

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль))

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на Полноприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация тормозной системы

Студент	Н.Н. Еникеев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	к.т.н., доцент В.М. Скутнев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	к.э.н., доцент Л. Л. Чумаков	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	к.т.н., доцент А.Н. Москалюк	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Нормоконтроль	д.т.н., профессор А.Г. Егоров	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 2016г.

Тольятти 2016

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 **Еникеев Наим Надырович**

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

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

3. Исходные данные к дипломному проекту: кол. формула 4×4; число мест 5; снаряжённая масса $m_0 = 1400\text{кг}$; коэффициент сопротивления качению $f_0 = 0,012$; макс. уклон дороги $i_{\max} = 0,28$; максимальная скорость $V_{\max} = 140\text{км/ч}$ (39м/с); коэфф. аэродинамического сопротивления $C_x = 0,46$; максимальная частота вращения колен вала $\omega_{e\max} = 586\text{рад/с}$

Цель проекта: Модернизация тормозной системы для повышения эффективности торможения и устойчивости автомобиля

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

- Назначение агрегата или системы

1.1. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.2. Классификация конструкций агрегата или системы

1.3. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

1.4. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.

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

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

4. Технологическая /Исследовательская часть: разработка технологии сборки ступицы переднего колеса в сборе с тормозным механизмом

5. Анализ экономической эффективности объекта: расчет затрат на производство коробки передач и безубыточного объема производства

6. Безопасность и экологичность технического объекта: разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта

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 _____ / Д.Ю. Воронов/

Анализ экономической эффективности объекта _____ /Л.Л. Чумаков/

Безопасность и экологичность технического объекта

_____/А.Н. Москалюк/

7. Дата выдачи задания «02» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

В.М. Скутнев

Задание принял к исполнению

Н.Н. Еникеев

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 Еникеева Наима Надыровича

по теме Полноприводный 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)

В.М. Скутнев

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

Н.Н. Еникеев

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте проведена модернизация тормозная системы автомобиля Шевроле Нива с применением антиблокировочной системы торможения (АБС).

Проведен анализ конструкции тормозных механизмов, тормозного гидравлического привода и АБС, на основании чего выбран проектируемый вариант с установкой общего модулятора и датчики скорости на каждом колесе. Дано описание принципа работы тормозной системы автомобиля, оборудованной АБС.

Проведена экспертиза тормозной системы на патентную чистоту

В конструкторской части проекта выполнен тягово – динамический расчет автомобиля с определением параметров автомобиля в целом, двигателя и трансмиссии. Проведен анализ тягово-скоростных свойств автомобиля и рассчитаны показатели топливной экономичности.

В конструкторской части проекта проведен так же расчет тормозной системы автомобиля с определением параметров тормозных механизмов и тормозного привода.

В технологической части проекта разработан технологический процесс сборки ступицы переднего колеса в сборе с тормозным механизмом и датчиком АБС.

В экономической части проекта проведен расчет себестоимости установки АБС и анализ экономической эффективности от модернизации тормозной системы.

В разделе по безопасности и экологичности объекта разработаны мероприятий по улучшению условий труда на рабочем месте и повышению безопасности движения автомобиля, оборудованного АБС.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	9
1 Состояние вопроса.....	10
1.1 Назначение тормозного управления.....	10
1.2 Требования к тормозному управлению	10
1.3 Виды тормозных систем.....	11
1.4 Типы тормозных механизмов.....	11
1.5 Типы тормозного привода.....	14
1.6 Антиблокировочная тормозная система.....	18
1.7 Обоснование и описание выбранного варианта тормозной системы	25
2 Защита интеллектуальной собственности	29
3 Конструкторская часть.....	30
3.1 Тягово-динамический расчёт автомобиля.....	30
3.1.1 Определение параметров автомобиля	30
3.1.2 Определение передаточного числа главной передачи.....	31
3.1.3 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	32
3.1.4 Определение передаточных чисел коробки передач.....	33
3.1.5 Расчет тягового баланса автомобиля.....	35
3.1.6 Динамическая характеристика автомобиля.....	39
3.1.7 Динамика разгона автомобиля.....	39
3.1.8 Время и путь разгона.....	40
3.1.9 Расчет мощностного баланса автомобиля.....	42
3.1.10 Топливоно-экономическая характеристика автомобиля.....	44
3.2 Расчет тормозной системы автомобиля.....	46
3.2.1 Исходные данные для расчета.....	46
3.2.2 Расчет переднего тормозного механизма.....	47
3.2.3 Расчет заднего тормозного механизма.....	49

3.2.4 Нормальные реакции дороги на колесах автомобиля при торможении.....	52
3.2.5 Расчет стояночного тормоза.....	55
4 Технологическая часть.....	58
4.1 Анализ исходных данных.....	58
4.2 Расчет такта и ритма сборки.....	59
4.3 Составление технологического маршрута сборки изделия. Определение типа производства и организационной формы сборки.....	60
4.4 Разработка технологических операций сборки.....	62
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	66
5.1 Влияние тормозной системы на безопасность автомобиля.....	66
5.2 Промышленная и экологическая безопасность на участке сборки...	67
5.2.1 Описание производственного участка и оборудования.....	67
5.2.2 Опасные и вредные производственные факторы.....	69
5.2.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	70
5.2.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.....	73
5.3 Инженерные расчёты, подкрепляющие организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	76
5.3.1 Расчет искусственного освещения участка.....	76
5.3.2 Расчет защитного заземления.....	79
5.4 Экологическая экспертиза проекта.....	80
5.5 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	81
6 Экономическая часть.....	83
6.1 Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого сцепления.....	84
6.2 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты».....	85
6.3 Расчет точки безубыточности проекта.....	90
6.4 Расчёт общественного эффекта получаемого в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП.....	92

6.5 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	97
6.6 Вывод.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	107
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	109
Приложение А Графики тягово – динамического расчета.....	109
Приложение Б Спецификации	117

ВВЕДЕНИЕ

Количество автомобилей на дорогах страны продолжает неуклонно увеличиваться. Современные автомобили имеют весьма высокие динамические качества, делающие их объектами повышенной опасности. Не смотря на принимаемые государством меры по повышению безопасности дорожного движения, количество дорожно-транспортных происшествий не уменьшается.

Автомобильные заводы и инжиниринговые компании постоянно совершенствуют конструкцию автомобилей и, прежде всего, в направлении повышения их безопасности. Большое внимание уделяется совершенствованию конструкции тормозного управления автомобиля, как средства, создающего активную безопасность.

Так рост энергоемкости автомобилей и повышение числа экстренных торможений на дорогах из-за увеличения числа автомобилей сопровождается прогрессом как в конструкции тормозных систем, так и в применении материалов, особенно в качестве тормозных накладок.

Поскольку эффективность работы тормозов в значительной степени зависит от сцепления шин с дорогой, особенно на мокрых и скользких поверхностях, получили развитие антиблокировочные системы (АБС) торможения, которыми в настоящее время оборудуются тормозные системы большинства выпускаемых в настоящее время автомобилей, в том числе и повышенной проходимости.

АБС называют группу устройств, которые обеспечивают автоматическое управление тормозной системой автомобиля для предотвращения блокировки колес. Основной функцией системы является исключение вероятности потери автомобилем управляемости при резком торможении и бокового заноса.

Целью данного дипломного проекта является модернизация рабочей тормозной системы полноприводного легкового автомобиля путем установки АБС на всех колесах.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение тормозного управления

Тормозное управление-совокупность устройств, предназначенных для снижения скорости, остановки и удержания автомобиля на стоянке за счет использования тормозной силы, создаваемой при взаимодействии колеса с дорогой.

Тормозная сила может создаваться колесным тормозным механизмом, автомобильным двигателем и вспомогательными тормозами, устанавливаемыми в трансмиссии .

Тормозная система обеспечивает активную безопасность автомобиля. Снижение скорости автомобиля вплоть до остановки производится путем создания тормозных усилий в пятне контакта. Тормозная сила создается путем торможения колеса специальным устройством – тормозным механизмом. Максимальная эффективность торможения создается в аварийных случаях.

1.2 Требования, предъявляемые к тормозному управлению

Тормозное управление автомобиля, согласно работам [2], [3] должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Иметь высокую эффективность, оцениваемую замедлением при торможении и тормозным путем.
2. Обеспечение устойчивости автомобиля при торможении, достигаемой правильным распределением тормозных сил между передними и задними колесами, равенством тормозных сил по бортам автомобиля, высокой стабильности тормозных моментов.
3. Полное соответствие между усилием на тормозной педали и тормозными силами на колесах.
4. Удобство и легкость управления, зависящими от силы на тормозной педали и ее перемещением.
5. Высокая надежность при эксплуатации автомобиля.

1.3 Виды тормозных систем

Для обеспечения безопасности движения на легковых автомобилях устанавливают, согласно работам [2], [3], следующие тормозные системы:

- рабочую систему торможения;
- запасную систему тормозов;
- стояночную систему тормозов.

Рабочая тормозная система действует на все колеса автомобиля, приводится в действие усилием ноги водителя на тормозную педаль и обеспечивает уменьшение скорости и полную остановку.

Запасная тормозная система осуществляет остановку автотранспортного средства (АТС) в случае выхода из рабочего состояния рабочей системы тормозов. Функции запасной системы чаще всего выполняет исправная часть рабочей системы торможения или стояночным тормозом.

Стояночная тормозная система управляется рукой водителя через рычаг и служит для удерживания остановленного автомобиля на месте и исключает его самопроизвольное движение.

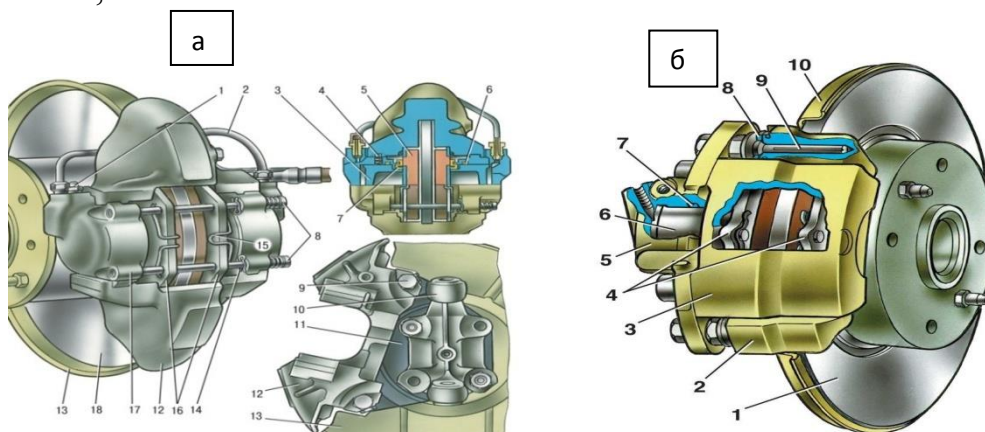
Каждая из указанных тормозных систем автомобиля включает в себя следующие тормозные механизмы и тормозной привод. Антиблокировочная система тормозов (АБС) является составной частью рабочей тормозной системы.

1.4 Типы тормозных механизмов

Тормозным механизмом называется устройство, создающее искусственное сопротивление вращению колес автомобиля или вала трансмиссии.

В качестве тормозных механизмов на автомобилях применяются механические, фрикционные, использующие силу трения. В работах [1], [3] указано, что по форме трущихся поверхностей фрикционные тормоза применяют дисковые и барабанные колодочные.

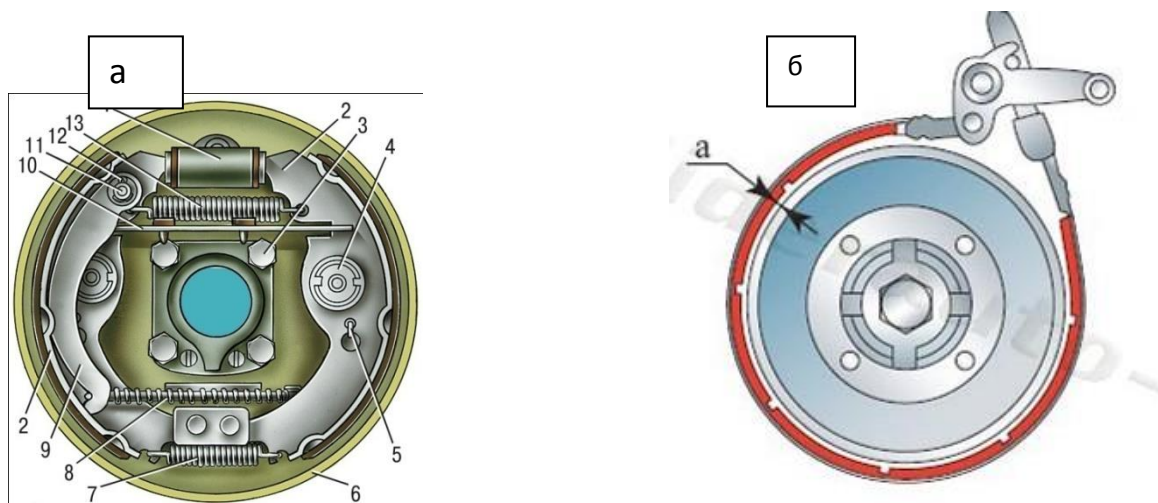
Дисковые тормозные механизмы, в зависимости от конструкции суппорта применяются с неподвижным суппортом, конструкция которого приведена на рисунке 1.1,а, и с плавающей скобой, конструкция которого приведена на рисунке 1.1,б.



а- с неподвижной скобой; б – с плавающей скобой

Рисунок 1.1 - Дисковый тормоз

Барабанные тормозные механизмы подразделяются на колодочные - представлен рисунком 1.2, а и ленточные – представлен рисунком 1.2, б.



а – колодочный; б – ленточный

Рисунок 1.2 - Барабанный тормозной механизм

В настоящее время на легковых автомобилях, как указано в работе [3], применяют три варианта сочетаний тормозных механизмов:

Д-Д – все тормозные механизмы дисковые;

Б-Б - все тормозные механизмы барабанные, колодочные;

Д-Б – передние тормоза дисковые, задние-колодочные.

Наиболее распространенными вариантами на полноприводных легковых автомобилях являются сочетания тормозных механизмов Д – Б и Д- Д.

В работах [1], [2], [3] отмечается, что широкое распространение дисковых тормозов по сравнению с барабанными обусловлено следующими их преимуществами:

- характеристики дисковых тормозов стабильнее при повышении температуры, что позволяет использовать при совместной работе с АБС;
- температурная стойкость дисков выше, т.к. они лучше охлаждаются;
- меньшие вес и размеры;
- время срабатывания уменьшается;
- быстрее восстанавливается работоспособность после обильного смачивания водой;

К недостаткам дисковых тормозов можно отнести:

- слабую грязезащищенность;
- более высокая стоимость производства, особенно вентилируемых дисков, в сравнении с барабанными;
- более быстрый износ фрикционных накладок из-за большего удельного давления при торможении.

Довольно широкое еще применение барабанных тормозов на полноприводных легковых автомобилях обусловлено следующими преимуществами:

- низкая стоимость, простота производства;
- обладают эффектом механического самоусиления;
- хорошая защищенность.

К недостаткам барабанных тормозов можно отнести:

- пониженную стабильность тормозного момента;
- неодинаковый износ накладок на передней и задней колодках.

Исходя из того, что целью дипломного проекта является модернизация тормозной системы полноприводного легкового автомобиля, предназначенного, в том числе, и для работы по бездорожью, в конструкции тормозной системы применено сочетание передние дисковые и задние барабанные тормозные механизмы.

1.5 Типы тормозного привода

Тормозной привод – это совокупность приборов, передающих усилия тормозной педали или другого элемента управления к колесным или трансмиссионным тормозам.

В качестве привода тормозных механизмов на легковых автомобилях, как отмечено в работах [1],[3], применяются следующие типы: механические; гидравлические; комбинированные.

Механический привод, состоящий из тяг и рычагов, применяется в основном в стояночных тормозных системах с ручным управлением.

Гидравлический привод широко применен в виде привода рабочей тормозной системы АТС малой и средней грузоподъемности, прежде всего на легковых автомобилях, что обусловлено, согласно работам [1], [2], [3] следующими его преимуществами:

- одновременность торможения всех колес;
- высокий КПД, до 0,9 и выше;
- малое время срабатывания.

К недостаткам гидравлического привода можно отнести:

- невозможность получения большого передаточного отношения;
- потеря работоспособности при повреждениях;
- трудности в реализации продолжительного торможения, т.к. возможен нагрев тормозных жидкости и парообразование;
- снижение КПД при низких температурах.

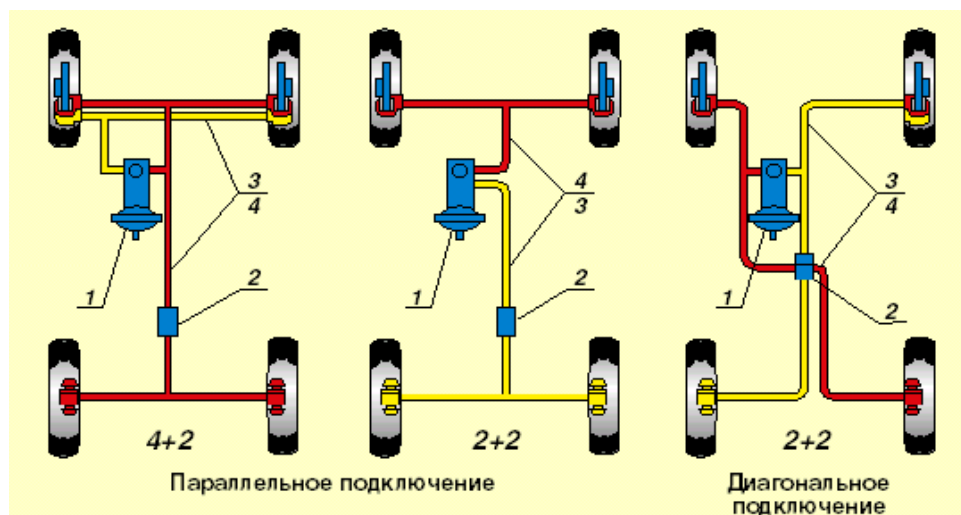
Для облегчения управления таким приводом используют вакуумные и гидровакуумные усилители.

Для обеспечения работы запасной тормозной системы привод рабочей тормозной системы разделяют на независимые контуры. Существует несколько вариантов схем образования независимых контуров гидравлического привода, приведенных на рисунке 1.3, в которых эффективность торможения каждого из оставшихся контуров различна .

1) параллельная схема, в которой контуры на передний и на задний мосты; на рисунке 1.3 представлена схемой 2+2.

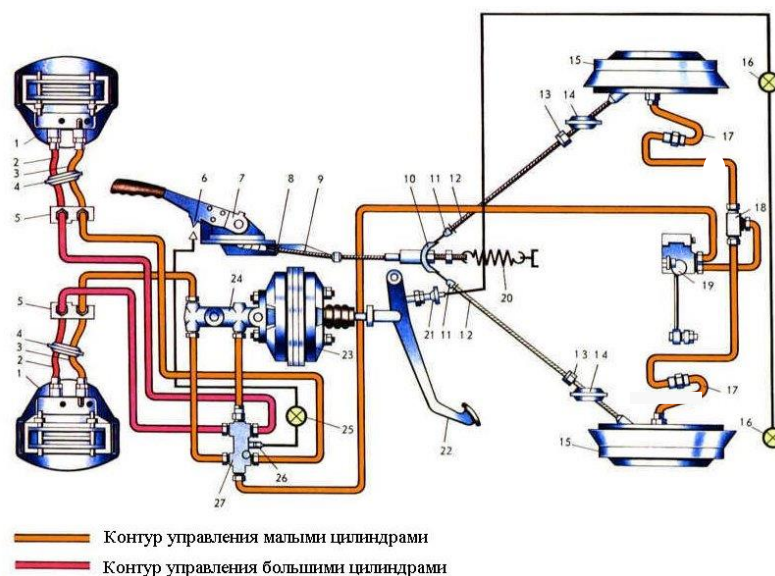
2) параллельная схема, в которой один контур для торможения переднего и заднего мостов, а другой – только для переднего; на рисунке 1.3 представлена схемой 4+2.

3) диагональная схема; каждый контур тормозит определенное переднее колесо и диагонально расположенное заднее; представлена на рисунке 1.3 схемой 2+2.



1 – главный тормозной цилиндр; 2 – регулятор тормозных сил; 3 и 4 – контуры раздельного привода

Рисунок 1.3 – Схемы разделения приводов тормозных механизмов



1 – передние тормоза; 2, 3, 17 – тормозные шланги; 4, 5, 13, 14, - крепежи тормозных трубок; 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20 – детали стояночного тормоза; 15 – задние тормоза, 16 – стоп-сигналы, 18 – тройник; 19-регулятор давления; 21- датчик стоп-сигнала, 22 – тормозная педаль, 23 – вакуумный усилитель; 24 – главный тормозной цилиндр (ГТЦ); 25, 26 – сигнальная лампа и датчик отказа контура; 27 – разветвитель контуров

Рисунок 1.4 - Схема гидропривода тормозов

На автомобилях среднего класса, в том числе и на полноприводных с колесной формулой 4×4 нашла широкое применение схема разделения привода один контур для торможения переднего и заднего мостов, а другой – только для переднего. Принципиальная схема такого гидропривода тормозов показана на рисунке 1.4.

В состав гидропривода входят: дисковые передние тормоза 1, колодочные задние тормоза 15 барабанного типа, главный тормозной цилиндр 24 с бачком, вакуумный усилитель 23, регулятор тормозных сил 19. Давление в ГТЦ и далее в приводе создается действием водителя на тормозную педаль 22 и повышается за счет действия вакуумного усилителя 23. Жидкость по трубопроводам вытесняется из ГТЦ в колесные цилиндры, поршни которых прижимают колодки с накладками к барабанам и дискам.

Вакуумный усилитель создает дополнительное усилие на штоке ГТЦ за счет вакуума, создаваемого в камере, соединенной с впускным коллектором..

Коэффициент усиления достигает 3-х; дальнейшее повышение достигается увеличением числа камер вакуумного усилителя или их диаметра.

Регуляторы тормозных сил (РТС) устанавливают в гидроприводе для ограничения тормозных сил на задних колесах, предотвращения их юза и снижения вероятности их заноса.

Рациональным распределением тормозных сил между колесами переднего и заднего мостов, обеспечивающее минимальный тормозной путь (т.е. максимальную эффективность торможения), получается при максимально возможных тормозных силах на колесах на пределе их блокирования.

Механический привод тормозных механизмов, представленный на рисунке 1.5, менее сложен по конструкции. На легковых автомобилях, в том числе и повышенной проходимости, применяется тросовый привод с использованием в качестве тормозных механизмов задние тормоза автомобиля, конструкция которого приведена на рисунке 1.2, а.

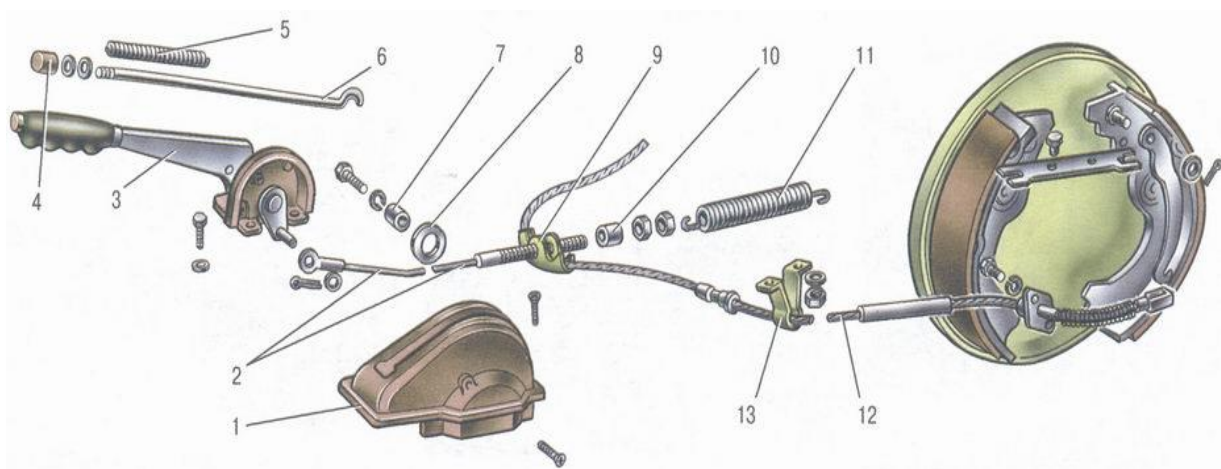


Рисунок 1.5 - Механический привод стояночного тормоза

К недостаткам механического привода, согласно работам [1], [4], следует отнести:

- трудность в создании тормозного усилия одновременно на всех колесах;
- необходимость частых регулировок;
- низкий КПД, который достигает значений 0,4—0,6.

Вместе с тем, достаточно широкое применение механического привода в стояночных тормозах обусловлено хорошей способностью поддерживать заданное усилие торможение большое время, в отличие от гидравлических и пневматических приводов, в которых давление жидкости или воздуха понижается из-за утечек.

1.6. Антиблокировочная система тормозов

На современных автомобилях тормозное управление оборудуется антиблокировочными системами (АБС), которые исключают блокирование колес, что обеспечивает, согласно работам [4], [5], сохранение устойчивости и управляемости автомобиля.

Эффективность торможения автомобиля определяется значением коэффициента сцепления шин с дорогой φ_x , который зависит не только от состояния поверхности дороги, но также от скорости движения V_A , от коэффициента относительного скольжения S колеса по отношению к дорожному полотну в процессе торможения.

На рисунке 1.6 приведена графическая зависимость коэффициента сцепления от коэффициента скольжения S .

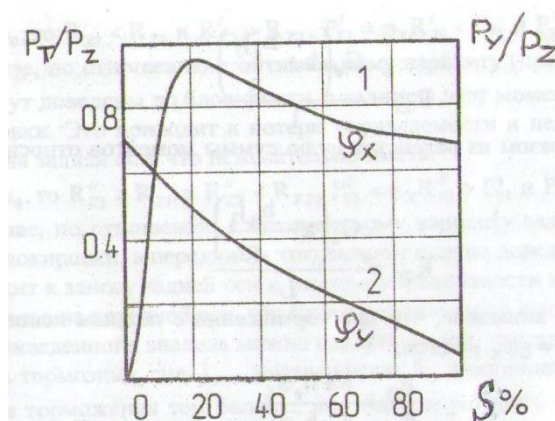


Рисунок 1.6 - Зависимость коэффициентов сцепления φ_x и φ_y от коэффициента скольжения S

Относительная скорость скольжения шины S , в соответствии с работой [4], определяется из выражения:

$$S = \frac{V_A - \omega_{\text{тк}} r_k}{V_A} \quad (1.1)$$

где V_A – скорость автомобиля;

$\omega_{\text{тк}}$ – угловая скорость колеса в процессе торможения;

r_k – кинематический радиус или радиус колеса.

Из графика видно, что при некоторых значениях $S = 20\%$ коэффициент ϕ_x имеет максимальное значение. Для большинства дорожных покрытий максимальное значение ϕ_x находится в диапазоне изменения коэффициента скольжения $S_{\text{кр}} = 0,1 \dots 0,3$. В этом диапазоне S коэффициент сцепления в поперечном направлении ϕ_y имеет высокое значение, что обеспечивает устойчивость движения при действии боковых сил. При доведении колес до состояния блокирования коэффициенты сцепления ϕ_x и ϕ_y снижаются, а, следовательно, снижаются эффективность торможения и устойчивость движения.

Основной задачей АБС является поддержание в процессе торможения относительной скорости скольжения колес в узком пределе вблизи значений $S_{\text{кр}}$, что создаст оптимальное торможение. Для этого следует реализовать автоматическое регулирование подводимого к колесам тормозного момента.

Блок схема управления АБС приведена на рисунке 1.7.

Имеется большое разнообразие конструкций АБС и схем их размещения на автомобиле, но любая АБС должна иметь:

датчики, передающие информацию об угловой скорости колеса, замедлении автомобиля и колеса;

электронный блок управления, принимающий информацию от датчиков, логически обрабатывающий ее и подающий команду исполнительным механизмам;

исполнительные механизмы или модуляторы давления, которые, в зависимости от поступающей из блока управления команды, снижают,

повышают или удерживают на постоянном уровне давление в приводе к тормозным механизмам.

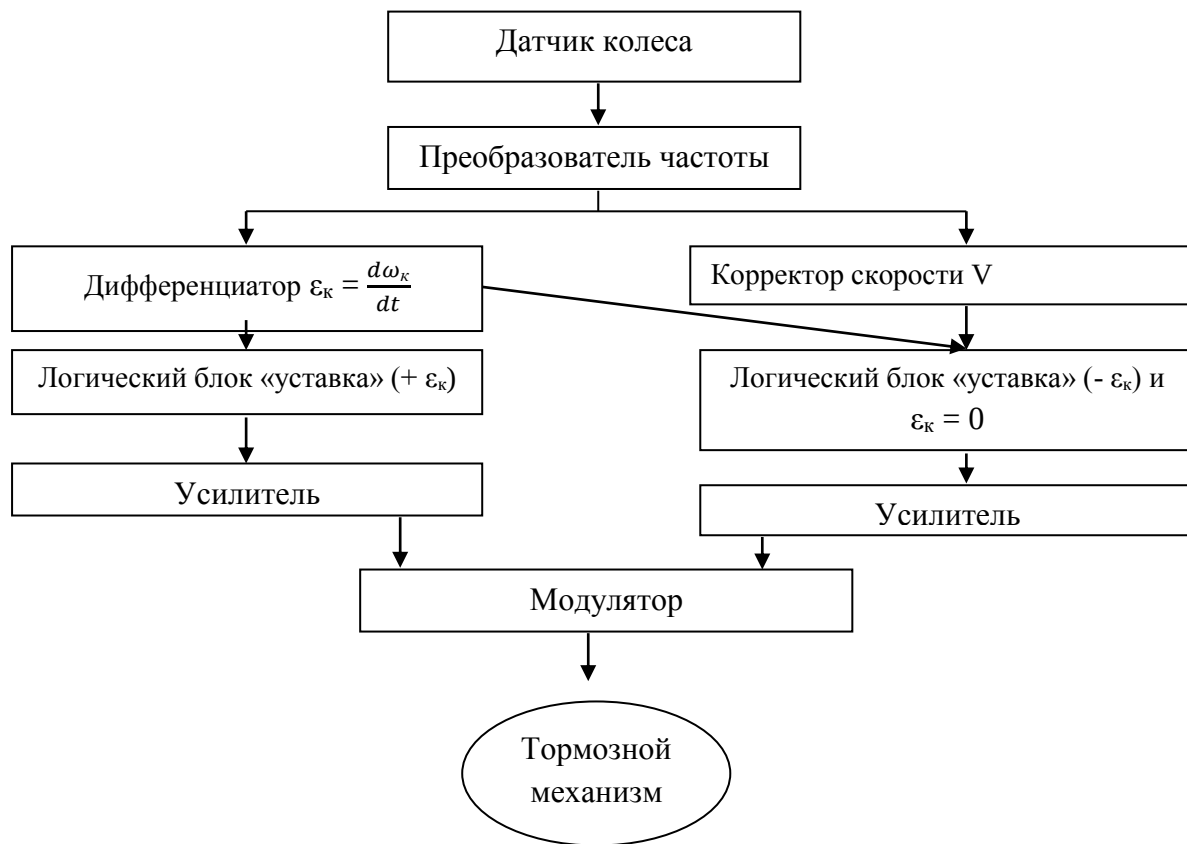


Рисунок 1.7 - Блок схема управления АБС

Процесс автоматического регулирования тормозного момента M_T по замедлению тормозящего колеса $\frac{d\omega_k}{dt}$ циклический. Уравнение движения колеса в режиме торможения с АБС, согласно работе [4], описывается формулой:

$$J_k \cdot \frac{d\omega_k}{dt} = M_T - M_\phi, \quad (1.2)$$

где J_k – момент инерции колеса;

M_ϕ – предельный момент по сцеплению.

С помощью этого уравнения строится график работы АБС, представленный на рисунке 1.8). В начале торможения возрастает тормозной момент M_T (участок 0-1-2), что приводит к замедлению вращения колеса ($M_T >$

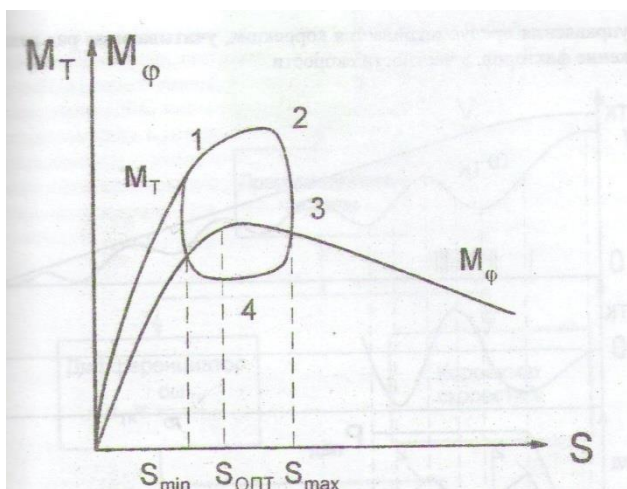
M_ϕ) и увеличению S . Особенно быстро замедление возрастает на отрезке 1-2, где разность $(M_T - M_\phi)$ резко увеличивается из-за уменьшения момента скольжения M_ϕ и вследствие того, что замедление колеса ε_k прямо пропорционально разности $(M_T - M_\phi)$:

$$\varepsilon_k = \frac{d\omega_k}{dt} = \frac{M_T - M_\phi}{J_k}. \quad (1.3)$$

Резкий рост замедления свидетельствует о том, что относительное скольжение стало больше $S_{кр}$. Блок управления в точке 2 дает команду модулятору на снижение давления в приводе тормозов. Точка 2 указывает на первую команду - «уставку». По этой команде тормозной момент M_T снижается и в точке 3 становится равным моменту M_ϕ , а замедление

$\varepsilon_k = 0$. Замедление $\varepsilon_k = 0$ становится второй «уставкой», по которой блок управления дает команду модулятору на поддержание в приводе тормозов постоянного давления, а значит и постоянного момента.

В этой фазе $M_T < M_\phi$ и замедление ε_k меняет знак, а колесо начинает ускоряться. Максимальное ускорение достигает своего значения в точке 4, являющейся третьей «уставкой». В точке 4 диаграммы блоком управления подается команда исполнительному элементу-модулятору на повышение давления в тормозном приводе. Представленный на рисунке 1.8. график повторяется, обеспечивая поддержание относительного скольжения вблизи $S_{кр}$.



1, 2, 3, 4 – точки команд на изменение давления в приводе

Рисунок 1.8 - График работы АБС

На рисунке 1.9. приведены графики изменения параметров торможения во времени. Процесс работы АБС может протекать по двух- или трехфазному циклу. При двухфазном управлении торможением автомобиля с помощью АБС организуются фазы нарастания давления и сброса давления; при трехфазной работе АБС цикл строится следующим образом: нарастание давления – сброс давления – сохранение уровня давления на постоянном уровне. При построении алгоритма работы АБС по замедлению тормозящего колеса ε_k , согласно работе [4], применяется трехфазный цикл, как обеспечивающий меньший расход рабочего тела в приводе. Однако трехфазная АБС имеет более сложную конструкцию модулятора.

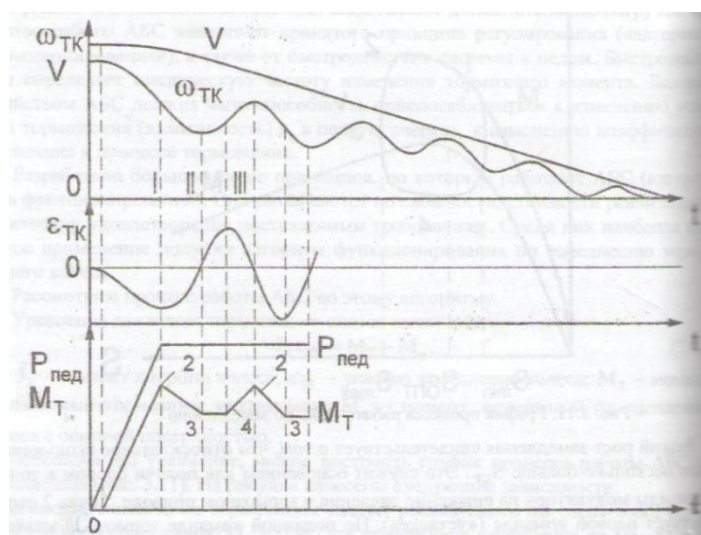


Рисунок 1.9 - График изменения параметров торможения автомобиля с АБС во времени

Эффективность применения АБС зависит от принятой схемы размещения элементов. Наиболее эффективна схема с установкой датчиков на каждом колесе, блоков управления и модуляторов в приводе к каждому тормозному механизму, как это указано на рисунке 1.10, а. Однако эта схема наиболее дорогостоящая и сложная по конструкции. Имеются схемы с упрощенной конструкцией с установкой датчиков на каждом заднем колесе, а блока управления и модулятор для колес задней оси в целом, что иллюстрировано рисунком 1.10, б. Еще проще вариант с установкой одного датчика в

трансмиссии, одного блока управления к задним колесам и модулятора в заднем тормозном приводе; такая схема приведена на рисунке 1.10, в. На рисунке 1.10,г приведена схема, в которой датчики угловых скоростей установлены на каждом колесе, блоки управления и модуляторы предусмотрены для колес всех осей автомобиля.

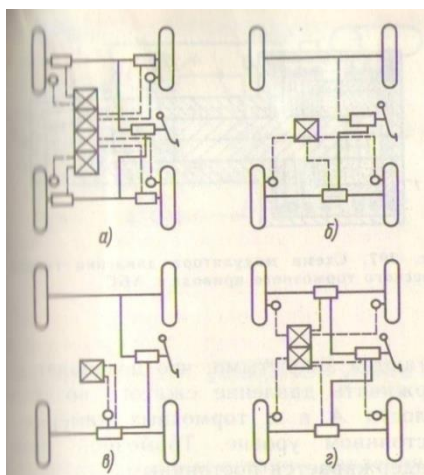


Рисунок 1.10 - Схемы установки элементов АБС на автомобиле

АБС можно, согласно работе [4], подразделить на 3 типа:

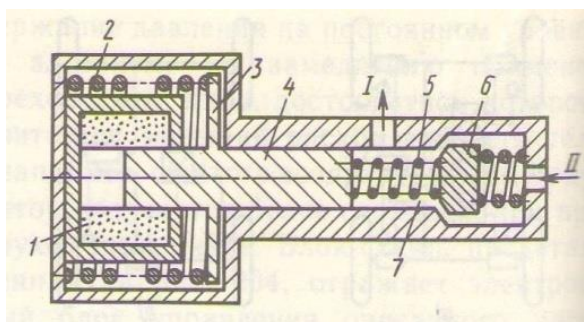
- одноканальная система с ограничением тормозные усилия одновременно по всей рабочей тормозной системе;
- двухканальная система с ограничением тормозные усилия на каждой по бортам автомобиля;
- многоканальная АБС с ограничением тормозные усилия поотдельности на каждом взятом колесе.

Одноканальные АБС обеспечивают наилучшее торможение только в том случае, когда все колёса находятся на одинаковом покрытии. Многоканальные АБС реализуют наиболее оптимальное торможение на участках дороги с разными сцепными условиями под колесами автомобиля. Но эти системы значительно сложнее по конструкции и дороже в производстве.

В настоящий момент, согласно работе [4], на автомобилях устанавливаются электрические АБС, которые через датчики собирают

информацию о скорости и угловом ускорении каждого колеса. При этом не обратная связь с тормозной педалью отсутствует.

АБС на автомобилях с гидроприводом тормозов выполняется в двух вариантах: с замкнутым контуром, с разомкнутым контуром. *Замкнутый или гидростатический* привод, представленный рисунком 1.11, работает по принципу изменения объема с установкой модулятора с дополнительной камерой, работающего по двухфазовому циклу.



1 – электромагнит; 2, 5 – пружины; 3 – якорь; 4 – плунжер; 6 – клапан; 7 – камера; I – выход; II – вход

Рисунок 1.11 - Схема модулятора давления привода тормозов с АБС

Первая фаза состоит в нарастании давления; в этой фазе обмотка электромагнита 1 не запитана от источника тока. Якорь 3 с плунжером 4 под действием пружины 2 перемещается вправо. Клапан 6 действием пружины 5 отодвинут от гнезда. При нажатии на тормозную педаль жидкость от главного тормозного цилиндра под давлением поступает на вход II и через открытый клапан 6 к выводу I и далее к колесным тормозным цилиндрам.

Второй фазе свойственен сброс давления; блок управления подключает обмотку электромагнита 1 к электрической схеме тока. Якорь 3 с плунжером 4 перемещаются влево, увеличивая объем камеры 7. Одновременно клапан 6 перемещается влево, перекрывая вывод I к колесным цилиндрам. Увеличение объема камеры 7 снижает давление в приводе и уменьшается тормозной момент. После этого блок управления подает сигнал на повышение давления и в дальнейшем циклы смены фаз повторяются.

Открытый гидропривод высокого давления имеет дополнительно внешний источник энергии в виде гидронасоса высокого давления и гидроаккумулятора.

1.7 Обоснование и описание выбранного варианта тормозной системы

Для модернизации тормозной системы выбран полноприводный легковой автомобиль ВАЗ-2123 Шевроле Нива.

Он имеет пятидверный кузов современной формы, обеспечивающий высокие скоростные характеристики и повышенный комфорт; оснащен двигателем 1,7 литра с электронной системой впрыска топлива и системой выхлопа газов, который соответствует современным требованиям по нормам токсичности.

Трансмиссия с постоянным приводом на все колеса, раздаточную коробку с двумя передачами – высшей и низшей и межосевой дифференциал с принудительной блокировкой.

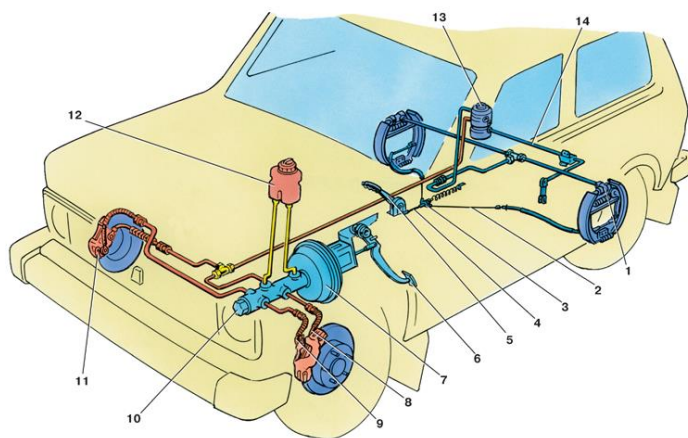


Рисунок 1.12 - Схема тормозной системы проектируемого автомобиля

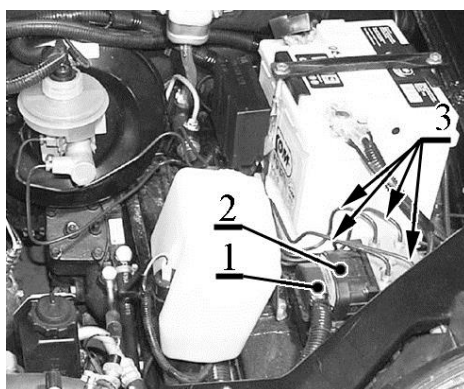
Автомобиль имеет независимые рабочую и стояночную тормозные системы. Рабочая тормозная система осуществляет служебное и экстренное торможение. Стояночная имеет механический привод и удерживает автомобиль при длительных остановках и стоянках.

Передние тормозные механизмы дискового типа с плавающей скобой, имеющей три колесных цилиндра. Конструкция этого тормозного механизма приведена на рисунке 1.1, б. Задние тормозные механизмы барабанные колодочные с механическим приводом стояночного тормоза; его конструкция приведена на рисунке 1.1, а.

Привод рабочей и запасной тормозных систем гидравлический, оснащенный вакуумным усилителем. Для исключения блокирования колес на сухом покрытии и обеспечения опережающего подхода передних колес к пределу блокирования гидропривод тормозных механизмов задних колес оснащен регулятором давления. Разделения привода по следующей схеме: один контур на передние тормоза; второй контур – на передние и задние. Принципиальная схема тормозной системы приведена на рисунке 1.12.

Модернизация рабочей тормозной системы полноприводного автомобиля Шевроле Нива проведена путем установки антиблокировочной системы торможения. На данный автомобиль устанавливаем АБС девятого поколения фирмы Bosch, состоящей из гидромодулятора (гидроагрегата) и 4-х датчиков скорости с установкой на каждое колесо.

На рисунке 1.13 показано расположение гидроагрегата АБС в моторном отсеке.



1 – крепление колодки жгута проводов к электрическому соединителю гидроагрегата АБС; 2 – гидроагрегат АБС; 3 – трубопроводы гидроагрегата АБС

Рисунок 1.13 - Расположение гидроагрегата

Датчики скорости колеса, представленный рисунке 1.14, включает магнитный чувствительный элемент с катушечной обмоткой и зубчатое кольцо. Он устанавливается на кронштейн, крепящийся на ступицу переднего колеса. Вместе с подшипником переднего колеса запрессовывается ротор переднего колеса. При вращении ротора зубцы движутся через магнитное поле головки, изменяя магнитное поле и вызывает переменный ток в катушечной обмотке. При этом частота импульсов напряжения в секунду пропорционально скорости колеса и увеличивается с повышением скорости колеса.

Сигнал от датчика поступает в модуль управления тормозом антиблокировочной системы, преобразуется в цифровой сигнал и обрабатывается. Модуль управления считывает импульсы и регистрирует изменения скорости вращения колес.

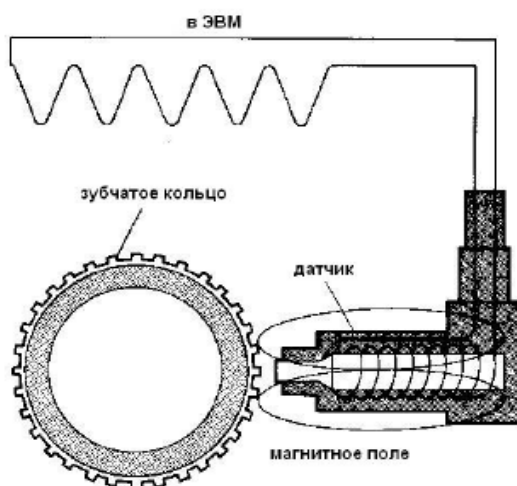
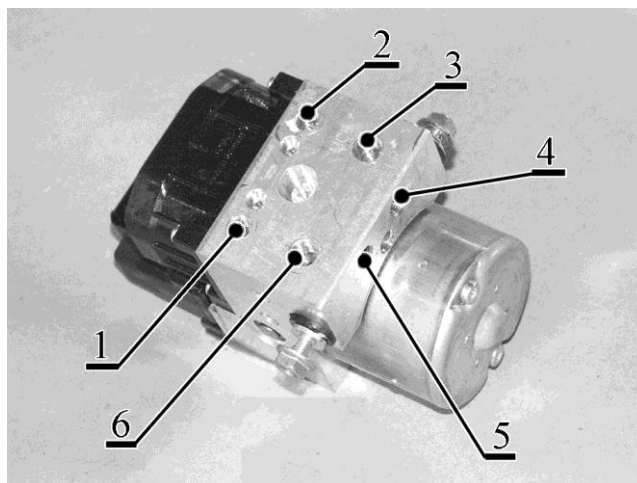


Рисунок 1.14 - Датчик АБС

Гидравлический модулятор содержит соленоидальные клапаны АБС, для каждого тормозного контура управления. На рисунке 1.15. показан гидроагрегат АБС.



1 – выход к переднему левому тормозу; 2 – выход к переднему правому тормозу;
3 – вход от вторичного контура главного тормозного цилиндра; 4 – выход к заднему левому
тормозу; 5 – выход к заднему правому тормозу; 6 – вход от первичного контура главного
тормозного цилиндра

Рисунок 1.15 - Гидроагрегат антиблокировочной системы тормозов

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрена заданием на выполнение дипломного проекта

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчёт автомобиля

Таблица 3.1- Исходные данные

Колёсная формула	4×4
Снаряжённая масса m_o , кг	1400
Шины	195/75R15
Коэффициент сопротивления качению, f_o	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x	0,46
Максимальная частота вращения колен вала $\omega_{e \max}$, рад/с (5600 об/мин)	586
Максимальная скорость $V_{\max}$, км/ч и м/с	140км/ч или 39м/с
Коэффициент уклона, $i_{\max}$	0,28
Количество мест, n	5

Тягово-динамический расчёт автомобиля проведен с использованием следующих литературных источников [2], [5], [6].

3.1.1 Определение параметров автомобиля

Полную массу автомобиля определяем по формуле:

$$m_a = m_o + m_q \cdot n + m_b \quad (3.1)$$

$$m_a = 1400 + 75 \times 5 + 5 \times 10 = 1825 \text{ кг},$$

где m_o —снаряжённая масса автомобиля (кг);

$m_q=75$ кг —масса человека;

n — число пассажиров, включая водителя;

m_b — вес багажа по 10 кг на 1 пассажира.

Развесовку по осям автомобиля принимаем 50%/50%. Для данного автомобиля приемлемы шины размерности 195/75R15.

Определяем статический радиус колеса:

$$r_{cr} = 0,5d + \lambda_z H, \quad (3.2)$$

где d – посадочный диаметр шины;

$\lambda_z=0,82$ – коэффициент вертикальной деформации для шин;

H – высота профиля шины;

B – ширина профиля шины;

$$\frac{H}{B} = 0,75; \quad r_{cm} = 0,5 \times 381 + 0,82 \times 146,25 = 0,310 \text{ м.}$$

На дорогах с твёрдым покрытием радиус качения колеса и динамический радиус принимают равным статическому радиусу, т.е. $r_k \approx r_d = r_{ст}$.

Коэффициент обтекаемости автомобиля:

$$k = \frac{C_x \times \rho}{2} = \frac{0,46 \times 1,293}{2} = 0,3, \quad (3.3)$$

где $\rho=1,293$ – плотность воздуха в нормальных условиях.

Лобовая площадь:

$$F = 0,8B_r \times H_r = 0,8 \times 1,77 \times 1,652 = 2,339 \text{ м}^2, \quad (3.4)$$

где B_r – габаритная ширина автомобиля;

H_r – габаритная высота автомобиля

КПД трансмиссии автомобиля принимаем $\eta_{тр} = 0,90$; коэффициент сцепления колёс с дорогой принимаем $\varphi = 0,8$.

3.1.2 Определение передаточного числа главной передачи проводим по формуле:

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k U_r} \times \frac{\omega_{max}}{V_{max}} = \frac{0,310 \times 586}{1 \times 1,2 \times 39} = 3,9, \quad (3.5)$$

где $\omega_{e \max}$ – максимальная угловая скорость колен вала двигателя;

U_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой достигается максимальная скорость автомобиля;

U_r - передаточное число раздаточной коробки.

3.1.3. Внешняя скоростная характеристика двигателя

$$N_v = \frac{1}{\eta_{mp}} \left(G_a \Psi_v V_{\max} + \frac{C_x \times \rho}{2} \times F \times V_{\max}^3 \right); \quad (3.36)$$

$$\Psi_v = f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) = 0,021; \quad (3.37)$$

$$N_v = \frac{1}{0.90} \left(1825 \times 9.81 \times 0.021 \times 39 + \frac{0.46 \times 1.293}{2} \times 2.339 \times 39^3 \right) = 56,3 \text{ кВт},$$

где Ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при $V_{\max}$;

$G_a = m_a g$ – полный вес автомобиля.

Максимальную мощность двигателя определяем по формуле:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3}, \quad (3.8)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты ($a=b=c=1$ для бензинового двигателя).

$$N_{\max} = \frac{56.3}{0.98} = 57,5 \text{ кВт}; \quad \lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N} = \frac{586}{523} = 1,121.$$

Определяем текущее значение мощности для построения внешней скоростной характеристики двигателя (ВСХ) по формуле:

$$N_e(\omega_e) := N_{\max} \left[\frac{\omega_e}{\omega} + \left(\frac{\omega_e}{\omega} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega} \right)^3 \right], \quad (3.9)$$

где ω_e – текущие значения угловой скорости колен вала (рад/с);

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя (кВт).

Определяем значение эффективного крутящего момента двигателя:

$$M_e = 1000 \frac{N_e}{\omega_e} (\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (3.10)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

n_e , об/мин	ω_e , c^{-1}	$\frac{\omega_e}{\omega_N}$	$\left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2$	$\left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^3$	Ne , кВт	Me , Нм
800	84	0.1601	0.0256	0.0041	10.44	124.73
1500	157	0.3001	0.0901	0.027	20.89	133.04
2000	209	0.4002	0.1602	0.0641	28.54	136.13
3000	314	0.6	0.3604	0.2164	42.8	136.32
4000	419	0.8	0.6408	0.512	53.38	127.50
5000	523	1.0006	1.0012	1.0019	57.50	109.87
5600	586	1.1207	1.2559	1.4076	55.72	95.07

По данным этой таблицы строим внешнюю скоростную характеристика двигателя (BCX), представленную в Приложении А на рисунке А.1. Согласно таблице 3.2 максимальный крутящий момент двигателя составляет: $M_{\max} = 136,32$ Нм при угловой скорости вала двигателя $\omega_e = 314$ рад/с.

3.1.4. Определение передаточных чисел коробки передач:

Передаточное число первой передачи определяем с использованием учебного пособия [6] по заданному максимальному дорожному сопротивлению $\psi_{\max}$. Для обеспечения возможности движения автомобиля в этих условиях тяговая сила на ведущих колёсах F_T должна быть больше силы сопротивления дороги F_d , т.е.

$$U_1 \geq \frac{G_a \psi_{\max} r_k}{M_{\max} \eta_{mp} U_0 U_r}, \quad (3.11)$$

где $\psi_{\max} = f_0 + i$;

i-коэффициент уклона, $i=0,28$;

$$U_1 \geq \frac{1825 \times 9.81 \times 0.292 \times 0.31}{136.32 \times 0.9 \times 3.9 \times 1.2}; U_1 \geq 2,8.$$

Во избежание буксования ведущих колёс тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колёс с дорогой:

$$U_1 \leq \frac{G_{cy} \varphi \times r_k}{M_{\max} \eta_{mp} U_0 U_r}; U_1 \leq \frac{17903,25 \times 0,8 \times 0,31}{136,32 \times 0,9 \times 3,9 \times 1,2} = 7,7; U_1 \leq 7,7, \quad (3.12)$$

где $\varphi=0,8$ – коэффициент сцепления ведущих колёс с дорогой;

$M_{\max}=136.32$ (Н·м);

Сцепной вес полноприводного автомобиля равен полному весу автомобиля: $G_{cy} = G_a = 1825 \times 9.81 = 17903,25 \text{ Н}$.

Скорость, с которой начинается разгон на второй передаче, примерно равна скорости в конце разгона на первой передаче.

$$V_I = \frac{r_k \times \omega_2}{U_I \times U_0}; V_{II} = \frac{r_k \times \omega_1}{U_{II} \times U_0}; V_I = V_{II}; \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{U_I}{U_{II}} = const$$

Принимаем значение передаточного числа первой ступени $U_I = 3,67$.

Передаточные числа промежуточных ступеней в соответствии с законом постоянства отношений: $\frac{U_I}{U_{II}} = \frac{U_{II}}{U_{III}} = \frac{U_{III}}{U_{IV}} = \frac{U_{IV}}{U_V} = \frac{w_2}{w_1} = const$;

$$q = \sqrt[4]{\frac{u_1}{u_5}} = \sqrt[4]{\frac{3.67}{0.82}} = 1,45; u_2 = \frac{u_1}{q} = 2,52; u_3 = \frac{u_1}{q^2} = 1,73; u_4 = \frac{u_1}{q^3} = 1,19; u_5 = \frac{u_1}{q^4} = 0,82$$

$$u_{3X} = 1.2 \cdot 3.67 = 4,4.$$

Принимаем действительные передаточные числа промежуточных ступеней, как у автомобиля-аналога:

$$u_1 = 3,67; u_2 = 2,1; u_3 = 1,36; u_4 = 1; u_5 = 0,82; u_{3X} = 4,4.$$

3.1.5 Расчет тягового баланса автомобиля

Уравнение силового баланса, согласно работе [5], представляет вид:

$$F_T = F_d + F_B + F_u, \quad (3.13)$$

где F_T – сила тяги ведущих колёс;

F_d – сила дорожного сопротивления;

F_B – сила сопротивления воздуха;

F_u – сила сопротивления разгону автомобиля.

Тяговую силу рассчитываем по формуле:

$$F_T = \frac{u_k \cdot u_0 \cdot u_r \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k}, \quad (3.14)$$

где u_k – передаточное число коробки передач;

M_e – величина эффективного момента двигателя.

Пользуясь выбранными при расчёте ВСХ значениями ω_e , приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{u_k \cdot u_0 \cdot u_r} \quad (3.15)$$

Результаты расчётов тяговой силы вносим в таблицу 3.3

Определим силу дорожного сопротивления F_d , складывающуюся из силы сопротивления подъёму F_n и силы сопротивления качению F_f :

$$F_d = F_n + F_f. \quad (3.16)$$

Силу сопротивления воздуха F_B определим по формуле:

$$F_B = k \cdot F \cdot V^2 \quad (3.17)$$

Таблица 3.3

n, об/мин	Тяговая сила на ведущих колесах на передачах, Н					
	I	II	III	IV	V	F _т на понижающей передаче РК, Н
800	6219.44	3558.811	2304.75	1694.67	1389.63	10884
1500	6633.94	3795.98	2458.35	1807.61	1482.243	11609.4
2000	6798.27	3890	2519.25	1852.39	1518.96	11896.97
3000	6797.57	3889.61	2518.99	1852.19	1518.8	11895.75
4000	6357.73	3637.93	2355.99	1732.35	1420.52	11126.03
5000	5478.75	3134.98	2030.27	1492.84	1224.13	9587.82
5600	4740.58	2712.59	1756.72	1291.71	1059.2	8296

n, об/мин	Скорость на передачах, м/с:					
	I	II	III	IV	V	На понижающе й передаче Р.К.
800	1.5	2.64	4.07	5.54	6.76	0.86
1500	2.83	4.95	7.64	10.39	12.68	1.61
2000	3.77	6.6	10.19	13.86	16.9	2.15
3000	5.66	9.9	15.29	20.79	25.36	3.23
4000	7.55	13.2	20.39	27.73	33.81	4.31
5000	9.44	16.5	25.48	34.66	42.27	5.39
5600	10.57	18.48	28.54	38.82	47.34	6.04

Для движения автомобиля по дороге без уклона силу сопротивления дороги определим по формуле:

$$F_d = F_f = G_a \cdot f \quad (3.18)$$

Результаты расчётов скорости, тяговой силы, силы дорожного сопротивления и силы сопротивления воздуха сводим в таблицу 3.4 и представляем в виде графика тягового баланса, представленного в Приложении А на рисунке А.2.

Таблица 3.4

ω_e , рад/с		84	157	209	314	419	523	586
Me , Нм		124.73	133.04	136.13	136.32	127.5	109.87	95.07
1 передача	V_{a1} , м/с	1.5	2.8	3.7	5.6	7.5	9.4	10.5
	F_{T1} , Н	6219.4	6633.9	6797.7	6797.6	6357.6	5478.7	4740.5
	F_{B1} , Н	1.5	5.5	9.8	22.3	39.6	61.9	77.8
	F_{D1} , Н	215	215.7	216.3	218.2	220.9	224.4	226.8
	f_{v1}	0.012	0.012	0.0121	0.0122	0.0123	0.0125	0.0127
	D_1	0.35	0.37	0.38	0.38	0.35	0.3	0.26
2 передача	V_{a2} , м/с	2.64	4.95	6.6	9.9	13.2	16.5	18.5
	F_{T2} , Н	3558.7	3796	3889.9	3890.5	3637.9	3134.9	2712.6
	F_{B2} , Н	4.8	17	30.3	68.1	121.2	189.3	238
	F_{D2} , Н	215.5	217.4	219.5	225.3	233.5	244	251.6
	f_{v2}	0.012	0.0121	0.0123	0.0126	0.013	0.0136	0.0141
	D_2	0.2	0.21	0.22	0.21	0.20	0.16	0.14
3 передача	V_{a3} , м/с	4.07	7.64	10.20	15.30	20.40	25.50	28.55
	F_{T3} , Н	2304.7	2458.3	2519.2	2519	2356	2030.3	1756.7
	F_{B3} , Н	11.5	40.6	72.3	162.8	289.4	452.3	566.9
	F_{D3} , Н	216.6	221.1	226	239.9	259.5	284.6	302.4
	f_{v3}	0.0121	0.0124	0.0126	0.0134	0.0145	0.0159	0.0169
	D_3	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.09	0.07

Продолжение таблицы 3.4

4 передача	V _а ,м/с	5.5	10.4	13.8	20.3	27.7	34.6	38.8
	F _{т4} , Н	1694.6	1807.6	1852.3	1852.1	1732.3	1492.8	1291.7
	F _{в4} , Н	21.3	75.2	133.8	300.9	534.8	836.1	1048.2
	F _{д4} , Н	218.1	226.4	235.5	261.3	297.4	343.9	376.7
	f _{в4}	0.0122	0.0126	0.0132	0.0146	0.0166	0.0192	0.021
	D ₄	0.09	0.1	0.1	0.09	0.07	0.04	0.01
5 передача	V _а ,м/с	6.7	12.6	16.9	25.3	33.8	42.2	47.3
	F _{т5} , Н	1389.6	1482.2	1518.9	1518.8	1420.5	1224.1	1059.2
	F _{в5} , Н	31.7	111.8	198.9	447.5	795.6	1242.8	1556.2
	F _{д5} , Н	219.7	232.1	245.5	283.9	337.7	406.7	455.1
	f _{в5}	0.0123	0.013	0.0137	0.0159	0.0189	0.0227	0.0254
	D ₅	0.08	0.08	0.07	0.06	0.03	0	-0.03
1 передача при понижающей Р К	V _а ,м/с	0.86	1.62	2.16	3.24	4.32	5.39	6.05
	F _{т5} , Н	10884	11609. 4	11896.9	11895.7	11126	9587.8	8296
	F _{в5} , Н	0.51	1.83	3.25	7.30	12.98	20.21	25.46
	F _{д5} , Н	214.9	215.1	215.3	215.9	216.8	217.9	218.7
	f _{в5}	0.012	0.012	0.012	0.0121	0.0121	0.0122	0.0122
	D ₅	0.61	0.65	0.66	0.66	0.62	0.53	0.46

Для исключения возможности буксования ведущих колёс при разгоне на сухом асфальте определяем силу сцепления и сравниваем ее с максимальной тяговой силой $F_{сц} \approx G_{сц} \cdot \phi = 17903,25 \cdot 0,8 = 14322,6$ Н. Из сравнения следует, что предельная сила по сцеплению колес с дорогой $F_{сц} = 14322,6$ Н значительно больше максимальной силы тяги на 1 передаче $F_{т\max} = 6800$ Н и больше силы тяги на 1 передачи и понижающей передаче раздаточной коробки $F_{т\max} = 11985$ Н, что подтверждает отсутствие пробуксовки колес в тяговом режиме.

3.1.6 Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор автомобиля на всех передачах определим по формуле:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (3.19)$$

Результаты расчета динамического фактора D по формуле (3.19) и коэффициента сопротивления качению f_v сводим в таблицу 3.4 и строим динамическую характеристику автомобиля, представленную в Приложении А на рисунке А.3.

Определяем динамический фактор по пределу сцепления колес с дорогой по формуле:

$$D_{cл} \approx \frac{G_{cл} \cdot \varphi}{G_a} = \varphi = 0,8.$$

3.1.7 Динамика разгона автомобиля

Расчет ускорения разгона проводим для движения автомобиля по горизонтальной дороге с твёрдым покрытием хорошего качества по формуле:

$$J = (D - f) \cdot g / \delta_{вп} \quad (3.20)$$

где $\delta_{вп} = 1 + \frac{(I_m \cdot \eta_{TP} \cdot (u_0 \cdot u_k \cdot u_r)^2 + I_k \cdot n_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}$ - коэффициент, учитывающий

влияние вращающихся масс;

I_m – момент инерции вращающихся частей двигателя (кг·м²);

I_k – момент инерции колеса автомобиля;

n_k – число ведущих колёс.

Значения коэффициента учета вращающихся масс следующие: 1-я передача - 1,133; 2-я передача - 1,046; 3-я передача - 1,02; 4-я передача - 1,012; 5-я передача - 1,008

Результаты расчета ускорения разгона вносим в таблицу 3.5 и по этим значениям строим график зависимости $J=f(V_A)$ (Приложение А, рисунок А4).

Таблица 3.5

n, об/мин	Ускорение на передачах, м/с ²				
	I	II	III	IV	V
800	2.904	1.749	1.116	0.79	0.621
1500	3.101	1.866	1.183	0.822	0.628
2000	3.179	1.908	1.198	0.814	0.601
3000	3.173	1.888	1.15	0.724	0.465
4000	2.95	1.728	0.994	0.531	0.222
5000	2.517	1.431	0.733	0.24	-
5600	2.152	1.184	0.524	0.016	-

На основании таблицы 3.5 строим график зависимости ускорения от скорости автомобиля, представленный рисунком А.4 в Приложении А.

3.1.8 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем с использованием учебного пособия [6] графоаналитическим способом, сущность которого состоит в интегрировании функции $1/J = f(V_A)$:

$$\Delta t = \int_{V_k}^{V_{k+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{k+1} \cdot (V_{k+1} - V_k) \quad (3.21)$$

где k – порядковый номер интервала; $k = 1 \dots n$; $n = 8 \dots 10$.

На графике величин обратных ускорений, представленных в Приложение А на рисунке А.4, выбираем точки переключения передач и разбивает на интервалы полагая, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с

постоянным ускорением $j=\text{const}$. Эти значения определяем следующим образом:

$$\left(\frac{1}{j_{cp}}\right)_k = \frac{\left(\frac{1}{j}\right)_{k-1} + \left(\frac{1}{j}\right)_k}{2} \quad (3.22)$$

Заменяя точное значение площади под кривой $1/j$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника или прямобоочных трапеций со сторонами ΔV_k и $(1/j_{cp})_k$, выполняем приближённое интегрирование:

$$\Delta t = (1/j_{cp})_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (3.23)$$

$$t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k, \quad (3.24)$$

Результаты расчёта сводим в таблицу 3.6

Таблица 3.6

Диапазон скорости, м/с	Время, с	Диапазон скорости, м/с	Время, с
0 - 1.5113	0.520417	0 - 16.507	7.416187
0 - 2.8337	0.946854	0- 18.488	8.800443
0 - 3.7782	1.243978	0- 20.391	13.23334
0 - 5.6673	1.839349	0- 25.489	18.36194
0 - 7.5565	2.479727	0- 28.548	22.53479
0 - 9.4456	3.230269	0- 34.665	35.59138
0 - 10.579	3.756974	0 -38.825	52.92401
0 - 13.206	5.505626	0 -16.507	7.416187

На основании таблицы 3.6 строим график зависимости времени разгона от скорости представленный в Приложении А на рисунке А.5.

Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t=f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля. Для этого кривая $t=f(V)$ разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V_{cpk} . Площадь

элементарного прямоугольника или прямобочной трапеции в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от t_{k-1} до t_k с постоянной средней скоростью V_{cpk} .

Величина площади элементарного прямоугольника или трапеции определяется по формуле [6]:

$$\Delta S = V_{cpk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{cpk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.25)$$

где $k=1 \dots m$ – порядковый номер интервала; выбор значений m произвольный, например, $m=n$. Путь разгона от скорости V_0 до скорости V_1 :

$$S_1 = \Delta S_1; \text{ до скорости } V_2: S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2; \text{ до скорости } V_n: S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$$

Результаты расчёта заносим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7

Диапазон скорости, м/с	Путь, м	Диапазон скорости, м/с	Путь, м
0- 1.5113	0.393253	0 -13.206	70.18189
0 - 2.8337	1.319687	0 -16.507	94.4029
0 - 3.7782	2.301965	0 -18.488	180.5762
0 - 5.6673	5.113753	0 -20.391	298.2263
0 - 7.5565	9.347868	0 -25.489	410.9704
0 - 9.4456	15.72826	0 - 13.206	823.6435
0 -10.579	21.00179	0 – 16.507	1460.531
0 – 11,56	41.79764	-	-

На основании табл. 3.7 строим график зависимости пути разгона от скорости (Приложение А, рисунок А6).

3.1.9. Расчет мощностного баланса автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет вид:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, \quad (3.26)$$

где N_T – тяговая мощность, подводимая к ведущим колёсам;

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = F_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивлению качения колёс;

$N_{п} = F_{п} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъёму ($N_{п}=0$);

$N_{в} = F_{в} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха;

$N_{и} = F_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля. ($N_{и}=0$).

Для выбранных выше интервалов изменения угловой скорости коленчатого вала двигателя и скорости автомобиля рассчитываем значения мощности и их в таблицу 3.8.

Таблица 3.8

ω_e , рад/с	84	157	209	314	419	523	586
N_e , кВт	10.3	20.9	28.5	41.9	53.4	57.5	55.7
$N_{т}$, кВт	9.3	18.7	25.6	37.7	48.04	51.7	50.1
$N_{д}$, кВт	1.19	2.35	3.26	5.33	8.24	11.92	14.62
$N_{в}$, кВт	0.117	0.782	1.854	6.138	14.83	28.97	40.69
$N_{д} + N_{в}$, кВт	1.31	3.13	5.11	11.46	23.08	40.9	55.3
$\frac{N_{д} + N_{в}}{N_{т}}$	0.14	0.17	0.2	0.3	0.48	0.79	1.1

На основании значений таблицы 3.8 строится график мощностного баланса, представленный в Приложении А на рисунке А.7. На этом графике над кривой $N_{д} = N_f + N_{п}$ наносится так же кривая зависимости мощности сопротивления воздуха $N_{в}$ от скорости автомобиля.

По данным таблицы 3.8 определяются степень использования мощности двигателя η , отношение угловых скоростей ω_e / ω_N

Степенью использования мощности двигателя I представляет собой отношение мощности, затраченной на движения автомобиля при данной скорости, к мощности на ведущих колесах:

$$I = \frac{N_d + N_b}{N_T} \quad (3.27)$$

3.1.10 Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

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

$$Q_s = \frac{1,1 \cdot g_{e \min} K_H \cdot K_{ск} (P_d + P_b)}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}}, \quad (3.28)$$

где $g_{e \min} = 300$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный эффективный расход топлива, $\rho_T = 0,72$ кг/л – плотность топлива;

K_H - коэффициент, учитывающий изменения величины удельный эффективный расход топлива в зависимости от степени использования мощности I ;

K_E - коэффициент, учитывающий изменения величины удельный эффективный расход топлива в зависимости от $E = \frac{w_e}{w_{eN}}$.

Значения коэффициентов K_H и K_E определяем по формулам:
 $K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523$ и $K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227$.

Результаты расчётов сводим в таблицу 3.9 и представляем в виде графика зависимости путевого расхода топлива q_n от скорости автомобиля при движении на высшей передаче по горизонтальной дороге. График представлен на рисунке А.8 в Приложении А.

Таблица 3.9

$V_a, \text{м/с}$	6.76	12.68	16.91	25.37	33.82	42.27
$\omega_e, \text{рад/с}$	84	157	209	314	419	523
ω_e / ω_N	0.161	0.3	0.4	0.6	0.8	1
K_{ck}	1.12	1.05	1	0.87	0.8	1
$N_T, \text{кВт}$	9.39	18.79	25.68	38.53	48.04	51.74
$N_{dv} + N_B, \text{кВт}$	1.7	4.36	7.5	18.55	38.32	69.72
I	0.18	0.23	0.29	0.48	0.79	1.34
K_u	2	1.7	1.5	1.2	0.9	1
$F_{dv} + F_B, \text{Н}$	251.54	343.95	444.46	731.48	1133.32	1649.63
$q_{II}, \text{л/100км}$	7.97	8.685	9.431	10.802	11.543	23.335

3.2 Расчет тормозной системы автомобиля

3.2.1 Исходные данные для расчета

По автомобилю:

Масса снаряженного автомобиля, m_0 , кг.....	1400
Масса автомобиля с частичной нагрузкой, $m_{A\text{ част}}$, кг.....	1610
Нагрузка на переднюю ось, $m_{A1\text{ част}}$, кг.....	780
Нагрузка на заднюю ось, $m_{A2\text{ част}}$, кг.....	830
Масса автомобиля с полной нагрузкой, $m_{A\text{ полн}}$, кг.....	1825
Нагрузка на переднюю ось, $m_{A1\text{ полн}}$, кг.....	912
Нагрузка на заднюю ось, $m_{A2\text{ полн}}$, кг.....	913
Высота центра тяжести автомобиля с полной нагрузкой, $h_{g\text{ полн}}$, мм..	720
Высота центра тяжести автомобиля с частичной нагрузкой, $h_{g\text{ част}}$, мм.	687
База автомобиля, L , мм.....	2450
Радиус качения колеса, r_k , мм.....	310
Статический радиус колеса, $r_{ст}$, мм.....	310

По передним тормозным механизмам:

Тип тормозных механизмов.....	дисковые
Диаметр поршня тормозного цилиндра D_1 , мм.....	48
КПД переднего тормозного цилиндра η_1	0,95
Начальное давление срабатывания переднего тормоза P_{01} , кг/см ²	2
Коэффициент трения между накладкой и тормозным диском μ_1 ...	0,4
Наружный диаметр тормозного диска $D_{нар1}$, мм.....	280
Внутренний диаметр тормозного диска $D_{вн1}$, мм.....	190

По задним тормозным механизмам:

Тип тормозных механизмов.....	барабанные
Диаметр поршня тормозного цилиндра D_2 , мм.....	20,64
КПД заднего тормозного цилиндра η_2	0,95
Начальное давление срабатывания заднего тормоза P_{02} , кг/см ² ...	5
Коэффициент трения между накладкой и барабаном μ_2	0,33

Внутренний диаметр тормозного барабана $D_{вн2}$, мм.....	200
Большее расстояние между опорами колодок h_{21} , мм.....	150
Меньшее расстояние между опорами колодок h_{23} , мм.....	36,8
Расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок h_{22} , мм... ..	75
Угол охвата колодок B , град.....	108

По регулятору давления тормозов:

Давление срабатывания при полной нагрузке $P_{ср\ полн}$, кг/см ²	67,5
Коэффициент передачи при полной нагрузке $k_{пер\ полн}$	0,15
Давление срабатывания при частичной нагрузке $P_{ср\ част}$, кг/см ²	36
Коэффициент передачи при частичной нагрузке $k_{пер\ част}$	0,22

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.....	22

3.2.2 Расчет переднего тормозного механизма

Расчеты тормозной системы проведены с использованием учебных пособий [3],[4] и методик, применяемых в практике Волжского автомобильного завода.

При расчетах тормозного момента переднего дискового тормоза используем формулы, приведенные в работах [3],[4]:

$$M_{T1} = C_1 \cdot F \cdot R_{ср}, \quad (3.29)$$

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

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

C_1 – передаточное число переднего тормозного механизма;

M_{T1} -тормозной момент, кг·см.

Усилие, создаваемое колесным цилиндром, определяем по формуле:

$$F = (P_1 - P_{01}) \cdot S_1 \cdot \eta_1 \cdot n, \quad (3.30)$$

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

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

S_1 – площадь поршня переднего тормозного цилиндра, см²;

η_1 – КПД переднего тормозного цилиндра;

n – число цилиндров переднего тормоза; $n = 1$;

F - усилие, развиваемое поршнями, кг;

Рабочую площадь поршня переднего колесного тормозного цилиндра определяем по формуле:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \quad (3.31)$$

где D_1 – диаметр поршня тормозного цилиндра, см;

S_1 – площадь поршня, см².

$$S_1 = \frac{3.14 \cdot 4,8^2}{4} = 18,09 \text{ см}^2.$$

Радиус трения колодок переднего дискового тормоза определяем по формуле, приведенной в работах [3],[4]:

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_{нар1}^3 - R_{вн1}^3}{R_{нар1}^2 - R_{вн1}^2}, \quad (3.32)$$

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

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

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(D_{нар1}/2)^3 - (D_{вн1}/2)^3}{(D_{нар1}/2)^2 - (D_{вн1}/2)^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(28/2)^3 - (19/2)^3}{(28/2)^2 - (19/2)^2} = 11,8 \text{ см.}$$

Передаточное отношение передних тормозов определяем по формуле:

$$C = 2\mu_1 = 2 \cdot 0,4 = 0,8. \quad (3.33)$$

где μ_1 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском.

Если обозначить $K_1 = C_1 \cdot S_1 \cdot R_{cp} \cdot \eta_1 \cdot n$ и подставить значения, то получим значение коэффициента пропорциональности между тормозным моментом и давлением в приводе: $K_1 = 0,8 \cdot 18,09 \cdot 11,8 \cdot 0,95 \cdot 1 = 162,2 \text{ см}^3$.

Тогда формула расчета тормозного момента (3.29) приобретает следующий вид (3.34):

$$M_{T1} = K_1(P_1 - P_{01}) = 162,2 \cdot (P_1 - 2). \quad (3.34)$$

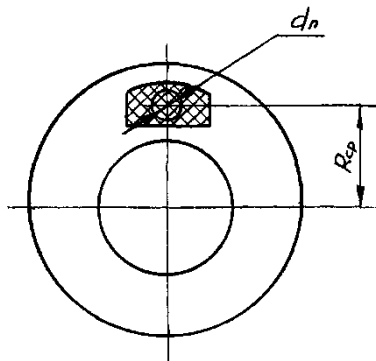


Рисунок 3.1- Расчетная схема переднего тормоза

Полученные значения M_{T1} в зависимости от P_1 заносим в таблицу 3.10.

3.2.3 Расчет заднего тормозного механизма

Расчетный тормозной момент заднего тормоза барабанного типа определяем по формулам, приведенным в работах [3], [4]:

$$M_{T2} = M_{2a} + M_{2n}, \quad (3.35)$$

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

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

Тормозные моменты на активной и пассивной колодках барабанного тормоза определяем по формулам:

$$M_{2a} = F_{2a} \cdot R_{mp}, \quad (3.36)$$

$$M_{2n} = F_{2n} \cdot R_{mp}, \quad (3.37)$$

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.

Радиус трения принимаем равным внутреннему радиусу барабана $R_{mp} = D_{вн2}/2 = 10$ см.

Равнодействующие всех сил действующих на активную и пассивную колодки рассчитываем по формулам:

$$F_{2a} = C_{2a} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \quad (3.38)$$

$$F_{2n} = C_{2n} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \quad (3.39)$$

где P_2 – давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см²;

F – равнодействующие всех сил, кг;

P_{02} – начальное давление срабатывания заднего тормоза, кг/см²;

C_{2a} – передаточное число активной колодки;

C_{2n} – передаточное число пассивной колодки;

S_2 – площадь поршня заднего тормозного цилиндра, см²;

η_2 – КПД заднего тормозного цилиндра.

Передаточные числа активной и пассивной колодок можно определить по формулам :

$$C_{2a} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} - \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (3.40)$$

$$C_{2n} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} + \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (3.41)$$

где μ_2 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском;

k_0 – коэффициент касательных сил;

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

h_{22} – расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок, см;

h_{23} – меньшее расстояние между опорами колодок, см.

Коэффициент касательных сил трения определяем по формуле:

$$k_0 = \frac{B_r + \sin(B)}{4 \cdot \sin(B/2)} \quad (3.42)$$

где B – угол охвата колодок, град;

B_r – угол охвата колодок, рад; $B_r = B/180 = 1,885$ рад.

$$k_0 = \frac{1.885 + \sin(108)}{4 \cdot \sin(108/2)} = 0.876;$$

$$C_{2a} = \frac{0.33 \cdot 15}{0.876 \cdot 7.5 - 0.33 \cdot (10 - 0.876 \cdot (3.68/2))} = 1,302;$$

$$C_{2n} = \frac{0.33 \cdot 15}{0.876 \cdot 7.5 + 0.33 \cdot (10 - 0.876 \cdot (3.68/2))} = 0,53.$$

Площадь поршня заднего тормозного цилиндра определяем по формуле:

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}, \quad (3.43)$$

где D_2 – диаметр поршня заднего тормозного цилиндра, см;

$$S_2 - \text{площадь поршня, см}^2; \quad S_2 = \frac{3,14 \cdot 2,064^2}{4} = 3,34 \text{ см}^2.$$

Введя обозначение $K_2 = (C_{2a} + C_{2n}) \cdot S_2 \cdot R_{mp} \cdot \eta_2$ и подставив значения, получим: $K_2 = (1,302 + 0,53) \cdot 3,34 \cdot 10 \cdot 0,95 = 58,13 \text{ см}^3$.

Тогда формула (3.36) примет следующий вид:

$$M_{T2} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 58,13 \cdot (P_2 - 5). \quad (3.44)$$

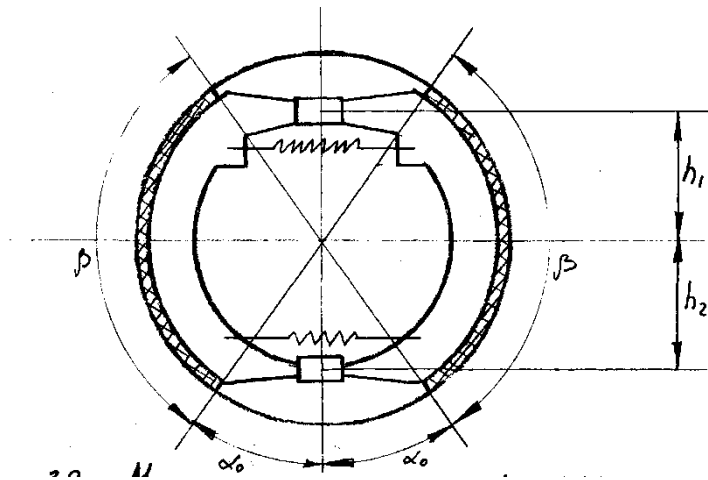


Рисунок 3.2 - Расчетная схема заднего барабанного тормоза

Полученные значения тормозного момента задних тормозов M_{T2} в зависимости от давления в приводе P_2 заносим в таблицу 3.10.

3.2.4 Расчет нормальных реакций дороги на ось автомобиля при торможении

При торможении происходит перераспределение нормальных реакций. Нормальные реакции, действующие на переднюю и заднюю оси автомобиля, можно определить по формулам, представленным в работах [2],[5] :

$$R_1 = m_{A1} + \frac{m_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, \quad (3.45)$$

$$R_2 = m_{A2} - \frac{m_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, \quad (3.46)$$

где m_A – масса автомобиля, кг;

R_1 и R_2 – нормальные реакции, кг;

m_{A1} и m_{A2} – нагрузки на переднюю и заднюю оси автомобиля, кг;

h_g – высота центра тяжести автомобиля, см;

L – база автомобиля, см;

j – замедление автомобиля при торможении, м/с²;

g – ускорение центра тяжести, м/с², $g = 9.81$ м/с².

Нормальные реакции дороги на ось автомобиля с частичной нагрузкой, исходя из формулы (3.45 и 3.46), будут равны:

$$R_{1\text{част}} = 780 + \frac{1610}{9.81} \cdot \frac{68.7}{245} \cdot j = 780 + 46 \cdot j;$$

$$R_{2\text{част}} = 830 - \frac{1610}{9.81} \cdot \frac{68.7}{245} \cdot j = 830 - 46 \cdot j.$$

Нормальные реакции дороги на ось автомобиля с полной нагрузкой, исходя из формулы (3.45 и 3.46), будут равны:

$$R_{1\text{полн}} = 912 + \frac{1610}{9.81} \cdot \frac{72}{245} \cdot j = 912 + 48,2 \cdot j;$$

$$R_{2\text{полн}} = 913 - \frac{1610}{9.81} \cdot \frac{72}{245} \cdot j = 913 - 48,2 \cdot j.$$

Расчетные значения реакций R_1 и R_2 при замедлениях в диапазоне $j = 1...10$ м/с² и принятых весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 3.10.

Давление в передних и задних тормозах при полном и одновременном использовании сцепных возможностей колеса определяем по формулам:

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + P_{01}, \quad (3.47)$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + P_{02}, \quad (3.48)$$

где r_k – радиус качения колеса, см;

P_1, P_2 - давления в тормозах, кг/см².

Подставляя известные значения в выражения (3.47) и (3.48), получим:

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{31}{2 \cdot 185.6} \cdot \frac{j}{9.81} + 2 = 0,0085 \cdot R_1 \cdot j + 2;$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{31}{2 \cdot 58.13} \cdot \frac{j}{9.81} + 5 = 0,027 \cdot R_2 \cdot j + 5.$$

Полученные значения давлений в приводе передних P_1 и задних тормозов P_2 при изменении замедления в пределах $j = 1...10$ м/с² и принятых весовых состояниях автомобиля заносим в таблицы 3.10¹ и 3.10¹¹.

Таблица 3. 10¹

$j, \text{ м/с}^2$	Передняя ось			Задняя ось		
	$R_1, \text{ кг}$	$P_1, \text{ кг/см}^2$	$M_{T1}, \text{ кг.см}$	$R_2, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг/см}^2$	$M_{T2}, \text{ кг.см}$
Автомобиль с частичной нагрузкой						
1	826	9	1303.1	784	26.2	1230.5
2	872	16.8	2751.3	738	44.9	2316.6
3	918	25.4	4344.7	692	61.1	3258.3
4	964	34.8	6083.2	646	74.8	4055.6
5	1010	44.9	7966.9	600	86	4708.5
6	1056	55.9	9995.7	554	94.7	5217.1
7	1102	67.6	12170	508	101	5581.2
8	1148	80.1	14489	462	104.8	5800.9
9	1194	93.3	16953	416	106.1	5876.2
10	1240	107.4	19562	370	104.9	5807.2

Таблица 3. 10¹¹

$j, \text{ м/с}^2$	Передняя ось			Задняя ось		
	$R_1, \text{ кг}$	$P_1, \text{ кг/см}^2$	$M_{T1}, \text{ кг.см}$	$R_2, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг/см}^2$	$M_{T2}, \text{ кг.см}$
Автомобиль с полной нагрузкой						
1	960.2	10.2	1514.8	864.8	28.3	1357.3
2	1008.4	19.1	3181.7	816.6	49.1	2563.3
3	1056.6	28.9	5000.7	768.4	67.2	3618
4	1104.8	39.6	6971.7	720.2	82.8	4521.4
5	1153	51	9094.9	672	95.7	5273.6
6	1201.2	63.3	11370.1	623.8	106.1	5874.4
7	1249.4	76.3	13797.4	575.6	113.8	6323.9
8	1297.6	90.2	16376.8	527.4	118.9	6622.1
9	1345.8	105	19108.2	479.2	121.4	6769
10	1394	120.5	21991.7	431	121.4	6764.6

3.2.5 Расчет стояночного тормоза

Тормозную силу, удерживающую автомобиль на уклоне 20%, определяем по формуле:

$$T_{укл} = m_{Аполн} \cdot \sin \alpha , \quad (3.49)$$

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

$T_{укл}$ - тормозная сила, кг;

α – угол уклона, град, $\alpha = 11^\circ 18'$ град.

$$T_{укл} = 1505 \cdot \sin(11^\circ 18') = 295,15 \text{ Н.}$$

Тормозной момент на задней оси, необходимый для удержания автомобиля на уклоне, можно рассчитать по формуле:

$$M_{T_{укл}} = T_{укл} \cdot r_{ст} , \quad (3.50)$$

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

$M_{T_{укл}}$ - тормозной момент, кг·см.

$$M_{T_{укл}} = 295,15 \cdot 31 = 9149,65 \text{ кгсм.}$$

Передаточное число к активной колодке можно рассчитать по формуле:

$$I_2 = \frac{l_1 \cdot (h_{21} - l_3)}{l_2 \cdot h_{21}}, \quad (3.51)$$

где l_1 – длина рычага привода колодок, см;

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

l_3 – расстояние от разжимной планки до цилиндра, см;

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

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

Передаточное число к пассивной колодке можно рассчитать по формуле:

$$I_3 = \frac{(l_1 - l_2) \cdot (h_{21} - l_3 + l_2)}{l_2 \cdot h_{21}} = \frac{(11,1 - 2)(15 - 3,2 + 2)}{2 \times 15} = 4,19; \quad (3.52)$$

Силу привода, необходимого для создания тормозного момента на задней оси, можно рассчитать по формуле:

$$F_{np} = \frac{M_{T_{укл}}}{2 \cdot R_2 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3)}, \quad (3.53)$$

где R_2 – внутренний радиус барабана, см;

C_{2a} – передаточное число активной колодки;

F_{np} - сила привода, кг;

C_{2n} – передаточное число пассивной колодки.

$$F_{np} = \frac{9149,65}{2 \cdot 10 \cdot (1,302 \cdot 4,37 + 0,530 \cdot 4,19)} = 57,83 \text{ Н.}$$

Передаточное отношение рычага можно определить по формуле:

$$I_1 = \frac{L_1}{L_2} = \frac{26}{3.1} = 8,39, \quad (3.54)$$

где L_1 – длина рычага привода, см;

L_2 – длина тяги привода, см.

Передаточное отношение привода можно определить по формуле:

$$I_4 = I_1 \cdot (C_{2a} \cdot I_2 + C_{2n} \cdot I_3) \quad (3.55)$$

$$I_4 = 8.39 \cdot (1.302 \cdot 4.37 + 0.530 \cdot 4.19) = 66.37$$

Усилие на рычаге можно определить по формуле:

$$F_p = \frac{2 \cdot F_{np}}{I_1 \cdot \eta_{mp}}, \quad (3.56)$$

где η_{mp} – КПД троса;

F_p - усилие на рычаге, кг.

$$F_p = \frac{2 \cdot 57,83}{8,39 \cdot 0,5} = 27,57 \text{ кг или } 240,5 \text{ Н.}$$

Таким образом, для удержания автомобиля с полной нагрузкой на уклоне 20% достаточно усилия $F_p = 240,5 \text{ Н}$.

4 Технологическая часть

В технологической части проекта разработана технология сборки ступицы переднего колеса в сборе с тормозным механизмом легкового полноприводного автомобиля. За аналог принят автомобиль ВАЗ-2123 Шевроле Нива. При разработке технологического процесса сборки использовалось учебное пособие [7].

4.1. Анализ исходных данных

Ступица переднего колеса может быть отнесена к важнейшим деталям трансмиссии автомобиля ВАЗ-2123. Деталь выполняет функцию передачи крутящего момента от привода на переднее колесо автомобиля. На ней расположен конический подшипник; к ступице крепится диск переднего тормоза. Она устанавливается на шлицевую часть ведомого вала наружного шарнира равных угловых скоростей привода передних колес. Деталь изготавливают из легированной стали 40ХГНМ по ГОСТ 4543-71.

На рис. 4.1. приведена ступица переднего колеса в сборе.

Основными контрольными размерами и показателями детали являются:

- диаметры под подшипники;
- диаметры под установочные болты для закрепления колеса;
- отклонения формы и взаимного расположения поверхностей: торца со стороны крепления колеса и со стороны крепления тормозного диска к оси детали.

Деталь устанавливается шлицами на корпус наружного шарнира. К детали крепится шестью болтами (запрессовываются) диск переднего тормоза. На ступицу устанавливаются сальник, кольцо и запрессовывается конический подшипник. Корпус наружного шарнира крепится посредством втулки и гайки. Также устанавливается защитный колпак. На ступицу устанавливается диск колеса.

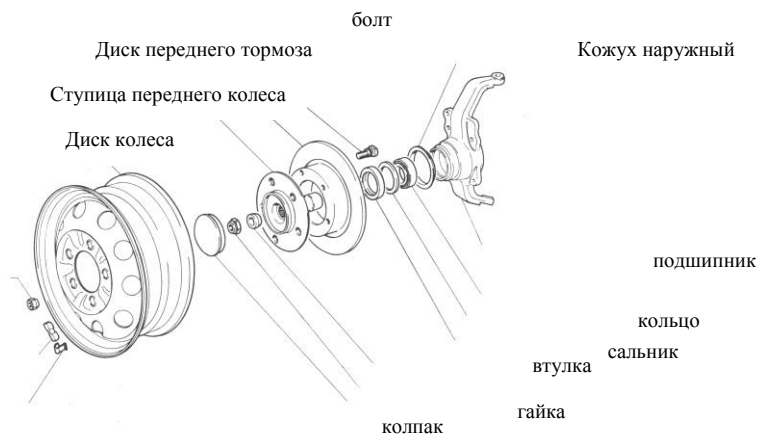


Рисунок 4.1 - Ступица переднего колеса в сборе

4.2 Расчет такта и ритма сборки

Темп сборки представляет собой интервал времени, через который производится сборка изделия.

$$T = \frac{F}{N}; T = \frac{4140 \times 60}{52734} = 4,71, \quad (4.1)$$

где F - фонд времени равный 4140 ч.;

N – программа выпуска изделий, равная 52734 шт. за тот же промежуток времени, шт.

Действительный годовой фонд времени работы сборочного оборудования:

$$F_d = F_n * K_n; F_d = 4140 * 0.97 = 4015 \text{ ч}, \quad (4.2)$$

где K_n коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт сборочного оборудования. Для неавтоматизированного сборочного оборудования, принимаем K_n равным 0.97.

В соответствии с этими значениями F и F_d такты сборки

$$T_n = \frac{F_n}{N_r} = \frac{4140 \times 60}{52734} = 4.74 \text{ и } T_d = \frac{F_d}{N_r} = \frac{4015 \times 60}{52734} = 4,56, \quad (4.3)$$

где N_r – годовая программа выпуска изделий.

Номинальный ритм сборки R_n и действительные ритмы сборки R_d можно определить по формулам:

$$R_n = \frac{1}{T_n} = \frac{1}{4.74} = 0,21 \text{ и } R_d = \frac{1}{T_d} = \frac{1}{4.56} = 0,22. \quad (4.4)$$

4.3. Составление технологического маршрута сборки изделия.

Определение типа производства и организационной формы сборки

Таблица 4.1

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время $T_{оп}$, мин
	Ступица переднего колеса в сборе с тормозным механизмом	
1.	Установить ступицу переднего колеса 2123-3103014 в приспособление пресса	0,07
2.	Установить на ступицу диск переднего тормоза 2121-3501070	0,04
3.	Установить 5 болтов крепления переднего колеса 2121-3103039	0,1
4.	Автоматически запрессовать одновременно 5 болтов до упора	0,1
5.	Снять собранный узел и уложить на накопитель	0,07
6.	Установить в оснастку пресса наружное кольцо подшипника 2121-3103020-10	0,04
7.	Установить в оснастку пресса кулак поворотный 2123-3001014/15	0,04
8.	Установить в оснастку пресса наружное кольцо второго подшипника 2121-3103020-10	0,04
9.	Запрессовать одновременно в кулак два кольца подшипников до упора	0,25
10.	Снять собранный узел	0,07
11.	Установить в приспособление станда два сальника 2121-3103038	0,11
12.	Установить в приспособление станда два кольца защитных 2121-3103034	0,05
13.	Установить в приспособление станда два внутренних кольца подшипников 2121-3103020-10	0,07
14.	Установить в приспособление станда два кулака поворотных в сборе	0,1
15.	Установить на кулак в сборе внутреннее кольцо подшипника 2121-3103020-10	0,04
16.	Установить на кулак в сборе кольцо защитное 2121-3103034	0,04
17.	Установить два сальника 2121-3103038 на два пуансона верхних	0,1
18.	Автоматически запрессовать два сальника с одновременной смазкой внутренней полости поворотного кулака и подшипников	0,25
19.	Снять собранный узел на подставку	0,07
20.	Смазать уплотнительную кромку сальников	0,04
21.	Установить на кулак поворотный кронштейн датчика скорости 2123-3538410	0,1

Продолжение таблицы 4.1

22.	Наживить и затянуть болт М8х16 1/38256/21	0,05
23.	Установить на кронштейн датчика скорости датчик скорости переднего колеса 2123-3538350	0,1
24.	Снять собранный узел	0,07
25.	Установить кулак поворотный в сборе на установочный палец каретки	0,07
26.	Установить на кулак кожух защитный переднего тормоза 2123-3501144/145	0,1
27.	Наживить болт 1/38246/11, предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01	0,09
28.	Установить на пуансон кожух грязезащитный 2121-3001045	0,1
29.	Автоматически запрессовать грязезащитный кожух и расчеканить в трех равнорасположенных точках	0,15
30.	Снять собранный узел и уложить транспортную ленту конвейера не допуская замятия защитного кожуха	0,1
31.	Установить кулак поворотный в сборе в зажимное приспособление конвейера и закрепить	0,08
32.	Установить в отверстия кулака поворотного в сборе два болта крепления рычага поворотного 2121-3001037	0,07
33.	Развернуть приспособление конвейера на 180°	0,04
34.	Установить рычаг поворотный 2123-3001030/31	0,04
35.	Установить стопорную пластину 2121-3001040	0,04
36.	Наживить и тарировано завернуть две гайки 1/61015/21	0,1
37.	Отогнуть лепесток стопорной пластины на грань гайки 1/61015/21	0,02
38.	Развернуть приспособление конвейера на 180°	0,04
39.	Установить в кулак поворотный в сборе ступицу с диском тормоза в сборе 2123-3103011	0,09
40.	Установить на кулак поворотный в сборе тормоз передний в сборе 2123-3501012/13	0,15
41.	Развернуть приспособление конвейера на 180°	0,04
42.	Установить кожух защитный передний 2123-3501148/149	0,1
43.	Наживить и тарировано завернуть два болта 1/59707/30	0,09
44.	Наживить болт 1/38241/11 предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01	0,04
45.	Завернуть болты 1/38241/11 и 1/38246/11	0,09
	Итого изделия:	3,65

Суммарная трудоемкость сборки изделия определяем по формуле:

$$T_{шт}^{общ} = T_{оп}^{общ} * (1 + (\alpha + \beta) * 100) = 3.65 * (1 + (2 + 4) * 100) = 3,869, \quad (4.5)$$

где α – часть оперативного времени на организационно – техническое обслуживание рабочего места в процентах;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах.

По трудоёмкости сборки и годовой программе выпуска определяем тип производства; при трудоёмкости сборки изделия в часах до 0,25 годовой объем выпуска в штуках выбираем больше 52000, что соответствует массовому типу производства. В зависимости от типа производства, программы выпуска изделий, их конструкции, размеров и массы определяется организационная форма сборки. Форма организации типа производства – поточная непрерывная (массовое производство).

4.4 Разработка технологических операций сборки

Для массового производства, процесс сборки изделия разбивается на отдельные операции, выполняемые в определённой последовательности. Технологический маршрут процесса сборки изделия оформляется в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2.

№	Операция	Содержание операций	Приспособление, оборудование, инструмент	Время Т _{шт} , мин
10	Ступица переднего колеса в сборе с тормозным механизмом.	1. Установить ступицу переднего колеса 2123-3103014 в приспособление пресса	Сборочный стол, приспособление запрессовочное, пуансон, контейнер для смазки, кисть, отвертка, приспособление для запрессовки обойм подшипников, гайковерт, оправка.	3,65
		2. Установить на ступицу диск переднего тормоза 2121-3501070		
		3. Установить 5 болтов крепления переднего колеса 2121-3103039		
		4. Автоматически запрессовать одновременно 5 болтов до упора		
		5. Снять собранный узел и уложить на накопитель		
		6. Установить в оснастку пресса наружное кольцо подшипника 2121-3103020-10		
		7. Установить в оснастку пресса кулак поворотный 2123-3001014/15		
		8. Установить в оснастку пресса наружное кольцо второго подшипника 2121-3103020-10		
		9. Запрессовать одновременно в кулак		

		два кольца подшипников до упора		
		10. Снять собранный узел		
		11. Установить в приспособление стенда два сальника 2121-3103038		
		12. Установить в приспособление стенда два кольца защитных 2121-3103034		
		13. Установить в приспособление стенда два внутренних кольца подшипников 2121-3103020-10		
		14. Установить в приспособление стенда два кулака поворотных в сборе		
		15. Установить на кулак в сборе внутреннее кольцо подшипника 2121-3103020-10		
		16. Установить на кулак в сборе кольцо защитное 2121-3103034		
		17. Установить два сальника 2121-3103038 на два пуансона верхних		
		18. Автоматически запрессовать два сальника с одновременной смазкой внутренней полости поворотного кулака и подшипников		
		19. Снять собранный узел на подставку		
		20. Смазать уплотнительную кромку сальников		
		21. Установить на кулак поворотный кронштейн датчика скорости 2123-3538410		
		22. Наживить и затянуть болт М8х16 1/38256/21		
		23. Установить на кронштейн датчика скорости датчик скорости переднего колеса 2123-3538350		
		24. Снять собранный узел		
		25. Установить кулак поворотный в сборе на установочный палец каретки		
		26. Установить на кулак кожух защитный переднего тормоза 2123-3501144/145		
		27. Наживить болт 1/38246/11, предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01		
		28. Установить на пуансон кожух		

		грязезащитный 2121-3001045		
		29. Автоматически запрессовать грязезащитный кожух и расчеканить в трех равнорасположенных точках		
		30. Снять собранный узел и уложить транспортную ленту конвейера не допуская замятия защитного кожуха		
		Установить кулак поворотный в сборе в зажимное приспособление конвейера и закрепить		
		31. Установить в отверстия кулака поворотного в сборе два болта крепления рычага поворотного 2121-3001037		
		32. Развернуть приспособление конвейера на 180°		
		33. Установить рычаг поворотный 2123-3001030/31		
		34. Установить стопорную пластину 2121-3001040		
		35. Наживить и тарировано завернуть две гайки 1/61015/21		
		36. Отогнуть лепесток стопорной пластины на грань гайки 1/61015/21		
		37. Развернуть приспособление конвейера на 180°		
		38. Установить в кулак поворотный в сборе ступицу с диском тормоза в сборе 2123-3103011		
		39. Установить на кулак поворотный в сборе тормоз передний в сборе 2123-3501012/13		
		40. Развернуть приспособление конвейера на 180°		
		41. Установить кожух защитный передний 2123-3501148/149		
		42. Наживить и тарировано завернуть два болта 1/59707/30		
		43. Наживить болт 1/38241/11 предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01		
		44. Завернуть болты 1/38241/11 и 1/38246/11		

На этом этапе окончательно уточняется тип производства. Характеризуется коэффициентом закрепления операции $K_{з.о.}$. Массовое сборочное производство $K_{з.о.}=1$ характеризуется большим объемом выпуска собираемых изделий, непрерывно выпускаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна техническая операция.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Влияние тормозной системы на безопасность автомобиля

В дипломном проекте проведена модернизация тормозной системы серийного автомобиля ВАЗ-2123 путем установки на нем АБС с управляемым торможением всех колес. Описание конструкции такой системы сделано в разделе «Состояние вопроса».

По данным ГИБДД за период с января по ноябрь 2015 года на дорогах России произошло 133203 ДТП, в которых погибло 16638 человек и ранено 168146 человек. Из этого числа ранено 15860 детей и погибло 582 ребенка. В 2014 году за аналогичный период произошло 181540 ДТП, в которых 228855 человек ранены и 24423 человека погибло. Из анализа ДТП по России показывает, что годовой ущерб от них достигает 3% ВВП. Эта статистика показывает, что ситуация с аварийностью на дорогах нашей страны улучшается, хотя и не существенно.

Вполне определенный вклад в улучшение показателей аварийности на дорогах страны дает неуклонный рост автомобилей, оборудованных АБС. За счет их применения АБС торможения уменьшилось количество фронтальных столкновений, снизилось количество пострадавших, т.к. с применением этих устройств улучшились показатели поперечной устойчивости и эффективности торможения автомобилей. Практика применения АБС указывает, что с их внедрением количество погибших при ДТП уменьшается на четверть.

При резком торможении автомобилей, особенно в условиях скользких покрытий автомобильных дорог, происходит блокирование колес и потеря автомобилем возможности управления им. Кроме того колеса скользят в поперечном направлении, что в совокупности с потерей управляемости может привести к дорожно-транспортному происшествию (ДТП). С этой точки зрения к тормозному управлению предъявляются высокие требования.

Согласно Правилам ЕЭК ООН №13 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения», рабочая тормозная система автомобиля должна

обеспечить возможность контроля за движением транспортного средства, надежное, быстрое и эффективное торможение, независимо от скорости дорожных условий, в котором оно находится. При этом тормозное усилие на колесах автомобиля должно быть регулируемым.

Специалисты уверены, что оборудование на автотранспортных средств АБС резко поменяет обстановку в лучшем направлении.

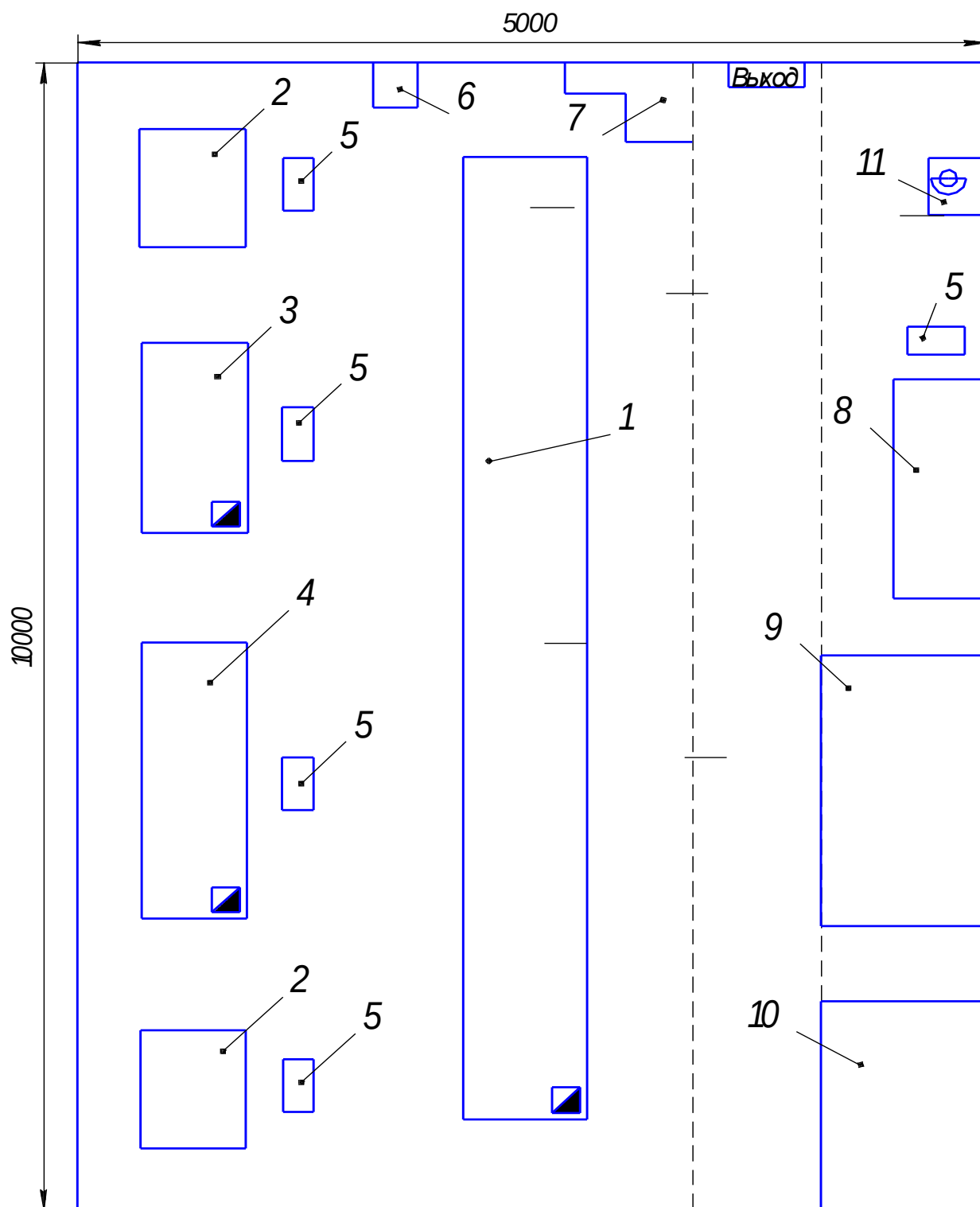
5.2 Промышленная и экологическая безопасность на участке сборки

5.2.1 Описание производственного участка и оборудования

В проекте рассматривается участок сборки ступицы переднего колеса в сборе с тормозным механизмом, схема которого приведена на рисунке 5.1.

Таблица 5.1

Инструменты и оснастка, используемые при сборке	Обозначения	
сборочный стенд	1 – конвейерный стол	7- короб для готовой продукции
приспособление запрессовочное	2 - столы для подбора	8 - место для хранения инвентаря
приспособление для запрессовки обойм подшипников	3 - приспособление запрессовочное	9 - зона отдыха
гайковерт	4- приспособление для запрессовки обойм подшипников	10 - раздевалка
оправка	5 - стул	11 - раковина
-	6 - ниша для хранения	-



- подвод электроэнергии 380В, 50 Гц;



- подвод воды с отводом в канализацию

Рисунок 5.1 - План рабочего места

5.2.2 Опасные и вредные производственные факторы

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья. Все работы на автомобильном заводе, сопряжены с опасными и вредными производственными факторами.

Значительные опасные и вредные производственные факторы, для выбранного участка приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Опасные и вредные производственные факторы	Источник опасных и вредных производственных факторов	Используемое оборудование	Воздействие на организм человека
	Движущиеся машины и механизмы.	Электропогрузчик, конвейерный стол.	Ушибы, переломы, вывихи, разрывы кожной и мышечной ткани, разрывы сухожилий.
	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	Запрессовочные работы, электропогрузчик.	Воздействие на органы дыхания, утомляемость.
	Повышенное напряжение электрической сети.	Боксы питания освещения и оборудования.	Поражение электрическим током.
	Повышенный уровень шума, вибрации.	Станок для запрессовки обойм подшипников, соседние цеха, запрессовочное оборудование.	Сильное воздействие на сердечно-сосудистую систему, органы слуха; воздействует на гипофиз, нарушение вестибулярного аппарата.

Продолжение таблицы 5.2

	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Осветительное оборудование.	Падение уровня зрения, утомление зрительного нерва.
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость.	Заготовки, детали, инструменты.	Рваные и резаные раны кожной и мышечной ткани, разрывы сухожилий.
Психологические	Перенапряжение анализаторов, эмоциональные перегрузки, монотонность труда.		Утомление зрительного нерва, головная боль, стресс.

5.2.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

Создание безопасных условий труда начинается с правильного выбора территорий для размещения предприятия и рационального расположения на ней производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

Размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих правил и обеспечивать последовательность операций технологического процесса. Расстояния между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам. При размещении производственного оборудования должны учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проезда устанавливается в зависимости от габаритов транспортируемых объектов и транспортных средств и принимается в соответствии с действующим нормативным правовым актом. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов

ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

Следующим шагом является разработка технических мероприятий от воздействия каждого из рассмотренных вредных и опасных производственных факторов. Общие требования безопасности, к которым изложены в ГОСТ 12.3.002-75 «ССБТ». Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо правильное планирование рабочего времени и времени отдыха и проведения обучений и инструктажей организационно - технических, санитарно - гигиенических, рабочего персонала с систематическими интервалами, учитывая особенности вида работ.

На рабочем месте охраной труда управляет мастер производственного участка.

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

Обучение охране труда новых рабочих проводится при их профессионально-техническом обучении. Администрация предприятия должна обеспечить следующие виды инструктажа:

- 1) вводный - 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;

2) первичный - 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 течение 2...5 смен, выполняют работу под наблюдением мастера или бригадира, затем оформляется допуск к самостоятельной работе;

3) повторный - проводят не реже чем раз в полгода со всеми работающими. Рекомендуются проводить один раз в квартал;

4) внеплановый - проводят при изменении технологии или нарушениях рабочими инструкций по охране труда;

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

Контроль над состоянием охраны труда должен осуществляться службой охраны труда с целью проверки соответствия условий труда работающих требованиям законодательства о труде, а также проверки выполнения службами и подразделениями своих обязанностей по охране труда.

Виды контроля:

- 1) оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;
- 2) трехступенчатый административно-общественный контроль;

- 3) контроль, осуществляемый службой охраны труда на предприятии;
- 4) ведомственный контроль вышестоящих органов;
- 5) контроль, осуществляемый органами государственного надзора и технической инспекцией труда профсоюзов.

5.2.4 Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

Безопасность заключается в уменьшении воздействия на человека вредных факторов.

Воздействие шума.

По своему утомляющему действию различные шумы не равноценны. Чем выше звук, тем выше его утомляющее действие. Так, если шум интенсивностью 80 дБ с частотной характеристикой 1000 Гц вызывает у большинства людей слабо выраженное утомление, то шум той же интенсивности, но с частотой 2000—4000 Гц оказывает значительное утомляющее действие. При воздействии интенсивного шума обычно возникает снижение слуховой чувствительности, свидетельствующее об утомлении при высоких частотах независимо от спектра шума. Исследования показывают, что шум интенсивностью более 90 дБ даже при отсутствии высоких частот оказывает утомляющее действие.

Звукоизоляция является одним из наиболее эффективных и распространенных методов снижения производственного шума на пути его распространения.

С помощью звукоизолирующих преград легко снизить уровень шума на 30...40 дБ. Метод основан на отражении звуковой волны, падающей на ограждение.

Применение средств индивидуальной защиты от шума целесообразно в тех случаях, другие средства не обеспечивают снижение шума до допустимых уровней. Средства индивидуальной защиты позволяют снизить уровень воспринимаемого звука на 10...45 дБ, причем наиболее значительное глушение

шума наблюдается в области высоких частот, которые наиболее опасны для человека.

Средства индивидуальной защиты от шума могут быть: противошумные наушники, противошумные вкладыши, противошумные шлемы и каски, противошумные костюмы.

Электробезопасность на участке.

Производственное помещение по степени опасности поражения электрическим током относится к помещению с повышенной опасностью из-за возможности прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлическим конструкциям.

Основными методами защиты от поражения током:

- 1) обеспечение недоступности токоведущих частей электроустановки для случайного прикосновения. Это можно осуществить рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и др.;
- 2) электрическое разделение сети – это разделение сети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов;
- 3) применение малого напряжения. При работе с переменным ручным электроинструментом, а также ручной переносной лампы человек имеет длительный контакт с корпусами этого оборудования, поэтому ручной инструмент необходимо питать напряжением не выше 42В, а в особо опасных помещениях – 12В;
- 4) двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции;
- 5) защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;

6) зануление - преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением;

7) защитное отключение – автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Пожарная безопасности участка.

Помещение участка относится к категории Д. Основные огнетушащие вещества: пена, порошок, распыленная вода.

Согласно СН и П 21-01-97 (строительные нормы и правила) при возгорании в таких помещениях необходимо использовать в зависимости от класса пожара огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) - порошки и углекислый газ, класс «А» (твердые горючие материалы) и «В» (плавящееся при нагревании материалы) - пена, порошки, распылённая вода.

Мероприятия по снижению пожарной опасности:

- 1) Эксплуатационные мероприятия. Они предусматривают правильную эксплуатацию машин, оборудования, своевременные регулярные осмотры установок и аппаратов, их ремонт;
- 2) Технические мероприятия. К ним относятся: соблюдение правил и норм при проектировании здания, устройства электрических цепей и электрооборудования, систем вентиляции, освещения, отопление;
- 3) Организационные мероприятия: обучение рабочих и служащих пожарной безопасности, проведение лекций, бесед, инструктажа, систематических проверок оборудования и знаний работающих;
- 4) Мероприятия режимного характера – запрещение курения в неустановленных местах.

5.3 Инженерные расчёты, подкрепляющие организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

5.3.1 Расчет искусственного освещения участка

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Практически в производственных помещениях возникает необходимость освещения как естественным, так и искусственным светом.

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым. Искусственное же, наоборот отличается относительной сложностью восприятия его зрительным органом человека.

При проектировании различных систем искусственного освещения применяются различные методы расчета. Задачей расчета является определение потребностей мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности. В связи с необходимостью проведения ориентировочных расчетов, применим метод удельной мощности.

Помещение имеет размеры 10х5 м и высота подвеса ламп 3м. Температура в помещении не понижается ниже 10°C, а напряжение в сети не падает ниже 90% номинального. Для такого производственного помещения в системе искусственного освещения применим люминесцентные лампы.

1) Количество светильников:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta \cdot m}, \quad (5.1)$$

где N – число светильников в помещении;

Φ – световой поток одной лампы, лм;

E – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, кв.м;

z – коэффициент минимальной освещенности;

k – коэффициент запаса;

n – коэффициент использования светового потока;

m – количество ламп в светильнике.

2) Определение нормируемой освещенности на рабочем месте.

В связи с малой точностью характера зрительной работы по V разряду зрительной работы, по конструктивному исполнению принимаем общее освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно. Нормируемая освещенность при данной системе $E_n = 300 \text{ лк}$.

3) Коэффициент запаса в зависимости от участка и ламп, $k = 1,5$.

4) Коэффициент минимальной освещенности, $z = 1,1$.

5) Выбор тип лампы

Принимаем лампы ЛТБ 40-4 мощностью 40 Вт; со световым потоком 2580 лм; со средней продолжительностью горения 10000 ч.

6) Индекс помещения:

$$i = b \cdot l / (h \cdot (b + l)) = i = 4 \cdot 10 / (3 \cdot (5 + 10)) = 0,88 \quad (5.2)$$

где b – ширина помещения (5 м);

l – длина помещения (10 м);

h – высота подвеса светильника (3 м).

7) Тип светильника

Для рассматриваемого участка принимаем светильник ПВЛН с $m = 3$.

8) Коэффициент использования светового потока. С учетом индекса помещения

$$n = 38 \%$$

9) Определяем количество светильников по формуле 5.1:

$$N = \frac{300 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{2580 \cdot 0.38 \cdot 3} = 8 \text{ шт.}$$

Вывод: в результате проведенного расчета получаем общую систему освещения, со схемой равномерного размещения светильников в два ряда, с применением ламп люминесцентных, теплого белого цвета, мощностью 40Вт (ЛТБ 40-4) и светильников подвесных, для промышленных предприятий с жарким климатом (ПВЛН).

После расчёта количества светильников для помещения делаем проектировочную схему, показанную на рисунке 5.2, расположения светильников и указываем расстояние от крайних светильников до стен (l); и расстояние между соседними светильниками (L). Величину L – принимаем равной 3 метрам. Величину l – принимаем равной 1 метру.

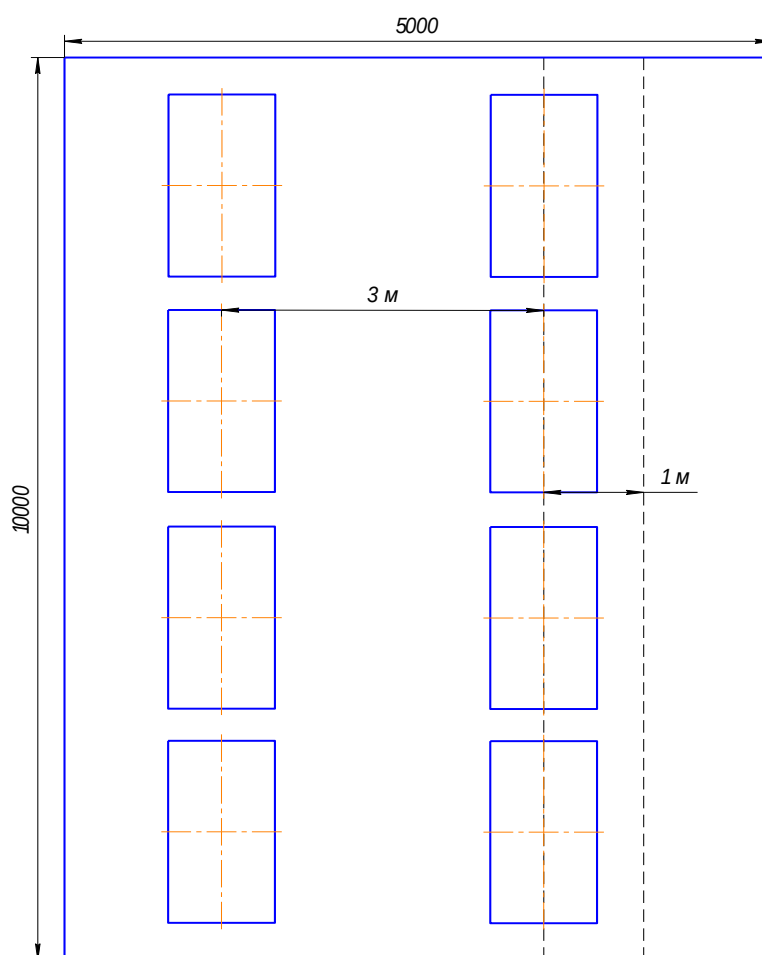


Рис 5.2 - Схема расположения светильников.

5.3.2 Расчет защитного заземления

1) Определение допустимого сопротивления заземляющего устройства

R_d : на участке используются установки до 1000 В (380 В), поэтому принимаем

$$R_d \leq 4 \text{ Ом.}$$

2) Удельное электрическое сопротивление среды заземления ρ :

заземление производим в грунт – чернозем, $\rho = 30 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

3) Конфигурация заземлителя: расположение заземлителей - в ряд.

4) Тип и размеры заземлителя: тип заземлителя – трубчатый в грунте (на глубине $t = 0,6\text{м}$).

Размеры заземлителя: длина $l = 1\text{м}$; диаметр $d = 0,02 \text{ м}$.

5) Определение сопротивления растеканию тока с одного заземлителя R_1 .

Для трубчатого заземлителя в грунте:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{l}{2} \cdot \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (5.3)$$

$$R_1 = \frac{30}{2\pi \cdot 1} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 1}{0.02} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0.6 + 1}{4 \cdot 0.6 - 1} \right) = 24,12 \text{ Ом}$$

6) Определение необходимого количества параллельно соединенных заземлителей:

$$n = \frac{R_1}{R_d} = 24,12 / 4 = 6,03. \quad (5.4)$$

Принимаем $n = 6$ шт.

7) Определение длины соединительного электрода:

$$l_c = 1,05 \cdot m \cdot (n-1) = 1,05 \cdot 3 \cdot (6-1) = 13,12\text{м} \quad (5.5)$$

где $m = 3\text{м}$ – расстояние между заземлителями.

На рисунке 5.3 показана предварительная схема заземлителя.

8) Определение сопротивления тока горизонтальному соединительному электроду $R_{г}$:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho}{2\pi d_c} \cdot \ln \frac{l_c^2}{d \cdot t_c} = \frac{30}{2\pi \cdot 13.12} \cdot \ln \frac{13.12^2}{0.02 \cdot 0.1} = 3,31 \text{ Ом.} \quad (5.6)$$

9) Определение сопротивления тока искусственного заземлителя $R_{и}$:

$$R_u = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot \eta_{\Gamma} + R_2 \cdot \eta_{\Gamma}}, \quad (5.7)$$

где $\eta_{\Gamma} = 0,84$;

$\eta_{\Gamma} = 0,77$;

$$R_u = \frac{24,12 \cdot 3,31}{24,12 \cdot 0,84 + 3,31 \cdot 0,77} = 3,5 \text{ Ом}$$

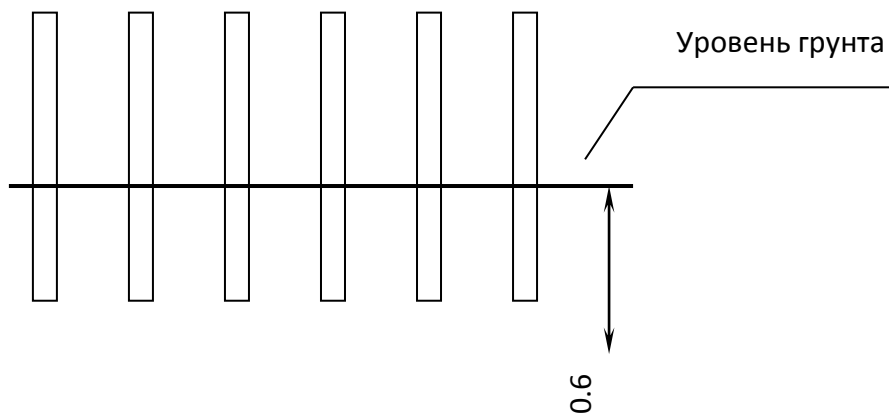


Рис 5.3 Схема заземления.

5.4 Экологическая экспертиза проекта

Экологическая экспертиза – это система комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления проекта, направленная на предотвращение их отрицательного воздействия на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшими затратами природных ресурсов.

На рассматриваемом участке отходы содержат амортизационный лом, ветошь, опилки древесины, шлаки.

Для защиты почв, лесных угодий, поверхностных и грунтовых вод в настоящее время используют сбор промышленных и бытовых отходов, затем его перерабатывают на отведенных территориях.

В машиностроении разработка малоотходных технологий связана, прежде всего, с необходимостью увеличения коэффициента использования металла. Увеличение его не только дает технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

5.5 Безопасность при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Безопасность людей при пожарах и взрывах, а также сокращение возможного ущерба от них достигается обеспечением пожарной безопасности производственных объектов и взрывобезопасности производственных процессов.

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания достигается: соответствующей эксплуатацией машин, механизмов и другого оборудования, которые могут явиться источниками зажигания горючей среды; применением электрооборудования, соответствующего классу пожаро- и взрывоопасных зон и т.д.

Ответственность за пожарную безопасность предприятия возлагается на руководителей предприятия. Руководители предприятия обязаны назначить приказом должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных объектов. Фамилии этих лиц должны быть вывешены на видных местах.

В обязанности руководителей предприятия входит: организация пожарной охраны объекта, организация обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка перспективных планов внедрения средств пожаротушения и мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности предприятия; разработка инструкции о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, а также

инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникшем пожаре и т.п.

Помещение участка относится к категории Д (Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии). Основные огнетушащие вещества: пена, порошок, распыленная вода.

Согласно СН и П 21-01-97 при возгорании в таких помещениях необходимо использовать в зависимости от класса пожара огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) - порошки и углекислый газ, класс «А» (твердые горючие материалы) и «В» (плавящееся при нагревании материалы) - пена, порошки, распылённая вода. Необходимо использовать огнетушители типа: ОВП-4(з)-АВ(Н,С) (переносной) и Воздушно-пенный огнетушитель ОВП(Н,С)-50(з) (передвижной).

С целью осуществления контроля за соблюдением мер безопасности оценки эффективности мероприятий, по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах правительством РФ введена обязательная разработка декларации промышленной безопасности. Она включает в себя следующие разделы:

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

Декларация представляется в органы Ростехнадзора России при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности.

6 Экономическая часть

Введение

Установка антиблокировочной системы (АБС) на автомобиль Шевроле Нива обеспечивает:

- управляемость автомобиля во время торможения;
- повышение безопасности автомобиля и пассажиров;
- уменьшенный износ шин.

Сборка АБС заключается в установке на автомобиль модулятора АБС, датчиков скорости на каждое колесо.

Величина экономического эффекта будет зависеть от общественной значимости проекта, так как технические решения не позволяют снизить производственную стоимость тормозной системы с АБС, в связи с возникновением дополнительных затрат, обусловленных высокой стоимостью покупных изделий.

Антиблокировочная система способствует сохранению управляемости автомобиля и уменьшает тормозной путь в большинстве реальных ситуаций, особенно на мокрой или скользкой дороге. АБС использует комбинацию электроники и гидравлических или пневматических средств управления. Она позволяет работать обычной тормозной системе до блокировки колеса. При опасности блокировки система вмешивается, чтобы уменьшить усилие тормозов с тем, чтобы сохранять замедление автомобиля максимальным для данных дорожных условий, не допуская боковых движений кузова.

Шины автомобиля производят максимальное замедление, когда энергия, расходуемая на торможение, обеспечивает движение на грани блокировки колеса, не допуская блокировки. Когда тормоза значительно замедляют скорость вращения колеса или блокируют его, автомобиль может начать заносить. Замедление в этом случае уменьшается, и прямолинейность движения автомобиля теряется. Антиблокировочная система, как раз обеспечивает

устойчивое, управляемое движение автомобиля на дороге при торможении, а значит у водителя, даже с малым стажем вождения, появляется возможность при торможении, в том числе и экстренном, избежать попадания в аварийную ситуацию.

Обоснованием общественной значимости проекта будет уменьшение вероятности попадания автомобиля в ДТП.

При установлении целесообразности разработки новой техники за базу принимается стандартная тормозная система Шевроле Нивы без АБС.

Отличительной особенностью представленного проекта является повышенная безопасность автомобиля.

6.1 Исходные данные для расчета себестоимости тормозной системы

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Норма
1		2	3	4
1	Коэффициент отчислений в страховые фонды	К _{сф}	%	30
2	Коэффициент общезаводских расходов	К _{ОБЗ}	%	150
3	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	К _{ВЦ}	%	5
4	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.	К _{ОБ}	%	194
5	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	К _{ТЗ}	%	3
6	Коэффициент цеховых расходов	К _Ц	%	183
7	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	К _{ДП}	%	20

Продолжение таблицы 6.1

8 Коэффициент возвратных отходов	К _{ВОТ}	%	1,5
9 Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	К _Д	%	8
10 Часовая тарифная ставка 1-го разряда	С _р	-	-
10.1 3 разряд	-	руб.	85,2
10.2 4 разряд	-	руб.	94,7
10.3 5 разряд	-	руб.	110,5
11 Годовая программа выпуска	V _{год}	шт.	52000
12 Коэффициент капиталообразующих инвестиций	К _{ИНВ}	%	0,22
13 Норма амортизации	Н _а	%	14,3
14 Уровень рентабельности	У _р	%	30

Статья «Сырье и материалы» не рассчитывается.

6.2 Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

$$П_u = Ц_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗР}}{100}\right), \quad (6.1)$$

где Ц_i – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида, руб.;

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

Таблица 6.2

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
1	Датчики скорости переднего и заднего колеса	4	700	2800
2	Болт крепления датчика скорости	4	5	20

Продолжение таблицы 6.2

3 Жгут проводов	4	410	1640
4 Кронштейн датчика скорости	4	250	1000
5 Модулятор АБС	1	3380	3380
ИТОГО:	-	3365	8840
Транспортно-заготовительные расходы	265.2		
ВСЕГО:	9105.2		

$\Pi_{\text{и}} = 9105.2$ руб.

Расчет статьи «Заработная плата основная»

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{ПД}}}{100} \right), \quad (6.2)$$

где $Z_{\text{т}}$ – тарифная з/п, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$Z_m = C_{\text{рi}} \cdot T_i, \quad (6.3)$$

где $C_{\text{рi}}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

T_i – трудоемкость выполнения операции, час.;

$K_{\text{ПД}}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве.

Таблица 6.3

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, н/ч	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1 Обработочная	3	3	85,2	255,6
2 Заклепочная	3	0.5	85,2	42.6
3 Сборочная	4	1.6	94,7	151.52
4 Смазочная	3	0.9	85,2	76.68

Продолжение таблицы 6.3

5 Запрессовочная	3	1.2	85,2	102.24
4 Контрольная	5	1	110,5	110.5
5 Итого	-	-	-	739.14
6 Доплаты за проработанное время	-	-	-	147,83
7 Всего	-	-	-	886,97

$Z_o = 886,97$ руб.

Расчеты статьи «Заработная плата дополнительная»:

$$Z_{\text{доп}} = Z_o K_{\text{вып}} \quad (6.4)$$

где K_d – коэффициент отчислений на дополнительную зарплату;

$$Z_{\text{доп}} = 886,97 \cdot 8\% = 70,96 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп.}} = 70,96 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Отчисление в страховые фонды»:

$$P_{\text{сф}} = (Z_o + Z_{\text{доп.}}) \cdot K_{\text{сф}}, \quad (6.5)$$

где $K_{\text{сф.}}$ - коэффициент отчислений в страховые фонды.

$$P_{\text{сф}} = (886,97 + 70,96) \cdot 30\% = 287,38 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{сф}} = 287,38 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»:

$$P_{\text{сод.обор}} = Z_o \cdot K_{\text{об}}, \quad (6.6)$$

где $K_{ОБ}$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;

$$P_{\text{сод.обор.}} = 886,97 \cdot 194\% = 1720,72 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{сод.обор.}} = 1720,72 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Цеховые расходы»:

$$P_{\text{цех}} = Z_o \cdot K_{\text{ц}}, \quad (6.7)$$

где $K_{\text{ц}}$ - коэффициент цеховых расходов; $P_{\text{цех}} = 886,97 \cdot 183\% = 1623,16 \text{ руб.}$

Расчет статьи «Цеховая себестоимость»:

$$C_{\text{цех}} = M + \Pi_u + Z_o + Z_d + P_{\text{сф}} + P_{\text{сод.обор.}} + P_{\text{цех}} \quad (6.8)$$

$$C_{\text{цех}} = 9105,2 + 886,97 + 70,96 + 287,38 + 1720,72 + 1623,16 = 13694,39 \text{ руб.} \quad C_{\text{цех}} = 13694,39 \text{ руб}$$

Расчет статьи «Общезаводские расходы»:

$$P_{\text{об.завод.}} = Z_o \cdot K_{\text{ОБЗ}} \quad (6.9)$$

$$P_{\text{об.завод.}} = 886,97 \cdot 150\% = 1330,46 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{об.завод.}} = 1330,46 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Производственная себестоимость»:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{об.завод.}} \quad (6.10)$$

$$C_{\text{пр}} = 13694,39 + 1330,46 = 15024,85 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр}} = 15024,85 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Внепроизводственные расходы»:

$$P_{\text{внепр}} = C_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ВЦ}} \quad (6.11)$$

$$P_{\text{внепр}} = 15024,85 \cdot 5\% = 751,24 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{внепр}} = 751,24 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Полная себестоимость»:

$$C_{\text{пол}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{внепр}} \quad (6.12)$$

$$C_{\text{пол}} = 15024.85 + 751.24 = 15776 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пол}} = 15776 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Плановая прибыль»:

$$П_n = C_{\text{пол}} \cdot Y_p \quad (6.13)$$

$$П_n = 15776 \cdot 30\% = 4732,8 \text{ руб.}$$

$$П_n = 4732,8 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Отпускная цена»:

$$Ц_{\text{отп}} = C_{\text{пол}} + П_n \quad (6.14)$$

$$Ц_{\text{отп}} = 15776 + 4732,8 = 20508,8 \text{ руб.}$$

$$Ц_{\text{отп}} = 20508,8 \text{ руб.}$$

Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой тормозной системы сведены в таблицу 6.4.

Таблица 6.4

Показатели	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
1 Покупные изделия и полуфабрикаты	П _и	7025.12	9105.2
2 Заработная плата основная	З _о	401.55	886.97
3 Заработная плата дополнительная	З _д	32.12	70.96
4 Отчисления в страховые фонды	Р _{сф}	147.45	287.38
5 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Р _{сод.об.}	779	1720.72
6 Цеховые расходы	Р _{цех}	734.83	1623.16
7 Итого цеховая себестоимость	С_{цех}	9120.07	13694.39
8 Общезаводские расходы	Р _{об.завод}	602.32	1330.46

Продолжение таблицы 6.4

9 Итого производственная себестоимость	С_{пр}	9722.39	15024.85
10 Внепроизводственные расходы	Р _{внепр}	501.01	751.24
11 Итого полная себестоимость	С_{пол}	10223.4	15776
12 Плановая прибыль	П _п	10285.4	4732.8
13 Отпускная цена	Ц_{отп}	20508.8	20508.8

6.3 Расчет точки безубыточности проекта:

$$Ц_{отп} \cdot V_{год} = Z_{пост.} + Z_{пер.уд.} \cdot V_{год}, \quad (6.15)$$

где Ц_{отп} - цена продукции;

У_{год} - годовой объем производства;

Z_{пост} - постоянные издержки;

Z_{пер.уд.} - переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат:

- на единицу изделия:

$$Z_{пер.уд.} = M + П_u + Z_o + Z_{дон} + P_{сф} \quad (6.16)$$

$$Z_{пер.уд.}(б) = 7025.12 + 401.55 + 32.12 + 147.45 = 7606.27 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер.уд.}(n) = 9105.2 + 886.97 + 70.96 + 287.38 = 10350.51 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска:

$$Z_{пер.н.} = Z_{пер.уд.} \cdot V_{год} \quad (6.17)$$

$$Z_{пер.н.} б = 7606.27 \cdot 52000 = 395526040 \text{ руб.}$$

$$Z_{пер.н.} n = 10350.51 \cdot 52000 = 538226520 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

- на единицу изделия:

$$З_{пост.уд.} = P_{cod.об.} \cdot 0,857 + P_{цех} + P_{об.завода} + P_{внепр} + A_{м.уд.}, \quad (6.18)$$

где $A_{м.уд.}$ - амортизационные отчисления, руб.

$$A_{м.уд.} = C_{cod.обор} \cdot 0,143 \quad (6.19)$$

$$A_{м.уд.} = 246 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.} б = 779 + 734.83 + 602.32 + 501.01 = 2617.16 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.уд.} п = 1474.66 + 1623.15 + 1330.46 + 751.24 + 246 = 5425.49 \text{ руб}$$

- на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.} = З_{пост.уд.} \cdot V_{год} \quad (6.20)$$

$$З_{пост.} б = 2617.16 \cdot 52000 = 136092320 \text{ руб.}$$

$$З_{пост.} п = 5425.49 \cdot 52000 = 282125480 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия.

Расчет выручки от реализации изделия:

$$C_{полн.г.н.} = C_{полн.н.} \cdot V_{год} \quad (6.21)$$

$$C_{полн.г.н.} = 15776 \cdot 52734 = 820352000 \text{ руб.}$$

$$Выручка = Ц_{отп.н.} \cdot V_{год} = 20508.8 \cdot 52000 = 1066457600 \text{ руб.} \quad (6.22)$$

Расчет критического объема продаж:

$$A_{крит.} = \frac{З_{пост.н.}}{Ц_{отп.н.} - З_{перем.уд.н.}} \quad (6.23)$$

$$A_{\text{крит.}} = 282125480 / (20508.8 - 10350.51) = 27772.9 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } A_{\text{крит}} = 27775 \text{ шт.}$$

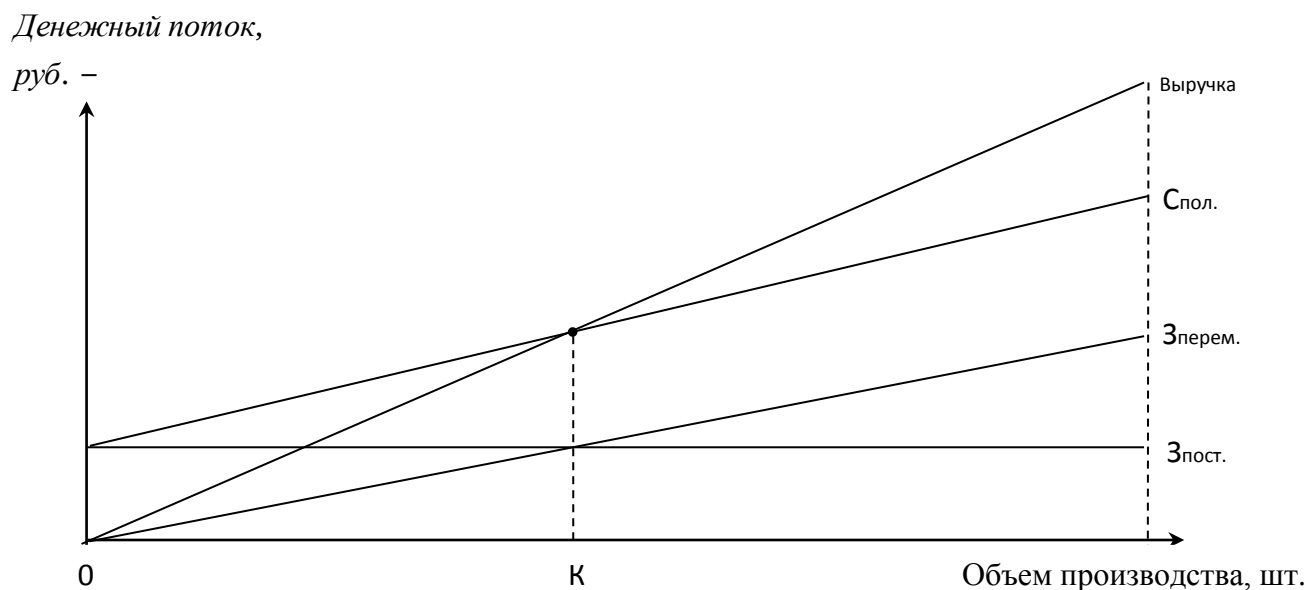


Рисунок 6.3 - Определение точки безубыточности

Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно с каждым годом на:

$$\Delta = \frac{V_{\text{max}} - A_{\text{крит}}}{n - 1}, \quad (6.24)$$

где $V_{\text{max}} = V_{\text{год}}$ — максимальный объем продукции, шт.;

$A_{\text{крит.}}$ — критический объем продаж, шт.;

n — количество лет, ($n = 6$).

Срок эксплуатации нового изделия — 5 лет.

$$\Delta = \frac{52000 - 27775}{6 - 1} = 4845 \text{ шт}$$

6.4 Расчёт общественного эффекта получаемого в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП

Среднестатистический автомобиль проезжает в год около 25 тыс.км.

Исходя из годовой программы выпуска, получаем:

$$L_i = L_{cp} \cdot V_i, \text{ км} \quad (6.25)$$

$L_i, \text{ км}$	$V_i, \text{ шт}$
721600000	32620
870775000	37465
1019950000	42310
1169125000	47155
1318350000	52000

где $L_{cp} = 25000$ – величина пробега среднестатистического автомобиля в год, км;

L_i – величина пробега реализованных в i -м году автомобилей;

V_i – объем реализации автомобилей в i -м году.

Среднестатистический водитель попадает в дорожно-транспортное происшествие (ДТП) с ранением одного из пассажиров (ДТПр) через 300000 км; со смертельным исходом для одного из участников (ДТПс) – через 500000 км .

Следовательно:

$$\text{Ч}_p = L_i / \text{ДТП}_p, \text{ чел}, \quad (6.26)$$

где Ч_p – возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел.

$$\text{Ч}_{с.i} = L_i / \text{ДТП}_{с}, \text{ чел} \quad (6.27)$$

Li, км	Чр, чел
721600000	2405
870775000	2902
1019950000	3399
1169125000	3897
1318350000	4394
Li, км	Чс, чел
721600000	1443
870775000	1741
1019950000	2039
1169125000	2338
1318350000	2636

где $Чс.i$ – возможное количество человек погибших в результате ДТП, чел.

Расчет возможных травм и смертей из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля:

$$Чр.м.i = Чр.i \cdot k_{с.м.}, \text{ чел.} \quad (6.28)$$

Чр, чел	Чрм, чел
2405	1924
2902	2322
3399	2720
3897	3118
4394	3516

где $k_{с.м.}=0,8$ – доля статистических травм людей попавших в ДТП из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля.

$$Чс.м.i = Чс.i \cdot k_{с.с.}, \text{ чел.} \quad (6.29)$$

Чс, чел	Чсм, чел
1443	577
1741	697
2039	816
2338	935
2636	1055

где: $k_{с.с.}=0,4$ – доля статистических смертей людей попавших в ДТП из-за отсутствия исследуемого механизма базового автомобиля.

Расчет потери Национального дохода в результате гибели одного человека:

$$\Delta H_0 = \Pi_p / \chi_{м.н.} (L_2 - L_1), \text{ руб.} \quad (6.30)$$

ΔH_0 , руб	Π_p , руб	$\chi_{т.н.}$ млн.чел.
35714.29	100×10^9	70
35764.38	102×10^9	71.3
36458.33	105×10^9	72
36148.65	107×10^9	74
36666.67	110×10^9	75

где Π_p - прибыль, полученная во всех отраслях экономики, руб;

$\chi_{м.н.}$ – количество трудоспособного населения, млн. чел.;

$L_1 = 35$ - средний возраст водителей, попадающих в ДТП;

$L_2 = 60$ – пенсионный возраст.

Для дальнейшего расчёта проведём классификацию ранений по степени тяжести: легкие ранения – повреждения, вызывающие заболевания длительностью до 28 дней; тяжелые ранения – телесные повреждения,

вызывающие заболевания длительностью свыше 8 дней или утратой трудоспособности более чем на 35 %; смертельные – повреждения, вызывающие смерть на месте ДТП или не позднее 7 суток после ДТП.

Для расчета общественного эффекта необходимо оценить процент снижения пострадавших в ДТП после внедрение нового механизма.

Расчет общественного эффекта (Эдтп) по шагам представим в виде таблицы 6.5.

Таблица 6.5

№	Повреждения	Соотношение тяжести ран	Число пострадавших		Уменьшение числа пострадавших	Коэффициент тяжести последствий	Потери, приведенные на одного пострадавшего, руб.	Экономия по группам ранений, руб.
			До мероприятия	После мероприятия				
1 год	Ранения	100 %	1924	1810	114			
	Легкие	71 %	1366	1285	81	0.015	535.71	43462.14
	Тяжелые	29 %	558	525	33	0.36	12857.14	426051.43
	Смертельные		577	210	367	1	35714.29	13107142.86
	Итого:							13576656.43
2 год	Ранения	100 %	2322	1900	422			
	Легкие	71 %	1649	1100	549	0.015	536.47	294341.17
	Тяжелые	29 %	673	402	271	0.36	12875.18	3494314
	Смертельные		697	300	397	1	35764.38	14198457.22
	Итого: 17987112.39							
3 год	Ранения	100 %	2720	2100	620			
	Легкие	71 %	1931	1200	731	0.015	546.88	399823.23
	Тяжелые	29 %	789	500	289	0.36	13125	3789992.5
	Смертельные		816	350	466	1	36458.33	16989583.33
	Итого: 21179399.06							
4 год	Ранения	100 %	3118	2105	1013			
	Легкие	71 %	2809	1009	1800	0.015	542.23	976013.51

Продолжение таблицы 6.5

Продолжение таблицы 6.5								
5 год	Тежелые	29 %	1008	515	493	0.36	13013.51	6415662.16
	Смертельны е		935	449	486	1	36148.65	17568243.24
	Итого: 24959918.92							
	Ранения	100 %	3516	2605	911			
	Легкие	71 %	2615	2002	613	0.015	550	337150
	Тежелые	29 %	1099	500	599	0.36	13200	7906800
	Смертельны е		1055	501	554	1	36666.67	20301600
	Итого: 28545550							

6.5 Расчет коммерческой эффективности проекта

Выручка по годам:

$$Выручка_i = Ц_{отп.} \cdot V_{прод.i} , \quad (6.31)$$

где $V_{прод.i} = A_{крит} + \Delta$ - объем продаж в i-ом году

Выручка1=Цотп.п. ×Vпрод1	407391692	Vпрод1	32620
Выручка2=Цотп.п. ×Vпрод2	491611004	Vпрод2	37465
Выручка3=Цотп.п. ×Vпрод3	575830316	Vпрод3	42310
Выручка4=Цотп.п. ×Vпрод4	660049628	Vпрод4	47155
Выручка5=Цотп.п. ×Vпрод5	744297168	Vпрод5	52000

Переменные затраты по годам: $З_{пері} = З_{перем.уд.} \cdot V_{прод.i} \quad (6.32)$

Зперем.1б=Зперем.уд.б. ×Vпрод1	219547377
Зперем.2б=Зперем.уд.б. ×Vпрод2	264933990
Зперем.3б=Зперем.уд.б. ×Vпрод3	310320603
Зперем.4б=Зперем.уд.б. ×Vпрод4	355707217
Зперем.5б=Зперем.уд.б. ×Vпрод5	401109042

Зперем.1п=Зперем.уд.п. × Vпрод1	237374361
Зперем.2п=Зперем.уд.п. × Vпрод2	286446313
Зперем.3п=Зперем.уд.п. × Vпрод3	335518264
Зперем.4п=Зперем.уд.п. × Vпрод4	384590216
Зперем.5п=Зперем.уд.п. × Vпрод5	433678615

Амортизация:

$$A_m = A_{мод.} \cdot V_{зод} \quad (6.33)$$

$$A_{м п} = 246 \cdot 52000 = 12792000 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам:

$$C_{пол.i} = Z_{перем.i} + Z_{пост.} \quad (6.34)$$

Спол.1б=Зперем.1б+Зпост.б.	354415109.62
Спол.2б=Зперем.2б+Зпост.б.	399801722.71
Спол.3б=Зперем.3б+Зпост.б.	445188335.80
Спол.4б=Зперем.4б+Зпост.б.	490574948.89
Спол.5б=Зперем.5б+Зпост.б.	535976774.52
Спол.1п=Зперем.1п+Зпост.п.	371397821.96
Спол.2п=Зперем.2п+Зпост.п.	420469773.59
Спол.3п=Зперем.3п+Зпост.п.	469541725.22
Спол.4п=Зперем.4п+Зпост.п.	518613676.85
Спол.5п=Зперем.5п+Зпост.п.	567702076.26

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\Pi_{робл.i} б = (Выручка_i б - C_{пол.i} б) \quad (6.35)$$

Пр.обл.1б=(Выручка1.б.-Спол.1б.)	52976581.9
Пр.обл.2б=(Выручка2.б.-Спол.2б.)	91809280.87
Пр.обл.3б=(Выручка3.б.-Спол.3б.)	130641979.84
Пр.обл.4б=(Выручка4.б.-Спол.4б.)	169474678.81
Пр.обл.5б=(Выручка5.б.-Спол.5б.)	208320393.6

$$П_{робл.}n = (Выручка_{i,n} - C_{пол.}n) \quad (6.36)$$

Пр.обл.1п=(Выручка1.п.-Спол.1п.)	35993869.56
Пр.обл.2п=(Выручка2.п.-Спол.2п.)	71141229.99
Пр.обл.3п=(Выручка3.п.-Спол.3п.)	106288590.42
Пр.обл.4п=(Выручка4.п.-Спол.4п.)	141435950.85
Пр.обл.5п=(Выручка5.п.-Спол.5п.)	176595091.86

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$Нпр=Пр.обл \times 0,2 \quad (6.37)$$

Нпр.1б=Пр.обл.1б*Налог	10595316.38
Нпр.2б=Пр.обл.2б*Налог	18361856.17
Нпр.3б=Пр.обл.3б*Налог	26128395.97
Нпр.4б=Пр.обл.4б*Налог	33894935.76
Нпр.5б=Пр.обл.5б*Налог	41664078.72
Нпр.1п=Пр.обл.1п*Налог	7198773.91
Нпр.2п=Пр.обл.2п*Налог	14228246
Нпр.3п=Пр.обл.3п*Налог	21257718.08
Нпр.4п=Пр.обл.4п*Налог	28287190.17
Нпр.5п=Пр.обл.5п*Налог	35319018.37

Прибыль чистая по годам:

$$П_{рч.i} = П_{робр.i} - H_{нрi} \quad (6.38)$$

Пр.ч.1б=Пр.обл.1б-Нпр.1б	42381265.52
Пр.ч.2б=Пр.обл.2б-Нпр.2б	73447424.7
Пр.ч.3б=Пр.обл.3б-Нпр.3б	104513583.87
Пр.ч.4б=Пр.обл.4б-Нпр.4б	135579743.05
Пр.ч.5б=Пр.обл.5б-Нпр.5б	166656314.88
Пр.ч.1н=Пр.обл.1н-Нпр.1п	28795095.65
Пр.ч.2н=Пр.обл.2н-Нпр.2п	56912983.99
Пр.ч.3н=Пр.обл.3н-Нпр.3п	85030872.34
Пр.ч.4н=Пр.обл.4н-Нпр.4п	113148760.68
Пр.ч.5н=Пр.обл.5н-Нпр.5п	141276073.49

Текущий чистоты доход (накопление сальдо):

$$ЧДi = Пр.ч.i.н. - Пр.ч.i.б. + A_M + Эдтн. \quad (6.39)$$

Чд1=Пр.ч.1+Ам	1341004.3
Чд2=Пр.ч.2+Ам	2803189.43
Чд3=Пр.ч.3+Ам	3047205.27
Чд4=Пр.ч.4+Ам	3879454.29
Чд5=Пр.ч.5+Ам	4515826.35

Дисконтирование денежного потока:

$$\alpha_i = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (6.40)$$

где E – норматив дисконтирования, E = 10 %;

t – год приведения затрат и результатов, (расчетный год);

$\alpha_1=0,909$; $\alpha_2=0,826$; $\alpha_3=0,751$; $\alpha_4=0,683$; $\alpha_5=0,621$.

Текущий чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД_i = ЧД_i \cdot \alpha_{(E)} \quad (6.41)$$

ЧДД(1)1=ЧД1*611 (Ест.1)	1218972.91
ЧДД(1)2=ЧД2*621 (Ест.1)	2315434.47
ЧДД(1)3=ЧД3*631 (Ест.1)	2288451.16
ЧДД(1)4=ЧД4*641 (Ест.1)	2649667.28
ЧДД(1)5=ЧД5*651 (Ест.1)	2804328.16

Суммарный ЧДД:

$$\sum ЧДД = \sum ЧД_i \alpha_{(i)} = \sum ЧДД_i ; \quad (6.42)$$

$$\sum ЧДД = 11276853.97$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях:

$$I_o = K_{инв} \cdot \sum C_{полн.i} , \quad (6.43)$$

где $K_{инв} = 0,22 \%$; $I_o = 2347725073.88 \times 0.0022 = 5164995,16$

Чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД = \sum ЧДД - I_o \quad (6.44)$$

$$ЧДД = 11276853.97 - 5164995.16 = 6111858,81$$

Индекс доходности:

$$I_D = \frac{\text{ЧДД}}{I_o} = \frac{6111858.81}{5164995.16} = 1,18 \quad (6.45)$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования:

$$T_{\text{Окуп.}} = \frac{I_o}{\text{ЧДД}_i} \quad (6.46)$$

$$T_{\text{окуп}} = \frac{5164995.16}{6111858.81} = 0,85.$$

График соотношения между объемом производства и прибылью приведен на рисунке 6.6.



Рисунок 6.2

Выполненные в экономической части расчеты показателей сведены в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Экономические показатели проекта

№ п/п	Наименование показателей	ГОДЫ					
		2	3	4	5	6	7
A	1	0	1	2	3	4	5
1	Объем продаж, $V_{\text{прод.}}$ (шт.)		32620	37465	42310	47155	52000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб.) $C_{\text{отп.}}$		20508,8				
3	Выручка, (руб.)		407391692	491611004	575830316	660049628	744297168
4	Переменные затраты, (руб)						
	$З_{\text{перем.б.}}$		219547377	264933990	310320603	355707217	401109042
	$З_{\text{перем.п.}}$		237374361	286446313	335518264	384590216	433678615
5	Амортизация, A_m (руб.)		12792000				
6	Постоянные затраты (руб.)						
	$З_{\text{пост.б.}}$		136092320				
	$З_{\text{пост.н.}}$		282125480				
7	Полная себестоимость, (руб)						
	$C_{\text{пол.б.}}$		354415110	399801723	445188336	490574949	535976775
	$C_{\text{пол.н.}}$		371397822	420469774	469541725	518613676	567702076
8	Налогооблагаемая прибыль, (руб.)		35993870	71141230	106288590	141435951	176595092
9	Налог на прибыль, (руб)		7198774	14228246	21257718	28287190	35319018
10	Прибыль чистая, (руб)		28795096	56912984	85030872	113148761	141276073
11	Чистый поток реальных денег, ЧД (руб.)		1341004	2803189	3047205	3879454	4515827
12	Коэффициент дисконтирования		0.909	0.826	0.753	0.683	0.621

13	Чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб.) ЧДД		1218973	2315434	2288451	2649667	2804328
14	Капиталообразующие инвестиции J_0 , (руб.)	5164995					
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб) УЧДД		11276853,97				
16	Индекс доходности JD		1.18				
17	Срок окупаемости проекта, $T_{\text{окуп.}}$, ГОД		0.85				
18	Чистый дисконтированный доход ЧДД, (руб.)		6111858,81				

6.6 Вывод

На основе полученных расчетов статей затрат на производство и реализацию тормозной системы с АБС автомобиля Шевроле Нива и показателей эффективности её внедрения в производство делаем вывод:

1. Чистый дисконтный доход (ЧДД). Он характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравноценности эффектов, относящихся к различным моментам времени. Положительное значение чистого дисконтированного дохода от введенного в эксплуатацию инвестиционного объекта, т.е. проект будет приносить прибыль в течение заданного периода, не смотря на инфляцию и другие изменения рынка.

2. Индекс доходности (JD). Он характеризует относительную отдачу проекта на вложенные в него средства. Очевидно, что величина критерия $JD = 1.18 > 1$ свидетельствует о целесообразности реализации проекта. Причем чем больше JD превышает единицу, тем выше инвестиционная привлекательность проекта.

3. Срок окупаемости. Смысл заключается в определении продолжительности периода от начального момента до момента окупаемости с учетом дисконтирования. В нашем случае срок окупаемости зависит от ЧДД и все временные изменения будут связаны только с ним. Данный проект окупается за полгода, что является хорошим показателем.

Таким образом, из выполненного расчета показателей экономической эффективности и приведенного анализа коэффициентов следует вывод, что предлагаемый инвестиционный проект рентабелен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана тормозная система с АБС для автомобиля ВАЗ-2123.

Антиблокировочная система устраняет недостатки такие, как:

- частичная или полная потеря управляемости автомобиля во время торможения;
- износ шин;
- невысокая безопасность автомобиля.

1. Модулятор АБС расположен в подкапотном пространстве автомобиля, датчики скорости установлены на каждое колесо.

2. Описан принцип работы антиблокировочной системы. В частности рассмотрена работа датчиков скорости и модулятора АБС.

3. Проведен тягово – динамический расчет, в котором рассчитаны все основные характеристики автомобиля.

4. Проведен расчет тормозной системы автомобиля.

5. Разработан технологический процесс сборки ступицы переднего колеса в сборе с тормозным механизмом. Рассчитан такт сборки равный 4.71, и описан процесс сборки ступицы переднего колеса с внедрением деталей антиблокировочной системы.

6. Описаны мероприятия по технике безопасности при сборке тормозной системы. Указаны действия при пожарной опасности на производстве. Мероприятия для защиты от шума, вибрации, электричества. Проведены инженерные расчеты искусственного освещения и защитного заземления рабочего участка

7. Рассчитана себестоимость установки антиблокировочной системы, равная 14114р. Показан общественный эффект в виде снижения количества ДТП, а также снижение процента смертности людей, попавших в ДТП, с установленной антиблокировочной системой на автомобиле.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вахламов В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. пособие / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 551. - ISBN 978-5-7695-3793-6: 323-00
2. Вахламов В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2:
3. Скутнев В.М. Тормозные системы легковых автомобилей: учебн. пособие.- Куйбышев: КуАИ, 1983, - 81с.
4. Осепчугов В. В. Автомобиль : Анализ конструкций, элементы расчета : [учеб. для вузов] / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. - Москва : Машиностроение, 1989. - 304 с. : ил. - Библиогр.: с. 303. - Предм. указ.: с. 303-304.
5. Скутнев В. М. Эксплуатационные свойства автомобиля : учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" / В. М. Скутнев. - Гриф УМО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 139 с. : ил. - Библиогр.: с. 130. - 33-11
6. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: Учебн. Пособие/Сост. Черепанов Л.А. – Тольятти: ТГУ, 2001. – 40с.
7. Проектирование технологических процессов сборки: учеб.-метод. пособие /Воронов Д.Ю. [и др] – Тольятти,: ТГУ, 2011.-112с.
8. Нарбут А. Н. Автомобили: Рабочие процессы и расчет механизмов и систем : учеб. для вузов [Текст]/ А. Н. Нарбут. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2007. - 251 с. : ил. - (Высш. проф. образование). - Библиогр.: с. 251. - ISBN 978-5-7695-2873-6:
9. Проектирование полноприводных колесных машин : в 3 т. : учеб. для вузов. Т.2 / Б. А. Афанасьев [и др.] ; под ред. А.А. Полунгяна. - Гриф МО. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 527 с.

10. Скутнев В. М. Основы конструирования и расчета автомобиля : учеб. пособие [Текст]/ В. М. Скутнев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - 71-15.
11. Вахламов В. К. Автомобили : конструкции и элементы расчета : учеб. для вузов [Текст]/ В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - М. : Академия, 2006. - 479 с. - ISBN 5-7695-2638-6 : 263-30.
12. Лукин П.П. Конструирование и расчет автомобиля: учеб. для вузов по спец. "Автомобили и тракторы" [Текст]/ П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. - М. : Машиностроение, 1984. - 376 с.
13. Скутнев В.М. Регуляторы тормозных сил легковых автомобилей : учеб. пособие [Текст]/ В. М. Скутнев ; [науч. ред. Н.С. Соломатин]. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2006. - 40 с.
14. Конструирование и расчет автомобиля : учеб.-метод. пособие [Текст]/ Н. С. Соломатин ; ТГУ; каф. "Автомобили и тракторы". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 18 с.
15. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учеб. пособие для вузов [Текст]/ под ред. А.И. Гришкевича. - Минск : Вышэйш. шк., 1987. - 200 с.
16. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости : Расчет агрегатов и систем: Учеб. для вузов [Текст]/ Н. Ф. Бочаров [и др.] ; Под общ. ред. Н.Ф. Бочарова, Л.Ф. Жеглова. - М. : Машиностроение, 1994. - 403 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

$M_e, \text{Нм}$ Внешняя скоростная характеристика $N_e, \text{Вт}$

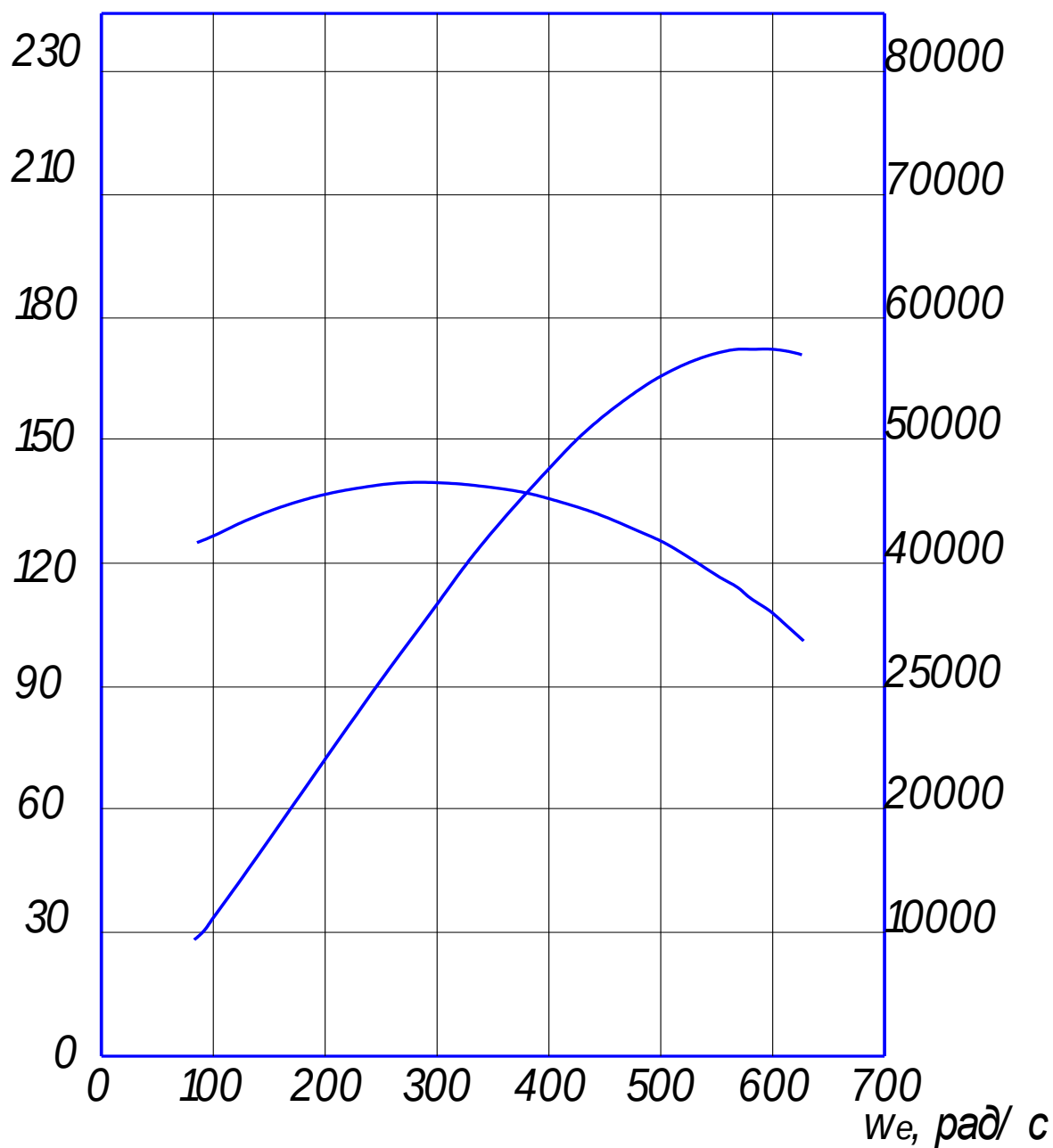


Рисунок А.1

F, H

Тяговый баланс

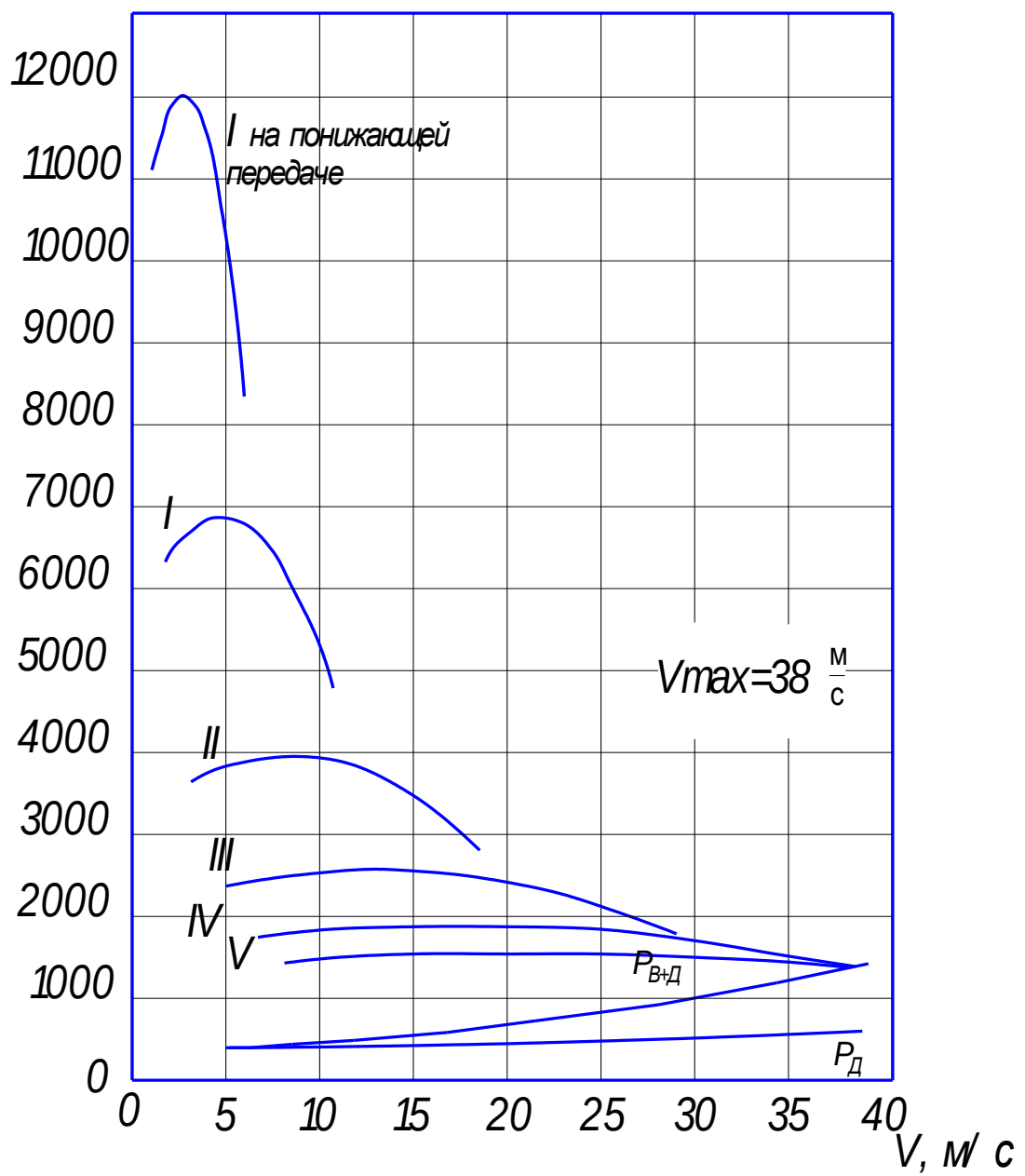


Рисунок А.2

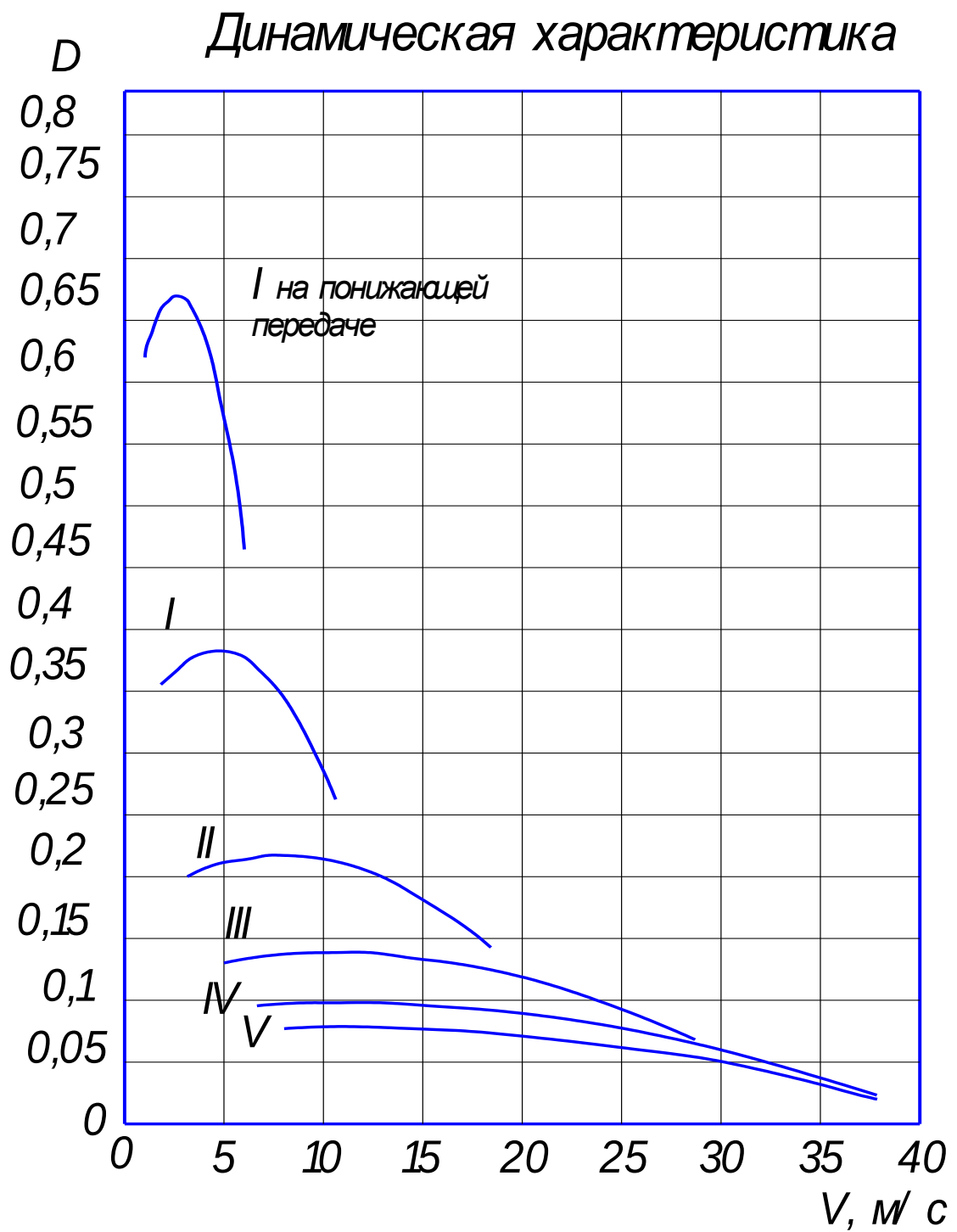


Рисунок А.3

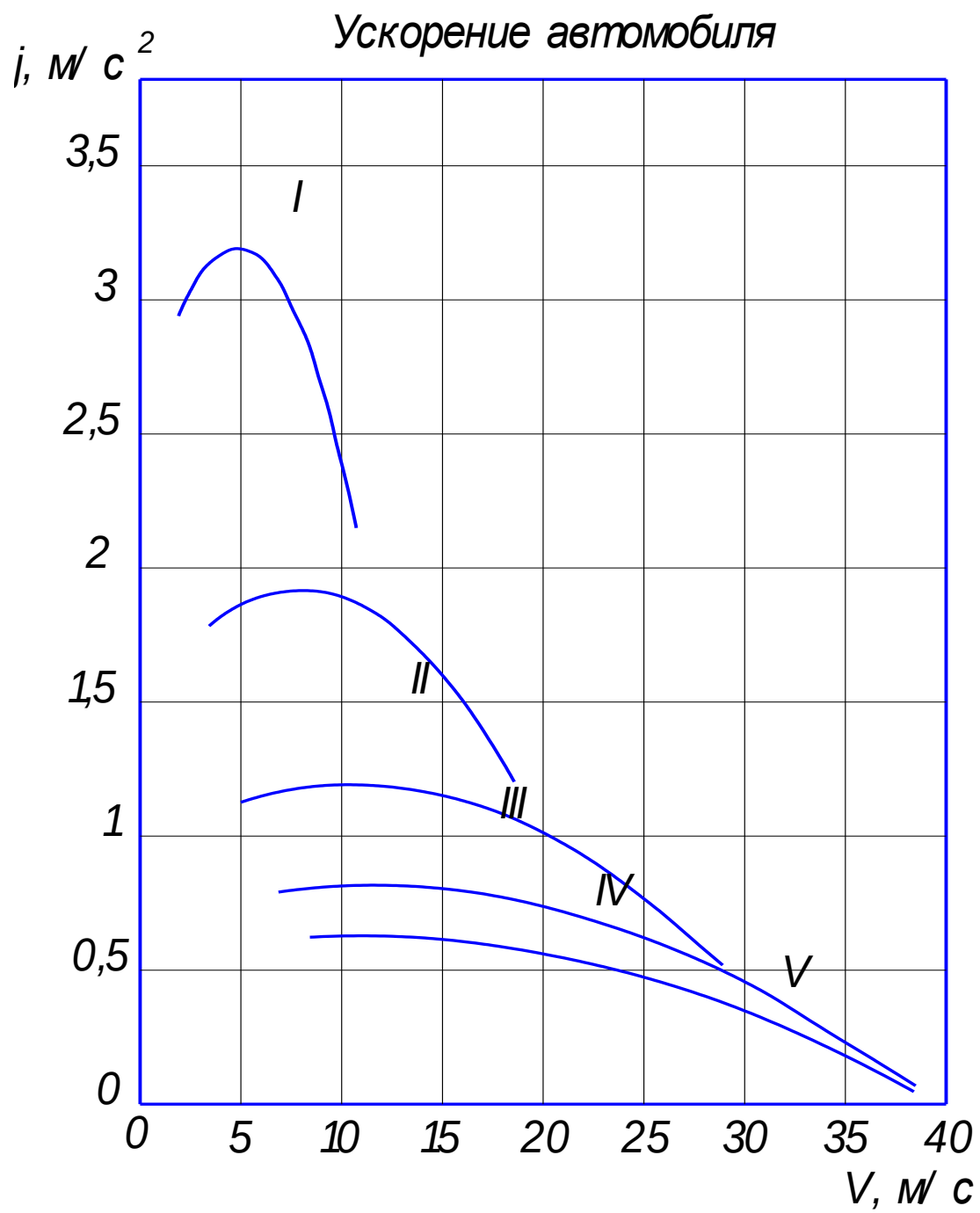


Рисунок А.4

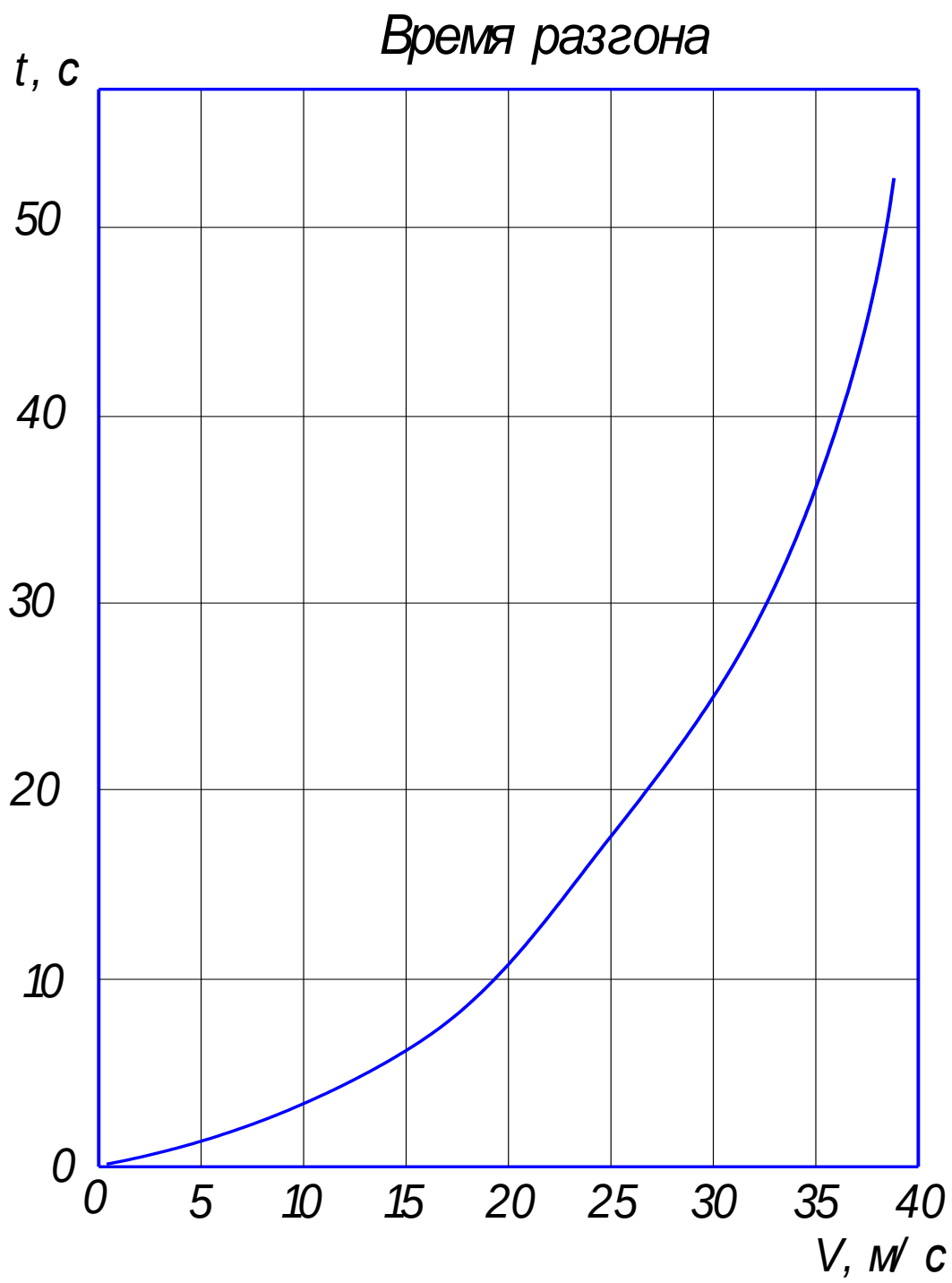


Рисунок А.5

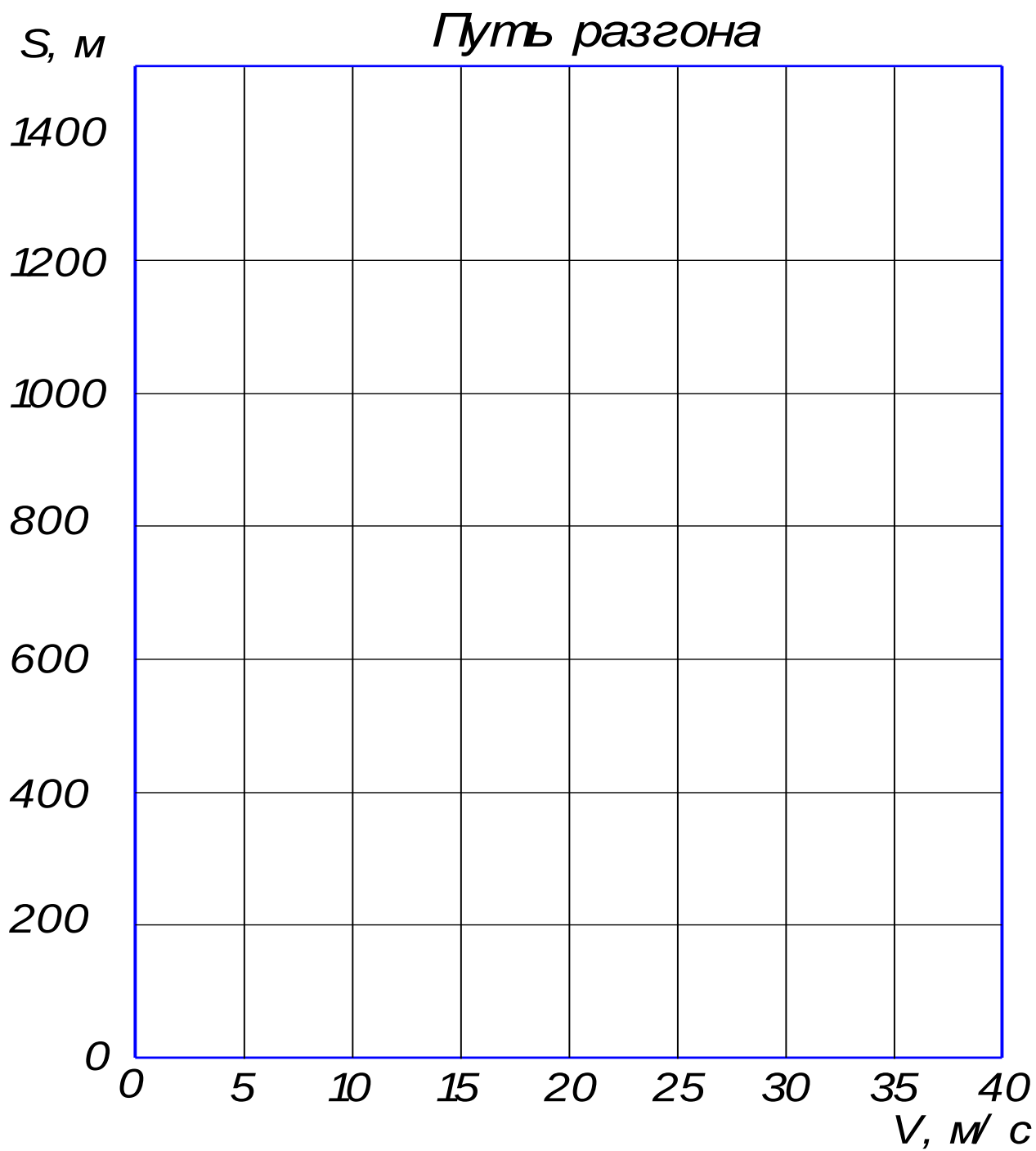


Рисунок А.6

№, Вт

Мощностной баланс

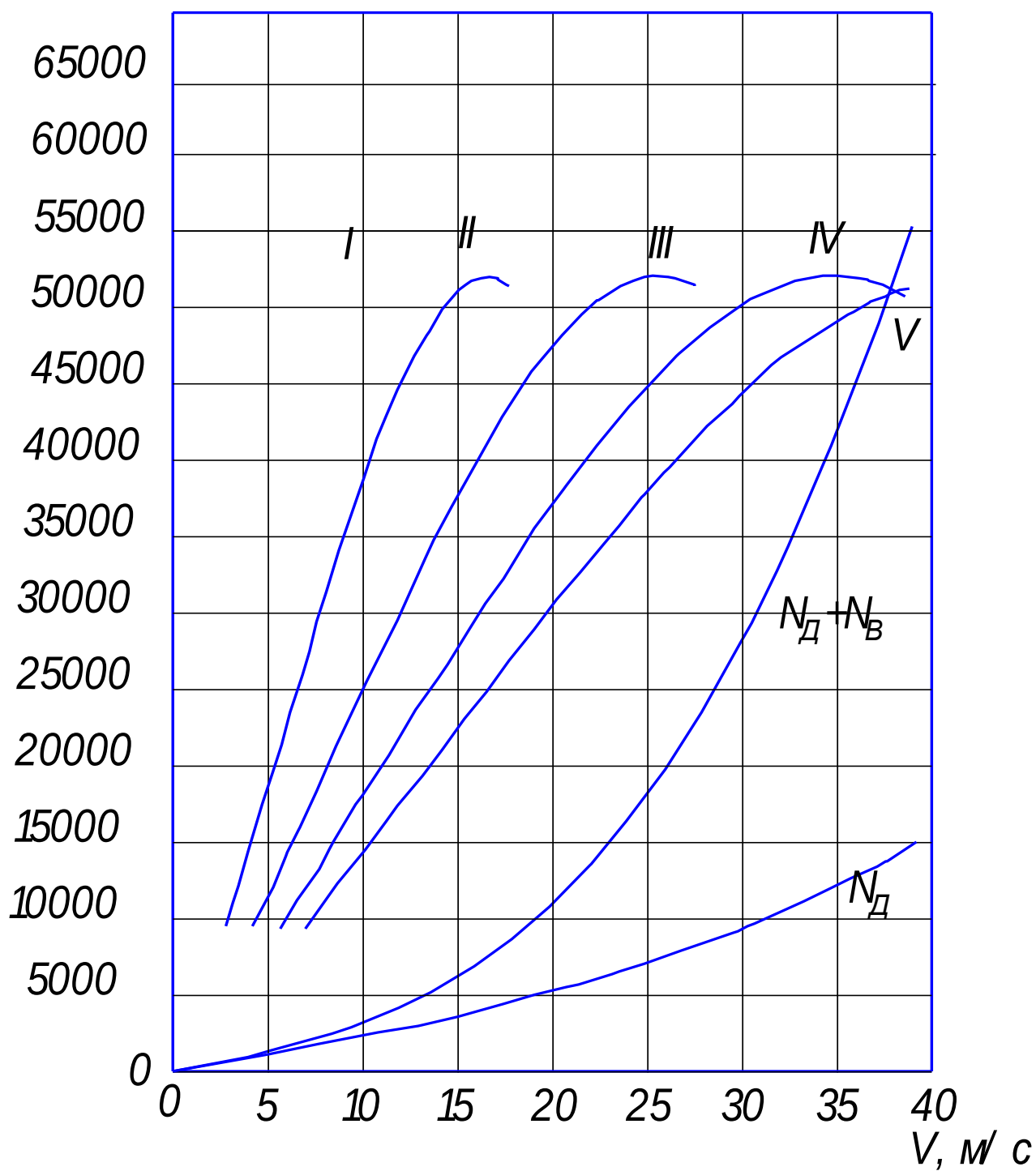


Рисунок А.7

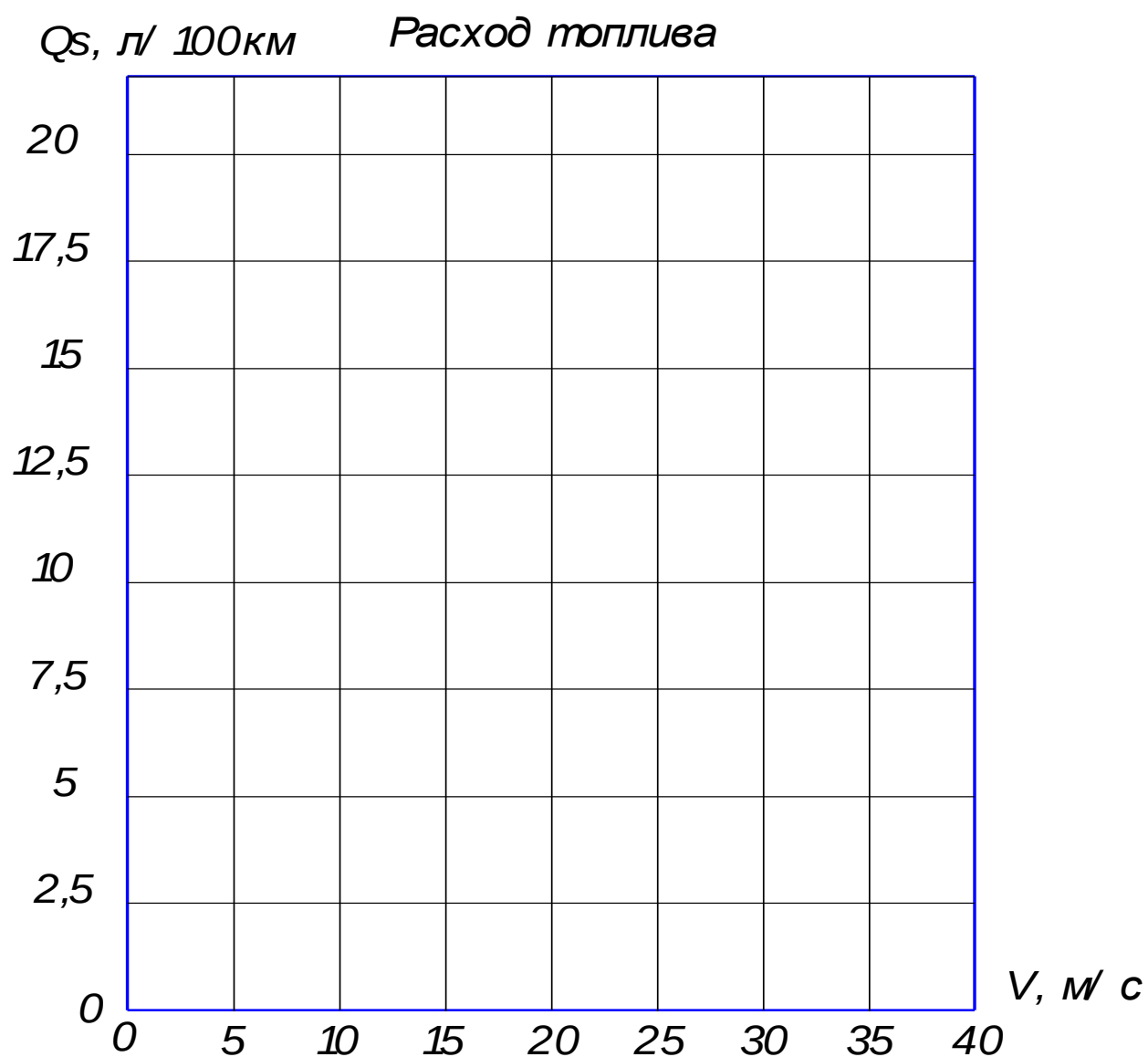


Рисунок А.8

Приложение Б - Спецификации

[illegible]

Рисунок Б.1 – Спецификация датчика скорости переднего колеса с кронштейном

Герб. примен.	Формат	Зона	Габ.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Стр. №					Документация		
	A1			16.ДП01006- 3538370	Сборочный чертеж	1	
					Детали		
				1 16.ДП01006 - 3538434	Кронштейн жгута датчика скорости	1	
Годл. и дата					Прочие изделия		
				16.ДП01006 - 3538370	Датчик скорости заднего колеса	1	
Взам. инв. №							
Годл. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.ДП01006- 3538370	
	Разраб.	Еникеев НН				Датчик скорости заднего колеса с кронштейном	
Инв. № подл.	Пров.	Окутнев ВМ				Лит	Лист
	Т.контр.						Листов
	Н.контр.	Егоров А.Г.				ТГУ, ИМ	
	Утв.	Бобровский АВ				гр. АТ - 1101	

Копировал

Формат А4

Рисунок Б.2 – Спецификация датчика скорости заднего колеса с кронштейном

[illegible]

Рисунок Б.3- Спецификация тормоза переднего с поворотным кулаком и ступицей в сборе