Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Политехнический»
Факультет «Заочный факультет»
Кафедра «Колёсные и гусеничные машины»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ А.Д. Рулевский
«____»_____2020г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой к. т. н.
профессор
_____ В. Н. Бондарь
«____»_____2020г.

# Модернизация тормозной системы автомобиля ВАЗ 1118 с разработкой технологии сборки ступицы заднего колеса

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-23.05.01.2020.203.ПЗ ВКР

Консультанты, к. т. н.
доцент
_____ А.В. Кудряшов
«____»_____2020г.

_____ С.Ю. Лелекова
«____»_____2020г.

Руководитель работы, д. т. н.
профессор
_____ К.Т. Мамбеталин
«____»_____2020г.

Автор работы,
студент группы ПЗ – 603
_____А. Н. Борисов
«____»_____2020г.

Нормоконтролер, к. т. н.
доцент
_____ В. И. Дуюн
«____»_____2020г.

Челябинск 2020

# АННОТАЦИЯ

Борисов А. Н. Модернизация тормозной системы автомобиля ВАЗ 1118 с разработкой технологии сборки ступицы заднего колеса. – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-603; 2020, 104с., 24 илл., 23 табл., библиогр. список – 10 наим., 11 листов графического материала ф. А1.

В данной выпускной квалификационной работе была произведена модернизация тормозной системы автомобиля ВАЗ 1118 с разработкой технологии сборки ступицы заднего колеса. Модернизация и разработка производились с учётом задания на выпускную квалификационную работу, а также с выполнением всех необходимых норм и требований.

При проектировании были проведены расчёты тормозной системы. Была разработана технология производства и рассчитано организационно – экономическая часть.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ..... 9
1 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ ПРОЕКТА ..... 11
1.1 Обзор и анализ тормозных систем автомобилей ..... 11
1.1.1 Назначение тормозного механизма ..... 11
1.2 Требования к тормозным системам ..... 11
1.3 Виды тормозных систем ..... 12
1.4 Тормозные механизмы автомобиля ..... 13
1.4.1 Элементы передних тормозов автомобиля ..... 15
1.4.2 Задние тормозные мханизмы автомобиля ..... 16
1.4.3 Сочетание тормозных механизмов ..... 18
1.5 Тормозной привод автомобиля ..... 19
1. 5.1 Классификация тормозных приводов ..... 20
1.5.2 Привод гидротормозов автомобиля ..... 22
1.5.3 Механический привод автомобиля ..... 23
1.6 Антиблокировочная система тормозов ..... 25
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ ..... 34
2.1 Расчет показателей тормозной динамике автомобиля ..... 34
2.1.2 Расчет реакции дороги (норм) ..... 34
2.1.3 Расчет тормозных сил и моментов ..... 37
2.1.4 Расчет удельных тормозных сил по сцеплению колеса с дор ..... 39
2.1.5 Оределение коэффициента распределения тормозных сил ..... 40
3 КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ ..... 42
3.1 Исходные данные для расчета ..... 42
3.2 Расчёт переднего тормозного диска ..... 43
3.3 Расчет заднего тормозного механизма ..... 45
3.4 Уточнение диаметров $d_1$ и $d_2$ ..... 48
3.5 Расчет хода педали дискового тормаза ..... 50
3.6 Определение удельного давления на фрикционную накладку ..... 51

3.7 Удельная работа трения ..... 51
3.8 Повышение температуры при однократном торможении ..... 51
3.9 Раскрытие скабы ..... 54
3.10 Срез болтов крепления тормозного диска ..... 54
4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ ..... 56
4.1 Анализ исходных данных ..... 56
4.2 Расчет такта и ритма сборки ..... 60
4.3 Составления технологического маршрута сборки изделия ..... 61
4.4 Разработка технологичских операций сборки ..... 63
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ..... 67
5.1 Ввдение ..... 67
5.2 Требования к производственному освещнию ..... 68
5.2.1 Общие положения ..... 68
5.2.2 Искусственное освещение ..... 68
5.3 Правило пожарной безопасности в производствнных помещениях ..... 70
5.4 Уровень шума в производственных помщниях ..... 73
6 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ ..... 79
6.1 Обоснование применения механизма данного типа ..... 79
6.2 Организационная часть проекта ..... 80
6.2 Построение сетевого графика ..... 80
6.2.2 Расчёт параметров сетевого графика ..... 83
6.2.3 Расчёт параметров сетевого графика в целом ..... 85
6.3 Экономическая часть проекта ..... 86
6.3.1 Данные для расччета себестоимости тормозной системы ..... 86
6.3.2 Покупные изделияи полуфабрикаты ..... 88
6.3.3 Расчет точки безубыточности проекта ..... 92
6.3.4 Расчёт общественного эффекта получаемого в результате уменьшения вероятности попадания автомобиля в ДТП ..... 95
6.3.5 Расчет коммерческой эффективности проекта ..... 96

ВВЕДЕНИЕ

Количество автомобильного потока на дорогах страны продолжает неукоснительно расти. Прогрессивные технологии в машиностроения возросло и количество автомобилей на дорогах многих стран. 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, 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.

Автозаводы и инженерные компании постоянно совершенствуютулучшают 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 скользских поверхностях, получили развитие антиблокировочные системы (АБС) торможения, которыми в настоящее время оборудуются тормозные системы большинства выпускаемых в настоящее время автомобилей.

АБС называют группу устройств, которые обеспечивают автоматическое управление тормозной системой автомобиля для предотвращения блокировки

# 1 ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ ПРОЕКТА

## 1.1 Обзор и анализ тормозных систем автомобилей

### 1.1.1 Управления и назначение тормозного механизма

Тормозное управление-совокупность устройств, предназначенных для снижения скорости, остановки и удержания автомобиля на стоянке за счет использования тормозных сил, 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 контакте. Тормозная сила создается путем торможения колеса специальным устройством – тормозным механизмом. Максимальная эффективность торможения создается в аварийных случаях.

## 1.2 Требования к тормозным системам

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

1) Иметь высокую эффективность, оцениваемую замедлением при торможении и тормозным путем.

2) Автомобильной устойчивости обеспечение 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 вплоть до полной остановки.

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 исключат его самопроизвольное движение.

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

1.4 Тормозные механизмы проектируемого автомобиля ВАЗ 1118

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 .

Передний дисковый механизм автомобиля ВАЗ 1118 представлен на рисунке 1.1.

А в таблице 1.4 приминяемость и модификация проектируемого автомобиля ВАЗ 1118.

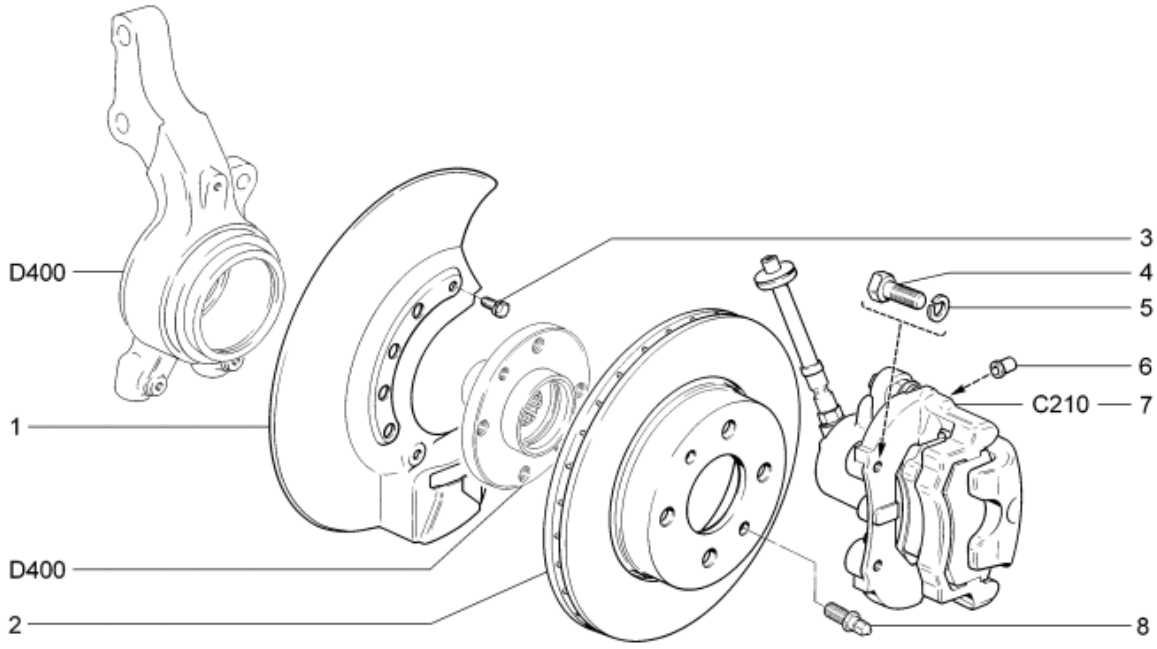



Рисунок 1.1–Передний дисковый механизм

Таблица 1.4–Приминяемость передних тормозных дисковых механизмов

| 11183–30(01) 11184–30(02) | | | | 11183–31(01) 11184–33(02) | 11183-33(01) 11184–40(02) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе-мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 21120-3501146-00 | | 1 | Кожух защитный правый |
| 1 | | | + | 21120-3501147-00 | | 1 | Кожух защитный левый |
| 2 | | | + | 21100-3501070-01 | (01) | 2 | Диск переднего тормоза |
| 2 | | | + | 21100-3501070-02 | (01) | 2 | Диск переднего тормоза |
| 2 | | | + | 21120-3501070-00 | (02) | 2 | Диск переднего тормоза |
| 2 | | | + | 21120-3501070-01 | (02) | 2 | Диск переднего тормоза |
| 2 | | | + | 21120-3501070-02 | (02) | 2 | Диск переднего тормоза |
| 3 | | | + | 00001-0038241-11 | | 6 | Болт М6х12 с пружинной шайбой |
| 4 | | | + | 00001-0059707-30 | | 4 | Болт М10х1,25х25 |
| 5 | | | + | 00001-0005168-70 | | 4 | Шайба 10 пружинная |
| 6 | | | + | 21010-1602592-00 | | 2 | Колпачок штуцера шланга |
| 7 | | | + | 11180-3501012-00 | (01) | 1 | Тормоз передний правый |
| 7 | | | + | 11180-3501012-10 | (02) | 1 | Тормоз передний правый |
| 7 | | | + | 11180-3501013-00 | (01) | 1 | Тормоз передний левый |
| 7 | | | + | 11180-3501013-10 | (02) | 1 | Тормоз передний левый |
| 8 | | | + | 21120-3101082-00 | | 4 | Штифт направляющий |

1.4.1 Элементы передних тормозов проектируемого автомобиля

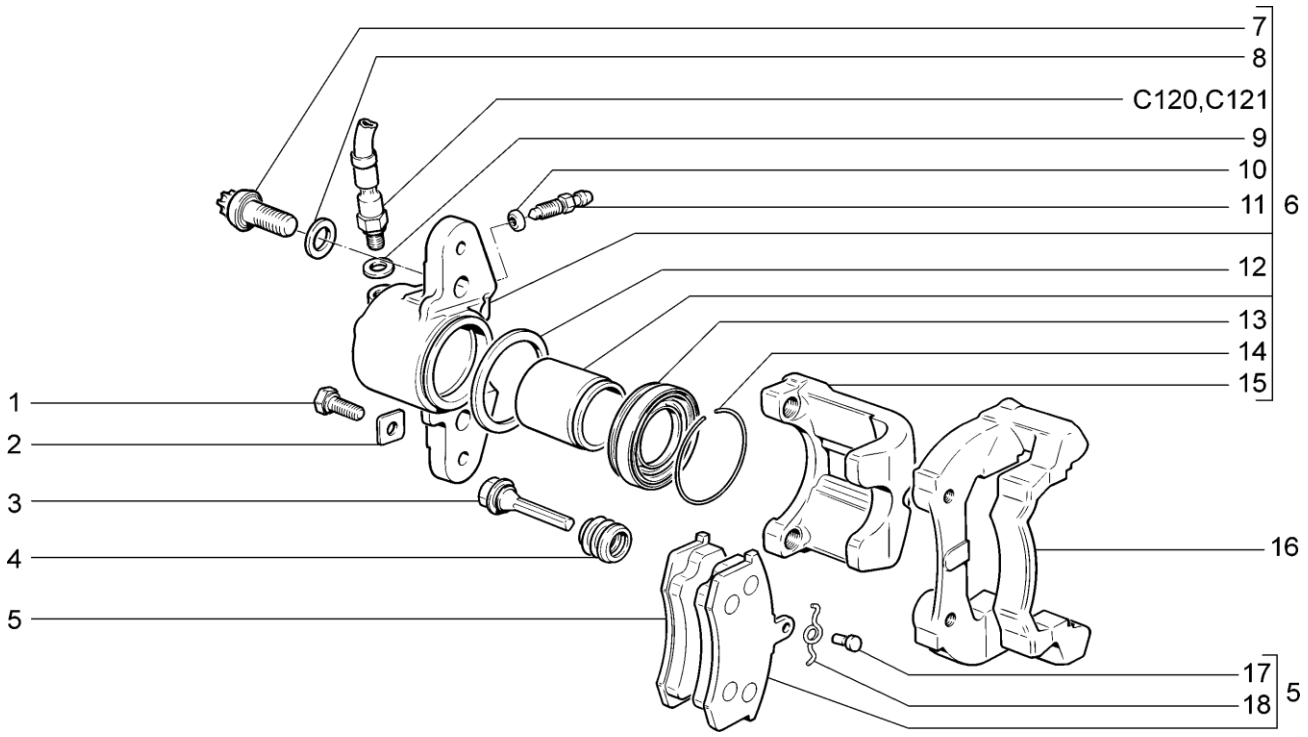



Рисунок 1.2–Элементы передних тормозов проектируемого автомобиля

Таблица 1.4.1–Элементы передних тормозных мханизмов

| 11183–30(01) 11183–31(01) 11183-33(01)<br>11184–30(02) 11184–33(02) 11184–40(02) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе-мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 21080-3501033-00 | | 4 | Болт |
| 2 | | | + | 21080-3501032-00 | | 4 | Шайба стопорная |
| 3 | | | + | 21080-3501018-00 | | 4 | Палец направляющий |
| 4 | | | + | 21080-3501019-00 | | 4 | Чехол защитный |
| 5 | | | + | 21100-3501080-00 * | | 4 | Колодка |
| 6 | | | + | 11180-3501014-00 | | 1 | Суппорт правый в сборе |
| 6 | | | + | 11180-3501015- | | 1 | Суппорт левый в сборе |
| 7 | | | + | 21080-3501030-01 | | 4 | Болт |
| 8 | | | + | 21080-3501039-01 | | 4 | Шайба болта |

| Продолжение таблицаы 1.4.1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | | | + | 00001-0002844-60 | | 2 | Прокладка |
| 10 | | | + | 21080-3501063-00 | | 2 | Кольцо уплотнительное |
| 11 | | | + | 21010-1602591-01 | | 2 | Штуцер шланга |
| 12 | | | + | 21010-3501051-00 | | 2 | Кольцо уплотнительное |
| 13 | | | + | 21080-3501058-00 | | 2 | Колпачок защитный |
| 14 | | | + | 21080-3501057-00 | | 2 | Кольцо стопорное |
| 15 | | | + | 21100-3501017-01 | | 2 | Суппорт переднего тормоза |
| 16 | | | + | 21100-3501155-00 | (01) | 2 | Направляющая колодок |
| 16 | | | + | 21120-3501155-00 | (02) | 2 | Направляющая колодок |
| 17 | | | + | 21080-3501170-01 | | 4 | Ось пружины |
| 18 | | | + | 21080-3501166-00 | | 4 | Пружина |
| | | | + | 21100-3501089-00 | | 1 | Комплект 4-х тормозных колодок |
| * - входит в комплект 21100-3501089-00 | | | | | | | |

1.4.2 Задние тормозные механизмы проектируемого автомобиля

На рисунке 1.3 и в таблице 1.4.2 предоставлены задние тормозные механизмы и применимость проектируемого автомобиля ВАЗ 1118.

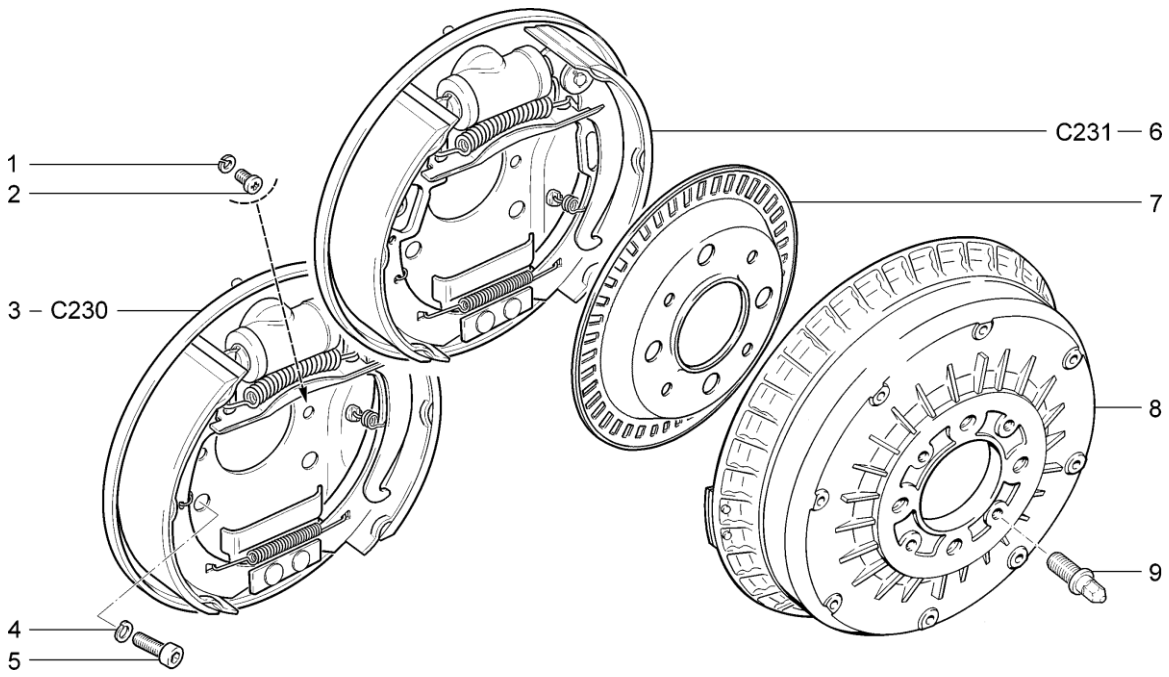



Рисунок 1.3– Задние тормозные мханизмы проетируемого автомобиля

Таблица–1.4.2– Задние тормозные механизмы проектируемого автомобиля

| 11183–30(01) 11183–31(01) 11183-33(01) 11184–30(02) 11184–33(02) 11184–40(02) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе- мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 00001-0005164-70 | | 2 | Шайба 6 пружинная |
| 2 | | | + | 00001-0032759-01 | | 2 | Винт М6х10 |
| 3 | | | + | 21080-3502010-11 | | 1 | Тормоз задний правый |
| 3 | | | + | 21080-3502011-11 | | 1 | Тормоз задний левый |
| 4 | | | + | 00001-0005168-70 | | 8 | Шайба 10 пружинная |
| 5 | | | + | 11180-3502112-00 | | 8 | Болт |
| 6 | | | + | 11180-3502010-11 | (15,16,115,11) | 1 | Тормоз задний правый |
| 6 | | | + | 11180-3502011-11 | 15,16, 115,11) | 1 | Тормоз задний левый |
| 7 | | | + | 11180-3538400-00 | | 2 | Ротор заднего колеса |
| 8 | | | + | 21080-3502070-00 | | 2 | Барабан тормозной |
| 9 | | | + | 21120-3101082-00 | | 4 | Штифт направляющий |

1.4.3 Сочетание тормозных механизмов

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

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 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 ВАЗ 1118 изображенном на рисунке 1.4, в конструкции тормозной системы применено сочетание передние дисковые и задние дисковые тормозные механизмы.

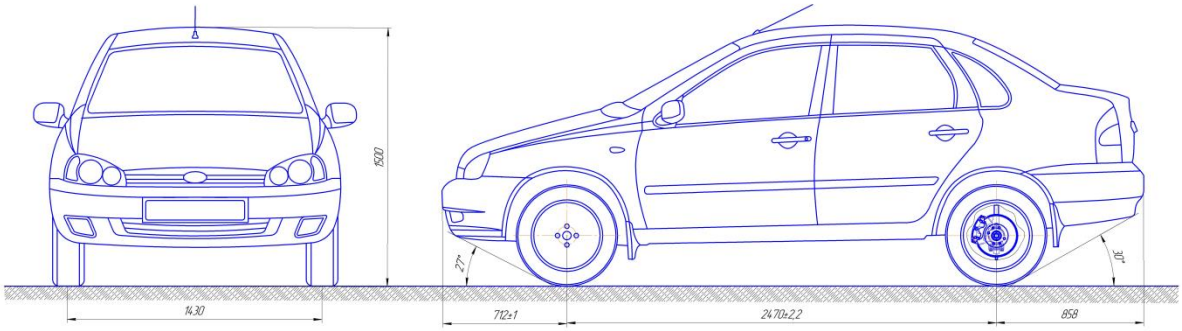



Рисунок 1.4–Проектируемый автомобиль ВАЗ 1118 с АБС

## 1.5 Тормозной привод проектируемого автомобиля

### 1.5.1 Классификация тормозных приводов

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:

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 усилители.

Для обеспечения работы запасной тормозной системы привод рабочей тормозной системы разделяют на независимые контуры.

Схема гидроприводов при ведина на демонстрационном листе приложения А1.

### 1.5.2 Привод гидротормозов проектируемого автомобиля

На автомобилях среднего класса, в том числе и на переднеприводных с колесной формулой 4×2 нашла широкое применение схема разделения привода один контур для торможения переднего и заднего мостов, а другой – только для переднего. Принципиальная схема такого привода гидротормозов показана на рисунке 1.5 и в таблиц 1.5.2

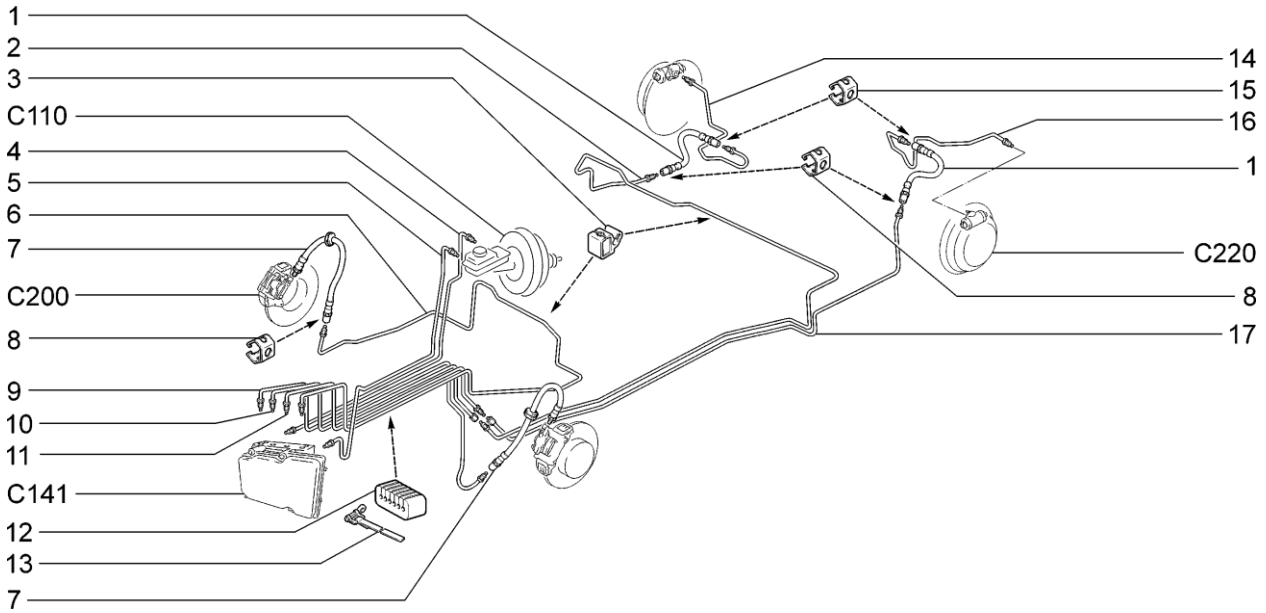



Рисунок 1.5–Привод гидротормозов

Таблица 1.5.2–Привод гидротормозов

| 11183–30(01) 11184–30(02) | 11183–31(01) 11184–33(02) | 11183-33(01) 11184–40(02) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе-мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 21100-3506085-00 * | | 2 | Шланг гибкий заднего тормоза |
| 2 | | | + | 11180-3506620-10 | | 1 | Трубка к шлангу правого заднего тормоза |
| 2 | | | + | 11180-3506620-11 | | 1 | Трубка к шлангу правого заднего тормоза |
| 3 | | | + | 11180-3506542-00 | | 9 | Скоба одноместная |
| 4 | | | + | 11180-3506500-10 | | 1 | Трубка первичного контура главного цилиндра |
| 4 | | | + | 11180-3506500-11 | | 1 | Трубка первичного контура главного цилиндра |
| 5 | | | + | 11180-3506510-10 | | 1 | Трубка вторичного контура главного цилиндра |
| 5 | | | + | 11180-3506510-11 | | 1 | Трубка вторичного контура главного цилиндра |
| 6 | | | + | 11180-3506540-10 | | 1 | Трубка к правому переднему тормозу |
| Продолжении таблицы1.5.2 | | | | | | | |
| 6 | | | + | 11180-3506540-11 | | 1 | Трубка к правому переднему тормозу |
| 7 | | | + | 11180-3506060-10 ** | | 2 | Шланг гибкий переднего тормоза |
| 8 | | | | 11180-3506073-00 | | 4 | Скоба крепления тормозного шланга |
| 9 | | | + | 11180-3506550-10 | | 1 | Трубка к левому переднему тормозу |
| 9 | | | + | 11180-3506550-11 | | 1 | Трубка к левому переднему тормозу |
| 10 | | | + | 11180-3506560-00 | | 1 | Трубка правая |
| 10 | | | + | 11180-3506560-01 | | 1 | Трубка правая |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | | | + | 11180-3506570-00 | | 1 | Трубка левая |
| 11 | | | + | 11180-3506570-01 | | 1 | Трубка левая |
| 12 | | | + | 11180-3506558-00 | | 2 | Втулка шумоизоляционная |
| 13 | | | + | 00001-0002917-90 | | 2 | Хомут 20 ленточный |

1.5.3 Механический привод проектируемого автомобиля

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 1.6 и в таблице 1.5.3, не менее сложен по конструкции.

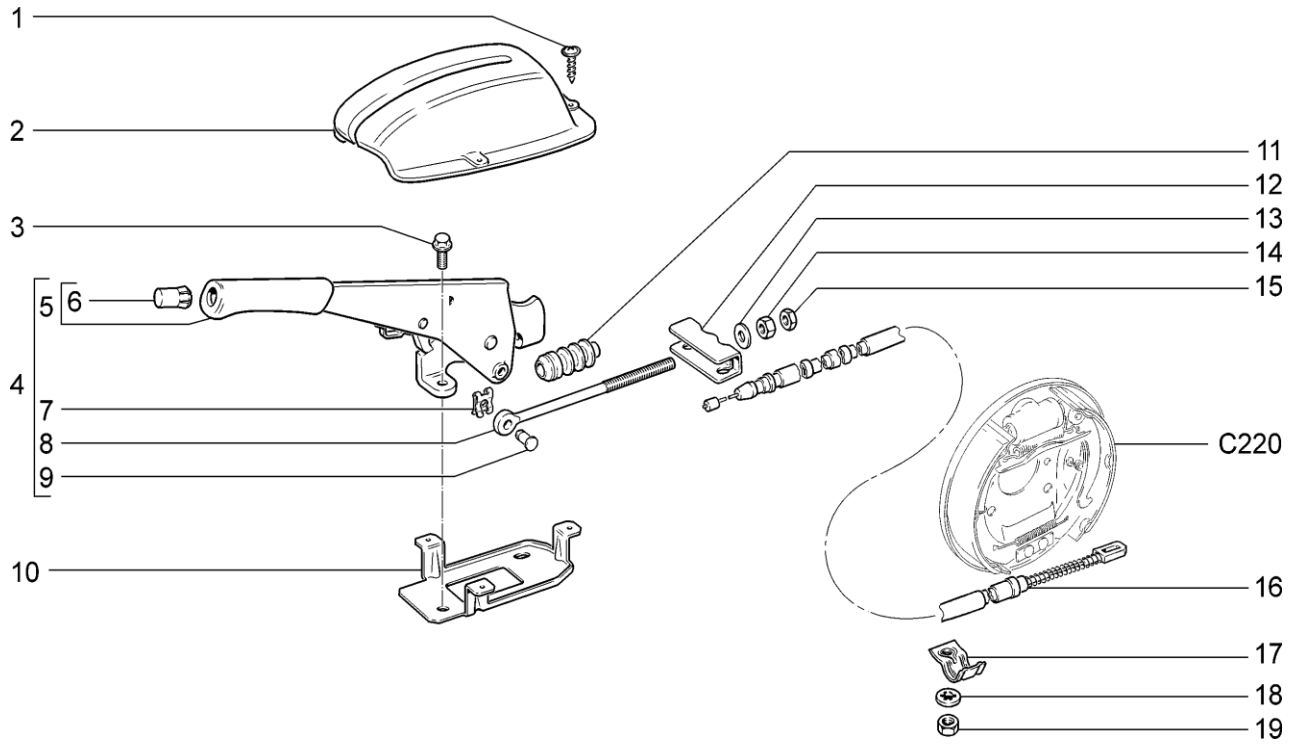



Рисунок 1.6–Механический привод проектируемого автомобиля

Таблица 1.5.3– Механический привод проектируемого автомобиля

| 11183–30(01) 11183–31(01) 11183-33(01) 11184–30(02) 11184–33(02) 11184–40(02) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе-мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 21140-5325388-00 | | 3 | Винт самонарезающий |
| 2 | | | + | 11180-3508040-10 | | 1 | Чехол защитный рычага ручного привода тормоза |
| 3 | | | + | 00001-0038381-21 | | 2 | Болт М8х20 с зубчатым буртиком |
| 4 | | | + | 11180-3508010-00 | | 1 | Рычаг ручного привода тормоза с тягой |
| 5 | | | + | 21230-3508012-00 | | 1 | Рычаг ручного привода тормоза |
| 6 | | | + | 21100-3508039-00 | | 1 | Кнопка рычага тормоза |
| 7 | | | + | 00001-0010640-76 | | 1 | Скоба 8 стопорная |
| 8 | | | + | 21080-3508071-00 | | 1 | Тяга привода ручного тормоза |
| 9 | | | + | 21080-3508073-00 | | 1 | Ось тяги |
| 10 | | | + | 11180-3508045-10 | | 1 | Кронштейн крепления защитного чехла |
| 11 | | | + | 21080-3508046-00 | | 1 | Чехол защитный тяги |
| 12 | | | + | 21080-3508075-10 | | 1 | Уравниватель троса |
| 13 | | | + | 00001-0005196-01 | | 1 | Шайба 8 |
| 14 | | | + | 00001-0061008-11 | | 1 | Гайка М8 |
| 15 | | | + | 00001-0061023-11 | | 1 | Гайка М8 низкая |
| 16 | | | + | 11180-3508180-01 * | | 2 | Трос привода |
| 17 | | | + | 21080-3508214-20 * | | 2 | Скоба троса |
| 18 | | | + | 00001-0026053-70 * | | 2 | Шайба 6 стопорная |
| 19 | | | + | 00001-0058962-11 * | | 2 | Гайка М6 |
| * - входит в состав 11180-2914002-01, 11180-2914002-11 (D310) | | | | | | | |

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 φX, 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 1.7 приведена графическая зависимость коэффициента сцепления от коэффициента скольжения S

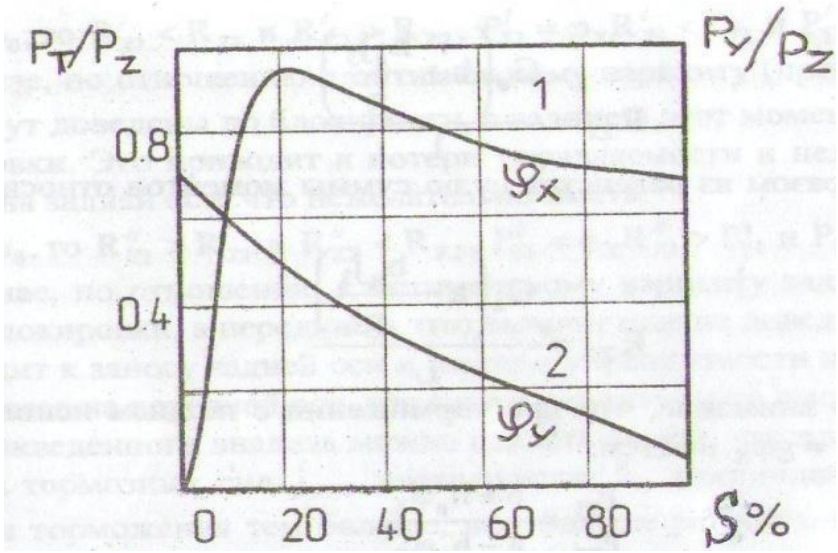



Рисунок 1.7 - Зависимость коэффициентов сцепления φx и φy от коэффициента скольжения S

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

$$S = Va - \omega\text{тк} * \text{rk}\ /Va: \quad (1.1)$$

где VA – скорость автомобиля;

ωтк – угловая скорость колеса в процессе торможения; rк – кинематический радиус или радиус колеса.

Из графика видно, что при некоторых значениях S = 20% коэффициент φx имеет максимальное значение. Для большинства дорожных покрытий максимальное значение φx находится в диапазоне изменения коэффициента скольжения Sкр = 0,1…0,3. В этом диапазоне S коэффициент сцепления в поперечном направлении φy имеет высокое значение, что обеспечивает устойчивость движения при действии боковых сил. При доведении колес до состояния блокирования коэффициенты сцепления φx и φy снижаются, а, следовательно, снижаются эффективность торможения и устойчивость движения.

Основной задачей АБС является поддерживание в процессе торможения относительной скорости скольжения колес в узком пределе вблизи значений Sкр, что создаст оптимальное торможение. Для этого следует реализовать автоматическое регулирование подводимого к колесам тормозного момента.

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,

Процесс автоматического регулирования тормозного момента $M_т$ по замедлению тормозящего колеса $\frac{d\omega x}{dt}$

Уравнение движения колеса

в режиме торможения с АБС, согласно работе [4], описывается формулой:

$$J_k \cdot \frac{d\omega k}{dt} = M_T - M_\varphi: \quad (1.2)$$

где Jк – момент инерции колеса;

Mφ – предельный момент по сцеплению.

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

Mφ) и увеличению S. Особенно быстро замедление возрастает на отрезке 1-2, где разность (Мт - Mφ) резко увеличивается из-за уменьшения момента

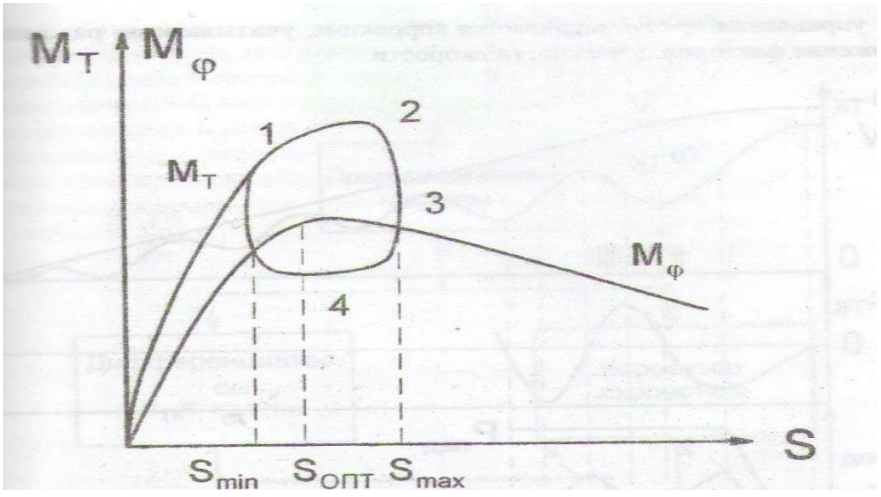
скольжения Мφ и вследствие того, что замедление колеса εк прямо пропорционально разности (Мт - Мφ):

$$\varepsilon_{\text{к}} = \frac{d\omega_{\text{к}}}{dt} = \frac{M_{m-M\omega}}{J_k}. \quad (1.3)$$

Резкий рост замедления свидетельствует о том, что относительное скольжение стало больше Sкр. 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 Мт снижается и в точке 3 становится равным моменту Мφ, а замедление

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

В этой фазе Мт < Мφ и замедление εк меняет знак, а колесо начинает ускоряться. Максимальное ускорение достигает своего значения в точке 4, являющейся третьей «уставкой». В точке 4 диаграммы блоком управления подается командо исполнительному элементу-модулятору на повышение давления в тормозном приводе. Представленный на рисунке 1.9. график повторяется, обеспечивая поддержание относительного скольжения вблизи Sкр




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 $\varepsilon_к$, согласно работе [4], применяется трехфазный цикл, как обеспечивающий меньший расход рабочего тела в приводе. Однако трехфазная АБС имеет более сложную конструкцию модулятора

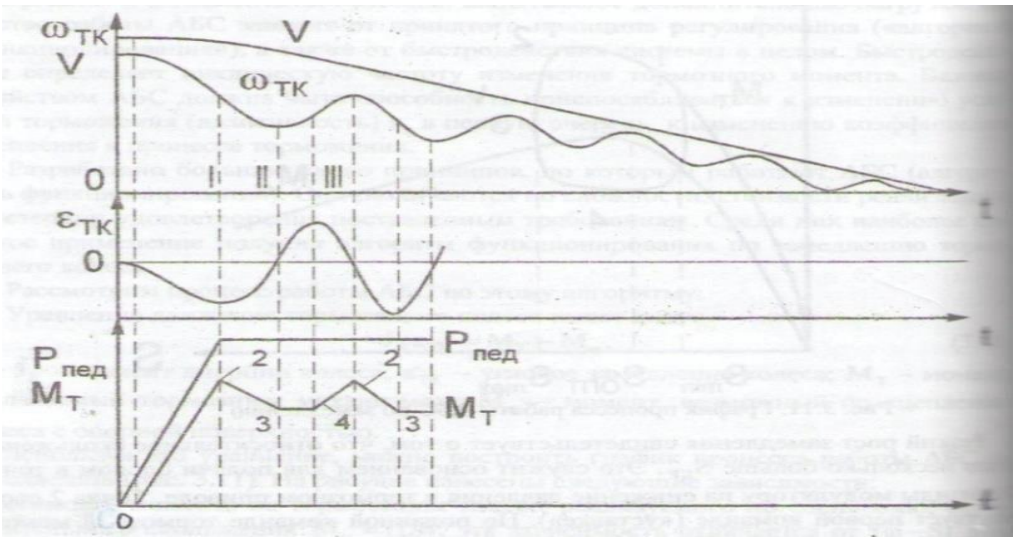



Рисунок 1.9 - График изменения параметров торможения автомобиля с АБС во времени

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

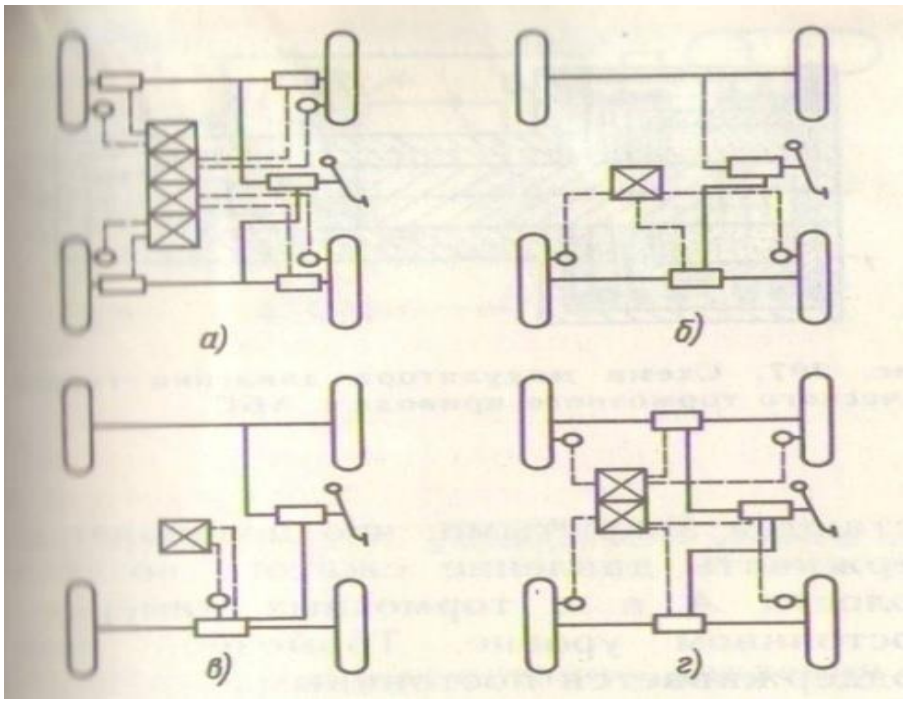



Рисунок 1.10 - Схемы установки элементов АБС на автомобиле

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;

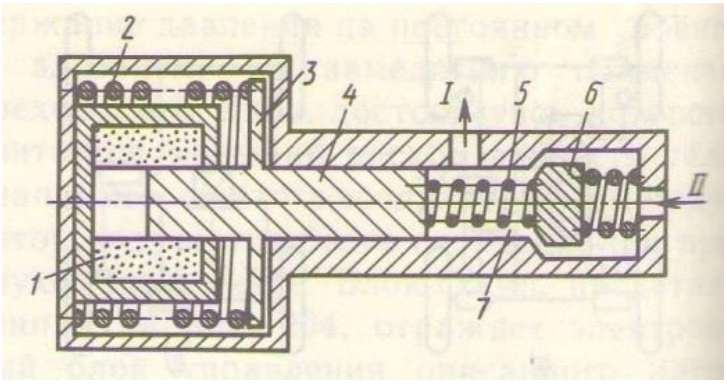
многоканальная АБС с ограничением тормозные усилия поотдельности на каждом взятом колесе.

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 исполняется в двух вариантах: с замкнутым контуром, с разомкнутым контуром. Замкнутый ил 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 снижается давление в приводе и уменьшается тормозной момент. После этого блок управления подает сигнал на повышение давления и в дальнейшем циклы смены фаз повторяются.

Датчики скорости колеса, представленный рисунке 1.12, 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.

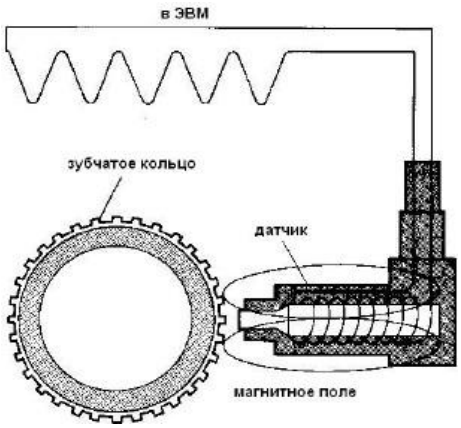



Рисунок 1.12 - Датчик АБС

Выводы по разделу один

Во первом разделе рассмотрели конструкцию разрабатываемого автомобиля – легковой переднеприводный автомобиль малого класса с двигателем, расположенным поперек продольной оси автомобиля.

Для модернизации тормозной системы был выбран переднеприводной автомобиль ВАЗ 1118 Лада Калина. Были расмотрены тормозной механизм проектируемого автомобиля и принцип работы АБС.

# 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1 Расчет показателей тормозной динамике автомобиля

В расчете тормозной динамики приняты следующие допущения:

- торможение осуществляется на прямолинейной, горизонтальной и ровной дороге;

- силы сопротивления качению и воздуха не учитываются;

- все колёса транспортного средства имеют одинаковые условия сцепления с опорной поверхностью;

- колебания подвески не влияют на нормальную реакцию дороги;

В зависимости от вида транспортного средства, для которого проектируется тормозная система, принимается следующая расчётная схема рисунок 2.1.

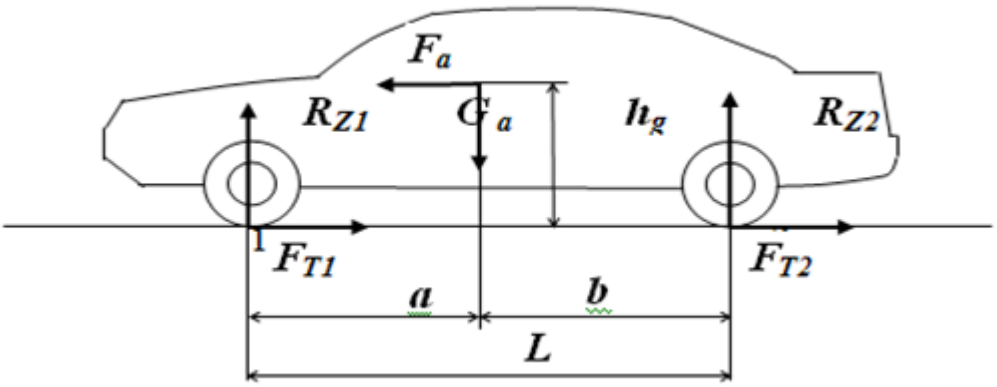



Рисунок 2.1 – Схема для расчета тормозной динамики

### 2.1.2 Расчет реакции дороги (норм)

1) Определим нагрузки на мосты для снаряженного состояния:

По технической характеристике распределение снаряженной массы по осям составлет 61%/39%, тогда

- нагрузка, приходящаяся на передний мост

$$G_1 = \frac{61 \cdot 1080}{100} \cdot 9{,}81 = 6432{,}8 \text{ Н;} \quad (2.10)$$

- нагрузка, приходящаяся на задний мост

$$G_2 = \frac{39 \cdot 1080}{100} \cdot 9{,}81 = 4132{,}0 \text{ Н:} \quad (2.11)$$

- вес автомобиля

$$G = 1080 \cdot 9{,}81 = 10594{,}8 \text{ Н.}$$

для груженого состояния:

По технической характеристике распределение полной массы по осям составлет 49%/51%, тогда

- нагрузка, приходящаяся на передний мост

$$G_{1гр} = \frac{49 \cdot 1555}{100} \cdot 9{,}81 = 7474{,}7 \text{ Н;} \quad (2.13)$$

- нагрузка, приходящаяся на заднюю ось

$$G_{2гр} = \frac{51 \cdot 1555}{100} \cdot 9{,}81 = 7779{,}8 \text{ Н:} \quad (2.14)$$

- полный вес автомобиля

$$G_{гр} = 1555 \cdot 9{,}81 = 15254{,}6 \text{ Н.}$$

2) Расчитываем удельные нагрузки на задний мост

для снаряженного состояния

$$\psi = \frac{G_2}{G} = \frac{4132{,}0}{10549{,}8} = 0{,}39; \quad (2.15)$$

- для груженого состояния

$$\psi_{\text{гр}} = \frac{G_{2\text{гр}}}{G} = \frac{7779,8}{15254,6} = 0,51. \quad (2.16)$$

3) Определим высоту центра масс автомобиля:

для снаряженного состояния:

- высота центра масс

$$h_{\text{д}}^{\text{с}} = (0,39 \pm 0,02) \cdot H = 0,37 \cdot 1500 = 555,0 \text{ мм}; \quad (2.17)$$

- удельная высота центра масс

$$\chi = \frac{h_{\text{д}}^{\text{с}}}{L} = \frac{555,0}{2470} = 0,225, \quad (2.18)$$

где $L$ – колесная база автомобиля (из табл. 2.1 $L$ = 2470 мм).

для груженого состояния:

- высота центра масс

$$h_{\text{д}} = (1,03 \pm 0,02) \cdot h_{\text{д}}^{\text{с}} = 1,05 \cdot 555,0 = 571,7 \text{ мм}; \quad (2.19)$$

- удельная высота центра масс

$$\chi = \frac{h_{\text{д}}}{L} = \frac{571,7}{2470} = 0,231. \quad (2.20)$$

4) Рассчитаем нормальные реакции на колесе:

- на передней оси

$$R_{z1} = G \cdot (1 - \psi + \chi \cdot z); \quad (2.21)$$

- на задней оси

$$R_{z2} = G_{\text{гр}} \cdot (\psi - \chi \cdot z). \quad (2.22)$$

Произведём расчёт для одной строки таблицы.

$$R_{z1} = G \cdot (1 - \psi + \chi \cdot z) = 10594{,}8 \cdot (1 - 0{,}39 + 0{,}225 \cdot 0{,}1) = 6700{,}9 \text{ Н};$$

$$R_{z2} = G_{гр} \cdot (\psi - \chi \cdot z) = 15254{,}6 \cdot (0{,}39 - 0{,}231 \cdot 0{,}1) = 7426{,}8 \text{ Н}.$$

Результаты расчета сводим в таблицу 2.2.1

2.1.3 Расчет тормозных сил и моментов

1) Расчет тормозных сил:

Тормозные силы рассчитываются по формулам

- для передней оси

$$F_{\tau 1}^{u} = z \cdot R_{z1}; \quad (2.23)$$

- для задней оси

$$F_{\tau 2}^{u} = z \cdot R_{z2}. \quad (2.24)$$

2) Расчет тормозных моментов:

- для передней оси

$$M_{\tau 1}^{u} = F_{\tau 1}^{u} \cdot r_d; \quad (2.25)$$

- для задней оси

$$M_{\tau 2}^{u} = F_{\tau 2}^{u} \cdot r_d. \quad (2.26)$$

3) Расчет удельных тормозных сил:

$$D_{\tau 1}^{и} = \frac{F_{\tau 1}^{u}}{G},\ D_{\tau 2}^{и} = \frac{F_{\tau 2}^{u}}{G}; \quad (2.27)$$

Произведём расчёт для одной строки таблицы.

$$F_{\tau 1}^{u} = z \cdot R_{z1} = 0{,}1 \cdot 6700{,}9 = 670{,}1 \text{ Н};$$

$$F_{\tau 2}^{u} = z \cdot R_{z2} = 0{,}1 \cdot 7426{,}8 = 742{,}7 \text{ Н};$$

$$M_{\tau 1}^{u} = F_{\tau 1}^{u} \cdot r_d = 670{,}1 \cdot 0{,}275 = 184{,}5 \text{ Н·м};$$

$$M_{\tau 2}^{u} = F_{\tau 2}^{u} \cdot r_d = 742{,}7 \cdot 0{,}275 = 204{,}5 \text{ Н·м};$$

$$D_{\tau 1}^{и} = \frac{F_{\tau 1}^{u}}{G} = \frac{670,1}{10594,8} = 0,063;$$

$$D_{\tau 2}^{и} = \frac{F_{\tau 2}^{u}}{G} = \frac{742,7}{15254,6} = 0,049.$$

Результаты расчета сводим в таблицу 2.1.1.

Таблица 2.2.1 – Результаты расчета тормозной динамики

| $z$ | $R_{z1}$ | $R_{z2}$ | $F_{т1}^{и}$ | $F_{т2}^{и}$ | $M_{т1}^{и}$ | $M_{т2}^{и}$ | $D_{\tau 1}^{и}$ | $D_{\tau 2}^{и}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Н | | | | Нм | | | |
| Снаряженное состояние | | | | | | | | |
| 0 | 6462,8 | 4132,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,000 | 0,000 |
| 0,1 | 6700,9 | 3893,9 | 670,1 | 389,4 | 184,5 | 107,2 | 0,063 | 0,037 |
| 0,2 | 6939,0 | 3655,8 | 1387,8 | 731,2 | 382,1 | 201,3 | 0,131 | 0,069 |
| 0,3 | 7177,0 | 3417,8 | 2153,1 | 1025,3 | 592,9 | 282,3 | 0,203 | 0,097 |
| 0,4 | 7415,1 | 3179,7 | 2966,0 | 1271,9 | 816,7 | 350,2 | 0,280 | 0,120 |
| 0,5 | 7653,1 | 2941,7 | 3826,6 | 1470,8 | 1053,6 | 405,0 | 0,361 | 0,139 |
| 0,6 | 7891,2 | 2703,6 | 4734,7 | 1622,2 | 1303,7 | 446,7 | 0,447 | 0,153 |
| 0,7 | 8129,3 | 2465,5 | 5690,5 | 1725,9 | 1566,9 | 475,2 | 0,537 | 0,163 |
| 0,8 | 8367,3 | 2227,5 | 6693,9 | 1782,0 | 1843,2 | 490,7 | 0,632 | 0,168 |
| 0,9 | 8605,4 | 1989,4 | 7744,8 | 1790,5 | 2132,5 | 493,0 | 0,731 | 0,169 |
| 1,0 | 8843,4 | 1751,4 | 8843,4 | 1751,4 | 2435,0 | 482,2 | 0,835 | 0,165 |
| Груженое состояние | | | | | | | | |
| 0 | 7474,7 | 7779,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,000 | 0,000 |
| 0,1 | 7827,8 | 7426,8 | 782,8 | 742,7 | 215,5 | 204,5 | 0,051 | 0,049 |
| 0,2 | 8180,8 | 7073,7 | 1636,2 | 1414,7 | 450,5 | 389,6 | 0,107 | 0,093 |
| 0,3 | 8533,9 | 6720,7 | 2560,2 | 2016,2 | 704,9 | 555,2 | 0,168 | 0,132 |
| 0,4 | 8886,9 | 6367,6 | 3554,8 | 2547,1 | 978,8 | 701,3 | 0,233 | 0,167 |
| 0,5 | 9240,0 | 6014,6 | 4620,0 | 3007,3 | 1272,1 | 828,1 | 0,303 | 0,197 |
| 0,6 | 9593,0 | 5661,5 | 5755,8 | 3396,9 | 1584,9 | 935,3 | 0,377 | 0,223 |
| 0,7 | 9946,1 | 5308,5 | 6962,2 | 3715,9 | 1917,1 | 1023,2 | 0,456 | 0,244 |
| 0,8 | 10299,1 | 4955,4 | 8239,3 | 3964,4 | 2268,7 | 1091,6 | 0,540 | 0,260 |
| 0,9 | 10652,2 | 4602,4 | 9586,9 | 4142,2 | 2639,8 | 1140,5 | 0,628 | 0,272 |
| 1,0 | 11005,2 | 4249,3 | 11005,2 | 4249,3 | 3030,3 | 1170,1 | 0,721 | 0,279 |

2.1.4 Расчет удельных тормозных сил по сцеплению колеса с дорогой

Удельные тормозные силы по сцеплению в контакте колеса переднего и заднего мостов с дорогой рассчитываются по формулам:

$$D^{и}_{\tau\mu 1} = \left( \frac{1-\psi}{\chi} + D^{и}_{\tau\mu 2} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1-\mu \cdot \chi}; \quad (2.28)$$

$$D^{и}_{\tau\mu 2} = \left( \frac{\psi}{\chi} - D^{и}_{\tau\mu 1} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1+\mu \cdot \chi}. \quad (2.29)$$

Произведём расчёт для одной строки таблицы 2.2.2

$$D^{и}_{\tau\mu 1} = \left( \frac{1-\psi}{\chi} + D^{и}_{\tau\mu 2} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1-\mu \cdot \chi} = \left( \frac{1-0,39}{0,225} + 0 \right) \cdot \frac{0,1 \cdot 0,225}{1-0,1 \cdot 0,225} = 0,0624;$$

$$D^{и}_{\tau\mu 1} = \left( \frac{1-\psi}{\chi} + D^{и}_{\tau\mu 2} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1-\mu \cdot \chi} = \left( \frac{1-0,39}{0,225} + 0,5 \right) \cdot \frac{0,1 \cdot 0,225}{1-0,1 \cdot 0,225} = 0,0739;$$

$$D^{и}_{\tau\mu 2} = \left( \frac{\psi}{\chi} - D^{и}_{\tau\mu 1} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1+\mu \cdot \chi} = \left( \frac{0,39}{0,225} - 0 \right) \cdot \frac{0,1 \cdot 0,225}{1+0,1 \cdot 0,225} = 0,0339;$$

$$D^{и}_{\tau\mu 2} = \left( \frac{\psi}{\chi} - D^{и}_{\tau\mu 1} \right) \cdot \frac{\mu \cdot \chi}{1+\mu \cdot \chi} = \left( \frac{0,39}{0,225} - 1 \right) \cdot \frac{0,1 \cdot 0,225}{1+0,1 \cdot 0,225} = 0,0169.$$

Результаты расчета сводим в таблицу 2.2.2

Таблица 2.2.2—Удельные тормозные силы по сцеплению колеса с дорогой

| Сост. | Снаряженное состояние | | | | Груженое состояние | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_{т\mu i}{}^{и}$ | $D^{и}_{\tau\mu 1}$ | | $D^{и}_{\tau\mu 2}$ | | $D^{и}_{\tau\mu 1}$ | | $D^{и}_{\tau\mu 2}$ | |
| $\mu$ | при $D^{и}_{\tau\mu 2}=$ | | при $D^{и}_{\tau\mu 1}=$ | | при $D^{и}_{\tau\mu 2}=$ | | при $D^{и}_{\tau\mu 1}=$ | |
| | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 1 |
| 0,1 | 0,0624 | 0,0739 | 0,0399 | 0,0169 | 0,0502 | 0,0620 | 0,0522 | 0,0285 |
| 0,2 | 0,1277 | 0,1513 | 0,0817 | 0,0346 | 0,1028 | 0,1270 | 0,1070 | 0,0584 |
| 0,3 | 0,1962 | 0,2324 | 0,1255 | 0,0532 | 0,1580 | 0,1953 | 0,1644 | 0,0898 |
| 0,4 | 0,2681 | 0,3175 | 0,1714 | 0,0727 | 0,2160 | 0,2670 | 0,2248 | 0,1228 |
| 0,5 | 0,3436 | 0,4069 | 0,2197 | 0,0931 | 0,2771 | 0,3425 | 0,2884 | 0,1575 |
| 0,6 | 0,4230 | 0,5009 | 0,2705 | 0,1146 | 0,3414 | 0,4220 | 0,3553 | 0,1941 |
| 0,7 | 0,5067 | 0,6000 | 0,3240 | 0,1373 | 0,4093 | 0,5060 | 0,4260 | 0,2327 |
| 0,8 | 0,5949 | 0,7045 | 0,3804 | 0,1612 | 0,4811 | 0,5947 | 0,5007 | 0,2735 |
| 0,9 | 0,6882 | 0,8149 | 0,4400 | 0,1865 | 0,5570 | 0,6886 | 0,5798 | 0,3167 |
| 1 | 0,7868 | 0,9317 | 0,5030 | 0,2132 | 0,6376 | 0,7881 | 0,6636 | 0,3624 |
| 1,1 | 0,8913 | 1,0555 | 0,5698 | 0,2415 | 0,7231 | 0,8938 | 0,7526 | 0,4111 |
| 1,2 | 1,0022 | 1,1868 | 0,6408 | 0,2716 | 0,8141 | 1,0064 | 0,8473 | 0,4628 |

Построение графиков по результатам расчета

График представлен на рисунке А.2 в Приложении А.

2.1.5 Определение коэффициента тормозных сил

Построим тормозную диаграмму – зависимость удельной тормозной силы заднего моста от удельной тормозной силы переднего моста. Она необходима для того чтобы выбрать показатель распределения тормозных сил Ф.

Чтобы выбрать показатель распределения $\Phi$ на параболе наносится точка исходя из условия:

$$z \geq \frac{j_{\text{пред}}}{g},$$

через нее проводят линию.

Предельное замедление $j_{\text{пред}} = 7$ для данного класса автомобиля (М1 – автомобиль для перевозки пассажиров с числом сидячих мест 1..9).

Относительное замедление

$$z = \frac{j_{\text{пред}}}{g} = \frac{7}{9{,}81} = 0{,}7. \qquad (2.30)$$

$$\Phi = \frac{M_{т2}}{M_{т1} + M_{т2}} = \frac{107{,}2}{184{,}5 + 107{,}2} = 0{,}368 \cdot$$

Точка пересечения параболы и прямой – точка критического замедления, при замедлении выше этой точки у автомобиля будет всегда первым блокироваться задний мост.

Выводы по разделу два

# 3 КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

## 3.1 Исходные данные для расчета

Для установки на автомобиль ВАЗ-1118 были выбраны дисковые невентилируемые тормоза изображенном на рисунке 1.3, т.к. в отличие от вентилируемых они не снижают ресурс тормозных колодок.

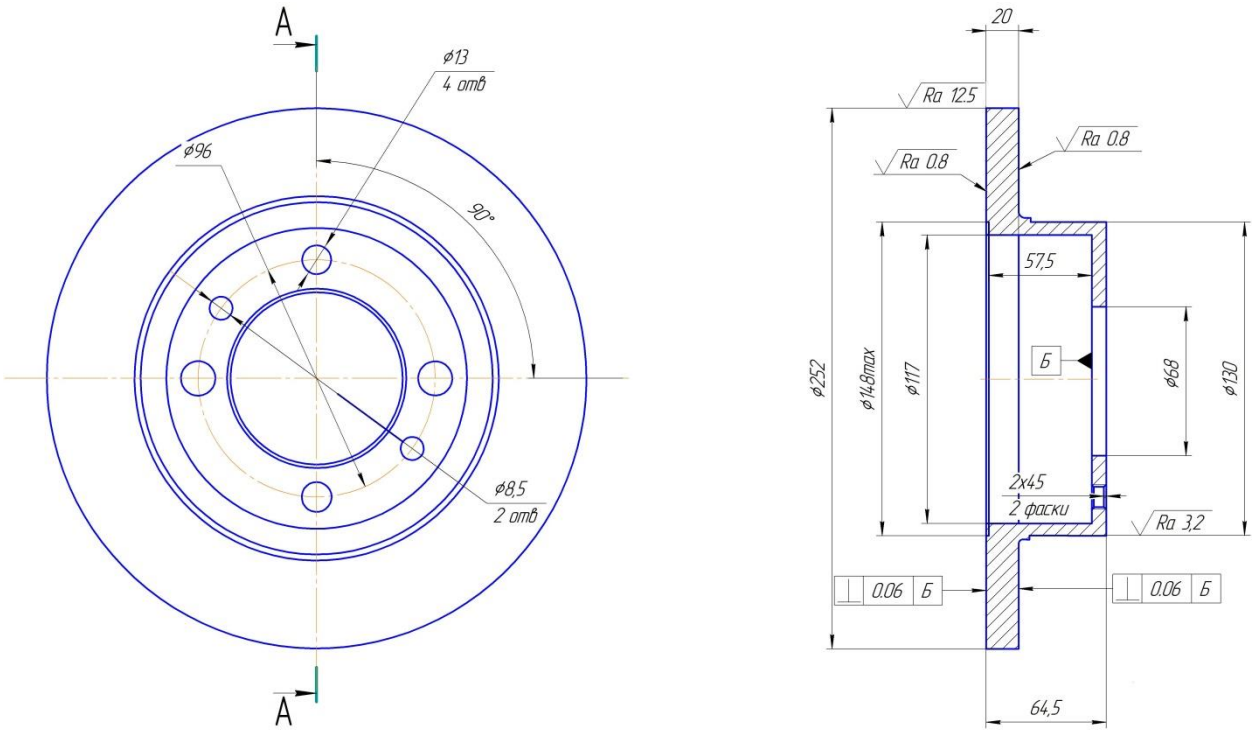



Рисунок 3.1– Дисковые тормоза

Для определения основных конструктивных параметров дискового тормозного механизма необходимо выполнить их расчет. Необходимые исходные данные приводим в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета тормозного механизма

| Параметр | Обозначение | Размерность | Значение |
|---|---|---|---|
| Масса автомобиля | $M_a$ | кг | 1555 |
| Диаметр главного тормозного цилиндра | $D$ | мм | 30 |
| Передаточное число педали | $i_{\text{п}} = \frac{l}{l'}$ | - | 5 |
| КПД привода | $\eta$ | - | 0,92 |
| Максимальное усилие на педали | $P_{\text{п}}$ | Н | 500 |
| Требуемый момент (табл. 3.1) | $M_{\text{т1п}} = M_{\text{т2(гр)}}$ | Н·м | 1170,1 |
| Средний радиус фрикционной накладки | $r_{\text{с}}$ | м | 0,0926 |
| Коэффициент трения | $\mu$ | - | 0,4 |
| Диаметры тормозных цилиндров соответственно передних и задних колёс. | $d_1 = d_2$ | мм | 48 |
| Радиус внутренней окружности фрикционной накладки тормозного механизма | $r_{\text{в}}$ | мм | 55 |
| Радиус наружной окружности фрикционной накладки тормозного механизма | $r_{\text{н}}$ | мм | 117 |
| Угол охвата фрикционной накладки | $\theta$ | градус | 60 |

3.2 Расчёт переднего тормозного диска

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

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

$$M_{T1} = C_1 \cdot F \cdot R_{ср}, \qquad (3.10)$$

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

Rср – средний (эффективный) радиус трения колодки, см;

С1 – передаточное число переднего тормозного механизма;

МТ1 -тормозной момент, кг·см.

Усилие, создаваемое колесным цилиндром, определяем по формуле:

$$F = (P_1 - P_{01}) \cdot S_1 \cdot \eta_1 \cdot n, \quad (3.11)$$

где P1 – давление в цилиндрах переднего тормоза, кг/см2;

P01 – начальное давление срабатывания переднего тормоза, кг/см2;

S1 – площадь поршня переднего тормозного цилиндра, см2;

η1 – 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:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D2}{4}, \quad (3.12)$$

где D1 – диаметр поршня тормозного цилиндра, см;

$S1$ – площадь поршня, см2

$$S_1 = 18{,}09 \text{см}^2$$

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

$$R_{ср} = \frac{2}{3} \frac{R^3_{нар1} - R^3_{вн1}}{R^3_{нар1} - R^3_{вн1}}, \quad (3.13)$$

Где Rнар1 – наружный радиус тормозного диска, см;

Rвн1 – внутренний радиус тормозного диска, см

$$R_{ср} = 11{,}8 \text{см}$$

Передаточное отношение передних тормозов определяем по формуле:

$$C = 2\mu_1 = 2 \cdot 0{,}4 = 0{,}8, \quad (3.14)$$

Где μ1 – 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 получим значения коэффициента:

$K_1 = 0{,}8 \cdot 18{,}09 \cdot 11{,}8 \cdot 0{,}92 \cdot 1 = 162{,}2$ см$^3$

Тогда формула расчета тормозного момента (3.10),приобретает следующий вид (3.15):

$$M_{T1} = K_1(P_1 - P_{01}) = 162{,}2 \cdot (P_1 - 2). \quad (3.15)$$

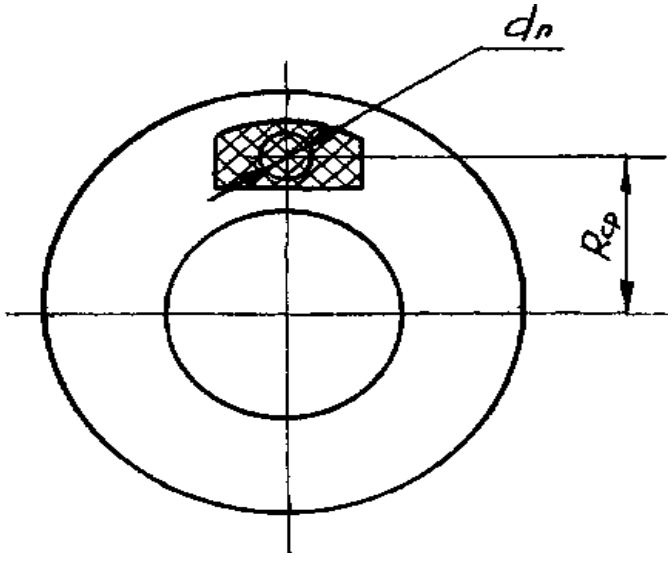



Рисунок 3.2– Расчетная схема переднего тормоза

3.3 Расчет заднего тормозного механизма

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

$$M_{T2} = M_{2a} + M_{2n}, \quad (3.16)$$

где М2а – тормозной момент активной колодки, кг.см;

М2п – тормозной момент пассивной колодки, кг.см.

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

$$M_{2a} = F_{2a} \cdot R_{mp}, \quad (3.17)$$

$$M_{2n} = F_{2n} \cdot R_{mp}, \quad (3.18)$$

Где F2а – равнодействующая всех сил действующих на активную колодку, кг;

F2п – равнодействующая всех сил действующих на пассивную колодку, кг

$R_{TP}$ – радиус трения, см.

Радиус трениринимаем равным внутреннему радиусу барабана

$R_{mp} = D_{вн2}/2 = 10$см

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

$$F_{2a} = C_{2a} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \quad (3.19)$$

$$F_{2n} = C_{2n} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \quad (3.20)$$

Где Р2 – давление в цилиндре заднего тормоза, кг/см2;

F – равнодействующие всех сил, кг;

Р02 – начальное давление срабатывания заднего тормоза, кг/см2;

С2а – передаточное число активной колодки;

С2п – передаточное число пассивной колодки;

S2 – площадь поршня заднего тормозного цилиндра, см2;

η2 – КПД заднего тормозного цилиндра.

Передаточные числа активной и пассивной колодок можно определить по формулам :

$$C_{2a} = \frac{\mu_2 . h_{21}}{k0 \cdot h_{22} - \mu_2 . (R_{тр} - k_0 \cdot (h_{23}/_2)} \quad (3.21)$$

$$C_{2n} = \frac{\mu_2 . h_{21}}{k0 \cdot h_{22} - \mu_2 . (R_{тр} - k_0 \cdot (h_{23}/_2)}. \quad (3.22)$$

где μ2 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском;

k0 – коэффициент касательных сил;

h21 – большее расстояние между опорами колодок, см;

h22 – расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок, см;

h23 – меньшее расстояние между опорами колодок, см.

Коэффициент касательных сил трения определяем по формуле:

$$k0 = \frac{B_r \cdot \sin(B)}{4 \cdot \sin(\frac{B}{2})}, \quad (3.23)$$

где В – угол охвата колодок, град;

Br – угол охвата колодок, рад; Br = В./180 = 1,885 рад

$$k0 = 0{,}876;$$

$$C_{2a} = 1{,}302;$$

$$C_{2n} = 0{,}53$$

$$S_2 = \frac{\pi_2 . D^2}{4}, \quad (3.24)$$

где D2 – диаметр поршня заднего тормозного цилиндра, см;

*S*2 - площадь поршня, см2;

Введя обозначения $K_2 = (C_{2a} + C_{2n}) \cdot S_2 \cdot R_{mp} \cdot \eta_2$

И подставим значенияполучим:

$$\mathrm{M_{T2}} = K_2 \cdot (P_2 - P_{02}) = 58.13 \cdot (P_2 - 5). \quad (3.25)$$

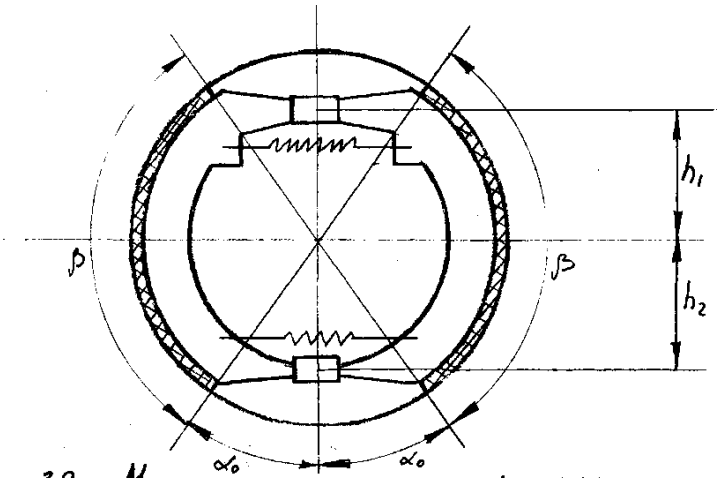



Рисунок 3.3– Расчетная схема заднего барабанного тормоза

3.4 Уточнение диаметров $d_1$ и $d_2$

Тормозных цилиндров и необходимого давления в тормозном гидроприводе

Усилие, подводимое от педали к штоку поршня главного тормозного цилиндра определим из уравнения

$$P_{\text{п}} \cdot i_{\text{п}} \cdot \eta = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P_i . \quad (3.26)$$

Давление жидкости в гидроприводе тормозной системы, создаваемое водителем при давлении на педали $P_{\text{п}}$ = 500 Н

$$P_i = \frac{4 \cdot P_{\text{п}} \cdot i_{\text{п}} \cdot \eta}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 500 \cdot 4 \cdot 0{,}92}{3{,}14 \cdot 30^2} = 2{,}60 \text{ МПа.}$$

Нормальная сила $N$, действующая на один поршень задних колес

$$N_{\text{п}} = \frac{M_{\text{т1п}}}{2 \cdot \mu \cdot r_{\text{с}}} = \frac{1170{,}1}{2 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}0926} = 15794{,}5 \text{ Н.} \qquad (3.27)$$

Давление в гидросистеме $P_i$, необходимое для создания на поршне колесного цилиндра с $d_1$ = 48 мм силу $N_{\text{п}}$ = 15794,5 Н

получим из формулы:

$$P_i = \frac{4 \cdot N_{\text{п}}}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 15794{,}5}{3{,}14 \cdot 48^2} = 8{,}73 \text{МПа.}$$

Чтобы реализовать на поршне тормозного цилиндра $d_1$ силу $N_{\text{п}}$ = 15794,5 Н, необходимо создать в гидросистеме тормозного привода давление $P_i$ = 8,73 МПа. Но при усилии на педали $P_{\text{п}}$ = 500 Н в гидросистеме создается давление $P_i$ = 2,60 МПа. Существует два выхода:

а) увеличить давление в гидросистеме с помощью гидровакуумного усилителя в 8,73/2,60 = 3,35 раза;

б) увеличить диаметр колесного цилиндра при $P_i$ = 3,25 МПа до величины

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot N_{\text{п}}}{\pi \cdot P_i}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15794{,}5}{3{,}14 \cdot 2{,}60}} = 87{,}9 \text{ мм.} \qquad (3.28)$$

Гидровакуумный усилитель автомобиля ВАЗ-1118 при чатоте вращения коленчатого вала холостого хода увеличивает давления в 4,1 раз, следовательно, принятые конструктивные параметры тормозного механизма обеспечат реализацию требуемого тормозного момента.

3.5 Расчет хода педали дискового тормаза

Ход педали $S_{max}$ для изношенного механизма рассчитываем по уравнению.

.Принимая холостой ход поршня $\delta_1 = \delta_2$ = 0,1мм, а зазор между поршнем и штоком главного цилиндра $\delta_0$= 1 мм и, наконец, – $d_1$ = $d_2$, получаем при износе тормозной накладки $\lambda_1$= $\lambda_2$ = 2,5 мм

$$S_{max} = \left[ \frac{4 \cdot [d_1^2 \cdot (\delta_1 + \lambda_1) + d_2^2 \cdot (\delta_2 + \lambda_2)]}{D^2} + \delta_0 \right] i_п = \\ = \left[ \frac{4 \cdot [48^2 \cdot (0,1 + 2,5) + 48^2 \cdot (0,1 + 2,5)]}{30^2} + 1 \right] \cdot 4 = 217,0 \text{ мм}. \quad (3.29)$$

Расчет не учитывает деформации гидропривода и жидкости.

Максимальный ход педали тормоза (217 мм) превышает допустимый – равный 150 мм. Получить меньший ход педали возможно за счёт корректировки параметров тормозного механизма и гидропривода. Из уравнения для $S_{max}$ следует, что снижая диаметры колёсных цилиндров $d_1$, $d_2$ и увеличивая диаметр главного цилиндра $D$, можно уменьшить ход педали до необходимого уровня. Однако, уменьшая диаметры колесных цилиндров $d_1$, $d_2$ и увеличивая диаметр главного гидроцилиндра, мы должны увеличивать удельное давление $P_i$ в системе, а это возможно лишь при установке гидровакуумного усилителя. В этом случае надо уменьшить величину допустимого износа до $\lambda_1 = \lambda_2 = 1,7$ мм, тогда:

$$S_{max} = \left[ \frac{4 \cdot [d_1^2 \cdot (\delta_1 + \lambda_1) + d_2^2 \cdot (\delta_2 + \lambda_2)]}{D^2} + \delta_0 \right] i_п = \\ = \left[ \frac{4 \cdot [48^2 \cdot (0,1 + 1,7) + 48^2 \cdot (0,1 + 1,7)]}{30^2} + 1 \right] \cdot 4 = 151,5 \text{ мм}.$$

Небольшое превышение вполне допустимо

3.6 Определени среднго удельного давлния га фрикционную накладку тормозного механизма

Расчет ведем для задних колес

$$P_{\text{уд}} = \frac{N_{\text{п}}}{F_{\text{н}}} = \frac{18150}{5583,7} = 2,83 \text{ МПа}, \quad (3.30)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь фрикционной накладки:

$$F_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot (r_{\text{н}}^2 - r_{\text{в}}^2) \cdot \theta^\circ}{360^\circ} = \frac{3,14 \cdot (117^2 - 55^2) \cdot 60^\circ}{360^\circ} = 5583,7 \text{ мм}^2. \quad (3.31)$$

Удельное давление находится в допустимых пределах. Оно должно быть не свыше 3 МПа.

3.7 Удельная работа трения

Расчет удельной работы трения ведём по формуле:

$$L_{\text{уд}} = \frac{G_a \cdot V_{\text{н}}^2}{254 \cdot F_\Sigma} = \frac{1555 \cdot 9,8 \cdot 60^2}{254 \cdot 44669,3} = 4,84 \text{ Дж/мм}^2, \quad (3.32)$$

где $F_\Sigma$ – суммартная площадь фрикционных накладок (на каждое колесо приходится по две накладки):

$$F_\Sigma = 8F = 8 \cdot 5583,7 = 44669,3 \text{ мм}^2. \quad (3.33)$$

Удельная работа трения не превышает допустимых пределов.

3.8 Повышение температуры при однократном торможении

Повышение температуры определим по формуле:

$$\Delta t = \frac{1{,}034 \cdot 10^{-6} \cdot G_a \cdot V_{\text{н}}^2}{C_{\text{уд}} \cdot m_{\text{т}} \cdot n_{\text{т}}} = \frac{1{,}034 \cdot 10^{-6} \cdot 1555 \cdot 9{,}81 \cdot 30^2}{0{,}125 \cdot 3{,}3 \cdot 4} = 8{,}6 \ ^\circ\text{C}, \qquad (3.34)$$

где $m_{\text{т}}$ – масса одного диска ($d$ = 234 мм; толщина $h$ = 10 мм; $\gamma$ = 7,8 г/см$^3$)

$$m_{\text{т}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot \gamma = \frac{3{,}14 \cdot 23{,}4^2 \cdot 1 \cdot 7{,}8}{4} = 3354 \text{ г} = 3{,}3 \text{ кг}. \qquad (3.35)$$

Повышение температуры не должно быть больше $15^{\circ}$C.

При расчете $\Delta t$ предполагалось, что тормозной диск сплошной с $d$ = 234 мм. В действительности, он имеет еще и ступицу, которая крепится к ступице колеса, что увеличивает массу диска. Таким образом, в расчете использована меньшая масса диска и результат получается несколько больше действительного, но не превышает допустимого $\Delta t \le 15^{\circ}$.

Расчет скобы дискового тормозного механизма

Изгиб скобы дискового тормозного механизма:

$$Q = F_s. \qquad (3.36)$$

Изгибающий момент:

$$M_{\text{и}} = Q \cdot (h + \text{rsin}(\pi - \alpha)). \qquad (3.37)$$

Наибольшее значение момента при $\alpha = \pi/2$.

$$\sigma_u = \frac{Q \cdot (h + r)}{W} < [\sigma_u]. \quad (3.38)$$

Рисунок 3.3 – Расчетная схема скобы дискового тормоза.

где $F_s$ – сила приложенная к консольному участку скобы, Н;

[σ] – допустимое напряжение изгиба, МПа;

$W$ – момент сопротивления слабого сечения, мм$^3$.

Из чертежа определяем $h$ = 40 мм, $r$ = 20 мм.

[σ] = 450 МПа для стальных и чугунных скоб.

$$F_S = p \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot 3 = 8,73 \cdot \frac{3,14 \cdot 48^2}{4} \cdot 3 = 47383,6 \text{ Н} \quad (3.39)$$

$B$ = 250 мм, $H$ = 15 мм.

$$W = \frac{B \cdot H^2}{6} = \frac{250 \cdot 15^2}{6} = 9375 \text{ мм}^3; \quad (3.40)$$

$$\sigma = \frac{F_s \cdot (h + r)}{W} = \frac{47383,6 \cdot (40 + 20)}{9375} = 303,3 \text{ МПа} < 450\text{МПа}$$

3.9 Раскрытие скобы

Допускаемое раскрытие [$\delta$] = 3…5 мм.

$$\delta = \frac{Q}{E \cdot I}\left(\frac{h^3}{3} + r \cdot \left(h^2 \cdot \frac{\pi}{2} + 2 \cdot h \cdot r + r^2 \cdot \frac{\pi}{2}\right)\right) \quad (3.41)$$

$Q = F_s$ = 47383,6 Н;

$$I = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{250 \cdot 15^3}{12} = 70312,5 \text{ мм}^4; \quad (3.42)$$

$$\delta = \frac{47383,6}{2 \cdot 10^5 \cdot 70312,5} \cdot \left[\frac{40^3}{3} + 20 \cdot \left(40^2 \cdot \frac{3,14}{2} + 2 \cdot 40 \cdot 20 + 20^2 \cdot \frac{3,14}{4}\right)\right] = 0,370 \text{ мм} < 4 \text{ мм}$$

.

3.10 Срез болтов крепления тормозного диска:

$$F_{ср} = \frac{M \cdot \tau_{max}}{R_б}; \quad (3.43)$$

$$\tau_{ср} = \frac{F_{ср}}{n \cdot S_б} \leq [\tau], \quad (3.44)$$

где $F_{ср}$ – усилие среза;

$\tau_{ср}$ – напряжение среза;

$R_б$ – радиус окружности, по которой расположены болты;

$S_б$ – площадь поперечного сечения болта;

$n$ – число болтов;

$М\tau_{max}$ = 4344,471 Н·м;

$R_б$ = 58 мм;

$$F_{ср} = 4344,471/0,058 = 74904,67 \text{ Н}. \quad (3.45)$$

Для болта М16

$$S_б = \frac{\pi d_б^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 200,96 \text{ мм}^2.$$

Принимаем количество болтов $n$ = 5;

$$\tau_{ср} = \frac{74904,67}{5 \cdot 200,96} = 74,55 \text{ МПа} < 110 \text{МПа}$$

Таким образом, прочность расчитанных элементов при выбранных конструктивных параметрах обеспечена.

Выводы по разделу три

В данном разделе были проведены расчёт тормозного механизма, расчёт, хода педали тормозного механизма , определения среднего удельного давления на фрикционную накладку а также расчёт тормозного мханизма на прочность.

# 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В технологическомраздле проекта разработана технология сборки ступицы заднего колеса в сборе с тормозным механизмом легкового автомобиля малого класса. За аналог принят автомобиль ВАЗ 1118 Лада Калина. При разработке технологического процесса сборки использовалось учебное пособие [].

## 4.1 Анализ исходных данных.

Ступица заднего колеса изображенной на рисунке 4.1 может быть отнесена к важнейшим деталям ходовой части автомобиля ВАЗ-1118. Деталь выполняет функцию передачи части веса автомобиля на ведомое колесо. На ней расположен конический подшипник; к ступице крепится диск заднего тормоза. Деталь изготавливают из легированной стали 40ХГНМ по ГОСТ 4543-71.

На рисунке 4.1 показано гидроагрегат АБС и датчики скорости колес проектируемого автомобиля.

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 заднего 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.

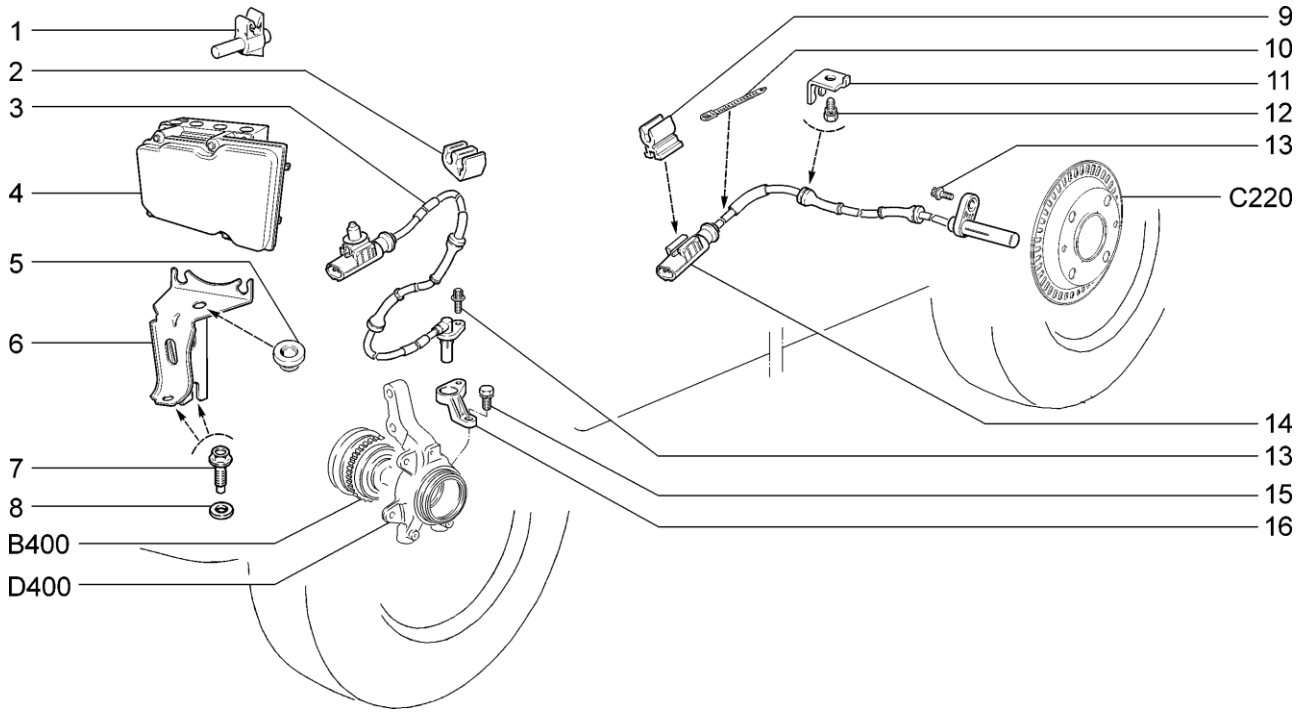



Рисунок 4.2 – гидроагрегат АБС и датчики скорости колес

А в таблице 4.1 прдоставлен перечень наимнований для проектируемого автомобиля

Таблица 4.1–Перечень наименований

| 11183–30(01) 11183–31(01) 11183-33(01)<br>11184–30(02) 11184–3302) 11184–40(02) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № поз. | № извещ. об изменении | Дата выпуска изв. | Вкл. в з/ч | Номер детали, варианты | Применяе-мость | Кол. | Наименование |
| 1 | | | + | 21010-1104022-00 | | 1 | Скоба (лонжерон передний правый) |
| 2 | | | + | 11180-3538432-00 | | 3 | Скоба |
| 3 | | | + | 11180-3538350-00 | | 2 | Датчик скорости переднего колеса |
| 4 | | | + | 11180-3538010-01 | | 1 | Гидроагрегат АБС |
| 5 | | | + | 11180-3538324-00 | | 1 | Демпфер гидроагрегата |
| 6 | | | + | 11180-3538300-00 | | 1 | Кронштейн гидроагрегата |
| 7 | | | + | 21100-1001259-00 | | 2 | Болт |
| 8 | | | + | 00001-0026467-01 | | 2 | Шайба 8 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | | | + | 11180-3538436-00 | | 2 | Скоба колодки датчика скорости колеса |
| 10 | | | + | 00001-0045677-80 | | 1 | Хомут 126,5 (трубка к шлангу левого заднего тормоза) |
| 11 | | | + | 21700-3538434-00 | | 2 | Кронштейн жгута датчика скорости |
| 12 | | | + | 00001-0038241-11 | | 2 | Болт М6х12 с пружинной шайбой |
| 13 | | | + | 11180-3538408-00 | | 4 | Болт |
| 14 | | | + | 11180-3538370-00 | | 2 | Датчик скорости заднего колеса |
| 15 | | | + | 00001-0038256-21 *** | | 2 | Болт М8х16 с пружинной шайбой |
| 16 | | | + | 11180-3538410-00 | | 1 | Кронштейн датчика скорости переднего колеса правый |
| 16 | | | + | 11180-3538410-02 ~ * | | 1 | Кронштейн датчика скорости переднего колеса правый |
| 16 | | | + | 11180-3538411-00 ~ ** | | 1 | Кронштейн датчика скорости переднего колеса левый |
| 16 | | | + | 11180-3538411-02 ~ ** | | 1 | Кронштейн датчика скорости переднего колеса левый |
| * - входит в состав 11180-2901022-10, 11186-2901022-11, 11190-2901022-10, 11196-2901022-10 (D200) | | | | | | | |
| * - входит в состав 11180-2901023-10,11186-2901023-11, 11190-2901023-10, 11196-2901023-10 (D200) | | | | | | | |

4.2 Расчет такта и ритма сборки

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

$$T = \frac{F}{N}; \qquad (4.10)$$

$$T = \frac{4140 \cdot 60}{52734} = 4,71,$$

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:

$$F_д = F_н \cdot K_n; \quad (4.11)$$

$$F_д = 4140 \cdot 0,97 = 4015 \text{ ч},$$

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 $F_д$ такты сборки

$$T_н = \frac{F_н}{N_г} = \frac{4160 \cdot 60}{52734} = 4,74 \quad (4.12)$$

$$T_д = \frac{F_д}{N_г} = \frac{4050 \cdot 60}{52734} = 4,56. \quad (4.13)$$

где Nг – годовая программа выпуска изделий. Номинальный ритм сборки Rн и действительные ритмы сборки Rд можно определить по формулам:

$$R_н = \frac{1}{T_н} = \frac{1}{4,74} = 0,21 \quad (4.15)$$

$$R_д = \frac{1}{T_д} = \frac{1}{4,56} = 0,22. \quad (4.16)$$

4.3 Составление технологического маршрута сборки изделия

Таблица 4.2– Тип и время сборки

| № | Содержание основных и вспомогательных переходов | Время $T_{оп}$, мин |
|---|---|---|
| 1. | Ступица заднего колеса в сборе с тормозным механизмом | |
| 2. | Установить ступицу заднего колеса 1118-3103014 в приспособление пресса | 0,07 |
| 3. | Установить на ступицу диск заднего тормоза | 0,04 |
| 4. | Установить 4 болта крепления заднего колеса 1118-3103039 | 0,1 |
| 5. | Автоматически запрессовать одновременно 4 болта до упора | 0,1 |
| 6. | Снять собранный узел и уложить на накопитель | 0,07 |
| 7. | Установить в оснастку пресса наружное кольцо подшипника | 0,04 |

| | | |
|---|---|---|
| | 1118- 3103020-10 | |
| 8. | Установить в оснастку пресса наружное кольцо второго подшипника 1118-3103020-10 | 0,04 |
| 9. | Запрессовать одновременно в ступицу два кольца подшипников до упора | 0,25 |
| 10. | Снять собранный узел | 0,07 |
| 11. | Установить в приспособление стенда два сальника 1118-3103038 | 0,11 |
| 12. | Установить в приспособление стенда два кольца защитных 1118- 3103034 | 0,05 |
| 13. | Установить в приспособление стенда два внутренних кольца подшипников 1118-3103020-10 | 0,07 |
| Продолжение таблици 4.2 | | |
| 14. | Установить в приспособление стенда две ступицы в сборе | 0,1 |
| 15. | Установить на ступицу в сборе внутреннее кольцо подшипника 1118-3103020-10 | 0,04 |
| 16. | Установить на ступицу в сборе кольцо защитное 1118-3103034 | 0,04 |
| 17. | Установить два сальника 1118-3103038 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 ступицу кронштейн датчика скорости 1118-3538410 | 0,1 |
| 22. | Наживить и затянуть болт М8х16 1/38256/21 | 0,05 |
| 23. | Установить на кронштейн датчика скорости датчик скорости заднего колеса 1118-3538350 | 0,1 |
| 24. | Снять собранный узел | 0,07 |
| | Установить ступицу в сборе на установочный палец каретки | 0,07 |
| 26. | Установить на ступицу кожух защитный заднего тормоза 1118-3501144/145 | 0,1 |
| 27. | Наживить болт 1/38246/11, предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01 | 0,09 |
| 28. | Установить на пуансон кожух грязезащитный 1118-3001045 | 0,1 |
| 29. | Автоматически запрессовать грязезащитный кожух и | 0,15 |

| | | |
|---|---|---|
| | расчеканить в трех равнорасположенных точках | |
| 30. | Снять собранный узел и уложить транспортную ленту конвейера не допуская замятия защитного кожуха | 0,1 |
| 31. | Установить ступицу в сборе в зажимное приспособление конвейера и закрепить | 0,08 |
| 32. | Установить в ступицу в сборе диск тормоза в сборе | 0,09 |
| 33. | Установить на кулак поворотный в сборе тормоз задний в сборе | 0,15 |
| 34. | Развернуть приспособление конвейера на 180˚ | 0,04 |
| 35. | Установить кожух защитный задний 1118-3501148/149 | 0,1 |
| 36. | Наживить и тарировано завернуть два болта 1/59707/30 | 0,09 |
| Окончание таблицы 4.2 | | |
| 37 | Наживить болт 1/38241/11 предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01 | 0,04 |
| | Завернуть болты 1/38241/11 и 1/38246/11 | 0,09 |
| | Итого изделия: | 26 |

Суммарная трудоемкость сборки изделия определяем по формуле:

$$T_{\text{шт}}^{\text{общ}} = T_{\text{оп}}^{\text{общ}} \cdot \left(1 + \left(\alpha + \beta\right)/100\right) = 3,26 \cdot \left(1 + \left(2 + 4\right)/100\right) = 3,456, \quad (4.3.1)$$

где $\alpha$ – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах;

$\beta$ – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах.

По трудоёмкости сборки и годовой программе выпуска определяем тип производства; при трудоемкости 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 3.3.

Таблица 4.4 –Технологический маршрут сборки

| № Операции 10 | Содержание операций | Приспособления, оборудование, инструмент | Время $T_{шт}$, мин |
|---|---|---|---|
| Ступица заднего колеса в сборе с тормозным механизмом | 1. Установить ступицу заднего колеса 1118-3103014 в приспособление пресса | Сборочный стол, приспособле ние запрессовочн ое, пуансон, контейнер для смазки, кисть, отвертка, приспособле ние для запрессовки обойм подшипнико в, гайковерт, оправка. | 3,26 |
| | 2. Установить на ступицу диск заднего тормоза | | |
| | 3. Установить 4 болта крепления заднего колеса 1118-3103039 | | |
| | 4. Автоматически запрессовать одновременно 4 болта до упора | | |
| | 5. Снять собранный узел и уложить на накопитель | | |
| | 6. Установить в оснастку пресса наружное кольцо подшипника 1118- 3103020-10 | | |
| | 7. Установить в оснастку пресса наружное кольцо второго подшипника 1118-3103020-10 | | |
| | 8. Запрессовать одновременно в ступицу два кольца подшипников до упора | | |
| | 9. Снять собранный узел | | |
| | 10. Установить в приспособление стенда два сальника 1118-3103038 | | |
| | 11. Установить в приспособление стенда два кольца защитных 1118- 3103034 | | |
| | 12. Установить в приспособление стенда два внутренних кольца подшипников 1118-3103020-10 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 13. Установить в приспособление стенда две ступицы в сборе | | |
| | 14. Установить на ступицу в сборе внутреннее кольцо подшипника 1118-3103020-10 | | |
| | 15. Установить на ступицук в сборе кольцо защитное 1118-3103034 | | |
| | 16. Установить два сальника 1118-3103038 на два пуансона верхних | | |
| | 17. Автоматически запрессовать два сальника с одновременной смазкой внутренней полости поворотного кулака и подшипников | | |
| | 18. Снять собранный узел на подставку | | |
| | 19. Смазать уплотнительную кромку сальников | | |
| | 20. Установить на ступицу кронштейн датчика скорости 1118-3538410 | | |
| | 21. Наживить и затянуть болт М8х16 1/38256/21 | | |
| | 22. Установить на кронштейн датчика скорости датчик скорости заднего колеса 1118-3538350 | | |
| | 23. Снять собранный узел | | |
| | 24. Установить ступицу в сборе на установочный палец каретки | | |
| | 25. Установить на ступицу кожух защитный заднего тормоза 1118-3501144/145 | | |
| | 26. Наживить болт 1/38246/11, предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01 | | |
| | 27. Установить на пуансон кожух грязезащитный 1118-3001045 | | |
| | 28. Автоматически запрессовать грязезащитный кожух и расчеканить в трех равнорасположенных точках | | |
| | 29. Снять собранный узел и уложить | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | транспортную ленту конвейера не допуская замятия защитного кожуха | | |
| | 30. Установить ступицу в сборе в зажимное приспособление конвейера и закрепить | | |
| | 31. Установить в ступицу в сборе диск тормоза в сборе | | |
| | 32. Установить на кулак поворотный в сборе тормоз задний в сборе | | |
| | 33. Развернуть приспособление конвейера на 180˚ | | |
| | 34. Установить кожух защитный задний 1118-3501148/149 | | |
| | 35. Наживить и тарировано завернуть два болта 1/59707/30 | | |
| | 36. Наживить болт 1/38241/11 предварительно подсобранный с шайбой 1/26437/01 | | |
| | 37. Завернуть болты 1/38241/11 и 1/38246/11 | | |
| | Итого изделия: | | |

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 ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## 5.1 Введение

Улучшение условий труда – важная социальная проблема, решение которой требует от руководителей и специалистов глубоких теоретических знаний и практических навыков в области охраны труда.[7]

Безопасность жизнедеятельности – научная дисциплина, изучающая опасности, окружающие человека в его производственной и повседневной жизни, и способы защиты от них. [7]

Основная цель охраны труда – организация производства, исключить к минимуму травматизм и профессиональные заболевания работников, создание на рабочих местах соответствующих условий труда. [7]

Руководители структурных подразделений, имеющие в своем подчинении каких–либо работников, несут персональную ответственность за состояние охраны труда в своих подразделениях (дисциплинарную, материальную, а в соответствующих случаях – административную и уголовную).

Обязанности руководителя: обучение и инструктаж персонала, обеспечение безопасных условий труда, снабжение средствами индивидуальной защиты (СИЗ), проведение медосмотров, аттестация рабочих мест, расследование несчастных случаев, обязательное социальное страхование от несчастных случаев.

Все основные обязанности работника в области охраны труда прописаны в статье 214 ТК РФ "Обязанности работника в области охраны труда".

Обязанности работника: соблюдать все требования охраны труда; уметь пользоваться средствами индивидуальной защиты;

средствами коллективной защиты; проходить обучение по безопасному исполнению своей работы; проходить обучение оказания первой помощи;

проходить инструктажи по охране труда, стажировку на рабочем месте; проходить обучение и проверку знаний требований охраны труда;

немедленно извещать руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей; проходить медосмотры

5.2 Требования к производственному освещению

5.2.1 Общие положения

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 52.13330.2016 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Требования к освещению состоят в обеспечении достаточной освещенности рабочих поверхностей, высокого качества и надежности осветительных установок, удобства их обслуживания и эксплуатации.

При недостатке света возникает множество проблем и болезней. При правильном освещении повышается работоспособность, а нервная система становится устойчива к стрессу.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000. [9]

Нормированные значения яркости поверхности, кд/м2, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

Минимальная освещенность на рабочих местах не должна отличаться от нормируемой средней освещенности в помещении более чем на 10% согласно СНиП 52.13330.2016. [8]

5.2.2 Искусственное освещение

Для искусственного освещения применяют электрические лампы двух типов: лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы (ГЛ).Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Видимое

излучение (свет) в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити.

К газоразрядным относятся различные типы люминесцентных ламп низкого давления с разным распределением светового потока по спектру:

– лампы белого света (ЛБ);

– лампы с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ);

– лампы холодно-белого света (ЛХБ);

– лампы холодно-белого света улучшенной цветопередачи (ЛХБЦ);

– лампы тепло-белого света (ЛТБ);

– лампы, близкие по спектру к солнечному свету (ЛЕ).

Для общего искусственного освещения помещений должны использоваться источники света с минимально допустимыми показателями цветопередачи не ниже значений, приведенных в таблице 5.2.2.

Таблица 5.2.2 – Минимальные допустимые показатели цветопередачи

| Тип источника света | Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи $R_A$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ≥80 | ≥60 | ≥40 | ≥20 |
| Световые приборы для общего освещения помещений | | | | |
| Световые приборы с люминесцентными источниками света | 50 | 40 | – | – |
| Световые приборы со светодиодными источниками света и светодиодными модулями | 90 | 100 | – | – |
| Световые приборы с натриевыми лампами высокого давления | – | 50 | 60 | – |
| Световые приборы с металлогалогенными источниками света | 55 | 50 | – | – |

Помещения рабочей зоны должны оснащаться рабочим освещением. Помещение оснащается освещением с раздельным управлением, если в пределах одной зоны выполняются работы с различным режимом, либо с различным уровнем естественного освещения. При комбинированном типе, освещение рабочего места лампами общего освещения должно быть нормализовано не менее, чем на

10% в источниках света, используемых для местного освещения.

В этом случае освещение должно быть не менее 75 лк с лампами накаливания, не менее 200 лк с газоразрядными лампами

5.3 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях

Сооружение – механический цех. Площадь 1200 м$^2$. Категорию помещения по пожарной безопасности выбираем В1–В4, согласно таблице 5.3. [10]

Таблица 5.3 – Категории пожароопасности

| Категория помещения | Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении |
|---|---|
| А повышенная взрывопожароопасная | горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таких количествах, которые могут образовать взрывчатые паровоздушные смеси, при воспламенении развивает предполагаемый взрыв избыточного давления в помещения, превышающие 5 кПа. Вещества и материалы, которые могут взорваться и сжечь при взаимодействии с водой, кислородом или воздухом при подсчете избыточное давление взрыва в точке превышения 5кПа |

| | |
|---|---|
| Б<br>взрывопожароопасная | горючая пыль или волокна,<br>легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, легковоспламеняющиеся жидкости в таких количествах, что они могут образовывать взрывоопасные пылевые или паровоздушные смеси, при воспламенении которого развивается рассчитанное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее5 кПа |
| В1 – В4<br>пожароопасная | горючие и медленно горящие жидкости, твердые горючие и медленно горящие вещества и материалы. взаимодействовать с водой, кислородом или воздухом друг с другом с подругой только сжечь, при условии, что в комнате они доступны или нет попадают в категории А или В |
| Г<br>умеренная<br>пожароопасная | негорючие вещества и материалы в горячем состоянии, горячий или расплавленный процесс обработка, которая сопровождается выбором лучистое тепло, искры и пламя; горючие газы жидкости и твердые вещества.<br>Переработано как топливо |
| Окончание таблицы 5.3 | |
| Д<br>пониженная<br>пожароопасная | негорючие вещества и материалы в холодном состоянии |

Анализ объекта позволит предупредить тип пожара, вероятный для конкретных помещений. Он зависит от материалов и оборудования, находящихся внутри помещения.

Для механического цеха характерны следующие классы пожаров:

– пожар класса А – твердые вещества и материалы;

– пожар класса В – легковоспламеняющиеся жидкости и твердые материалы, склонные к плавлению;

– пожар класса Е – электрические приборы и установки.

Согласно категории помещения, его площади и класса пожара, определяем первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители. Определим их вид, объем и количество по таблице 5.3.

Согласно рисунку 5, для обеспечения пожарной безопасности в механическом цехе, требуются три огнетушителя ОП–10 и три огнетушителя ОУ–8.

| Категория помещения по взрывопожарной опасности | Предельная защищаемая площадь, м$^2$ | Класс пожара | Огнетушители, шт. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | пенные и водные (вместимостью 10 л) | порошковые вместимостью, л/масса огнетушащего вещества на кг | | | хладоновые (вместимостью 2(3) л) | углекислотные (вместимостью л/масса огнетушащего веществ, кг) | |
| | | | | 2/2 | 5/4 | 10/9 | | 2/2 | 5 (8) или |
| А, Б, В | 200 | А | 2 ++ | – | 2+ | 1++ | – | – | – |
| | | В | 4+ | – | 2+ | 1++ | 4+ | – | – |
| | | С | – | – | 2+ | 1++ | 4+ | – | – |
| | | D | – | – | 2+ | 1++ | – | – | – |
| | | Е | – | – | 2+ | 1++ | – | – | 2++ |
| В | 400 | А | 2++ | 4+ | 2++ | 1+ | – | – | 2+ |
| | | D | – | – | 2+ | 1++ | – | – | – |
| | | Е | – | – | 2++ | 1+ | 2+ | 4+ | 2++ |
| Г | 800 | В | 2+ | – | 2++ | 1+ | – | – | – |
| | | С | – | 4+ | 2++ | 1+ | – | – | – |
| Г, Д | 1800 | А | 2++ | 4+ | 2++ | 1+ | – | – | – |
| | | D | – | – | 2+ | 1++ | – | – | – |
| | | Е | – | 2+ | 2++ | 1+ | 2+ | 4+ | 2++ |
| Общественные здания | 800 | А | 4++ | 8+ | 4++ | 2+ | – | – | – |
| | | Е | – | – | 4++ | 2+ | 4+ | 4+ | 2++ |

Рисунок 5 – Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

## 5.4 Уровень шума в производственных помещениях

К шуму можно отнести совокупность беспорядочных нежелательных звуков и колебаний, которые оказывают пагубное действие на живые организмы, а также мешают полноценной работе и отдыху.

Регламентирующие документы: ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности»; Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359–16, в таблице 5.4 представлено влияние шума на организм человека.

Таблица 5.4 – Влияние шума на организм человека

| Уровень шума, дБ | Влияние на организм человека |
|---|---|
| 50 | не оказывает существенного влияния |
| 80 | может мешать правильному распознаванию речи, снижать производительности, вызывать дискомфорт в нормальном покое |
| 100–120 | может оказывать негативное влияние на организм человека, уменьшать уровень слуха вызвать необратимые изменения слухового аппарата |
| 120–140 | может вызвать механическое повреждение слухового аппарата |

В таблице 5.4.1 представлены максимально допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни шума, эквивалентные и максимальные уровни шума проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума в жилых районах.

Таблицы 5.4.1–Допустимые уровни звука

| Назначение помещений | | Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий |
|---|---|---|
| Время суток, ч | | – |
| Уровни звукового давления (эквивалентные уровни | 31,5 | 102 |
| | 63 | 90 |

| | | |
|---|---|---|
| звукового давления), дБ, в октановых полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | 125 | 82 |
| | 250 | 77 |
| | 500 | 73 |
| | 1000 | 70 |
| Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октановых полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц | 2000 | 68 |
| | 4000 | 66 |
| | 8000 | 64 |
| Уровень звука (эквивалентный уровень звука), дБА | | 75 |
| Максимальный уровень звука, дБА | | 90 |

Нормируемыми показателями шума на рабочих местах являются

эквивалентный уровень звука А за рабочую смену;

– максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I;

– пиковый уровень звука С.

Превышение любого нормируемого параметра считается превышением ПДУ.

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц не являются нормируемыми параметрами. Они рассматриваются как справочные параметры, которые могут использоваться для подбора СИЗ, разработки мер профилактики, решения экспертных вопросов связи заболевания с профессией и так далее.

Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА.

При сокращенном рабочем дне (менее 40 часов в неделю) предельно допустимые уровни применяются без изменения.

Максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I, не должны превышать 110 дБА и 125 дБА соответственно. Пиковый уровень звука С не должен превышать 137 дБС.

Для отдельных отраслей экономики допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА, работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих.

Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

При воздействии шума в границах 80–85 дБА работодателю необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

подбор рабочего оборудования, облад меньши шумовыми хаоактеристиками

информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которое обеспечивает минимальные уровни генерируемого шума;

– использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);

– ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;

– проведение производственного контроля виброакустических факторов;

– ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих, не связанных с основным технологическим процессом;

– обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органа слуха;

– ежегодное проведение медицинских осмотров для лиц, подвергающихся шуму выше 80 дБ.

Требования к организации контроля и методам измерения параметров:

– измерения уровней шума проводятся в соответствии с законодательством Российской Федерации.

– измерения уровней звука должны выполняться интегрирующими или интегрирующими–усредняющими шумомерами 1–го или 2–го класса точности. Для измерений уровней звукового давления шумомеры должны оснащаться октавными и третьоктавными фильтрами класса 1 по национальному стандарту Российской Федерации. ГОСТ Р 8.714–2010 (МЭК 61260:1995) "Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний"

Выводы по разделу пять

В данном разделе выпускной квалификационной работы проведена идентификация опасностей и оценка рисков. Сформулированы меры, направленные на снижение риска

# 6 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 6.1 Обоснование применения механизма данного типа

Установка дискового заднего тормозного механизма на автомобиль Лада Калина:

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

Сборка тормозной системы заключается в установке на автомобиль дискового тормозного механизма колес задней оси, 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 задними дисковыми тормозами, в связи с возникновением дополнительных затрат, обусловленных высокой стоимостью покупных изделий.

Задние дисковые тормоза способствуют сохранению управляемости автомобиля и уменьшают тормозной путь в большинстве реальных ситуаций, особенно на мокрой или скользкой дороге. Дисовые тормоза более эффективно рассеивают накопленную кинетическую энергию, упрощают использование АБС, что 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 кузов

Таким образом дисковые тормозные механизмы обеспечивают 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 Лада Калин с барабанными тормозными механизмами колес задней оси.

Отличительной особенностью представленного проекта является повышенная безопасность автомобиля.

## 6.2 Организационная часть проекта

Одним из методов планирования является метод сетевого [11] планирования.

Сетевой график – наглядное изображение и план, определяющий логическую последовательность всех действий, необходимых для достижения цели. Основными элементами сетевого графика являются: событие, работа, путь. Различают три вида работ: действительная работа – трудовой процесс, требующий затрат ресурсов и времени; ожидание – процесс, требующий только затрат времени; фиктивная работа, отражающая взаимосвязь между определёнными событиями. Событие – результат выполнения работы.

### 6.2.1 Построение сетевого графика

Правила постоения сетевого графика:

1) между двумя событиями заключается только одна работа;

2) на сетевом графике не должно быть висящих и тупиковых событий за исключением исходного и завершающего событий;

3) на сетевом графике время идёт слева направо;

4) события на сетевом графике нумеруются слева направо сверху вниз, а работы кодируются по номерам событий;

5) на сетевом графике не должно быть пересечений работ;

6) начальное и конечное события должны лежать на одной горизонтали.

Ожидаемое время выполнения работ рассчитывается исходя из минимальной $t_{i-j\ \text{мин}}$ и максимальной $t_{i-j\ \text{макс}}$ оценок продолжительности . При этом предполагается, что минимальная оценка соответствует наиболее благоприятным условиям, а максимальная – наиболее неблагоприятным условиям работы. Так, ожидаемое время выполнения работы на основе экспертной оценки может быть определено по формулам:

- для трёх оценок

$$t_{\text{ож}\,i-j} = \frac{t_{min}+4t_{\text{н.в}}+t_{max}}{6}; \quad (6.1)$$

- для двух оценок

$$t_{\text{ож}\,i-j} = \frac{3t_{min}+2t_{max}}{5}, \quad (6.2)$$

где $t_{min}$ – время выполнения работы в наиболее благоприятных условиях; $t_{\text{н.в}}$ – наиболее вероятное время выполнения работы в нормальных условиях; $t_{max}$ – время выполнения работы в неблагоприятных условиях;

Таблица 6.1 – Перечень и параметры работ сетевого графика

| Код работы | Наименование работы | Продолжи – тельность, дн | | | Испол – нители, чел. | | Средне-квадратичное | Дисперсия, дн$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Мин | Мак | Ожи | Рук. | Инж | | |
| 0 – 1 | Выбор объекта и направления исследования | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0,4 | 0,16 |
| 1 – 3 | Формулировка задачи и разработка ТЗ | 2 | 6 | 4 | 1 | 1 | 0,8 | 0,64 |
| 1 – 2 | Получение и утверждение ТЗ | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 0,04 |
| 2 – 3 | Получение технической литературы | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0,4 | 0,16 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 – 4 | Перевод и изучение технической литературы | 7 | 14 | 10 | 0 | 1 | 1,4 | 1,96 |
| 4 – 5 | Анализ ТЗ | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0,2 | 0,04 |
| 5 – 6 | Изучение тормозного механизма | 7 | 10 | 8 | 1 | 1 | 0,6 | 0,36 |
| 5 – 7 | Изучение и выбор патента | 5 | 7 | 6 | 0 | 1 | 0,4 | 0,16 |
| 5 – 8 | Изучение стояночной тормозной системы | 10 | 12 | 11 | 0 | 1 | 0,4 | 0,16 |
| 8 – 9 | Изучение принцип действия фрикционных накладок | 4 | 6 | 5 | 0 | 1 | 0,4 | 0,16 |
| 7 – 9 | Разработка структуры | 10 | 15 | 12 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 - 10 | Обзор аналогов | 15 | 25 | 19 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| 9 – 10 | Разработка алгоримов управления | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0,2 | 0,04 |
| 0 – 11 | Разработка мероприятий по БЖД | 7 | 15 | 10 | 0 | 1 | 1,6 | 2,56 |
| 0 – 12 | Расчёт организационно – экономических показателей | 7 | 15 | 10 | 0 | 1 | 1,6 | 2,56 |

Окончание таблицы 6.1

| Код работы | Наименование работы | Продолжи – тельность, дн | | | Испол – нители, чел. | | Средне-квадратичное | Дисперсия, дн$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Мин | Макс | Ожид | Рук. | Инж. | | |
| 1 – 13 | Оформление графической части | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0,2 | 0,04 |
| 2 – 13 | Оформление текстовой докуметации | 3 | 5 | 4 | 0 | 1 | 0,4 | 0,16 |
| 3 – 14 | Защита проекта | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

6.2.2 Расчёт параметров сетевого графика

Ранний срок начала работы $T_{\text{рн}\,i-j}$совпадает с ранним сроком свершения её начального события.

$$T_{\text{рн}\,i-j} = T_{pi}. \quad (6.3)$$

Поздний срок начала работы $T_{\text{пн}\,i-j}$ можно получить, если из последнего срока свершения её конечного события вычесть её ожидаемую продолжительность. [10]

$$T_{\text{пн}\,i-j} = T_{\text{п}\,j} - t_{i-j\,\text{ож}}. \quad (6.4)$$

Ранний срок окончания работы

$$T_{\text{ро}\,i-j} = T_{\text{р}i-j} + t_{i-j}. \quad (6.5)$$

Поздний срок окончания работы

$$T_{\text{по}\,i-j} = T_{\text{п}j}. \quad (6.6)$$

Для всех работ критического пути, как не имеющих резервов времени, ранний срок начала совпадает с поздним сроком начала, а ранний срок окончания – с поздним сроком окончания. [11]

Работы, не лежащие на критическом пути, обладают резервами времени.

Результаты расчётов сетевого графика приведены в таблице 6.2.

Полный резерв времени работы

$$R_{\text{п}i-j} = T_{\text{п}\,j} - T_{pi} - t_{i-j}. \quad (6.7)$$

Частный резерв времени первого рода

$$R^1_{\text{п}\,i-j} = T_{\text{п}i-j} - T_{\text{п}\,i} - t_{i-j}. \quad (6.8)$$

Частный резерв времени второго рода

$$R^2_{\text{п}\,i-j} = T_{pj} - T_{pi} - t_{i-j}. \quad (6.9)$$

Свободный резерв времени

$$R_{\text{с}\,i-j} = T_{pj} - T_{\text{п}\,i} - t_{i-j}. \quad (6.10)$$

Коэффициент напряжённости

$$k_{\text{н}\,i-j} = \frac{t}{t}\left[\frac{L^{\text{несовп.}}_{\text{макс}}}{L^{\text{несовп.}}_{\text{кр}}}\right], \quad (6.11)$$

где $t * [L_{\text{макс}}^{\text{несовп.}}]$ – продолжительность отрезков максимального пути, проходящего через данную работу, не совпадающих с критическим путём; $t * [L_{\text{кр}}^{\text{несовп.}}]$ – продолжительность отрезков критического пути, не совпадающих с максимальным путём, проходящим через данную работу. [11]

Таблица 6.2 – Параметры работ сетевого графика

| Код работы | Ожидаемая продолжительность, дн. | Сроки начала, дн. | | Сроки окончания, дн. | | Резервы времени | | | | Коэфф. напряжённости |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ранний | поздний | ранний | поздний | Полный | Частный I рода | Частный II рода | свободный | |
| 0 – 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 1 – 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,75 |
| 2 – 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0,75 |
| 1 - 3 | 4 | 2 | 2 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |

Окончание таблицы 6.2

| Код работы | Ожидаемая продолжительность, дн. | Сроки начала, дн. | | Сроки окончания, дн. | | Резервы времени | | | | Коэфф. напряжённости |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ранний | поздний | ранний | поздний | Полный | Частный I рода | Частный II рода | свободный | |
| 3 – 4 | 10 | 6 | 6 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 4 – 5 | 2 | 16 | 16 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 5 – 6 | 8 | 18 | 18 | 26 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 5 – 7 | 6 | 18 | 18 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,74 |
| 5 – 8 | 11 | 18 | 20 | 29 | 31 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0,66 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 – 9 | 5 | 29 | 37 | 36 | 43 | 9 | 7 | 2 | 0 | 0,66 |
| 7 – 9 | 12 | 24 | 31 | 36 | 43 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0,74 |
| 6 – 10 | 19 | 26 | 26 | 45 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 9 – 10 | 2 | 36 | 43 | 38 | 45 | 7 | 0 | 7 | 0 | 0,74 |
| 10 – 11 | 10 | 45 | 55 | 55 | 56 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,92 |
| 10 – 12 | 10 | 45 | 55 | 55 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 11 – 13 | 3 | 55 | 56 | 58 | 59 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0,92 |
| 12 – 13 | 4 | 55 | 55 | 59 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |
| 13 – 14 | 1 | 59 | 59 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,0 |

6.2.3 Расчёт параметров сетевого графика в целом

На сетевом графике образовалось несколько непрерывных линий. Каждая из них является путём, который образуют совокупность событий и работ. Путь, продолжительность которого является наивысшей, а резерв времени равный нулю яляется критическим, на схеме изображается утолщённой линией.

Параметры сетевого графика:

- количество событий $n_c$, включая исходное – 14;

- количество работ $n_p$ – 18;

- коэффициент сложности $k_c$:

$$k_{\text{с}} = \frac{n_p}{n_c} = \frac{18}{14} = 1{,}29. \quad (6.12)$$

Критический путь $L_{\text{кр}}$ в сетевом графике проходит через [11] события и работы, не обладающие резервами времени, и имеют максимальную продолжительность $t_{\text{кр}}$, равную сроку свершения завершающего события:

$$L_{\text{кр}} = t_{\text{кр}} = 60 \text{ дней}. \quad (6.13)$$

Продолжительность критического пути соответствует математическому ожиданию срока свершения завершающего события, равного сумме ожидаемых продолжительностей работ, составляющих критический путь. [10]

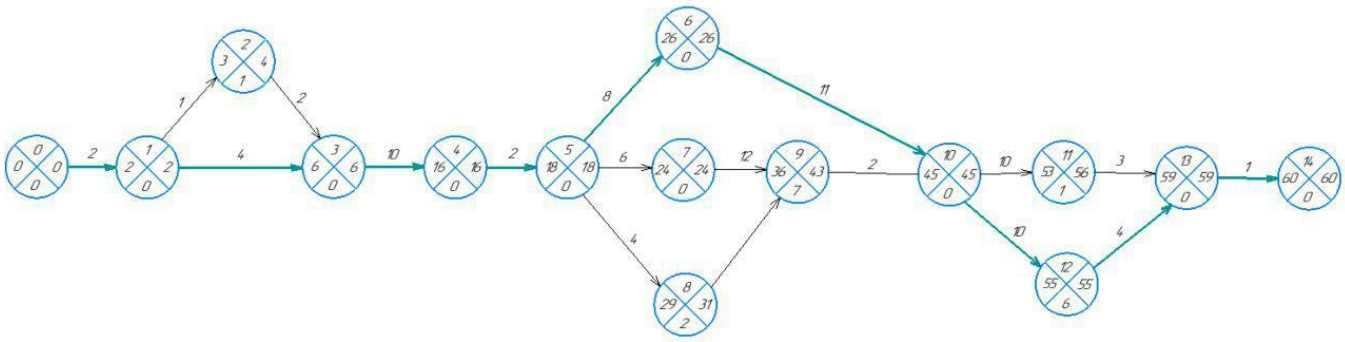


Рисунок 6.1 – Сетевой график

6.3 Экономическая часть проекта

6.3.1 Данные для расчета себстоимости тормозной системы

Статьи затрат на проведение научно – исследовательских и опытно – конструкторских работ (НИОКР):

В данной статье затрат учитываются транспортно – заготовительные расходы (ТЗР). ТЗР равны 4% от суммы затрат на все материалы. Результаты расчётов затрат на материалы представлены в табл. 6.4. [11]

Таблица 6.3 – Страховые отчисления

| № п/п | Наименование показателей | Обозначение | Ед. изм | Норма |
|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 8 | Коэффициент возвратных отходов | $К_{ВОТ}$ | % | 1,8 |
| 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.

6.3.2 Покупные изделия и полуфабрикаты

Таблица 6.4 – Расчёт затрат на материалы

| № 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 |
| 3 | Жгут проводов | 4 | 410 | 1640 |
| 4 | Кронштейн датчика скорости | 4 | 250 | 1000 |
| 5 | Тормозной механизм в сборе | 4 | 845 | 3380 |
| | ИТОГО | | | 8840 |
| | Транспортно-заготовительные расходы | | | 265,2 |
| | ВСЕГО | | | 9105,2 |

$$П_{и} = Ц_{i} \cdot n_{i} \cdot \left(1 + \frac{К_{ТРЗ}}{100}\right), \quad (6.14)$$

где $Ц_{i}$ – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов *i*-го вода, руб.; $n_{i}$ – количество покупных изделий и полуфабрикатов *i*-го вида, шт.

Затраты на ПФК представлены в таблице 6.4.

$$П_и = 9105{,}2 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Заработная плата основная»

$$З_о = З_т \cdot \left(1 + \frac{К_{ПД}}{100}\right), \quad (6.15)$$

где $З_т$ – тарифная з/п, руб., которая рассчитывается по формуле:

$$З_т = С_{рi} \cdot Т_i, \quad (6.16)$$

где $С_{рi}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

$Т_i$ – трудоемкость выполнения операции, час.;

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

Таблица 6.5–Тарифная зарплата

| 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 | 151,5 |
| 4. Смазочная | 3 | 0,9 | 85,2 | 76,7 |
| 5. Запрессовочная | 3 | 1,2 | 85,2 | 102,2 |
| 4. Контрольная | 5 | 1,0 | 110,7 | 110,5 |
| 5. Итого | - | - | | 739,1 |
| 6. Доплаты за проработанное время | - | - | | 147,8 |
| 7. Всего | - | - | | 886,9 |

$$З_о = 886{,}9 \text{ руб.}$$

Расчеты статьи «Заработная плата дополнительная»:

$$З_{доп} = З_о \cdot К_{вып}, \quad (6.17)$$

где $К_Д$ – коэффициент отчислений на дополнительную зарплату;

$$З_{доп} = 889{,}9 \cdot 8\% = 70{,}96 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Отчисление в страховые фонды»:

$$Р_{сф} = \left(З_{о} + З_{доп}\right) \cdot К_{сф}, \quad (6.18)$$

где $К_{сф}$ – коэффициент отчислений в страховые фонды.

$$Р_{сф} = \left(886,9 + 70,96\right) \cdot 30\% = 287,38 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»:

$$Р_{сод.обор} = З_{о} \cdot К_{об}, \quad (6.19)$$

где $К_{об}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;

$$Р_{сод.обор} = 886,6 \cdot 194\% = 1720,72 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Цеховые расходы»:

$$Р_{цех} = З_{о} \cdot К_{ц}, \quad (6.20)$$

где $К_{ц}$ – коэффициент цеховых расходов;

$$Р_{цех} = 886,9 \cdot 183\% = 1623,16 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Цеховая себестоимость»:

$$С_{цех} = М + П_{и} + З_{о} + З_{д} + Р_{сф} + Р_{сод.обор} + Р_{цех}; \quad (6.21)$$

$$С_{цех} = 9105,2 + 886,9 + 70,96 + 287,38 + 1720,72 + 1623,16 = 13694,39 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Общезаводские расходы»:

$$Р_{об.завод.} = З_{о} \cdot К_{ОБЗ}; \quad (6.22)$$

$$Р_{об.завод.} = 886,9 \cdot 150\% = 1330,46 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Производственная себестоимость»:

$$С_{пр} = С_{цех} + Р_{об.завод.}; \quad (6.23)$$

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

Расчет статьи «Внепроизводственные расходы»:

$$\mathbf{Р}_{внепр} = \mathbf{С}_{пр} \cdot \mathbf{К}_{ВЦ}; \quad (6.24)$$

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

Расчет статьи «Полная себестоимость»:

$$С_{пол} = С_{пр} + Р_{внепр}; \quad (6.25)$$

$$С_{пол} = 15024,85 + 751,24 = 15776,0 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Плановая прибыль»:

$$П_{п} = С_{пол} \cdot У_{р}; \quad (6.26)$$

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

Расчет статьи «Отпускная цена»:

$$Ц_{отп} = С_{пол} + П_{п}; \quad (6.27)$$

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

Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой тормозной системы сведены в таблицу 6.6

Таблица 6.6–Сравнительная себестоимость

| 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 | 886,9 |
| 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 | $Р_{сод.об}$ | 779,0 | 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 |
| 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 | 15776,0 |
| 12 Плановая прибыль | $П_{п}$ | 10285,4 | 4732,8 |
| 13 Отпускная цена | $С_{отп}$ | 20508,8 | 20508,8 |

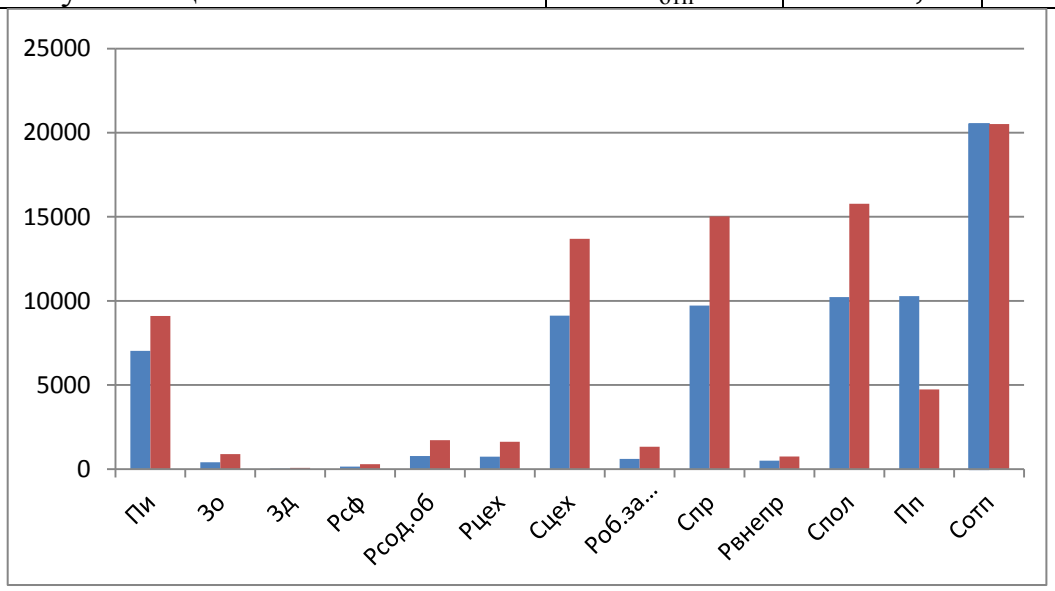



Рисунок 6.1 – Сравнительная себестоимость

6.3.3 Расчет точки безубыточности проекта

$$Ц_{отп} \cdot V_{год} = З_{пост} + З_{пер.уд} \cdot V_{год}, \quad (6.28)$$

где $Ц_{отп}$ – цена продукции;

$V_{год}$ – годовой объем производства;

$З_{пост}$ – постоянные издержки;

$З_{пер.уд}$ – переменные удельные издержки.

Определение переменных затрат:

- на единицу изделия:

$$З_{пер.уд} = М + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + Р_{сф}; \quad (6.29)$$

$$З_{пер.уд(б)} = 7025,12 + 401,55 + 32,12 + 147,45 = 7606,27 \text{ руб};$$

$$З_{пер.уд(п)} = 9105,2 + 886,9 + 70,96 + 287,38 = 10350,51 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска:

$$З_{пер.н} = З_{пер.уд} \cdot V_{год}; \quad (6.30)$$

$$З_{пер.н(б)} = 7606,27 \cdot 52000 = 395526040 \text{ руб;}$$

$$З_{пер.н(п)} = 10350,51 \cdot 52000 = 538226520 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:

- на единицу изделия:

$$З_{пост.уд} = Р_{сод.об} \cdot 0,857 + Р_{цех} + Р_{об.завод} + Р_{внепр} + А_{м.уд}, \quad (6.31)$$

где $А_{м.уд}$ – амортизационные отчисления, руб.

$$А_{м.уд} = С_{сод.обор} \cdot 0,143 = 246 \text{ руб;}$$

$$З_{пост.уд(б)} = 779 + 734,83 + 602,32 + 501,01 + 246 = 2617,16 \text{ руб;}$$

$$З_{пост.уд(п)} = 1474,66 + 1623,15 + 1330,46 + 751,24 + 246 = 5425,49 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост} = З_{пост.уд} \cdot V_{год}; \quad (6.32)$$

$$З_{пост(б)} = 2617,16 \cdot 52000 = 136092320 \text{ руб;}$$

$$З_{пост(п)} = 5425,49 \cdot 52000 = 282125480 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия. Расчет выручки от реализации изделия:

$$С_{полн.г.н} = С_{полн.н} \cdot V_{год}; \quad (6.33)$$

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

$$\text{Выручка} = Ц_{отп.н} \cdot V_{год} = 20508,8 \cdot 52000 = 1066457600 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$А_{крит} = \frac{З_{пост.н}}{Ц_{отп.н} - З_{пеерм.уд.н}} = \frac{282125480}{20508,8 - 10350,51} = 27772,9 \text{ шт.} \quad (6.34)$$

Принимаем $А_{крит}$ = 27775 шт.

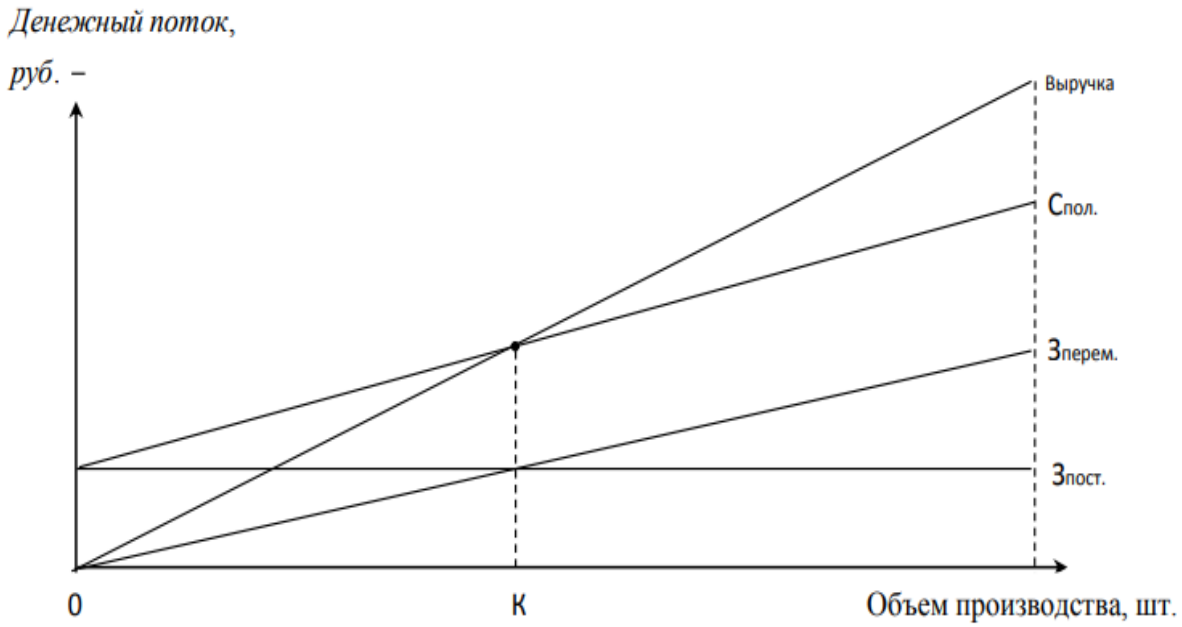



Рисунок 6.2 – Анализ точки безубыточности

Объем продукции увеличивается нарастающим итогом равномерно с каждым годом на:

$$\Delta = \frac{Vmax - Акрит}{n - 1}, \quad (6.35)$$

где Vmax = Vгод – максимальный объем продукции, шт.;

Акрит. – критический объем продаж, шт.;

n – количество лет, (n = 6).

Срок эксплуатации нового изделия – 5лет.

$$\Delta = 4845 шт$$

6.3.4 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:

$$L_i = L_{ср} \cdot V_i, км \quad (6.36)$$

| Li, км | Vi, шт |
|---|---|
| 721600000 | 32620 |
| 870775000 | 37465 |
| 1019950000 | 42310 |
| 1169125000 | 47155 |
| 1318350000 | 52000 |

где Lcp = 25000 – величина пробега среднестатистического автомобиля в год, км;

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

Vi – 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:

$$Чр = L_i/ДТПр, чел, \quad (6.37)$$

где *Чр* – возможное количество человек получающих ранения в результате ДТП, чел

$$Чс.i = L_i/ДТПс, \text{ чел} \quad (6.38)$$

| 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:

$$Чр.м.i = Чр.i \cdot k_{с.т.}, \text{ чел} \quad (6.39)$$

6.3.5 Расчет коммерческой эффективности проекта

Выручка по годам:

$$Выручка_i = Ц_{отп.} \cdot V_{прод.i} \quad (6.40)$$

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

$$З_{пер i} = З_{перем.\ уд.} \cdot V_{прод.i} \qquad (6.41)$$

| | |
|---|---|
| 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 |

Амортизации:

$$А_м = А_{муд.} \cdot V_{год} \qquad (6.41)$$

Полная себестоимость по годам:

$$С_{пол.i} = З_{перем.i} + З_{пост} \qquad (6.42)$$

| | |
|---|---|
| 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:

$$\text{Пробл.1 б} = (\text{Выручка1 б} - \text{Спол1.б}) \qquad (6.43)$$

Выполненные в экономической части расчеты показателей сведены в таблицу 6.7.

Таблица 6.7–Расчет по годам

| № п/п | Наименование показателей | ГОДЫ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| А | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Объем продаж, Vпрод. (шт.) | | 32620 | 37465 | 42310 | 47155 | 52000 |
| 2 | Отпускная цена за единицу продукции (руб.) Цотп. | | 20508,8 | | | | |
| 3 | Выручка, (руб.) | | 407391692 | 491611004 | 575830316 | 660049628 | 744297168 |
| 4 | Переменные затраты, (руб) | | | | | | |
| Окончание таблицы 6.7 | | | | | | | |
| | Зперем.б. | | 219547377 | 264933990 | 310320603 | 355707217 | 401109042 |
| | Зперем.п. | | 237374361 | 286446313 | 335518264 | 384590216 | 433678615 |
| 5 | Амортизация, Ам (руб.) | | 12792000 | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Постоянные затраты (руб.) | | | | | | |
| | Зпост.б. | | 136092320 | | | | |
| | Зпост.н. | | 282125480 | | | | |
| 7 | Полная себестоимость, (руб) | | | | | | |
| | Спол.б. | | 354415110 | 399801723 | 445188336 | 490574949 | 535976775 |
| | Спол.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 |

Выводы по организационно – экономическому разделу

На основани приведенных расчетов тормозной системы ВАЗ 1118, срок окупаемости в нашем случае зависит от ЧДД и временные изменения. Данный проект окупится за полгода, это хорошый показатель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пояснительная записькак дипломному проекту, Модернизация тормозной системы автомобиля ВАЗ 1118 с разработкой технологии сборки ступицы заднего колеса состоит из следующихх разделов:

состояние вопроса, конструктивный расчет, технологический раздел, безопасность жизнидеятельности, организационно-экономический раздел.

В разделе «Обоснования темы проекта» были проанализированы назначение и типы тормозных систем, предъявляемые к ней требования; рассмотрены варианты конструкций тормозных механизмов., были рассмотрены, «Патентные исследования» выполнено обоснование необходимости проведения исследования и дано описание тормозной системы.

В разделе «Конструктивный расчет» был выполнен расчет узлов тормозной системы и определены параметры тормозных свойств автомобиля ВАЗ 1118.

В «Технологическом разделе» был выполнен анализ технологичности конструкции изделия, составлена технологической схема и маршрутная технология сборки модернизированного тормозного механизма.

В разделе «Безопасность жизнидеятельности» было приведено описание участка сборки тормозного механизма, определены опасные и вредные производственные факторы на этом участке и дано описание по созданию безопасных условий труда.

В «Организационно-экономический разделе» были выполнены расчеты себестоимости проектируемого заднего тормоза с дисковым тормозным

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 В. К. Вахламов 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 В. К. Вахламов 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 В.М. Скутнев Тормозные системы легковых автомобилей: учебн. пособие.- Куйбышев: КуАИ, 1983, - 81с.

4 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению. СТО ЮУрГУ 21-2008/Составители: Сырейщикова Н.В., Шевелев А.Е., Шевелева Е.В., Парубочная Т.И., - Челябинск: ЮУрГУ, 2008.

5 В. В Осепчугов. 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.

6 СанПиН 2.2.4.3359–16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. http://docs.cntd.ru/document/420362948

7 СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1). – М.: Госстрой России , ГУП ЦПП, 2003. – 53 с.

8 В.М. Скутнев Регуляторы тормозных сил легковых автомобилей : учеб. пособие [Текст]/ В. М. Скутнев ; [науч. ред. Н.С. Соломатин]. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2006. - 40 с.