений сводим в таблицу 3.9.

Таблица 3.8

Скорость на 1 пер. $V_{A1}$ , м/с	Ускорение на 1 пер. $J_1$ , м/с <sup>2</sup>	Скорость на 2 пер. $V_{A2}$ , м/с	Ускорение на 2 пер. $J_2$ , м/с <sup>2</sup>	Скорость на 3 пер. $V_{A3}$ , м/с	Ускорение на 3 пер. $J_3$ , м/с <sup>2</sup>	Скорость на 4 пер. $V_{A4}$ , м/с	Ускорение на 4 пер. $J_4$ , м/с <sup>2</sup>	Скорость на 5 пер. $V_{A5}$ , м/с	Ускорение на 5 пер. $J_5$ , м/с <sup>2</sup>
2,7	2,74	3,3	2,26	4,2	1,83	5,2	1,46	6,5	1,15
4,0	2,86	5,0	2,35	6,3	1,90	7,8	1,51	9,8	1,18
5,4	2,94	6,7	2,41	8,4	1,95	10,4	1,54	13,0	1,20
6,7	3,00	8,4	2,46	10,4	1,98	13,0	1,56	16,3	1,19
8,1	3,03	10,0	2,48	12,5	1,98	15,6	1,55	19,5	1,16
9,4	3,04	11,7	2,48	14,6	1,97	18,2	1,52	22,8	1,11

10,7	3,01	13,4	2,45	16,7	1,94	20,8	1,47	26,0	1,04
12,1	2,96	15,1	2,40	18,8	1,88	23,4	1,41	29,3	0,95
13,4	2,89	16,7	2,33	20,9	1,81	26,0	1,32	32,5	0,84
14,8	2,78	18,4	2,23	23,0	1,71	28,6	1,21	35,8	0,71

Продолжение таблицы 3.8

16,1	2,65	20,1	2,11	25,1	1,59	31,2	1,09	39,0	0,56
17,5	2,49	21,8	1,96	27,1	1,45	33,8	0,94	42,3	0,39
18,8	2,31	23,4	1,79	29,2	1,29	36,4	0,78	45,5	0,20
20,1	2,10	25,1	1,60	31,3	1,11	39,1	0,59	48,8	-0,01

Таблица 3.9

Скорость на 1 пер. $V_{1,1}$ , м/с	Обратное ускор. на 1 пер. $1/J_1$ , $c^2/м$	Скорость на 2 пер. $V_{1,2}$ , м/с	Обратное ускор. на 2 пер. $1/J_2$ , $c^2/м$	Скорость на 3 пер. $V_{1,3}$ , м/с	Обратное ускор. на 3 пер. $1/J_3$ , $c^2/м$	Скорость на 4 пер. $V_{1,4}$ , м/с	Обратное ускор. на 4 пер. $1/J_4$ , $c^2/м$	Скорость на 5 пер. $V_{1,5}$ , м/с	Обратное ускор. на 5 пер. $1/J_5$ , $c^2/м$
2,7	0,36	3,3	0,44	4,2	0,55	5,2	0,68	6,5	0,87
4,0	0,35	5,0	0,43	6,3	0,53	7,8	0,66	9,8	0,84
5,4	0,34	6,7	0,41	8,4	0,51	10,4	0,65	13,0	0,84
6,7	0,33	8,4	0,41	10,4	0,51	13,0	0,64	16,3	0,84
8,1	0,33	10,0	0,40	12,5	0,50	15,6	0,65	19,5	0,86
9,4	0,33	11,7	0,40	14,6	0,51	18,2	0,66	22,8	0,90
10,7	0,33	13,4	0,41	16,7	0,52	20,8	0,68	26,0	0,96
12,1	0,34	15,1	0,42	18,8	0,53	23,4	0,71	29,3	1,05
13,4	0,35	16,7	0,43	20,9	0,55	26,0	0,76	32,5	1,19
14,8	0,36	18,4	0,45	23,0	0,59	28,6	0,82	35,8	1,41
16,1	0,38	20,1	0,47	25,1	0,63	31,2	0,92	39,0	1,78
17,5	0,40	21,8	0,51	27,1	0,69	33,8	1,06	42,3	2,55
18,8	0,43	23,4	0,56	29,2	0,77	36,4	1,29	45,5	4,93
20,1	0,48	25,1	0,62	31,3	0,90	39,1	1,69	48,8	–

### 3.1.12 Расчет времени и пути разгона

Поскольку при скоростях  $V_A$ , близких к максимальной, ускорение  $J$  стремится к 0, то для расчета времени и пути разгона ограничимся скоростью  $V_A = (0,8 \dots 0,9)V_{A \max}$ .

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{J} dV \approx \left( \frac{1}{J_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \text{ (сек)} \quad (3.31)$$

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:

$$\left( \frac{1}{J_{CP}} \right)_k = \frac{(1/J)_{k-1} + (1/J)_k}{2}, \text{ (с}^2/\text{м)} \quad (3.32)$$

где  $k$  – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left( \frac{1}{J_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \text{ (сек)} \quad (3.33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \dots, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k, \text{ (сек)} \quad (3.34)$$

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 3.10.

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  $\Delta t_k$  есть путь, который проходит автомобиль от отметки  $t_{k-1}$  до отметки  $t_k$ , двигаясь с постоянной скоростью  $V_{CPk}$ .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом:

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \text{ (м)} \quad (3.35)$$

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

$$S_1 = \Delta S_1, S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \dots, S_n = \sum_{\kappa=1}^m \Delta S_{\kappa}, \text{ (м)} \quad (3.36)$$

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 3.10.

Таблица 3.10

Диапазон скорости $V_0 \dots V_A$ , м/с	Время разгона $t$ , сек	Путь разгона $S$ , м
0...5	0,9	2,1
0...10	2,5	14,8
0...15	4,3	36,4
0...20	6,4	72,9
0...25	9,1	134,3
0...30	12,7	233,3
0...35	17,6	394,5
0...40	25,6	692,4

### 3.1.13 Расчет топливно-экономической характеристики автомобиля

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

$$Q_s = \frac{g_e \cdot (N_f + N_g)}{36 \cdot V_A \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \text{ (л/100 км)} \quad (3.37)$$

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

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

$$g_e = 1,1 \cdot g_{e \min} \cdot K_{II} \cdot K_E, \text{ (г/(кВт·ч))} \quad (3.38)$$

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

$$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523, \quad (3.39)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (3.40)$$

где  $II$  – степень использования мощности двигателя,

$E$  – коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам.

$$II = \frac{N_f + N_B}{N_T}. \quad (3.41)$$

$$E = \frac{w_e}{w_N}. \quad (3.42)$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11

Обороты двигателя $n_e$ , об/мин	Скорость а/м $V_a$ , м/с	$II$	$E$	$K_{II}$	$K_E$	$g_e$ , г/(кВт·ч)	$Q_s$ , л/100км
800	6,5	0,094	0,143	1,370	1,130	494	3,8
1200	9,8	0,107	0,214	1,352	1,090	470	4,2
1600	13,0	0,125	0,285	1,325	1,055	446	4,9
2000	16,3	0,150	0,357	1,290	1,026	422	5,6
2400	19,5	0,181	0,428	1,248	1,002	399	6,5
2800	22,8	0,219	0,500	1,199	0,983	376	7,5
3200	26,0	0,265	0,571	1,146	0,970	354	8,5

3600	29,3	0,320	0,642	1,088	0,962	334	9,5
4000	32,5	0,386	0,714	1,027	0,960	314	10,6
4400	35,8	0,465	0,785	0,968	0,962	297	11,7
4800	39,0	0,561	0,856	0,916	0,971	284	13,0
5200	42,3	0,678	0,928	0,881	0,985	277	14,5
5600	45,5	0,824	0,999	0,881	1,004	282	16,9
6000	48,8	1,009	1,071	0,952	1,028	312	21,1



### 3.2 Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2192

#### 3.2.1 Исходные данные для расчета

- исходные данные по автомобилю

Масса снаряженного автомобиля $G_0$ , кг.....	1080
Масса автомобиля с частичной нагрузкой $G_{A\text{ част}}$ , кг.....	1155
Нагрузка на переднюю ось $G_{A1\text{ част}}$ , кг.....	693
Нагрузка на заднюю ось $G_{A2\text{ част}}$ , кг.....	462
Масса автомобиля с полной нагрузкой $G_{A\text{ полн}}$ , кг.....	1505
Нагрузка на переднюю ось $G_{A1\text{ полн}}$ , кг.....	768
Нагрузка на заднюю ось $G_{A2\text{ полн}}$ , кг.....	737
Высота центра тяжести автомобиля с полной нагрузкой $h_{g\text{ полн}}$ , мм...	640
Высота центра тяжести автомобиля с частичной нагрузкой $h_{g\text{ част}}$ , мм....	610
База автомобиля $L$ , мм.....	2476
Радиус качения колеса $r_k$ , мм.....	286
Статический радиус колеса $r_{ст}$ , мм.....	272

- исходные данные по передним тормозным механизмам

Тип тормозных механизмов.....	дисковые
Диаметр поршня тормозного цилиндра $D_1$ , мм.....	48
КПД переднего тормозного цилиндра $\eta_1$ .....	0,95
Начальное давление срабатывания переднего тормоза $P_{01}$ , кг/см <sup>2</sup> ....	2
Коэффициент трения между накладкой и тормозным диском $\mu_1$ .....	0,4
Наружный диаметр тормозного диска $D_{нар1}$ , мм.....	260
Внутренний диаметр тормозного диска $D_{вн1}$ , мм.....	179,6

- исходные данные по задним тормозным механизмам

Тип тормозных механизмов.....	барабанные
Диаметр поршня тормозного цилиндра $D_2$ , мм.....	20,64
КПД заднего тормозного цилиндра $\eta_2$ .....	0,95
Начальное давление срабатывания заднего тормоза $P_{02}$ , кг/см <sup>2</sup> ...	5
Коэффициент трения между накладкой и барабаном $\mu_2$ .....	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 $B$ , град.....	108
• исходные данные по приводу тормозов	
Передаточное отношение педали тормоза $i_{нед}$ .....	4
Эффективный диаметр усилителя $D_{ус}$ , мм.....	225
Разрежение в усилителе $P_{вак}$ , кг/см <sup>2</sup> .....	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
• исходные данные по приводу стояночного тормоза	
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

### 3.2.2 Расчет переднего тормозного механизма

$$M_{T1} = C_1 \cdot F \cdot R_{cp}, \text{ (кг}\cdot\text{см)} \quad (3.43)$$

где  $F$  – усилие, развиваемое поршнями тормозного цилиндра, кг;  
 $R_{cp}$  – средний (эффективный) радиус трения колодки, см;  
 $C_1$  – передаточное число переднего тормозного механизма.

$$F = (P_1 - P_{01}) \cdot S_1 \cdot \eta_1 \cdot n, \text{ (кг)} \quad (3.44)$$

где  $P_1$  – давление в цилиндрах переднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>;  
 $P_{01}$  – начальное давление срабатывания переднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>;  
 $S_1$  – площадь поршня переднего тормозного цилиндра, см<sup>2</sup>;  
 $\eta_1$  – КПД переднего тормозного цилиндра;

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

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (3.45)$$

где  $D_1$  – диаметр поршня тормозного цилиндра, см.

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

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_{нар1}^3 - R_{вн1}^3}{R_{нар1}^2 - R_{вн1}^2}, \text{ (см)} \quad (3.46)$$

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

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

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

$$C_1 = 2 \cdot \mu_1, \quad (3.47)$$

где  $\mu_1$  – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском.

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

Обозначим:

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

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

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

Полученные значения  $M_{T1}$  в зависимости от  $P_1$  заносим в таблицу 3.12.

### 3.2.3 Расчет заднего тормозного механизма

$$M_{T2} = M_{2a} + M_{2n}, \text{ (кг} \cdot \text{см)} \quad (3.48)$$

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

$M_{2n}$  – тормозной момент пассивной колодки, кг·см.

$$M_{2a} = F_{2a} \cdot R_{mp}, \text{ (кг} \cdot \text{см)} \quad (3.49)$$

$$M_{2n} = F_{2n} \cdot R_{mp}, \text{ (кг} \cdot \text{см)} \quad (3.50)$$

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.

$$R_{mp} = D_{6H2}/2 = 10 \text{ (см)}$$

$$F_{2a} = C_{2a} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (3.51)$$

$$F_{2n} = C_{2n} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (3.52)$$

где  $P_2$  – давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>;

$P_{02}$  – начальное давление срабатывания заднего тормоза, кг/см<sup>2</sup>;

$C_{2a}$  – передаточное число активной колодки;

$C_{2n}$  – передаточное число пассивной колодки;

$S_2$  – площадь поршня заднего тормозного цилиндра, см<sup>2</sup>;

$\eta_2$  – КПД заднего тормозного цилиндра.

$$C_{2a} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} - \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (3.53)$$

$$C_{2n} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} + \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (3.54)$$

где  $\mu_2$  – 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.

$$k_0 = \frac{B_r + \sin(B)}{4 \cdot \sin(B/2)} \quad (3.55)$$

где  $B$  – угол охвата колодок, град;

$B_r$  – угол охвата колодок, рад,  $B_r = B \cdot (/\!/\!180) = 1,885$  рад.

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

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

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

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}, (\text{см}^2) \quad (3.56)$$

где  $D_2$  – диаметр поршня заднего тормозного цилиндра, см.

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

Обозначим:

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

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

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

Полученные значения  $M_{T2}$  в зависимости от  $P_2$  заносим в таблицу 3.12.

### 3.2.4 Расчет нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении

$$R_1 = G_{A1} + \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, (\text{кг}) \quad (3.57)$$

$$R_2 = G_{A2} - \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, (\text{кг}) \quad (3.58)$$

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,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

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

Масса автомобиля с частичной нагрузкой автомобиля:

$$R_{1\text{част}} = 693 + \frac{1155}{9,81} \cdot \frac{61}{247,6} \cdot j = 693 + 29,02 \cdot j (\text{кг})$$

$$R_{2\text{част}} = 462 - \frac{1155}{9,81} \cdot \frac{61}{247,6} \cdot j = 462 - 29,02 \cdot j (\text{кг})$$

Масса автомобиля с полной нагрузкой автомобиля:

$$R_{1\text{полн}} = 768 + \frac{1505}{9,81} \cdot \frac{64}{247,6} \cdot j = 768 + 39,67 \cdot j \text{ (кг)}$$

$$R_{2\text{полн}} = 737 - \frac{1505}{9,81} \cdot \frac{64}{247,6} \cdot j = 737 - 39,67 \cdot j \text{ (кг)}$$

Полученные значения  $R_1$  и  $R_2$  при  $j = 1...10 \text{ м/с}^2$  и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 3.12.

3.2.5 Расчет оптимального (идеального) соотношения между давлениями в передних и задних тормозах при полном использовании сцепления колеса с дорогой

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + P_{01}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (3.59)$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + P_{02}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (3.60)$$

где  $r_k$  – радиус качения колеса, см.

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{27,2}{2 \cdot 152,83} \cdot \frac{j}{9,81} + 2 = 0,010 \cdot R_1 \cdot j + 2 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{27,2}{2 \cdot 58,2} \cdot \frac{j}{9,81} + 5 = 0,025 \cdot R_2 \cdot j + 5, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Полученные значения  $P_1$  и  $P_2$  при  $j = 1...10 \text{ м/с}^2$  и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

$j, \text{ м/с}^2$	Передняя ось			Задняя ось		
	$R_1, \text{ кг}$	$P_1, \text{ кг/см}^2$	$M_{T1}, \text{ кг}\cdot\text{см}$	$R_2, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг/см}^2$	$M_{T2}, \text{ кг}\cdot\text{см}$
Автомобиль с частичной нагрузкой						
1	722,0	8,9	1052,8	433,0	15,8	631,4
2	751,0	16,3	2190,3	404,0	25,2	1178,1
3	780,0	24,3	3412,4	375,0	33,2	1640,3
4	809,1	32,9	4719,1	345,9	39,7	2017,8
5	838,1	42,0	6110,4	316,9	44,7	2310,6
6	867,1	51,6	7586,4	287,9	48,3	2518,9
7	896,1	61,9	9147,0	258,9	50,4	2642,5

Продолжение таблицы 3.12

8	925,1	72,6	10792,1	229,9	51,1	2681,6
9	954,1	83,9	12522,0	200,9	50,3	2636,0
10	983,2	95,8	14336,4	171,8	48,1	2505,7
Автомобиль с полной нагрузкой						
1	807,7	9,7	1177,7	697,3	22,5	1016,8
2	847,3	18,2	2471,2	657,7	38,0	1918,0
3	887,0	27,4	3880,3	618,0	51,5	2703,5
4	926,7	37,4	5405,1	578,3	63,0	3373,2
5	966,3	48,1	7045,6	538,7	72,5	3927,3
6	1006,0	59,6	8801,8	499,0	80,0	4365,7
7	1045,7	71,8	10673,6	459,3	85,6	4688,5
8	1085,3	84,8	12661,2	419,7	89,1	4895,5
9	1125,0	98,6	14764,4	380,0	90,7	4986,8
10	1164,7	113,1	16983,4	340,3	90,3	4962,5

### 3.2.6 Расчет вакуумного усилителя

Работа вакуумного усилителя непостоянна. Это связано с тем, что в определенный момент наступает предел следящего режима работы усилителя, т.е. происходит перелом его характеристики. Поэтому в дальнейшем его работу будем рассматривать до и после точки перелома.

Давление в главном тормозном цилиндре до точки перелома:

$$P_{ГТЦ1} = i_{ус} \cdot \eta_{ГТЦ} \cdot \frac{F_{нед} \cdot i_{нед} - F_{сопр}}{S_{ГТЦ}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (3.61)$$

где  $F_{нед}$  – усилие на педали, кг;

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

$S_{ГТЦ}$  – площадь поршня главного тормозного цилиндра, см<sup>2</sup>;

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

$i_{ус}$  – передаточное число усилителя;

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

Давление в главном тормозном цилиндре после точки перелома:

$$P_{ГТЦ2} = \frac{\eta_{ГТЦ} \cdot (F_{нед} \cdot i_{нед} + \eta_{ус} \cdot S_{ус} \cdot P_{вак})}{S_{ГТЦ}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (3.62)$$

где  $P_{вак}$  – разрежение в усилителе, кг/см<sup>2</sup>;

$S_{ус}$  – эффективная площадь усилителя, см<sup>2</sup>;

$\eta_{ус}$  – КПД усилителя.

$$F_{недпер} = \frac{\eta_{ус} \cdot S_{ус} \cdot P_{вак} + i_{ус} \cdot F_{сопр}}{(i_{ус} - 1) \cdot i_{нед}} \text{ (кг)} \quad (3.63)$$

$$S_{ус} = \frac{\pi \cdot D_{ус}^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (3.64)$$

где  $D_{ус}$  – эффективный диаметр усилителя, см.

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

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

$$S_{ГТЦ} = \frac{\pi \cdot D_{ГТЦ}^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (3.65)$$

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

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

$$P_{ГТЦ1} = 6,3 \cdot 0,95 \cdot \frac{F_{нед} \cdot 4 - 10}{3,881} = 6,168 \cdot F_{нед} - 15,420 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$P_{ГТЦ2} = \frac{0,95 \cdot (F_{нед} \cdot 4 + 0,85 \cdot 397,608 \cdot 0,8)}{3,881} = 0,979 \cdot F_{нед} + 49,634 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Полученные значения  $P_{ГТЦ}$  при  $F_{нед} = 2,5 \dots 60$  кг заносим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13

$F_{нед}$ , кг	$P_{ГТЦ}$ , кг/см <sup>2</sup>
2,5	0,0
5,0	15,4
10	46,3
12,5	61,9



Продолжение таблицы 3.13

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

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

$$T_1 = \frac{2 \cdot M_{T1}}{r_k}, \text{ (кг)} \quad (3.66)$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot M_{T2}}{r_k}, \text{ (кг)} \quad (3.67)$$

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

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

$r_k$  – радиус качения колеса, см.

$$T_1 = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (P_1 - P_{01})}{r_k} = \frac{2 \cdot 152,83 \cdot (P_1 - 2)}{28,6} = \frac{305,66 \cdot (P_1 - 2)}{28,6}, \text{ (кг)}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot K_2 \cdot (P_2 - P_{02})}{r_k} = \frac{2 \cdot 58,2 \cdot (P_2 - 5)}{28,6} = \frac{116,4 \cdot (P_2 - 5)}{28,6}, \text{ (кг)}$$

где  $P_1$  – давление в переднем тормозном механизме,  $P_1 = P_{ГТЦ}$ , кг/см<sup>2</sup>;

$P_2$  – давление в заднем тормозном механизме, кг/см<sup>2</sup>.

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

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

- при частичной нагрузке автомобиля:

$$P_2 = P_{ср\ част} + (P_{ГТЦ} - P_{ср\ част}) \cdot k_{пер\ част} = 36 + (P_{ГТЦ} - 36) \cdot 0,22, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

- при полной нагрузке автомобиля:

$$P_2 = P_{ср\ полн} + (P_{ГТЦ} - P_{ср\ полн}) \cdot k_{пер\ полн} = 67 + (P_{ГТЦ} - 67) \cdot 0,11, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

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.

$$j = g \cdot \frac{T_1 + T_2}{G_A}, \text{ (м/с}^2\text{)} \quad (3.68)$$

где  $G_A$  – масса автомобиля, кг;

$g$  – ускорение центра тяжести, м/с<sup>2</sup>,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

$$j = g \cdot \frac{T_{1\ част} + T_{2\ част}}{G_{A\ част}} = 9,81 \cdot \frac{T_{1\ част} + T_{2\ част}}{1155} \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$j = g \cdot \frac{T_{1\ полн} + T_{2\ полн}}{G_{A\ полн}} = 9,81 \cdot \frac{T_{1\ част} + T_{2\ част}}{1505} \text{ (м/с}^2\text{)}$$

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

$$T_{1\ max} = (G_{A1} + G_A \cdot \frac{h_g}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max}, \text{ (кг)} \quad (3.69)$$

$$T_{2\ max} = (G_{A2} - G_A \cdot \frac{h_g}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max}, \text{ (кг)} \quad (3.70)$$

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  $f_{\max} = 1$ .

$$T_{1\ max\ част} = (G_{A1\ част} + G_{A\ част} \cdot \frac{h_g\ част}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max} = (693 + 1155 \cdot \frac{61}{247,6} \cdot \frac{j}{9,81}) \cdot 1 \text{ (кг)}$$

$$T_{2\ max\ част} = (G_{A2\ част} - G_{A\ част} \cdot \frac{h_g\ част}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max} = (462 - 1155 \cdot \frac{61}{247,6} \cdot \frac{j}{9,81}) \cdot 1 \text{ (кг)}$$

$$T_{1\max\text{ полн}} = (G_{A1\text{ полн}} + G_{A\text{ полн}} \cdot \frac{h_{g\text{ полн}}}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max} = (768 + 1505 \cdot \frac{64}{247,6} \cdot \frac{j}{9,81}) \cdot 1 \text{ (кг)}$$

$$T_{2\max\text{ полн}} = (G_{A2\text{ полн}} - G_{A\text{ полн}} \cdot \frac{h_{g\text{ полн}}}{L} \cdot \frac{j}{g}) \cdot f_{\max} = (737 - 1505 \cdot \frac{64}{247,6} \cdot \frac{j}{9,81}) \cdot 1 \text{ (кг)}$$

Полученные значения  $P_{ГТЦ}$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $M_{Г1}$ ,  $M_{Г2}$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{1\max}$ ,  $T_{2\max}$ ,  $j$ , при  $F_{нед}$  от 5 кг и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 3.14.

Таблица 3.14

$F_{нед}$ , кг	$P_{ГТЦ} =$ $P_1$ , кг/см <sup>2</sup>	$P_2$ , кг/см <sup>2</sup>	$M_{Г1}$ , кг·см	$M_{Г2}$ , кг·см	$T_1$ , кг	$T_2$ , кг	$j$ , м/с <sup>2</sup>	$T_{1\max}$ , кг	$T_{2\max}$ , кг
Автомобиль с частичной нагрузкой									
5,0	15,4	15,4	2051,0	606,4	143,4	42,4	1,58	738,8	416,2
7,5	30,8	30,8	4407,6	1503,8	308,2	105,2	3,51	794,8	360,2
10,0	46,3	38,3	6764,3	1935,4	473,0	135,3	5,17	842,9	312,1
12,5	61,9	41,7	9155,6	2135,8	640,3	149,4	6,70	887,5	267,5
15,0	64,3	42,2	9524,2	2166,7	666,0	151,5	6,94	894,4	260,6
17,5	66,8	42,8	9898,3	2198,0	692,2	153,7	7,18	901,4	253,6
20,0	69,2	43,3	10272,3	2229,3	718,3	155,9	7,42	908,4	246,6
22,5	71,7	43,8	10646,4	2260,7	744,5	158,1	7,66	915,4	239,6
25,0	74,1	44,4	11020,5	2292,0	770,7	160,3	7,90	922,4	232,6
27,5	76,6	44,9	11394,5	2323,3	796,8	162,5	8,14	929,3	225,7
30,0	79,0	45,5	11768,6	2354,7	823,0	164,7	8,39	936,3	218,7
32,5	81,5	46,0	12142,7	2386,0	849,1	166,9	8,63	943,3	211,7
35,0	83,9	46,5	12516,8	2417,4	875,3	169,0	8,87	950,3	204,7
37,5	86,3	47,1	12890,8	2448,7	901,5	171,2	9,11	957,3	197,7
40,0	88,8	47,6	13264,9	2480,0	927,6	173,4	9,35	964,3	190,7
42,5	91,2	48,2	13639,0	2511,4	953,8	175,6	9,59	971,2	183,8
45,0	93,7	48,7	14013,0	2542,7	979,9	177,8	9,83	978,2	176,8
Автомобиль с полной нагрузкой									
5,0	15,4	15,4	2051,0	606,4	143,4	42,4	1,21	816,0	689,0
7,5	30,8	30,8	4407,6	1503,8	308,2	105,2	2,69	874,9	630,1
10,0	46,3	46,3	6764,3	2401,2	473,0	167,9	4,18	933,7	571,3

Продолжение таблицы 3.14

12,5	61,9	61,9	9155,6	3311,8	640,3	231,6	5,68	993,4	511,6
15,0	64,3	64,3	9524,2	3452,2	666,0	241,4	5,91	1002,6	502,4
17,5	66,8	66,8	9898,3	3594,6	692,2	251,4	6,15	1011,9	493,1
20,0	69,2	69,2	10272,3	3737,1	718,3	261,3	6,38	1021,2	483,8
22,5	71,7	67,5	10646,4	3638,0	744,5	254,4	6,51	1026,2	478,8
25,0	74,1	67,8	11020,5	3653,7	770,7	255,5	6,69	1033,2	471,8
27,5	76,6	68,1	11394,5	3669,3	796,8	256,6	6,86	1040,3	464,7
30,0	79,0	68,3	11768,6	3685,0	823,0	257,7	7,04	1047,3	457,7
32,5	81,5	68,6	12142,7	3700,7	849,1	258,8	7,22	1054,4	450,6
35,0	83,9	68,9	12516,8	3716,3	875,3	259,9	7,40	1061,4	443,6
37,5	86,3	69,1	12890,8	3732,0	901,5	261,0	7,57	1068,5	436,5
40,0	88,8	69,4	13264,9	3747,7	927,6	262,1	7,75	1075,5	429,5
42,5	91,2	69,7	13639,0	3763,3	953,8	263,2	7,93	1082,6	422,4
45,0	93,7	69,9	14013,0	3779,0	979,9	264,3	8,11	1089,6	415,4
47,5	96,1	70,2	14387,1	3794,7	1006,1	265,4	8,28	1096,6	408,4
50,0	98,6	70,5	14761,2	3810,3	1032,3	266,5	8,46	1103,7	401,3
52,5	101,0	70,7	15135,3	3826,0	1058,4	267,6	8,64	1110,7	394,3
55,0	103,5	71,0	15509,3	3841,7	1084,6	268,6	8,82	1117,8	387,2
57,5	105,9	71,3	15883,4	3857,4	1110,7	269,7	9,00	1124,8	380,2
60,0	108,4	71,6	16257,5	3873,0	1136,9	270,8	9,17	1131,9	373,1

### 3.2.8 Расчет кривых реализуемого сцепления для передней и задней осей

Максимально возможное замедление автомобиля достигается в случае, когда на всех его колесах, катящихся с одинаковым скольжением, удельные тормозные силы одновременно становятся равными максимальному коэффициенту сцепления ( $f_{\max}$ ).

$$f_1 = \frac{T_1}{T_{1\max}} \quad (3.71)$$

$$f_2 = \frac{T_2}{T_{2\max}} \quad (3.72)$$

Полученные значения  $f_1, f_2$  при разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15

$F_{нед}, \text{ кг}$	$j, \text{ м/с}^2$	$T_1, \text{ кг}$	$T_2, \text{ кг}$	$T_{1\max}, \text{ кг}$	$T_{2\max}, \text{ кг}$	$f_1$	$f_2$
Автомобиль с частичной нагрузкой							
5,0	1,58	143,4	42,4	738,8	416,2	0,194	0,102
7,5	3,51	308,2	105,2	794,8	360,2	0,388	0,292
10,0	5,17	473,0	135,3	842,9	312,1	0,561	0,434
12,5	6,70	640,3	149,4	887,5	267,5	0,721	0,558
15,0	6,94	666,0	151,5	894,4	260,6	0,745	0,581
17,5	7,18	692,2	153,7	901,4	253,6	0,768	0,606
20,0	7,42	718,3	155,9	908,4	246,6	0,791	0,632
22,5	7,66	744,5	158,1	915,4	239,6	0,813	0,660
25,0	7,90	770,7	160,3	922,4	232,6	0,836	0,689
27,5	8,14	796,8	162,5	929,3	225,7	0,857	0,720
30,0	8,39	823,0	164,7	936,3	218,7	0,879	0,753
32,5	8,63	849,1	166,9	943,3	211,7	0,900	0,788
35,0	8,87	875,3	169,0	950,3	204,7	0,921	0,826
37,5	9,11	901,5	171,2	957,3	197,7	0,942	0,866
40,0	9,35	927,6	173,4	964,3	190,7	0,962	0,909
42,5	9,59	953,8	175,6	971,2	183,8	0,982	0,956
45,0	9,83	979,9	177,8	978,2	176,8	1,002	1,006
Автомобиль с полной нагрузкой							
5,0	1,21	143,4	42,4	816,0	689,0	0,176	0,062
7,5	2,69	308,2	105,2	874,9	630,1	0,352	0,167
10,0	4,18	473,0	167,9	933,7	571,3	0,507	0,294
12,5	5,68	640,3	231,6	993,4	511,6	0,645	0,453
15,0	5,91	666,0	241,4	1002,6	502,4	0,664	0,480
17,5	6,15	692,2	251,4	1011,9	493,1	0,684	0,510
20,0	6,38	718,3	261,3	1021,2	483,8	0,703	0,540
22,5	6,51	744,5	254,4	1026,2	478,8	0,725	0,531
25,0	6,69	770,7	255,5	1033,2	471,8	0,746	0,542

Продолжение таблицы 3.15

27,5	6,86	796,8	256,6	1040,3	464,7	0,766	0,552
30,0	7,04	823,0	257,7	1047,3	457,7	0,786	0,563
32,5	7,22	849,1	258,8	1054,4	450,6	0,805	0,574
35,0	7,40	875,3	259,9	1061,4	443,6	0,825	0,586
37,5	7,57	901,5	261,0	1068,5	436,5	0,844	0,598
40,0	7,75	927,6	262,1	1075,5	429,5	0,862	0,610
42,5	7,93	953,8	263,2	1082,6	422,4	0,881	0,623
45,0	8,11	979,9	264,3	1089,6	415,4	0,899	0,636
47,5	8,28	1006,1	265,4	1096,6	408,4	0,917	0,650
50,0	8,46	1032,3	266,5	1103,7	401,3	0,935	0,664
52,5	8,64	1058,4	267,6	1110,7	394,3	0,953	0,679
55,0	8,82	1084,6	268,6	1117,8	387,2	0,970	0,694
57,5	9,00	1110,7	269,7	1124,8	380,2	0,987	0,710
60,0	9,17	1136,9	270,8	1131,9	373,1	1,004	0,726

### 3.2.9 Расчет стояночного тормоза

Тормозная сила, необходимая для удержания автомобиля на уклоне 20%:

$$T_{укл} = G_{Аполн} \cdot \sin \alpha, \text{ (кг)} \quad (3.73)$$

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

$$T_{укл} = 1505 \cdot \sin(11^\circ 19') = 295,15 \text{ (кг)}$$

$$M_{T_{укл}} = T_{укл} \cdot r_{ст}, \text{ (кг}\cdot\text{см)} \quad (3.74)$$

$$M_{T_{укл}} = 295,15 \cdot 27,2 = 8028,21 \text{ (кг}\cdot\text{см)}$$

Передаточное число к активной колодке:

$$I_2 = \frac{l_1 \cdot (h_{21} - l_3)}{l_2 \cdot h_{21}}, \quad (3.75)$$

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:

$$I_3 = \frac{(l_1 - l_2) \cdot (h_{21} - l_3 + l_2)}{l_2 \cdot h_{21}} \quad (3.76)$$

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

Сила привода, необходимая для создания тормозного момента на задней оси:

$$F_{np} = \frac{M_{T \text{ укл}}}{2 \cdot R_2 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3)}, \text{ (кг)} \quad (3.77)$$

$$F_{np} = \frac{8028,21}{2 \cdot 10 \cdot (1,302 \cdot 4,37 + 0,530 \cdot 4,19)} = 50,82 \text{ (кг)}$$

Передаточное отношение рычага:

$$I_1 = \frac{L_1}{L_2}, \quad (3.78)$$

где  $L_1$  – длина рычага привода, см;

$L_2$  – длина тяги привода, см.

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

Передаточное отношение привода:

$$I_4 = I_1 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3) \quad (3.79)$$

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

Усилие на рычаге:

$$F_p = \frac{2 \cdot F_{np}}{I_1 \cdot \eta_{mp}}, \text{ (кг)} \quad (3.80)$$

где  $\eta_{mp}$  – КПД троса.

$$F_p = \frac{2 \cdot 50,18}{8,39 \cdot 0,5} = 24,24 \text{ (кг)}$$

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

## 4 Технологическая часть

### 4.1 Анализ технологичности конструкции изделия

Техническая подготовка производства изделий состоит из 3-х основных этапов: конструкторского, технологического и организационного.

Технологическая подготовка сборочного производства является частью технологической подготовки производства всего изделия и включает в себя следующие виды работ:

- проектирование технологического процесса сборки;
- разработка системы контроля;
- освоение технологического процесса;
- составление нормативов трудовых затрат и расхода материалов.

Проектирование технологического процесса начинается с изучения и анализа конструкции по чертежам, схемам, техническим условиям и программам испытаний. В результате такого анализа должна быть установлена взаимосвязь отдельных частей изделия, условия их соединения и функционирования, определены процессы, оказывающие наиболее существенное влияние на качество изделия.

После такого анализа разрабатывается последовательность или маршрут сборки, определяется последовательность и содержание каждой операции, оформляется технологическая документация. В заключение оценивается технологичность конструкции изделия.

Исходными данными при проектировании технологического процесса сборки являются конструкторская документация на изделие, технические условия, годовая программа выпуска или размерность партии, руководящие технические документы.

В качестве сборочной единицы для проработки технологического процесса сборки выберем «Тормоз задний в сборе».

В качестве исходных данных при проектировании технологического процесса сборки примем:

- сборочный чертеж тормоза заднего в сборе;
- годовой объем выпуска изделий  $N = 150000$  шт.



На основе выбранных исходных данных приступим к разработке технологического процесса сборки.

Тип производства зависит от годовой программы выпуска деталей и их трудоемкости. При годовом объеме выпуска  $N = 150000$  штук можно принять массовое производство, характеризующееся большим числом изготавливаемых изделий, что позволяет на каждом рабочем месте выполнять только одну постоянно повторяющуюся операцию.

Для обеспечения массового выпуска изделия необходимо поточное производство всех технологических процессов от изготовления отдельных деталей до сборки изделия в целом.

#### 4.2 Разработка технологической схемы сборки

Разработка технологического процесса сборки ведется в следующем порядке: на основе анализа конструкторской документации устанавливается сборочный состав изделия. Изделие расчленяется на отдельные сборочные единицы, определяются источники комплектования элементов, выделяют базовые детали (сборочные единицы). На основе вышеизложенного составляется технологическая схема сборки.

Таким образом, технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы, из которых собирают изделие. Такими элементами являются детали и сборочные единицы.

Деталь представляет собой первичный элемент изделия, характерным признаком которого является отсутствие в нем разъемных и неразъемных соединений. Сборочная единица представляет собой элемент изделия, состоящей из двух и более деталей, соединенных в одно целое, не распадающиеся при перемене положения. Характерный признак сборочной детали – возможность ее сборки не зависимо от других элементов изделия.

Разработку технологической схемы сборки ведем на основе тормоза заднего левого в сборе. Определяем последовательность сборки и разбиваем ее на узловую и общую. Технологическая схема сборки показана на чертеже «Технологическая схема сборки тормоза заднего левого в сборе».

Перечень сборочных работ составляем на основе технологической схемы сборки.

Перечень сборочных работ показан в таблице 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Операция	Время (мин.)
<u>Узловая сборка щита заднего тормоза левого в сборе</u>		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стойки в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502015, палец крепления направляющей пружины 16.ДП.01.015-3502032.	0,05
2	Взять со стойки два пальца крепления направляющей пружины 16.ДП.01.015-3502032, положить на нижний электрод сварочной машины.	0,06
3	Взять со стойки щит заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502015, установить на пальцы.	0,04
4	Выполнить рельефную сварку, держа щит одной рукой.	0,05
5	Снять собранный узел 16.ДП.01.015-3502017 со сварочной машины. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,03
6	Годные собранные узлы уложить в тару.	0,02
7	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
8	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
9	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: пластину опорную колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502023, пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.ДП.01.015-3502025, пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502026, заклепку крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.	0,05
10	Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.	0,05
11	Взять с предыдущей операции тару с щитом заднего тормоза без пластин и заклепок левым в сборе 16.ДП.01.015-3502017 и установить на	0,05

Продолжение таблицы 4.1

	стенд.	
12	Установить в приспособление стенда две заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.	0,06
13	Установить на заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027 пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.ДП.01.015-3502025.	0,04
14	Установить на подсобранный после перехода 5 узел пластину опорную колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502023.	0,04
15	Установить на подсобранный после перехода 6 узел пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502026.	0,04
16	Установить на подсобранный после перехода 7 узел щит заднего тормоза без пластин и заклепок левый в сборе 16.ДП.01.015-3502017.	0,04
17	Запрессовать на подсобранном после перехода 8 узле заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.	0,03
18	Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,03
	Годные собранные узлы уложить в тару не более 32 шт.	
19	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
20	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
21		0,02
ИТОГО		0,78
<u>Узловая сборка колодки заднего тормоза с рычагом левой в сборе</u>		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: рычаг ручного привода колодок левый 16.ДП.01.015-3502163, штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165.	0,05
2	Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.	0,05
3	Установить в приспособление стенда штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165.	0,04
4	Сжать штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165 с помощью приспособления.	0,02

Продолжение таблицы 4.1

5	Установить на штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165 рычаг ручного привода колодок левый 16.ДП.01.015-3502163.	0,04
6	Вернуть приспособление в исходное состояние.	0,02
7	Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,03
8	Годные собранные узлы уложить в тару.	0,02
9	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
10	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
11	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167, шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169.	0,05
12	Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.	0,05
13	Взять с предыдущей операции тару с рычагом разжимным заднего тормоза левым в сборе 16.ДП.01.015-3502161 и установить на стенд.	0,05
14	Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 и установить на стенд.	0,05
15	Установить в приспособление стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167.	0,04
16	Установить на ось разжимного рычага 16.ДП.01.015-3502167 колодку 16.ДП.01.015-3502090.	0,04
17	Установить на подсобранный после перехода 6 узел рычаг разжимной заднего тормоза левый в сборе 16.ДП.01.015-3502161.	0,04
18	Установить на подсобранный после перехода 7 узел шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169.	0,04
19	Запрессовать на подсобранный после перехода 8 узле шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169 и ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167.	0,03
20	Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,03
21	Годные собранные узлы уложить в тару не более 16 шт.	0,02
22	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02

Продолжение таблицы 4.1

23	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
ИТОГО		0,79
<u>Общая сборка тормоза заднего левого в сборе</u>		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: планку разжимную ручного привода колодок левую в сборе 16.ДП.01.015-3502151, винт упорный разжимной планки заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502170, пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю левую 16.ДП.01.015-3502037, пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.ДП.01.015-3502038.	0,05
2	Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.	0,05
3	Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.ДП.01.015-3502081 и установить на стенд.	0,05
4	Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 и установить на стенд.	0,05
5	Подсобрать детали: установить на планку разжимную ручного привода колодок 16.ДП.01.015-3502151 винт упорный разжимной планки заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502170.	0,06
6	Установить колодку заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.ДП.01.015-3502081 и колодку и фрикционную накладку заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 в приспособление стенда.	0,04
7	Установить на колодку 16.ДП.01.015-3502081 и колодку 16.ДП.01.015-3502090 пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю 16.ДП.01.015-3502037.	0,02
8	Разжать пружину стяжную верхнюю 16.ДП.01.015-3502037 колодками 16.ДП.01.015-3502081 и 16.ДП.01.015-3502090 с помощью приспособления стенда и установить подсборку с перехода 5.	0,06
9	Вернуть приспособление в исходное состояние.	0,01
10	Установить пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.ДП.01.015-3502038 в окна вырубки на ребре колодок 16.ДП.01.015-3502081 и 16.ДП.01.015-3502090.	0,02
11	Снять подсобранный узел с приспособления. Убедиться визуально в	0,03

Продолжение таблицы 4.1

	качестве выполненной работы.	
12	Годные подсобранные узлы уложить в тару не более 6 шт.	0,02
13	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
14	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
15	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: щит заднего тормоза левый в сборе 16.ДП.01.015-3502013, цилиндр колесный заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502040, пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502033, заглушку щита заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502019, кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.ДП.01.015-3538416, болт М6х12 с пружинной шайбой в сборе 1/38241/21, винт М6х10 1/32759/01, шайбу 6 1/05164/70.	0,05
16	Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.	0,05
17	Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с подсобранным узлом заднего тормоза левым в сборе и установить на стенд.	0,05
18	Установить в приспособление стенда цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040.	0,06
19	Установить на цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040 щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502013.	0,13
20	Взять два болта М6х12 с пружинной шайбой 1/38241/21 и наживить в цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040 подборки после перехода 5.	0,29
21	Завернуть болты электрогайковертом. Тарировано довернуть болты крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	0,07
22	Установить на подсобранный после перехода 6 узел кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.ДП.01.015-3538416.	0,16
23	Взять винт М6х10 1/32759/01 и шайбу 6 1/05164/70, подсобрать и наживить в щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502013 подборки после перехода 7. Завернуть винт отверткой. Тарировано довернуть винт крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	0,15
24	Взять две заглушки щита заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502019 и установить в подсобранный после перехода 8 узел.	0,17

Продолжение таблицы 4.1

25	Установить на подсобранный узел после перехода 10 пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502033 в количестве 2 штук.	0,08
26	Установить на подсобранный узел после перехода 11 подсобранный узел заднего тормоза левый после предыдущей операции.	0,14
27	Установить пружины направляющие 16.ДП.01.015-3502033 в отверстия колодок на подсобранном узле после перехода 12.	0,23
28	Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,03
29	Годные узлы уложить в тару не более 6 шт.	0,02
30	Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.	0,02
ИТОГО		2,2

#### 4.3 Техническое нормирование слесарно-сборочных работ

$$t_{оп}^{ОБЩ} = \Sigma t_{оп} = 3,77 \text{ (мин)}. \quad (4.1)$$

$$t_{шт}^{ОБЩ} = t_{оп}^{ОБЩ} + t_{оп}^{ОБЩ} \cdot \left( \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} \right), \quad (4.2)$$

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

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

$$t_{шт}^{ОБЩ} = 3,77 + 3,77 \cdot \left( \frac{3}{100} + \frac{5}{100} \right) = 4,07 \text{ (мин)}.$$

#### 4.4 Определение типа производства и формы организации технологического процесса сборки

Принимаем крупносерийное производство, поскольку годовой объем выпуска изделий  $N = 150000$  шт., определенная суммарная трудоемкость сборки  $t_{шт}^{ОБЩ} = 4,07$  мин.

Действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования:

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{CM} \cdot \eta_p, \quad (4.3)$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в году,  $D_p = 260$  дней;

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

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

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

$$\Phi = 260 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,97 = 4035,2$$

Такт выпуска:

$$T_B = \frac{60 \cdot \Phi}{N}, \quad (4.4)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска.

$$T_B = \frac{60 \cdot 4035,2}{150000} = 1,61 \text{ (мин/шт.)}.$$

#### 4.5 Составление маршрутной технологии и содержания сборочных операций

Маршрутная технология и содержание сборочных операций показаны в таблицах 4.2...4.4.

Таблица 4.2

<u>Узловая сборка щита заднего тормоза левого в сборе</u>				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сварочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стойки в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502015, палец крепления направляющей пружины 16.ДП.01.015-3502032.	Оснастка сварочная; электрод верхний; электрод нижний;	0,05
		2. Взять со стойки два пальца крепления направляющей пружины	стол; стойка.	0,06



Продолжение таблицы 4.2

		<p>16.ДП.01.015-3502032, положить на нижний электрод сварочной машины.</p> <p>3. Взять со стойки щит заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502015, установить на пальцы.</p> <p>4. Выполнить рельефную сварку, держа щит одной рукой. Включение машины ручное.</p> <p>5. Снять собранный узел 16.ДП.01.015-3502017 со сварочной машины. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.</p> <p>6. Годные собранные узлы уложить в тару.</p> <p>7. Наполненную тару передать на следующую операцию.</p> <p>8. Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.</p>		<p>0,04</p> <p>0,05</p> <p>0,03</p> <p>0,02</p> <p>0,02</p> <p>0,02</p>
010	Сборочная	<p>1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: пластину опорную колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502023, пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.ДП.01.015-3502025, пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502026, заклепку крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.</p> <p>2. Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд</p>	<p>Стенд сборочный;</p> <p>приспособление;</p> <p>пуансон для запрессовки;</p> <p>тара</p>	<p>0,05</p> <p>0,05</p>

		с приспособлением.		
--	--	--------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.2

		3. Взять с предыдущей операции тару с щитом заднего тормоза без пластин и заклепок левым в сборе 16.ДП.01.015-3502017 и установить на стенд.		0,05
		4. Установить в приспособление стенда две заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.		0,06
		5. Установить на заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027 пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.ДП.01.015-3502025.		0,04
		6. Установить на подсобранный после перехода 5 узел пластину опорную колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502023.		0,04
		7. Установить на подсобранный после перехода 6 узел пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502026.		0,04
		8. Установить на подсобранный после перехода 7 узел щит заднего тормоза без пластин и заклепок левый в сборе 16.ДП.01.015-3502017.		0,04
		9. Запрессовать на подсобранном после перехода 8 узле заклепки крепления опорных пластин 16.ДП.01.015-3502027.		0,03
		10. Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,03
		11. Годные собранные узлы уложить в тару не более 32 шт.		0,02
		12. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02

--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 4.2

		13. Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.		0,02
Итоговое время на выполнение операции				0,78

Таблица 4.3

<u>Узловая сборка колодки заднего тормоза с рычагом левой в сборе</u>				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) <i>top</i>
005	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: рычаг ручного привода колодок левый 16.ДП.01.015-3502163, штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165.	Стенд сборочный; приспособление; тара	0,05
		2. Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.		0,05
		3. Установить в приспособление стенда штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165.		0,04
		4. Сжать штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165 с помощью приспособления.		0,02
		5. Установить на штифт пружинный 16.ДП.01.015-3502165 рычаг ручного привода колодок левый 16.ДП.01.015-3502163.		0,04
		6. Вернуть приспособление в исходное состояние.		0,02
		7. Снять собранный узел с приспособ-		0,03

		ления. Убедиться визуально в качестве		
--	--	---------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.3

		<p>выполненной работы.</p> <p>8. Годные собранные узлы уложить в тару.</p> <p>9. Наполненную тару передать на следующую операцию.</p> <p>10. Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.</p>		<p>0,02</p> <p>0,02</p> <p>0,02</p>
010	Сборочная	<p>1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167, шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169.</p> <p>2. Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.</p> <p>3. Взять с предыдущей операции тару с рычагом разжимным заднего тормоза левым в сборе 16.ДП.01.015-3502161 и установить на стенд.</p> <p>4. Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 и установить на стенд.</p> <p>5. Установить в приспособление стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167.</p> <p>6. Установить на ось разжимного рычага 16.ДП.01.015-3502167 колодку 16.ДП.01.015-3502090.</p> <p>7. Установить на подсобранный после перехода 6 узел рычаг разжимной зад-</p>	<p>Стенд сборочный;</p> <p>приспособление;</p> <p>пуансон для запрессовки;</p> <p>тара</p>	<p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,04</p> <p>0,04</p> <p>0,04</p>

		него тормоза левый в сборе		
--	--	----------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.3

		16.ДП.01.015-3502161. 8. Установить на подсобранный после перехода 7 узел шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169.		0,04
		9. Запрессовать на подсобранном после перехода 8 узле шайбу пружинную 16.ДП.01.015-3502169 и ось разжимного рычага заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502167.		0,03
		10. Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,03
		11. Годные собранные узлы уложить в тару не более 16 шт.		0,02
		12. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
		13. Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.		0,02
Итоговое время на выполнение операции				0,79

Таблица 4.4

<u>Общая сборка тормоза заднего левого в сборе</u>				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) <i>t<sub>оп</sub></i>
005	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: планку разжимную ручного привода колодок левую в сборе 16.ДП.01.015-	Стенд сборочный; приспособление; тара	0,05

		3502151, винт упорный разжимной		
--	--	---------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.4

		<p>планки заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502170, пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю левую</p> <p>16.ДП.01.015-3502037, пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю</p> <p>16.ДП.01.015-3502038.</p> <p>2. Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.</p> <p>3. Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.ДП.01.015-3502081 и установить на стенд.</p> <p>4. Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 и установить на стенд.</p> <p>5. Подсобрать детали: установить на планку разжимную ручного привода колодок 16.ДП.01.015-3502151 винт упорный разжимной планки заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502170.</p> <p>6. Установить колодку заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.ДП.01.015-3502081 и колодку и фрикционную накладку заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502090 в приспособление стенда.</p> <p>7. Установить на колодку 16.ДП.01.015-3502081 и колодку 16.ДП.01.015-3502090 пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю</p>		<p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,06</p> <p>0,04</p> <p>0,02</p>
--	--	--	--	---

		16.ДП.01.015-3502037.		
--	--	-----------------------	--	--

Продолжение таблицы 4.4

		8. Разжать пружину стяжную верхнюю 16.ДП.01.015-3502037 колодками 16.ДП.01.015-3502081 и 16.ДП.01.015-3502090 с помощью приспособления стенда и установить подборку с перехода 5.		0,06
		9. Вернуть приспособление в исходное состояние.		0,01
		10. Установить пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.ДП.01.015-3502038 в окна вырубки на ребре колодок 16.ДП.01.015-3502081 и 16.ДП.01.015-3502090.		0,02
		11. Снять подсобранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,03
		12. Годные подсобранные узлы уложить в тару не более 6 шт.		0,02
		13. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
		14. Бракованную комплектацию уложить в специально отведенную тару.		0,02
010	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда в количестве, исключающем рассыпание деталей следующие комплектующие изделия: щит заднего тормоза левый в сборе 16.ДП.01.015-3502013, цилиндр колесный заднего тормоза в сборе 16.ДП.01.015-3502040, пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502033, заглушку щи-	Стенд сборочный; приспособление; электрогайковерт с моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м; удлинитель; ключ Т-	0,05

	та заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502019,	образный (S=10)	
--	--	-----------------	--

Продолжение таблицы 4.4

	<p>кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.ДП.01.015-3538416, болт М6х12 с пружинной шайбой в сборе 1/38241/21, винт М6х10 1/32759/01, шайбу 6 1/05164/70.</p> <p>2. Переместить наполненные съемные лотки стенда после перехода 1 на стенд с приспособлением.</p> <p>3. Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с подсоб- ранным узлом заднего тормоза левым в сборе и установить на стенд.</p> <p>4. Установить в приспособление стен да цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040.</p> <p>5. Установить на цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040 щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502013.</p> <p>6. Взять два болта М6х12 с пружинной шайбой 1/38241/21 и наживить в цилиндр колесный 16.ДП.01.015-3502040 подборки после перехода 5. Завернуть болты электрогайковертом. Тарировано довернуть болты крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.</p> <p>7. Установить на подсобранный после перехода 6 узел кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.ДП.01.015-3538416.</p> <p>8. Взять винт М6х10 1/32759/01 и шай-</p>	<p>мм) с фиксированной ручкой; головка S=10 мм для динамометрического ключа;</p> <p>ключ моментный предельный 5...30 Н·м;</p> <p>отвертка;</p> <p>пуансон для за- прессовки заглушки;</p> <p>крючок для монтажа пружины;</p> <p>тара</p>	<p>0,05</p> <p>0,05</p> <p>0,06</p> <p>0,13</p> <p>0,29</p> <p>0,07</p> <p>0,16</p>
--	---	--	---



	бу 6 1/05164/70, подсобрать и наживить в щит заднего тормоза левый 16.ДП.01.015-3502013 подборки после		
--	---	--	--

Продолжение таблицы 4.4

	<p>перехода 7. Завернуть винт отверткой. Тарировано довернуть винт крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.</p> <p>9. Взять две заглушки щита заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502019 и установить в подсобранный после перехода 8 узел.</p> <p>10. Снять подсобранный узел после перехода 9, перевернуть на 180° и установить в приспособление стенда.</p> <p>11. Установить на подсобранный узел после перехода 10 пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.ДП.01.015-3502033 в количестве 2 штук.</p> <p>12. Установить на подсобранный узел после перехода 11 подсобранный узел заднего тормоза левый после предыдущей операции.</p> <p>13. Установить пружины направляющие 16.ДП.01.015-3502033 в отверстия колодок на подсобранном узле после перехода 12.</p> <p>14. Снять собранный узел с приспособления. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.</p> <p>15. Годные узлы уложить в тару не более 6 шт.</p> <p>16. Бракованную комплектацию уло-</p>		<p>0,15</p> <p>0,17</p> <p>0,08</p> <p>0,14</p> <p>0,23</p> <p>0,03</p> <p>0,02</p> <p>0,02</p>
--	--	--	---

		жить в специально отведенную тару.		
Итоговое время на выполнение операции				2,2

## 5 Анализ экономической эффективности объекта

### Введение

Тормозная система автомобиля – важнейшая система, отвечающая за активную безопасность автомобиля, а также обеспечивающая комфортность при управлении автомобилем.

В качестве заднего тормозного механизма в конструкции тормозной системы автомобиля LADA-2192 используется механизм барабанного типа с самоустанавливающимися колодками, с двухпоршневым колесным цилиндром и устройством автоматической регулировки зазора между колодками и барабаном, встроенным в цилиндр. Данное устройство регулировки обладает существенным недостатком, который может негативно сказаться на эргономике автомобиля в процессе торможения, то есть негативно сказаться на уровне активной безопасности автомобиля. Этим недостатком является то, что в процессе износа тормозных накладок увеличивается зазор между колодками и барабаном и, соответственно, увеличиваются хода педали тормоза и рычага стояночной тормозной системы.

В качестве альтернативы в данном проекте рассматривается устройство автоматической регулировки зазоров, устанавливаемое вместо распорной планки, принцип работы которого заключается в увеличении длины механизма по мере износа колодок для сохранения оптимального зазора между колодками и барабаном. Данное устройство срабатывает практически при каждом торможении, благодаря чему в процессе эксплуатации автомобиля не происходит увеличения ходов педали тормоза и рычага стояночной тормозной системы, что положительно сказывается на потребительских качествах и активной безопасности автомобиля.

Поскольку в проекте происходит изменение конструкции заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2192, то возникает необходимость в проведении сравнительного анализа технико-экономических показателей проектируемого и базового вариантов, а также в определении экономического эффекта от предложенных в проекте технических решений.

Базовым вариантом является серийный задний тормозной механизм автомобиля LADA-2192, в котором устройство автоматической регулировки зазора встроено в колесный цилиндр.

## 5.1 Расчет себестоимости проектируемого заднего тормоза

Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого заднего тормоза представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
А	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска	$V_{ГОД}$	шт.	150000
2	Коэффициент отчислений в социальные фонды	$E_{СОЦ. Н}$	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов	$E_{ОБ. ЗАВОД}$	%	145
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{КОМ}$	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$E_{ОБОР}$	%	194
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	$K_{ТЗР}$	%	2,5
7	Коэффициент цеховых расходов	$E_{ЦЕХ}$	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{ИНСТР}$	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	$K_{РЕНТ}$	%	20
10	Коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве	$K_{ВЫП}$	%	35
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{ПРЕМ}$	%	20
12	Коэффициент возвратных отходов	$K_{ВОТ}$	%	1,5
13	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{ИНВ}$	%	2,4

Расчет статьи затрат «Сырье и материалы».

$$M = C_{Mi} \cdot Q_{Mi} \cdot \left( 1 + \frac{K_{ТЗР}}{100} - \frac{K_{ВОТ}}{100} \right), \quad (5.1)$$

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 5.2.

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за ед. изм., руб	Сумма, руб
1	Круг 12 сталь 20Г2Р	0,0075	33,07	0,25
2	Круг 14 сталь АС14	0,005	63,45	0,32
3	Лента 1 сталь 70	0,002	73,17	0,15
4	Лента 2,5 сталь 08ю	0,86	29,56	25,42
5	Лента 3 сталь 08кп	0,06	29,30	1,76
6	Лента 3 сталь 08пс	0,01	32,70	0,33
7	Полоса 4 сталь 20Х	0,1	34,45	3,45
8	Полоса 6 сталь 20	0,025	31,00	0,78
9	Проволока стальная I-1,5	0,0124	55,39	0,69
10	Проволока стальная I-1,9	0,012	62,84	0,75
ИТОГО:				33,90
Транспортно-заготовительные расходы:				0,85
Возвратные отходы:				0,51
ВСЕГО:				34,24

Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты».

$$P_{II} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100}\right), \quad (5.2)$$

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 5.3.

Таблица 5.3

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб	Сумма, руб
1	Колодка заднего тормоза в сборе	2	308,00	616,00
2	Механизм автомат. регулировки	1	650,00	650,00

Продолжение таблицы 5.3

3	Цилиндр колесный в сборе	1	151,00	151,00
4	Кронштейн датчика скорости	1	111,42	111,42
5	Заглушка щита	2	10,00	20,00
6	Заклепка крепления	2	4,50	9,00
7	Болт М6х12	2	5,00	10,00
8	Винт М6х10	1	2,00	2,00
9	Шайба 6	1	1,00	1,00
10	Шайба пружинная	1	2,00	2,00
ИТОГО:				1572,42
Транспортно-заготовительные расходы:				39,31
ВСЕГО:				1611,73

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих».

$$Z_o = Z_T \cdot \left(1 + \frac{K_{ПРЕМ}}{100}\right), \quad (5.3)$$

где  $Z_T$  – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_T = C_p \cdot T, \quad (5.4)$$

где  $C_p$  – часовая тарифная ставка, руб;

$T$  – трудоемкость выполнения операции, час.

Результаты расчета представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Заготовительные	3	0,023	80,56	1,85
2	Штамповка	3	0,021	80,56	1,69
3	Сварочные	4	0,005	92,72	0,46
4	Мехобработка	5	0,072	96,47	6,95
5	Термообработка	3	0,016	80,56	1,29
6	Сборочные	4	0,057	92,72	5,29

Продолжение таблицы 5.4

ИТОГО:	17,53
Премииальные доплаты:	3,51
Основная з/п:	21,04

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».

$$З_{ДОП} = З_О \cdot \frac{K_{ВЫП}}{100} . \quad (5.5)$$

$$З_{ДОП} = 21,04 \cdot \frac{35}{100} = 7,36 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи затрат «Отчисления в единый социальный налог».

$$C_{СОЦ.Н} = (З_О + З_{ДОП}) \cdot \frac{E_{СОЦ.Н}}{100} . \quad (5.6)$$

$$C_{СОЦ.Н} = (21,04 + 7,36) \cdot \frac{30}{100} = 8,52 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования».

$$C_{СОД.ОБОР} = З_О \cdot \frac{E_{ОБОР}}{100} . \quad (5.7)$$

$$C_{СОД.ОБОР} = 21,04 \cdot \frac{194}{100} = 40,82 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы».

$$C_{ЦЕХ} = З_О \cdot \frac{E_{ЦЕХ}}{100} . \quad (5.8)$$

$$C_{ЦЕХ} = 21,04 \cdot \frac{183}{100} = 38,50 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку».

$$C_{ИНСТР} = З_О \cdot \frac{E_{ИНСТР}}{100} . \quad (5.9)$$

$$C_{ИНСТР} = 21,04 \cdot \frac{3}{100} = 0,63 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи затрат «Цеховая себестоимость».

$$C_{ЦЕХ.С/С} = M + П_{И} + З_{О} + З_{ДОП} + C_{СОЦ.Н} + C_{СОД.ОБОР} + C_{ЦЕХ} + C_{ИНСТР}. \quad (5.10)$$

$$C_{ЦЕХ.С/С} = 34,24 + 1611,73 + 21,04 + 7,36 + 8,52 + 40,32 + 38,50 + 0,63 = \\ = 1762,84 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы».

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = З_{О} \cdot \frac{E_{ОБ.ЗАВОД}}{100}. \quad (5.11)$$

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = 21,04 \cdot \frac{145}{100} = 30,51 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводская себестоимость».

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{ЦЕХ.С/С}. \quad (5.12)$$

$$C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} = 30,51 + 1762,84 = 1793,35 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Коммерческие расходы».

$$C_{КОМ} = C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} \cdot \frac{E_{КОМ}}{100}. \quad (5.13)$$

$$C_{КОМ} = 1793,35 \cdot \frac{5}{100} = 89,67 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Полная себестоимость».

$$C_{ПОЛ} = C_{ОБ.ЗАВОД.С/С} + C_{КОМ}. \quad (5.14)$$

$$C_{ПОЛ} = 1793,35 + 89,67 = 1883,02 \text{ (руб.)}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого заднего тормоза.

$$Ц_{ОТП.П} = Ц_{ОТП.Б}. \quad (5.15)$$

$$Ц_{ОТП.П} = Ц_{ОТП.Б} = 2209,00 \text{ (руб.)}$$

Затраты на производство базового и проектируемого заднего тормоза сведены в таблицу 5.5.

Таблица 5.5

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	<i>M</i>	35,31	34,24



Продолжение таблицы 5.5

2	Стоимость комплектующих изделий	<i>Пи</i>	1123,83	1611,73
3	Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	21,44	21,04
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп</i>	7,5	7,36
5	Отчисления на социальные нужды	<i>Ссоц. н</i>	8,68	8,52
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод. обор</i>	41,59	40,82
7	Цеховые расходы	<i>Сцех</i>	39,24	38,5
8	Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр</i>	0,64	0,63
9	Цеховая себестоимость	<i>Сцех. с/с</i>	1278,23	1762,84
10	Общезаводские расходы	<i>Соб. завод</i>	31,09	30,51
11	Общезаводская себестоимость	<i>Соб. завод. с/с</i>	1309,32	1793,35
12	Коммерческие расходы	<i>Ском</i>	65,47	89,67
13	Полная себестоимость	<i>Спол</i>	1374,79	1883,02
14	Отпускная цена	<i>Цотп</i>	2209,00	2209,00

## 5.2 Расчет точки безубыточности проекта

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:

$$C_{отп} \cdot V_{год} = Z_{пост} + Z_{перем.уд} \cdot V_{год}, \quad (5.16)$$

где  $C_{отп}$  – цена продукции;

$V_{год}$  – объем производства;

$Z_{\text{пост}}$  – постоянные издержки;

$Z_{\text{перем. уд}}$  – переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат

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

$$Z_{\text{перем. уд}} = M + \Pi u + Z_o + Z_{\text{доп.}} + C_{\text{соц. н}} \cdot \quad (5.17)$$

$$Z_{\text{перем. уд Б}} = 35,31 + 1123,83 + 21,44 + 7,50 + 8,68 = 1196,76 \text{ (руб);}$$

$$Z_{\text{перем. уд П}} = 34,24 + 1611,73 + 21,04 + 7,36 + 8,52 = 1682,89 \text{ (руб).}$$

– на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{перем}} = Z_{\text{перем. уд}} \cdot V_{\text{год}} \cdot \quad (5.18)$$

$$Z_{\text{перем П}} = 1682,89 \cdot 150000 = 252433500,00 \text{ (руб).}$$

Определение постоянных затрат:

– на единицу изделия проводится по формуле:

$$Z_{\text{пост. уд П}} = (C_{\text{сод. обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot 0,87 + C_{\text{цех}} + C_{\text{об. завод}} + C_{\text{ком}} + A_{\text{м уд}}, \quad (5.19)$$

где  $A_{\text{м уд}}$  – амортизационные отчисления, руб.

$$A_{\text{м уд}} = (C_{\text{сод. обор}} + C_{\text{инстр}}) \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (5.20)$$

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

$$A_{\text{м уд}} = (40,82 + 0,63) \cdot 13 / 100 = 5,39 \text{ (руб).}$$

$$Z_{\text{пост. уд П}} = (40,82 + 0,63) \cdot 0,87 + 38,50 + 30,51 + 89,67 + 5,39 = 200,13 \text{ (руб).}$$

– на годовую программу выпуска изделия проводится по формуле:

$$Z_{\text{пост}} = Z_{\text{пост. уд}} \cdot V_{\text{год}} \cdot \quad (5.21)$$

$$Z_{\text{пост П}} = 200,13 \cdot 150000 = 30019500,00 \text{ (руб).}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия.

$$C_{\text{полн. г П}} = C_{\text{полн П}} \cdot V_{\text{год}} \cdot \quad (5.22)$$

$$C_{\text{полн. г П}} = 1883,02 \cdot 150000 = 282453000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет выручки от реализации изделия.

$$\text{Выручка}_{\text{П}} = C_{\text{отп. П}} \cdot V_{\text{год}} \cdot \quad (5.23)$$

$$\text{Выручка}_{\text{П}} = 2209,00 \cdot 150000 = 331350000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет маржинального дохода.

$$D_{МАРЖ} = Выручка_{П} - Z_{ПЕРЕМ П} \cdot \quad (5.24)$$

$$D_{МАРЖ} = 331350000,00 - 252433500,00 = 78916500,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет критического объема продаж.

$$A_{КРИТ} = \frac{Z_{ПОСТ П}}{Ц_{ОТП П} - Z_{ПЕРЕМ .УД П}} \cdot \quad (5.25)$$

$$A_{КРИТ} = \frac{30019500,00}{2209,00 - 1682,89} = 57059,36 \approx 57060 \text{ (шт.)}$$

Определение точки безубыточности графическим методом.

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемого заднего тормоза представлен на рисунке 5.1.

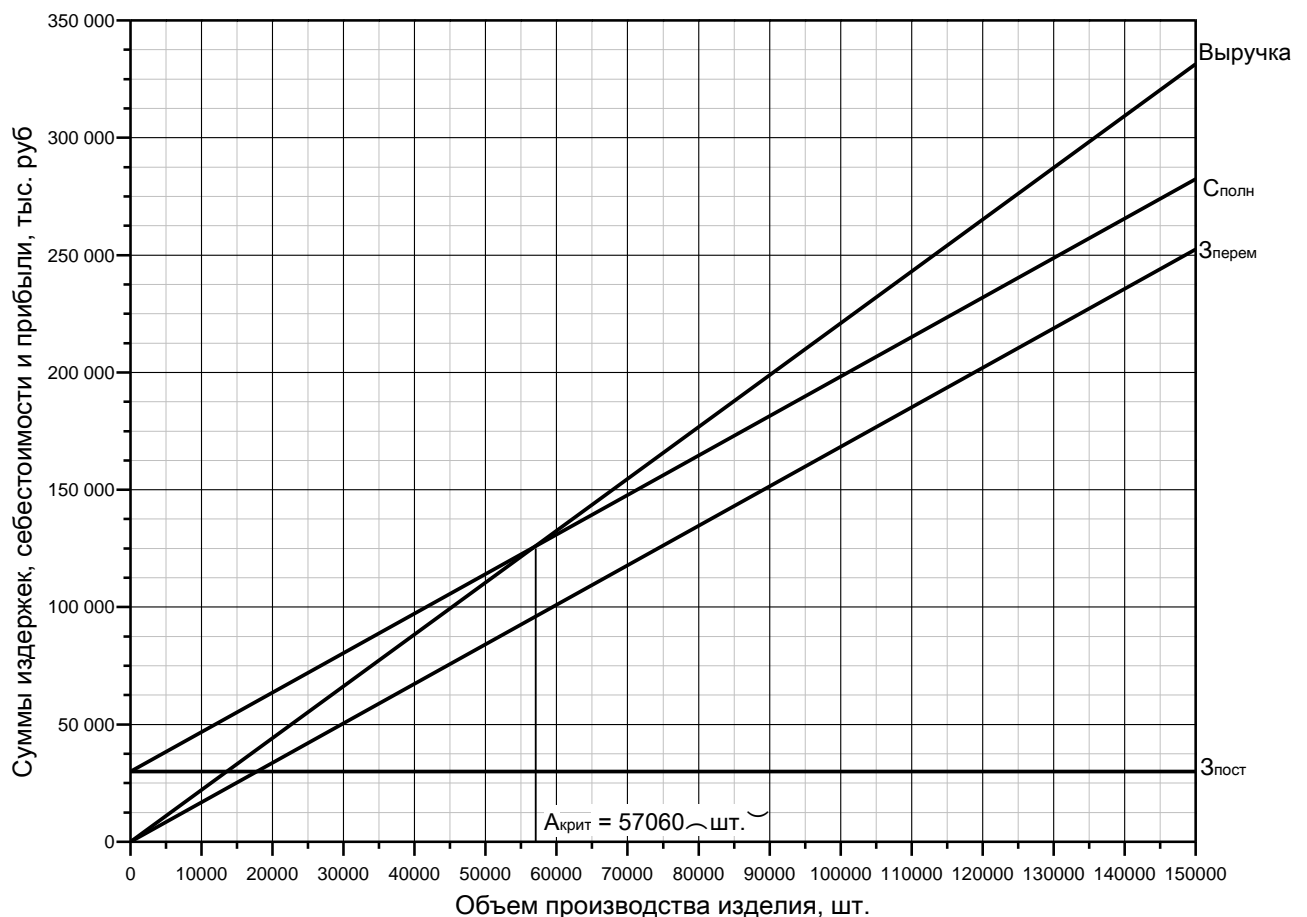


Рисунок 5.1 – Определение точки безубыточности

### 5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определим в 5 лет.

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

$$\Delta = \frac{V_{\text{МАКС}} - A_{\text{КРИТ}}}{n - 1}, \quad (5.26)$$

где  $V_{\text{МАКС}}$  – максимальный объем продаж, шт.,  $V_{\text{МАКС}} = V_{\text{ГОД}} = 150000$  (шт.);

$n$  – количество лет с учетом предпроизводственной подготовки, примем  $n = 6$ .

$$\Delta = \frac{150000 - 57060}{6 - 1} = 18588 \text{ (шт.)}.$$

Выручка по годам

$$\text{Выручка}_i = Ц_{\text{ОТП}} \cdot V_{\text{ПРОД } i}, \quad (5.27)$$

где  $V_{\text{ПРОД } i}$  – объем продаж в  $i$ -ом году, определяется по формуле:

$$V_{\text{ПРОД } i} = A_{\text{КРИТ}} + \Delta. \quad (5.28)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6

Год	Объем продаж, шт.	Выручка, руб
1	75648	167106432,00
2	94236	208167324,00
3	112824	249228216,00
4	131412	290289108,00
5	150000	331350000,00

Переменные затраты по годам

$$З_{\text{ПЕРЕМ } i} = З_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ПРОД } i}. \quad (5.29)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Год	Переменные затраты (база), руб	Переменные затраты (проект), руб
1	90532500,48	127307262,72
2	112777875,36	158588822,04
3	135023250,24	189870381,36
4	157268625,12	221151940,68
5	179514000,00	252433500,00

Постоянные затраты для базового варианта

$$Z_{ПОСТ\ Б} = Z_{ПОСТ.УД\ Б} \cdot V_{МАКС} \cdot \quad (5.30)$$

$$Z_{ПОСТ.УД\ Б} = C_{СОД.ОБОР} + C_{ИНСТР} + C_{ЦЕХ} + C_{ОБ.ЗАВОД} + C_{КОМ} \cdot \quad (5.31)$$

$$Z_{ПОСТ.УД\ Б} = 41,59 + 0,64 + 39,24 + 31,09 + 65,47 = 178,03 \text{ (руб)}.$$

$$Z_{ПОСТ\ Б} = 178,03 \cdot 150000 = 26704500,00 \text{ (руб)}.$$

Амортизация

$$Ам = Ам_{УД} \cdot V_{МАКС} \cdot \quad (5.32)$$

$$Ам = 5,39 \cdot 150000 = 808500,00 \text{ (руб)}.$$

Полная себестоимость по годам

$$C_{ПОЛН.i} = Z_{ПЕРЕМ.i} + Z_{ПОСТ} \cdot \quad (5.33)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Год	Полная себестоимость (база), руб	Полная себестоимость (проект), руб
1	117237000,48	157326762,72
2	139482375,36	188608322,04
3	161727750,24	219889881,36
4	183973125,12	251171440,68
5	206218500,00	282453000,00

Налогооблагаемая прибыль по годам

$$Пр.обл_i = Выручка_i - C_{ПОЛН.i} \cdot \quad (5.34)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9

Год	Налогооблагаемая прибыль (база), руб	Налогооблагаемая прибыль (проект), руб
1	49869431,52	9779669,28
2	68684948,64	19559001,96
3	87500465,76	29338334,64
4	106315982,88	39117667,32
5	125131500,00	48897000,00

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$H_{\text{ПР}i} = \text{Пр.обл}_i \cdot 0,20. \quad (5.35)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10

Год	Налог на прибыль (база), руб	Налог на прибыль (проект), руб
1	9973886,30	1955933,86
2	13736989,73	3911800,39
3	17500093,15	5867666,93
4	21263196,58	7823533,46
5	25026300,00	9779400,00

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч}_i = \text{Пр.обл}_i - H_{\text{ПР}i}. \quad (5.36)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11

Год	Прибыль чистая (база), руб	Прибыль чистая (проект), руб
1	39895545,22	7823735,42
2	54947958,91	15647201,57
3	70000372,61	23470667,71
4	85052786,30	31294133,86
5	100105200,00	39117600,00

### 5.3.9 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:

$$Эобщ_i = (Ц_{ОТП Б} \cdot \frac{D_2}{D_1} - Ц_{ОТП П}) \cdot V_{ПРОД i}, \quad (5.37)$$

где  $D_1$  и  $D_2$  – долговечность (срок службы) изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту.

На основании результатов испытаний на долговечность базового и проектного варианта заднего тормоза с устройством автоматической регулировки зазора, увеличение долговечности проектируемого варианта можно оценить следующим образом:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{125\%}{100\%} = 1,25.$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

Год	Общественный эффект, руб
1	41776608,00
2	52041831,00
3	62307054,00
4	72572277,00
5	82837500,00

Текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам

$$ЧД_i = Пр.ч_{П i} - Пр.ч_{Б i} + Ам + Эобщ_i. \quad (5.38)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13

Год	Текущий чистый доход, руб
1	10513298,20
2	13549573,66
3	16585849,10
4	19622124,56
5	22658400,00

Дисконтирование денежного потока

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

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{CT}/100)^t}, \quad (5.39)$$

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

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

Результаты расчета представлены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

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

Чистый дисконтированный поток реальных денег

$$ЧДД_{ti} = ЧД_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}). \quad (5.40)$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.15.



Таблица 5.15

Год	Чистый дисконтированный поток реальных денег, руб
1	9556588,06
2	11191947,84
3	12455972,67
4	13401911,07
5	14070866,40

Суммарный ЧДД за расчетный период

$$\sum ЧДД_t = \sum ЧД_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}) = \sum ЧДД_{ti} . \quad (5.41)$$

$$\begin{aligned} \sum ЧДД_t &= 9556588,06 + 11191947,84 + 12455972,67 + 13401911,07 + \\ &+ 14070866,40 = 60677286,04 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

$$J_0 = \frac{K_{ИНВ}}{100} \cdot \sum C_{ПОЛН \Pi i} . \quad (5.42)$$

$$\begin{aligned} \sum C_{ПОЛН \Pi i} &= 157326762,72 + 188608322,04 + 219889881,36 + 251171440,68 + \\ &+ 282453000,00 = 1099446406,80 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

$$J_0 = \frac{2,4}{100} \cdot 1099446406,80 = 26386785,76 \text{ (руб)}.$$

Чистый дисконтированный доход.

$$ЧДД = \sum ЧДД_t - J_0 . \quad (5.43)$$

$$ЧДД = 60677286,04 - 26386785,76 = 34290500,28 \text{ (руб)}.$$

Индекс доходности.

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0} . \quad (5.44)$$

$$JD = \frac{34290500,28}{26386785,76} = 1,30.$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования.

$$T_{ОКУП} = \frac{J_0}{ЧДД} . \quad (5.45)$$

$$T_{\text{ОКУП}} = \frac{26386785,76}{34290500,28} = 0,77 \text{ (года)}.$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого заднего тормоза сводится в таблицу 5.16.

Таблица 5.16

№ п/п	Наименование показателей	ГОДЫ					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж (шт.) <i>V<sub>ПРОД</sub></i>	0	75648	94236	112824	131412	150000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб) <i>Ц<sub>отп</sub></i>		2209,00				
3	<i>Выручка</i> (руб)		167106432	208167324	249228216	290289108	331350000
4	Переменные затраты (руб) <i>З<sub>ПЕРЕМ Б</sub></i>		90532500	112777875	135023250	157268625	179514000
	<i>З<sub>ПЕРЕМ П</sub></i>		127307263	158588822	189870381	221151941	252433500
5	Амортизация (руб) <i>Ам</i>		808500				
6	Постоянные затраты (руб) <i>З<sub>ПОСТ Б</sub></i>		26704500				
	<i>З<sub>ПОСТ П</sub></i>		30019500				
7	Полная себестоимость (руб) <i>С<sub>ПОЛ Б</sub></i>		117237000	139482375	161727750	183973125	206218500
	<i>С<sub>ПОЛ П</sub></i>		157326763	188608322	219889881	251171441	282453000
8	Налогооблагаемая прибыль (руб) <i>Пр.обл Б</i>		49869432	68684949	87500466	106315983	125131500
	<i>Пр.обл П</i>		9779669	19559002	29338335	39117667	48897000
9	Налог на прибыль (руб) <i>Н<sub>ПР Б</sub></i>		9973886	13736990	17500093	21263197	25026300
	<i>Н<sub>ПР П</sub></i>		1955934	3911800	5867667	7823533	9779400
10	Прибыль чистая (руб) <i>Пр.ч Б</i>		39895545	54947959	70000373	85052786	100105200
	<i>Пр.ч П</i>		7823735	15647202	23470668	31294134	39117600

Продолжение таблицы 5.16

11	Общественный эффект (руб) <i>Эобщ</i>		41776608	52041831	62307054	72572277	82837500
12	Чистый поток реальных денег (руб) <i>ЧД</i>		10513298	13549574	16585849	19622125	22658400
13	Коэффициент дисконтирования $a_t$		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
14	Чистый дисконтированный поток реальных денег (руб) <i>ЧДД<sub>t</sub></i>		9556588	11191948	12455973	13401911	14070866
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (руб) $\Sigma ЧДД_t$		60677286				
16	Капиталообразующие инвестиции, (руб) <i>Jo</i>	26386786					
17	Чистый дисконтированный доход (руб) <i>ЧДД</i>		34290500				
18	Индекс доходности <i>JD</i>		1,30				
19	Срок окупаемости проекта (год) <i>Токуп</i>		0,77				

На рисунке 5.2 представлен график соотношения между объемом производства и прибылью.

#### 5.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы

Себестоимость модернизированного заднего тормозного механизма с устройством автоматической регулировки зазоров выше себестоимости базового варианта, однако за счет общественной значимости проекта экономический эффект от его внедрения положителен.

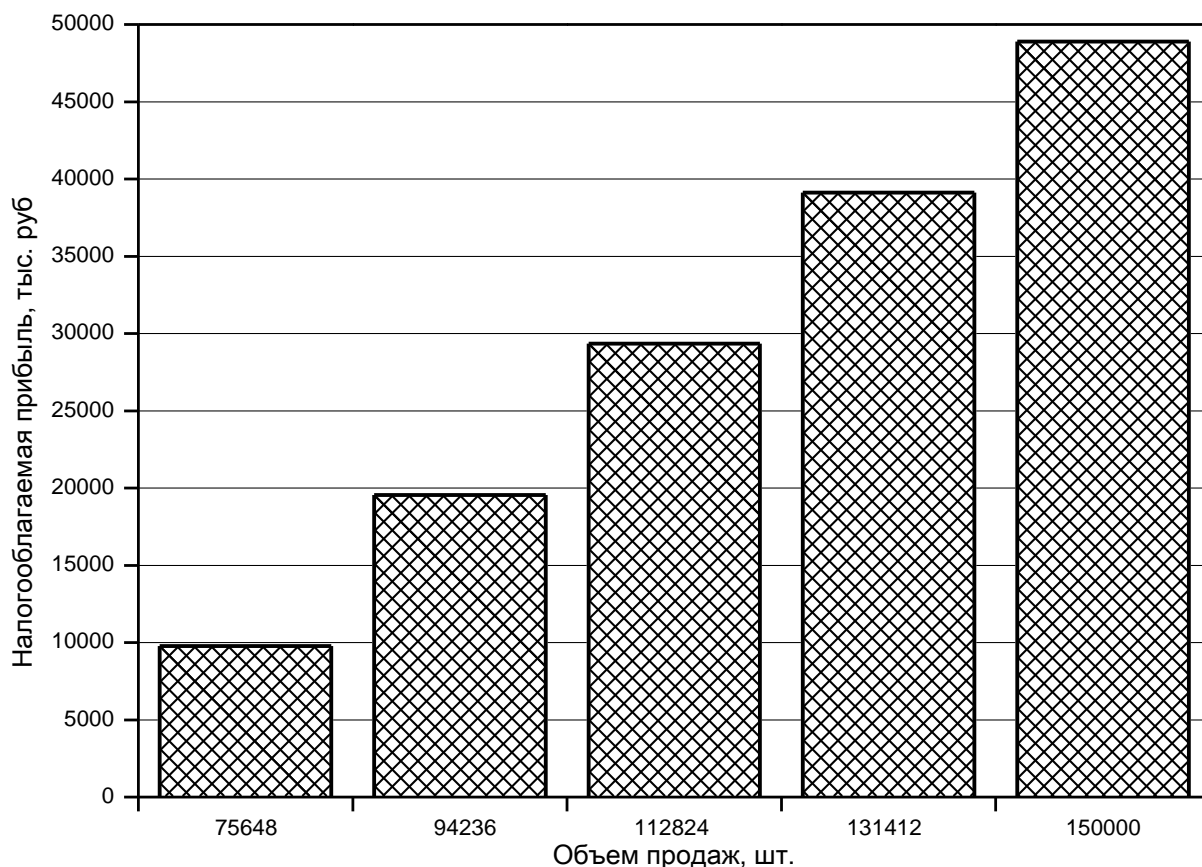


Рисунок 5.2 – График соотношения между объемом производства и прибылью

Критический объем продаж, представляющий собой минимальное количество продаж для покрытия расходов предприятия, составил 49950 шт.

Объемы продаж новой продукции каждый год будут увеличиваться на 20010 шт.

Чистый дисконтированный доход положителен и составил 32817302,43 рублей. Таким образом, проект является эффективным и можно рассматривать вопрос о его принятии.

Индекс доходности связан с ЧДД следующим образом: если ЧДД положителен, то  $JD > 1$ , при этом если  $JD > 1$ , то проект эффективен. В данном проекте индекс доходности  $JD$  составил 1,30.

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

Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемая модернизация заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2192 целесообразна.

## 6 Безопасность и экологичность объекта

### 6.1 Влияние изменений, внесенных в конструкцию заднего тормоза, на безопасность автомобиля

Тормозные системы существенно влияют на безопасность движения автомобиля. Поэтому к тормозным системам, кроме общих требований к конструкции автомобиля, предъявляются повышенные специальные требования, которые регламентируются Правилами № 13 ЕЭК ООН, распространяемыми и на Россию. И одним из самых важных требований к тормозной системе является обеспечение минимального тормозного пути. Необходимыми условиями получения минимального тормозного пути являются минимальное время срабатывания тормозного привода, одновременное торможение всех колес автомобиля, возможность доведения тормозных сил на всех колесах автомобиля до максимального значения по сцеплению и обеспечение необходимого распределения тормозных сил между колесами автомобиля в соответствии с нагрузками на колеса.

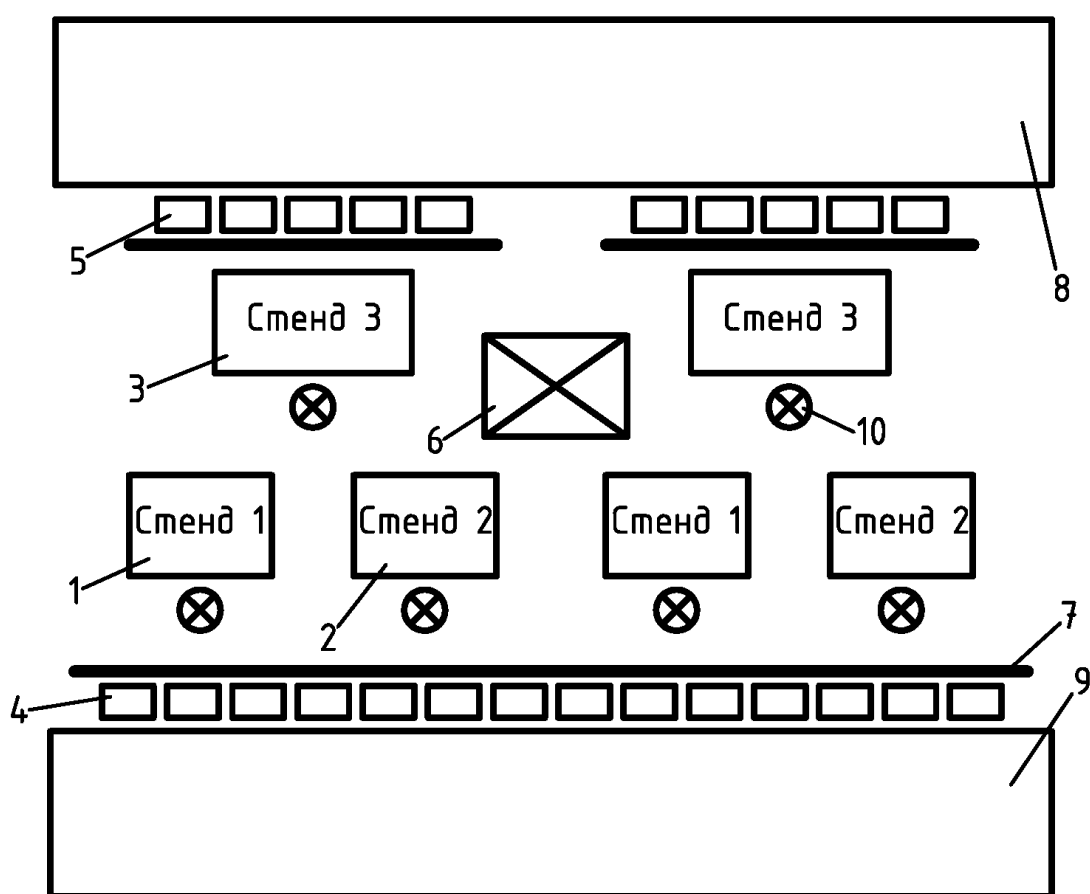
Привнесенные в конструкцию заднего тормоза изменения механизма регулировки зазоров между тормозными накладками и барабаном напрямую влияют на такой параметр, как минимизация времени срабатывания тормозного привода, и, соответственно, обеспечение минимального тормозного пути. В серийном тормозном механизме механизм регулировки встроен в колесный цилиндр. Главным недостатком этого механизма является то, что в связи с особенностями его конструкции по мере износа накладок происходит увеличение хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза, и, соответственно, происходит увеличение времени срабатывания тормозного привода.

Измененная конструкция механизма регулировки зазоров работает по принципу увеличения длины разжимной планки ручного тормоза. Достоинством подобного устройства регулировки является срабатывание практически при каждом торможении и почти бесступенчатая регулировка. Соответственно, зазор между тормозным барабаном и колодками по мере износа накладок остается оптимальным, и ход тормозной педали и ход рычага ручного тормоза в

процессе эксплуатации автомобиля не увеличивается, что положительно сказывается на безопасности автомобиля.

## 6.2 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции при сборке заднего тормозного механизма

Сборка модернизированного заднего тормозного механизма предполагается на территории ОАО «ВИС» г. Тольятти. Участок сборки модернизированного узла представляет собой участок со сборочным оборудованием и оснасткой. План участка представлен на рисунке 6.1.



- 1 – стенд сборочный узловой сборки щита заднего тормоза;
- 2 – стенд сборочный узловой сборки колодок заднего тормоза с рычагом в сборе;
- 3 – стенд сборочный общей сборки заднего тормоза; 4 – контейнеры с запчастями;
- 5 – контейнеры для готовой продукции; 6 – изолятор брака; 7 – ограждающий брус;
- 8 – путь доставки контейнеров с готовой продукцией на сборочный конвейер;
- 9 – путь доставки контейнеров с запчастями; 10 – рабочее место сборщика

Рисунок 6.1 – План участка сборки заднего тормозного механизма

Таблица 6.1 – Спецификация оборудования, инструментов производственного участка сборки заднего тормозного механизма

№ позиции на эскизе рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	<u>Стенд сборочный узловой сборки щита заднего тормоза:</u> – приспособление; – пуансон для запрессовки заклепок.	1. Сборка щита заднего тормоза.
2	<u>Стенд сборочный узловой сборки колодок заднего тормоза с рычагом в сборе:</u> – приспособление; – пуансон для запрессовки осей.	1. Сборка колодок заднего тормоза с рычагом в сборе.
3	<u>Стенд сборочный общей сборки заднего тормоза:</u> – приспособление; – электрический гайковерт; – удлинитель; – ключ Т-образный с фиксированной ручкой; – головка для динамометрического ключа; – ключ моментный предельный; – пуансон для запрессовки заглушек; – крючок для монтажа пружины; – отвертка.	1. Сборка заднего тормоза.

### 6.3 Опасные и вредные производственные факторы на участке сборки заднего тормозного механизма

#### Механические травмы.

Источниками механических травм на описываемом рабочем месте являются:

1. Травмы при контакте руки с рабочим органом станда – гайковертом.

Исключены при соблюдении техники безопасности при работе на исправном оборудовании.

2. Травмы при падении деталей.

Исключены при соблюдении техники безопасности. Для уменьшения вероятности таких травм рекомендуется одновременно работать только с одним узлом; собранный узел укладывать в контейнер; детали и узлы, подлежащие сборке, должны находиться в отдельных контейнерах.

3. Травмы при контакте руки с приспособлением для запрессовки заклепок, осей или заглушек.

Для избегания таких травм рекомендуется либо оснащать приспособление защитным кожухом или использовать двухкнопочную систему управления, отключающую приспособление при отпускании хотя бы одной кнопки.

*II) Шум.*

Источниками шума на описываемом рабочем месте являются:

1. Работающий стенд – гайковерт: шум тональный, прерывистый.

2. Работающее приспособление для запрессовки заклепок, осей или заглушек: шум тональный, прерывистый.

Уровни звукового давления должны удовлетворять требованиям «Санитарных норм допустимых уровней шума на рабочих местах» (утверждены Минздравом СССР 12 марта 1985 г. № 3223-85), представленным в таблице 5.2.

Таблица 6.2

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Уровень шума на рабочем месте подлежит проверять не реже одного раза в год.

*III) Вибрация.*

Источниками вибрации на описываемом рабочем месте являются:



## 1. Работающие механизмы.

Стенды с закрепленными приспособлениями должны быть установлены на резиновых демпфирующих подушках.

### *IV) Ионизирующие излучения.*

Источники ионизирующих излучений отсутствуют.

### *V) Климатические условия.*

Температура, относительная влажность и скорость ветра в помещении должны поддерживаться:

1. В теплый сезон (со среднесуточной температурой выше +10 °С): температура + 20...22°С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не более 0,4 м/с.

2. В холодный сезон (со среднесуточной температурой ниже +10°С): температура +17...19 °С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с.

### *VI) Освещенность на участке сборки.*

Рабочее производственное освещение в помещении совмещенное:

1. Естественное верхнее (через окна в крыше).
2. Искусственное: общее (лампы дневного света) и местное.

Плафоны общего освещения расположены равномерно по участку, расстояние между плафонами составляет порядка 4 м, высота подвеса плафона около 4 м.

### *VII) Поражение электрическим током.*

Получение электротравмы возможно при неисправности проводки освещения или механизмов и приспособлений. По степени опасности поражения электрическим током помещение 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. С целью предотвращения поражения электрическим током необходимо предусмотреть заземление электроустановок, находящихся под напряжением. С точки зрения мер, принимаемых для обеспечения

электробезопасности, электроустановки относятся к группе с напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. Технические мероприятия по предотвращению поражения электрическим током описаны ниже.

*VIII) Токсичные вещества.*

Токсичные вещества в процессе сборки изделия не используются.

*IX) Взрыво- и пожароопасность.*

По взрыво- и пожароопасности помещение относится к категории «Д», то есть является помещением без повышенной опасности.

*X) Возможность использования грузоподъемных машин и механизмов.*

Для доставки запчастей на участок сборки заднего тормозного механизма и отгрузки готовой продукции на сборку автомобиля используются электропогрузчики. Дорога, по которой перемещаются погрузчики, отделена от рабочих мест ограждающим брусом.

Таблица 6.3 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1	Движущиеся детали машин и механизмов	1. травмы при контакте руки с рабочим органом станда – гайковертом; 2. травмы при контакте руки с приспособлениями для запрессовки заклепок, осей или заглушек; 3. травмы при падении деталей; 4. травмы при столкновении с погрузчиком
2	Повышенный уровень шума 85 дБА при норме 80 дБА	1. работающий станд – гайковерт; 2. работающие приспособления для запрессовки заклепок, осей или заглушек
3	Повышенный уровень вибрации	работающие механизмы: гайковерт электрический

Продолжение таблицы 6.3

4	Повышенный уровень напряжения в электрической сети	проводка освещения или механизмов и приспособлений
5	Напряжение зрительных анализаторов	все виды ручного труда при сборке задних тормозов
6	Повышенная запыленность и загазованность	на производстве используются погрузчики
7	Монотонность труда	использования ручного труда на операциях сборки задних тормозов

#### 6.4 Воздействие производственного фактора на организм работающих

Источники механических травм вызывают у работников поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия.

Повышенный шум вызывает у работников головные боли, усталость, постепенную потерю слуха.

Повышенная вибрация вызывает повышенную усталость, головную боль, а также различные профзаболевания, такие как дрожание рук и так далее.

Ненормальные климатические условия могут вызвать простуду, повышенную утомляемость и потерю производительности у работников.

Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, повышенной утомляемости, падению качества выполняемых работ, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев.

Воздействие электрического тока на организм человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови.

Электролитическое действие проявляется в разложении крови и других органических жидкостей и вызывает различные нарушения их физико-химического состава.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе легких и сердца человека. В результате могут возникнуть нарушения, и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания. Эти действия тока на организм человека могут привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическому удару.

6.5 Мероприятия по созданию безопасных условий труда на производственном участке

#### Организационные мероприятия.

Организационно-методическую работу по управлению охраной труда осуществляет служба охраны труда, непосредственно подчиненная главному инженеру производства.

На рабочем месте охраной труда управляет мастер производственного участка.

Администрация предприятия должна обеспечить следующие виды инструктажа:

**Вводный инструктаж** проводится инженером по охране труда для всех поступающих на работу. Личная карточка инструктажа по технике безопасности, промсанитарии и пожарной безопасности хранится у мастера. В этой карточке записаны дата проведения, вид и объем инструктажа, подпись инструктируемого, сведения о прохождении обучения по охране труда, учет несчастных случаев, микротравм и нарушений правил техники безопасности.

В ходе вводного инструктажа освещаются общие вопросы безопасности на производстве, правила ношения спецодежды, правила перемещения по производственному помещению, правила пожарной безопасности, местонахождение средств пожаротушения, правила пользования ими, порядок вызова пожарных бригад и скорой помощи. Также инструктируемый должен быть осведомлен о своих правах при получении травм.

**Первичный инструктаж** проводится руководителем работ для рабочих, впервые приступивших к этому виду работ.

В ходе первичного инструктажа инструктируемому объясняют правила работы на его рабочем месте, распорядок рабочего времени, местонахождение средств пожаротушения. После инструктажа рабочие в течении 2...5 смен вы-

полняют работу под наблюдением мастера или бригадира, затем оформляется допуск к самостоятельной работе.

**Повторный инструктаж** проводят не реже чем раз в полгода со всеми работающими. Рекомендуется проводить один раз в квартал.

**Внеплановый инструктаж** проводят при изменении технологии или нарушениях рабочими инструкций по охране труда.

**Текущий инструктаж** проводится перед выполнением работ, на которые должен быть оформлен наряд-допуск. В ходе этого инструктажа освещаются особенности работы и техники безопасности при ее выполнении.

#### Планировочные мероприятия.

К планировочным мероприятиям можно отнести рациональное размещение рабочих мест в помещении.

#### Технические мероприятия.

Должен быть произведен выбор систем освещения, вентиляции, поддержания климатических условий, а также заземления, обеспечивающие стабильное соответствие условий труда требованиям нормативных документов.

#### Разработка и подбор средств индивидуальной защиты.

При сборке задних тормозных механизмов используются следующие средства индивидуальной защиты: комбинезон х/б; ботинки кожаные; перчатки вязаные; очки защитные открытые; противозумные вкладыши «беруши»; нарукавники; фартук х/б; берет х/б (косынка х/б).

### 6.6 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, рабочем месте

По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу, то есть это 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.

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств

защиты; организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.019-79 и ГОСТ 12.1.030-81).

6.7 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте

По взрыво- и пожароопасности участок относится к категории «Д»: участок с непожароопасными технологическими процессами, где имеются нескоропортящиеся вещества и материалы в холодном состоянии, отсутствуют взрывоопасные смеси, открытое пламя, искры, горючая пыль или волокна и так далее.

В цеху необходимо наличие гидрантов, щитов оборудованных переносными огнетушителями, лопатами, ведрами. Возможно установление автоматизированной системы тушения пожара или пожарной сигнализации с кнопками для вызова пожарного наряда. Каждый противопожарный объект должен быть закреплен за ответственным лицом, фамилия которого указывается на объекте. Ответственное лицо обязано следить за работоспособностью закрепленного за ним объекта. Необходимо оборудовать эвакуационные выходы для эвакуации людей в случае пожара. План эвакуации должен быть вывешен на стенах в доступных местах.

6.8 Экологическая экспертиза проекта

Разрабатываемый объект входит в общезаводскую структуру, поэтому возможно использование заводских очистных сооружений для воды.

Вредные выбросы в атмосферу отсутствуют, так как нет никаких продуктов горения и токсичных веществ.

Утилизация отработанных веществ осуществляется в общезаводских масштабах с максимальным использованием отходов во вторсырье.

Тепловое и электромагнитное излучение является незначительным, а шум не распространяется за пределы производственного помещения.

6.9 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Мероприятия по предупреждению аварий и стихийных бедствий.

Для предупреждения пожаров следует обеспечить проведение инструктажа по правилам пожарной безопасности; помещение должно быть оснащено средствами пожаротушения (огнетушители, брандспойты, багры, песок). Места для курения должны быть вынесены за пределы опасной зоны и в достаточной степени оснащены пожаробезопасными урнами. Своевременный и регулярный контроль работы электрооборудования также необходим для предупреждения пожаров.

Сборочное производство должно быть удалено от водоемов согласно СНиП 2.09.02-85. В случае наводнения или другого стихийного бедствия работники должны быть заблаговременно оповещены о надвигающемся бедствии и вывезены в безопасное место. Все электрооборудование в этом случае должно быть отключено, незакрепленное дорогостоящее или массивное оборудование закреплено.

#### Мероприятия по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий.

Ликвидация локальных пожаров должна начинаться самими рабочими с использованием подручных огнетушащих средств, сразу после обнаружения пожаров следует вызывать пожарную команду и эвакуировать незанятых в пожаротушении рабочих. По прибытии пожарной команды все рабочие должны быть эвакуированы.

Ликвидация завалов и последствий затоплений должна осуществляться службами МЧС с возможным подключением добровольных помощников и муниципальных служб.

#### 6.10 Выводы

В разделе безопасность и экология объекта рассмотрен процесс сборки заднего тормозного механизма. Представлена схема участка и перечень используемого оборудования с выполняемыми на нем операциями. Определены опасные и вредные производственные факторы, мероприятия по организации безопасных условий труда. Данный объект является безопасным и экологичным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пояснительная записка к дипломному проекту «Легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы» состоит из следующих разделов: состояние вопроса, патентные исследования, конструкторская часть, технологическая часть, безопасность и экологичность проекта, экономическая часть.

В разделе «Состояние вопроса» были проанализированы назначение и типы тормозных систем, предъявляемые к ней требования; рассмотрены варианты конструкций тормозных механизмов; определены недостатки существующего механизма регулировки зазора между тормозным барабаном и колодками и предложен альтернативный вариант его конструкции.

В разделе «Патентные исследования» было выполнено обоснование необходимости проведения исследования и дано описание механизма регулировки, произведен патентный поиск.

В разделе «Конструкторская часть» был произведен тягово-динамический расчет автомобиля, а также выполнен расчет узлов тормозной системы и определены параметры тормозных свойств автомобиля LADA-2192.

В разделе «Технологическая часть» был выполнен анализ технологичности конструкции изделия, составлена технологическая схема и маршрутная технология сборки модернизированного механизма регулировки.

В разделе «Анализ экономической эффективности объекта» были выполнены расчеты себестоимости проектируемого заднего тормоза с устройством автоматической регулировки, точки безубыточности проекта, коммерческой эффективности проекта, а также проанализированы полученные экономические показатели.

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» было приведено описание участка сборки механизма регулировки зазоров, определены опасные и вредные производственные факторы на этом участке и дано описание по созданию безопасных условий труда, проведена экологическая экспертиза.

В заключение можно сделать следующий вывод: предлагаемая модернизация механизма автоматической регулировки зазоров между колодками и тормозным барабаном в заднем тормозном механизме положительно сказывается на эргономических характеристиках тормозной системы, и, в общем, позволяет повысить активную безопасность автомобиля LADA-2192.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Передерий В.П.: «Устройство автомобиля»; М. : ИД «ФОРУМ»: «ИНФРА-М», 2008г.
2. Богатырев А.В., Есеновский-Лашков Ю.К., Насоновский М.Л., Чернышев В.А.: «Автомобили»; М. : «КолосС», 2004г.
3. Вахламов В.К.: «Автомобили: Эксплуатационные свойства»; М. : ИЦ «Академия», 2006г.
4. Вахламов В.К.: «Автомобили: Основы конструкции»; М. : ИЦ «Академия», 2008г.
5. Вахламов В.К.: «Автомобили: Конструкция и элементы расчета»; М.: ИЦ «Академия», 2006г.
6. Боровских Ю.И., Кленников М.В., Сабинин А.А.: «Устройство автомобиля»; М. : «Высшая школа», 1983г.
7. Иванов А.М., Солнцев А.Н.; Гаевский В.В.: «Основы конструкции автомобиля»; М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005г.
8. «Конструкция автомобиля. Шасси»; под общ. ред. Карунина А.Л.; М : МАМИ, 2000г.
9. Вишняков Н.Н., Вахламов В.К., Нарбут А.Н., Шлиппе И.С., Островцев А.Н.: «Автомобиль. Основы конструкции»; М. : «Машиностроение», 1986г.
10. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; М. : «Машиностроение», 1984г.
11. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; М. : ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г.
12. «BOSCH. Автомобильный справочник»; М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004г.
13. Тур Е.Я., Серебряков К.Б., Жолобов Л.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Машиностроение», 1991г.
14. «Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Мн.: «Вышэйшая школа», 1987г.
15. Косенков А.А.: «Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей»; Ростов н/Д: «Феникс», 2003г.
16. «Тормозные системы легковых автомобилей»; сост. Дервянко В.А.; М. : «Петит», 2001г.
17. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К.: «Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета»; М. : «Машиностроение», 1989г.
18. 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.
19. Горина Л.Н.: «Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. пособие.»; Тольятти: Толпи, 2000г.
20. Капрова В.Г.: «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

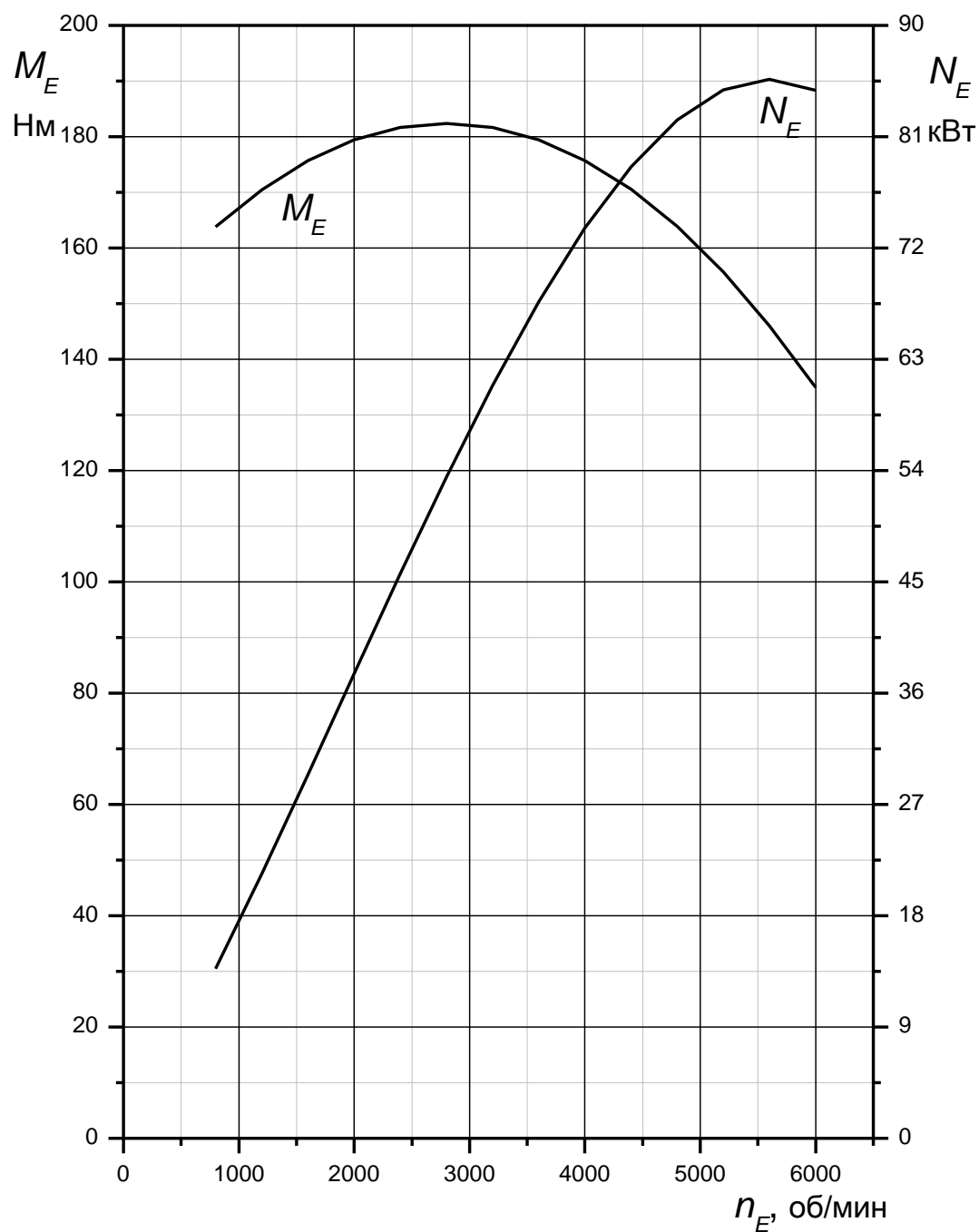


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

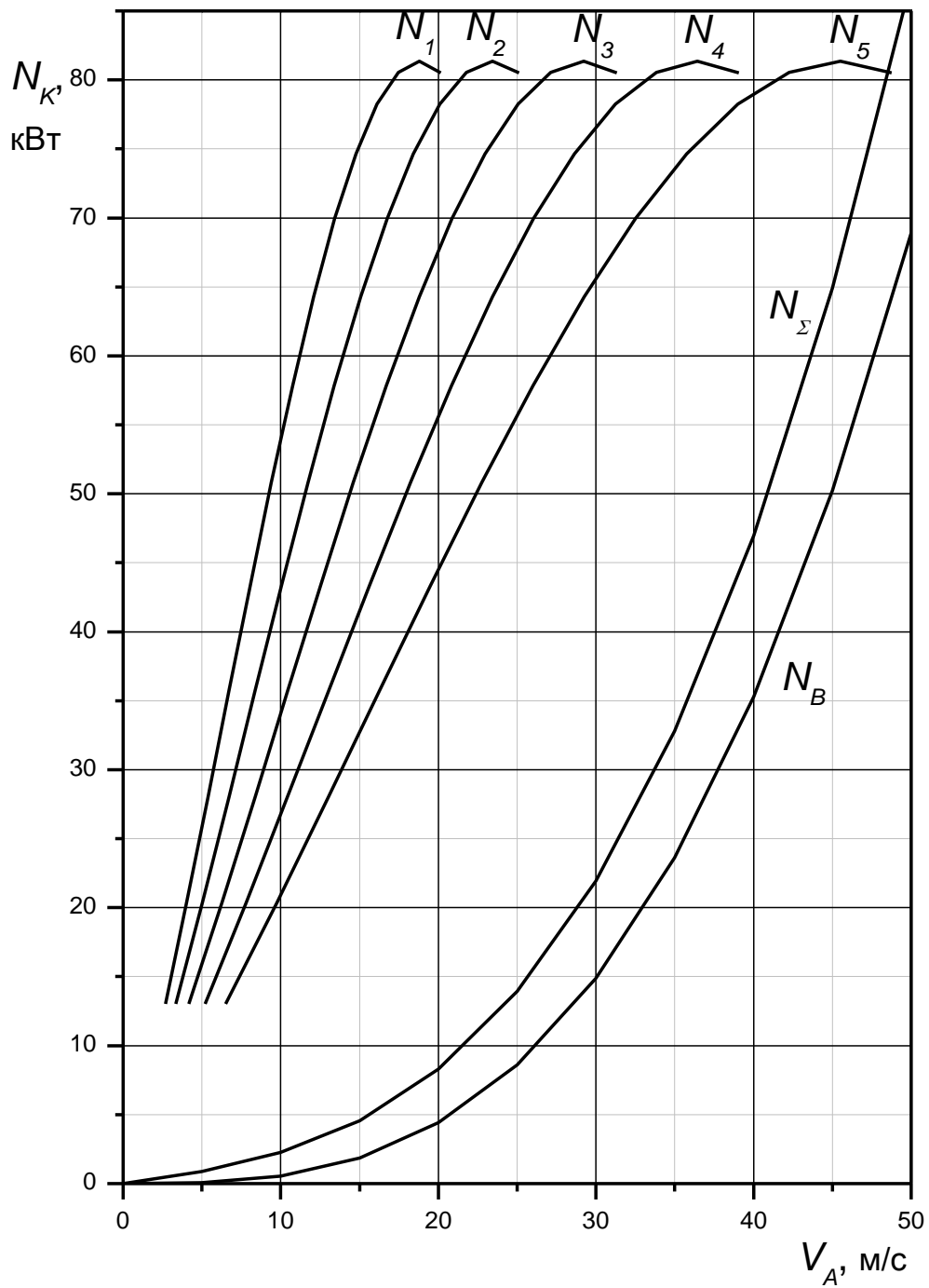


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

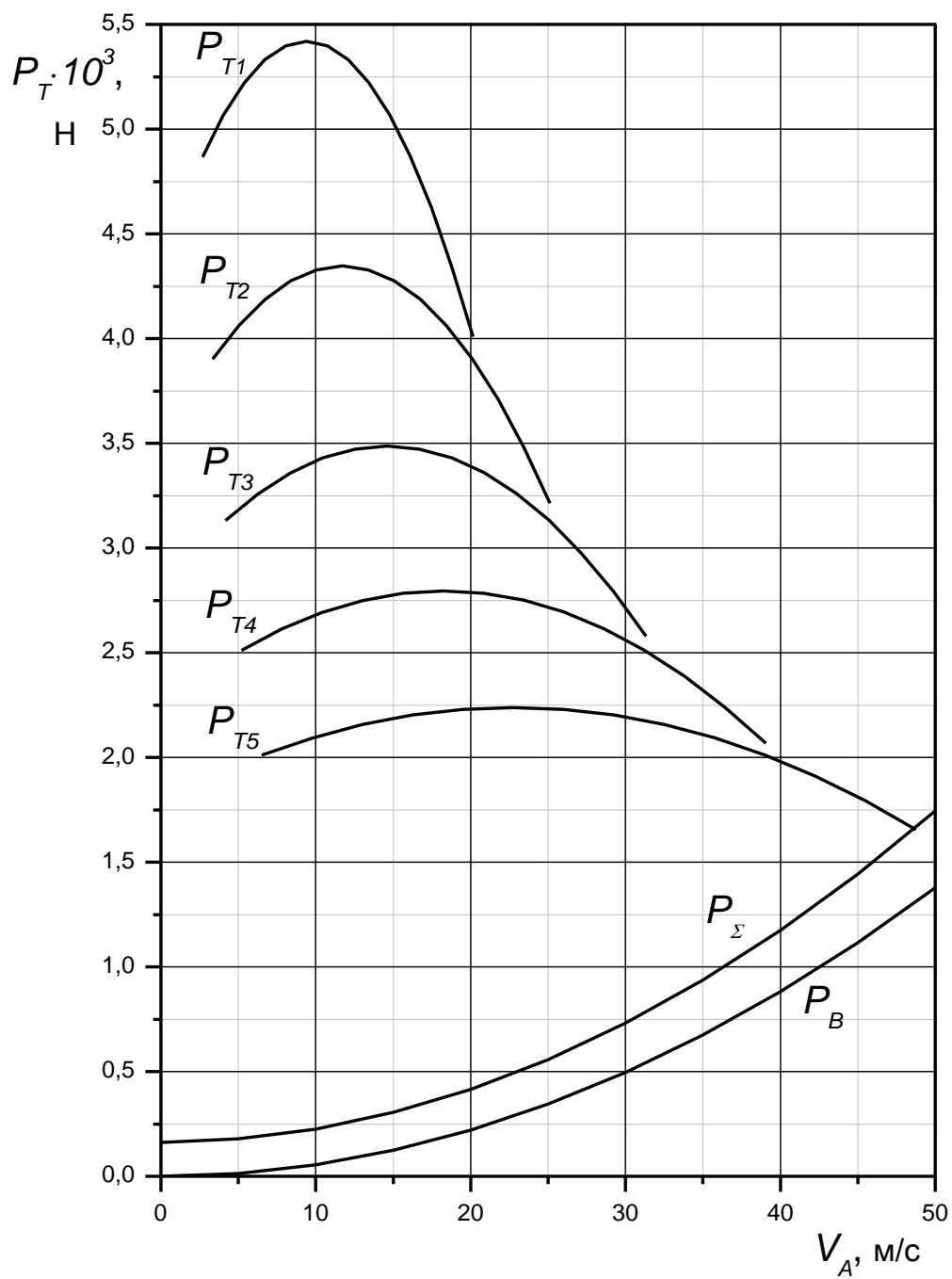


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

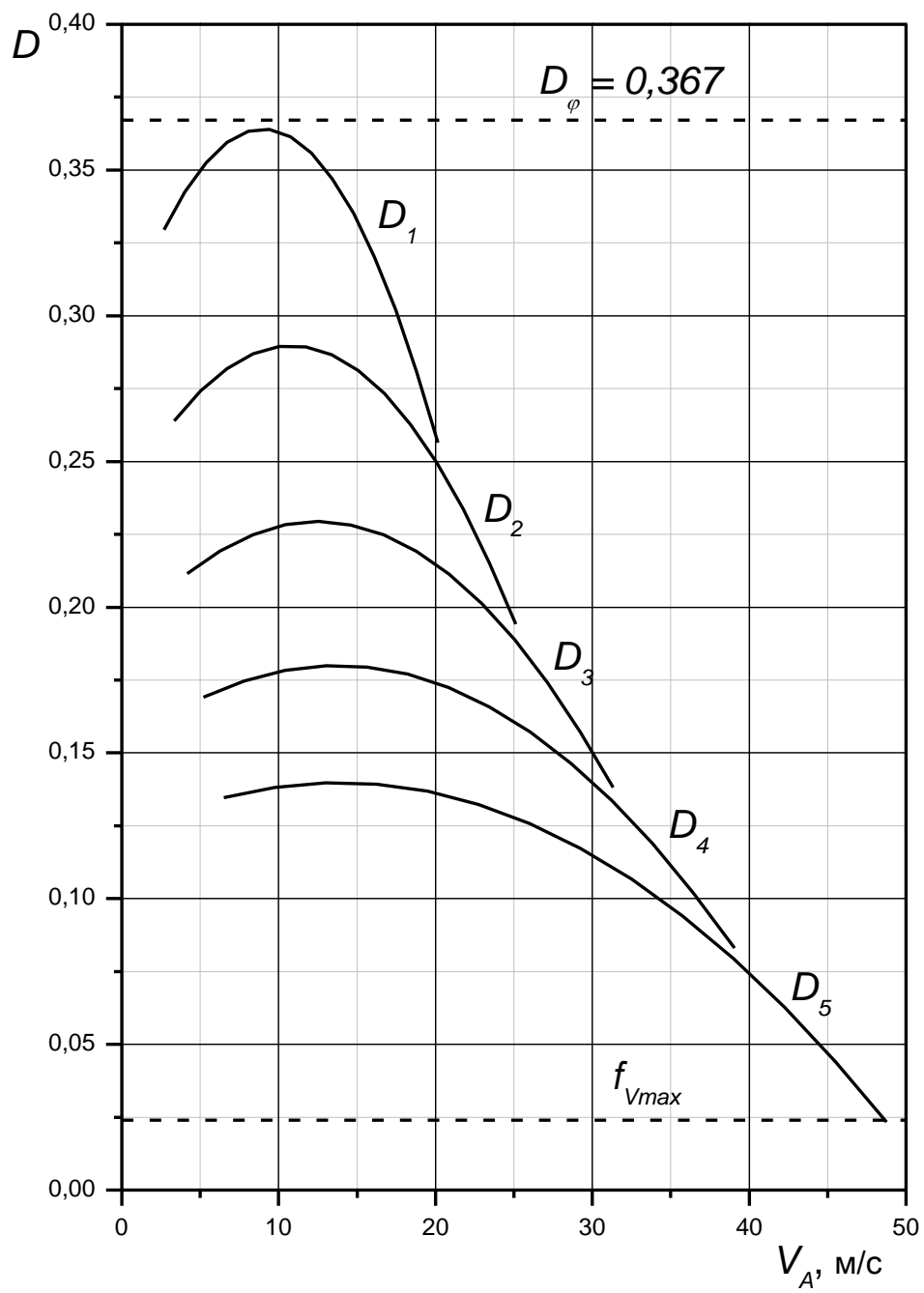


Рисунок А.4 – Динамический баланс

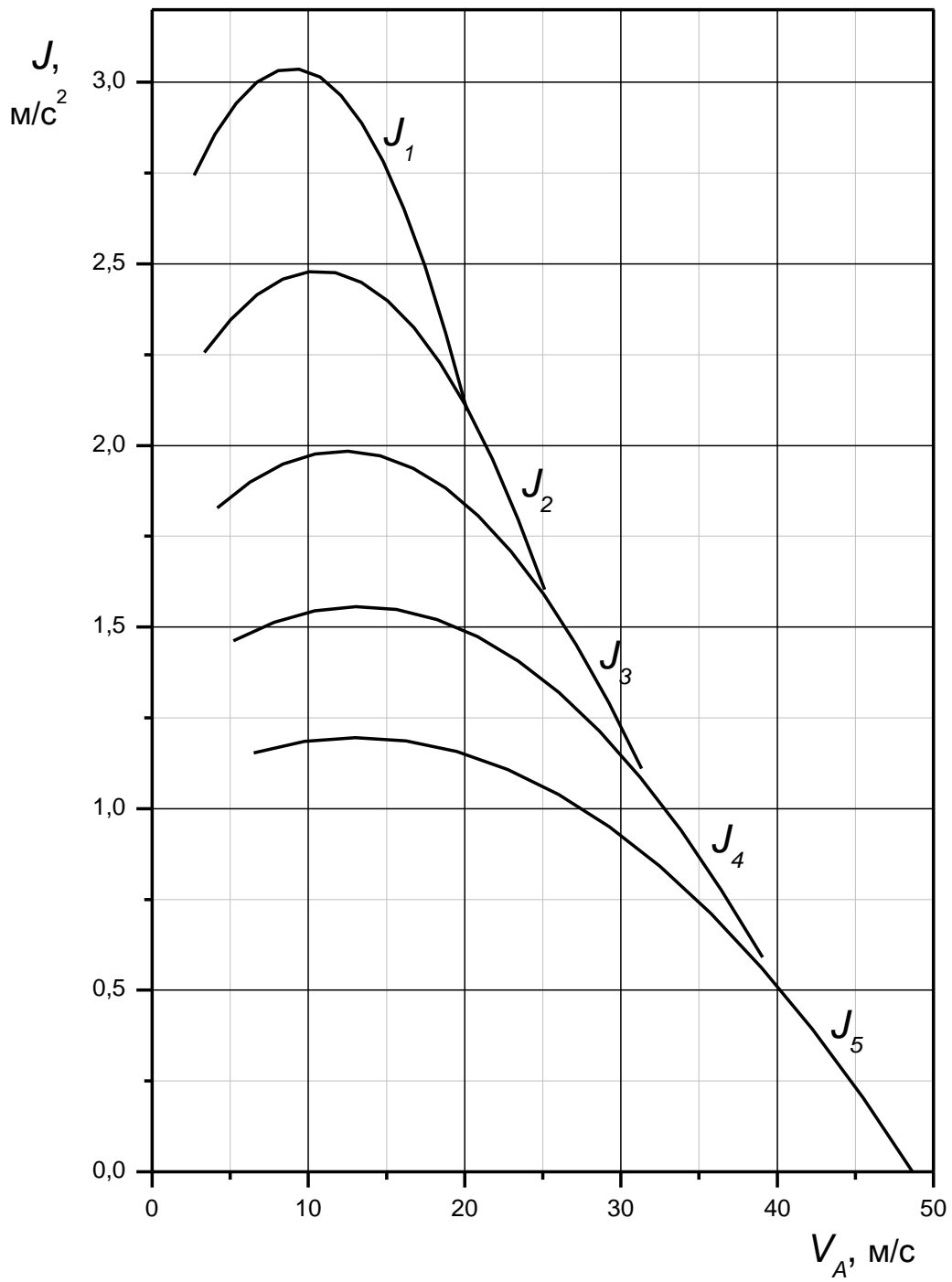


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

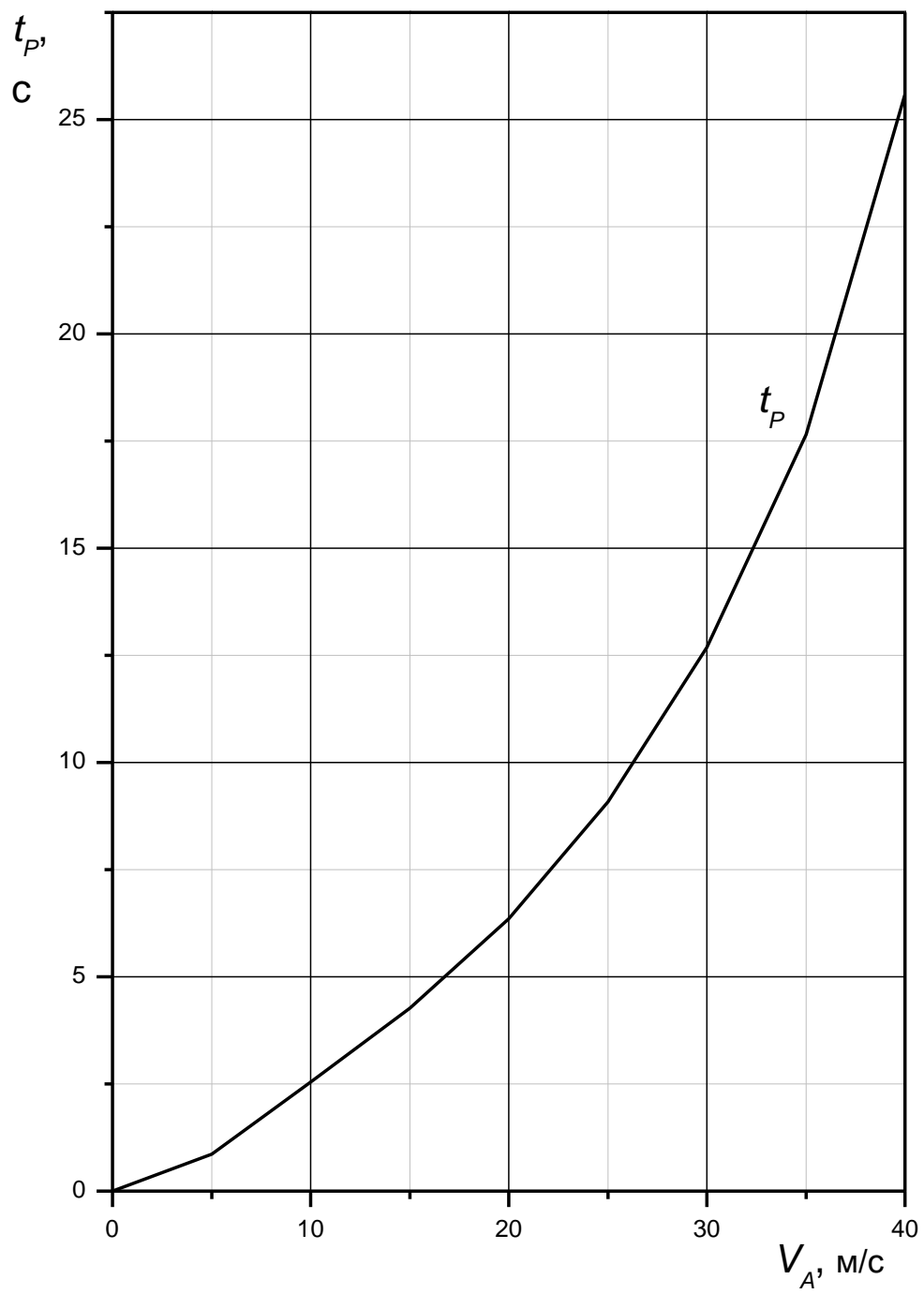


Рисунок А.6 – Время разгона

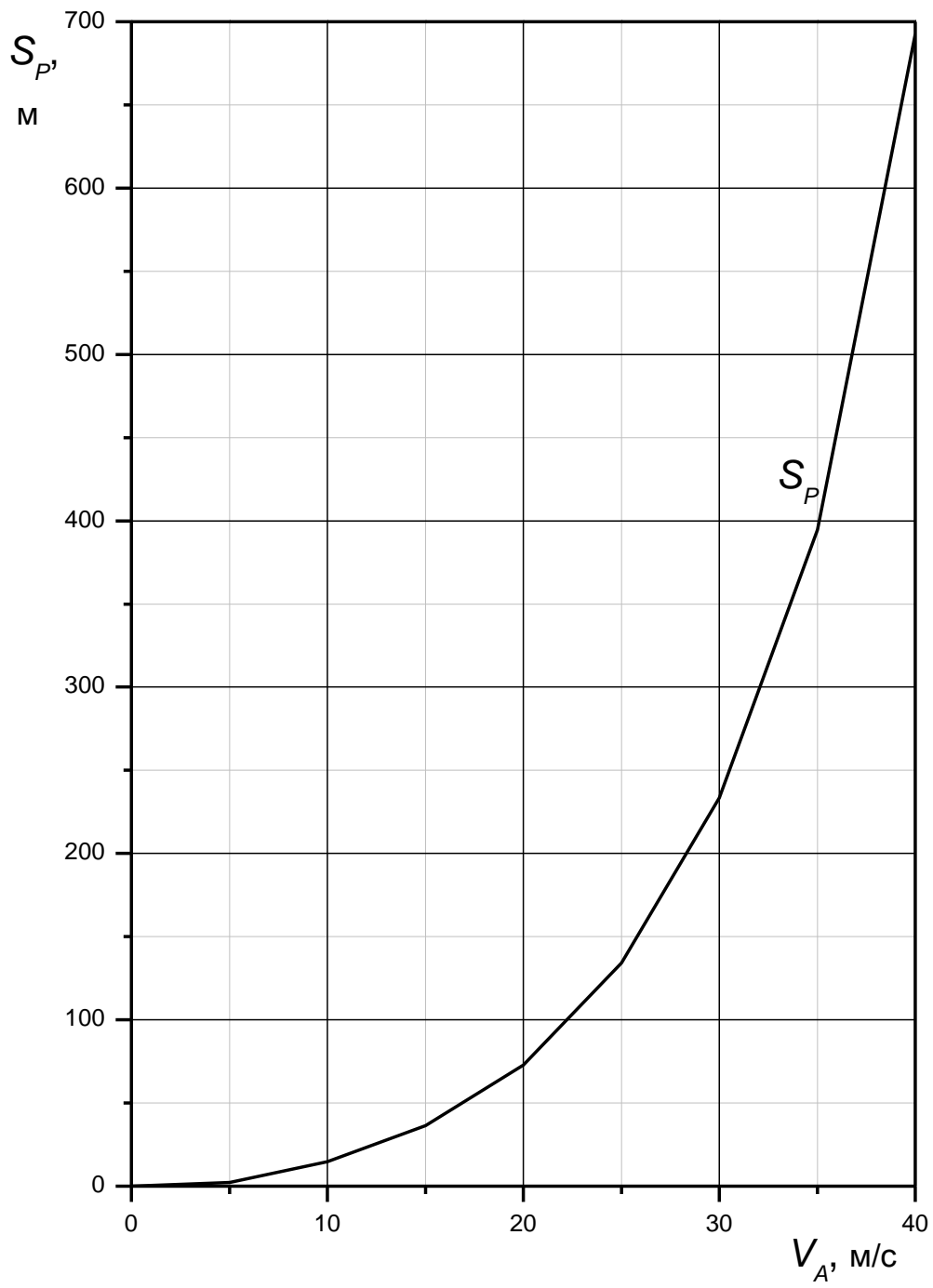


Рисунок А.7 – Путь разгона



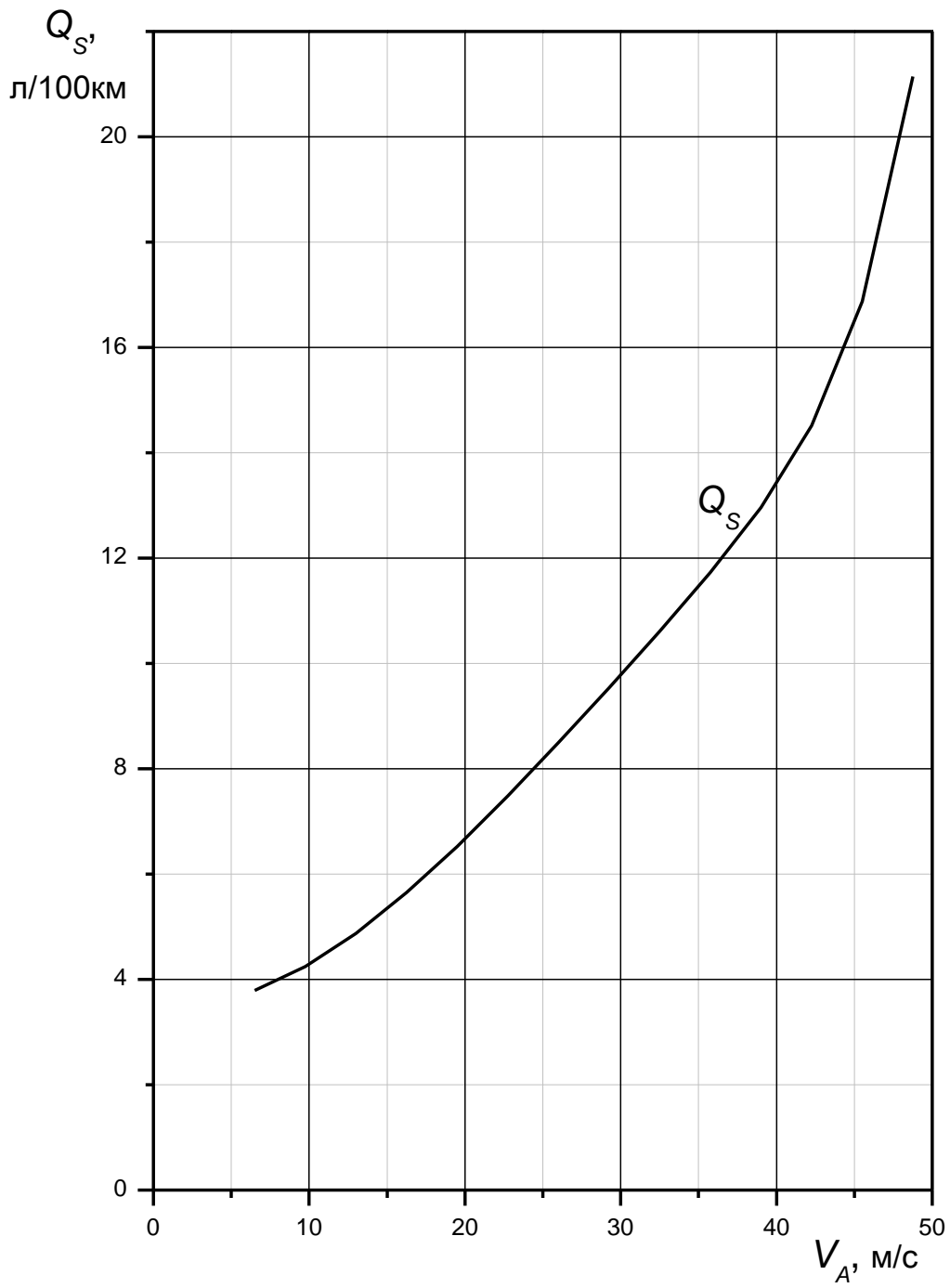


Рисунок А.8 – Путь расход топлива