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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
(наименование кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы
(направленность (профиль)/специализация)

# ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса.
Тормозная система с АБС

| | | |
|---|---|---|
| Студент | А.В. Букреев | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| Руководитель | А.В. Бобровский | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| Консультанты | О.М. Сярдова | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| | А.Г. Егоров | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| | А.Н. Москалюк | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |
| | С.А. Гудкова | |
| | (И.О. Фамилия) | (личная подпись) |

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2019

# АННОТАЦИЯ

Целью работы являетсяпроектирование тормозной системы с АБС для переднеприводного легкового автомобиля 2-го класса.

Графическая часть включает общий вид автомобиля, схему тормозной системы с АБС, детали входящие в состав тормозной системы, схему блока АБС, чертеж модулятора, чертеж главного тормозного цилиндра, графики тягово-динамического расчёта и расчёта коммерческой эффективности проекта.

В технико-экономическом обосновании приводится назначение и требования к тормозным системам, анализ конструкций тормозной системы и обоснование выбора проектируемой.

В разделе защиты интеллектуальной собственности приведен патентный поиск.

В конструкторской части приводится расчёт тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля, проведен выбор компоновочной схемы тормозной системы, ее динамический расчет, а также рассчитаны основные параметры проекта, в том числе прочностной расчет деталей тормозной системы.

В технологической части выбран тип производства и определен уровень автоматизации сборочных работ.

В разделе по безопасности и экологичности объекта приведены общие требования для транспортных средств,а также методика испытаний тормозной системы автомобиля.

В экономической части проекта приводятся рассчитанные затраты на производство разрабатываемого узла, а также рассчитаны показатели финансовой выгодности проекта, в числе которых: расчет затрат, расчет себестоимости проектируемого изделия при промышленном производстве, расчёт затрат на основные материалы, определение затрат на покупные комплектующие детали и изделия.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки на 92 страницах печатного текста и графической части на 9 листах формата А1.

## ANNOTATION

The aim of the work is to design a brake system with ABS for a front-wheel drive car of the 2nd class.

The graphic part includes a general view of the car, a brake system diagram with ABS, parts included in the braking system, an ABS block diagram, a modulator drawing, a drawing of the brake master cylinder, and charts for dynamic calculation and calculation of the commercial efficiency of the project.

The feasibility study outlines the purpose and requirements for brake systems, the analysis of brake system structures and the rationale for the design choice.

The intellectual property protection section provides a patent search.

In the design part, the calculation of the traction dynamics and fuel economy of the car is given, the layout of the brake system is selected, its dynamic calculation, and the main parameters of the project, including the strength calculation of the braking system parts, are calculated.

In the technological part, the type of production has leen chosen and the level of automation of assembly work has leen determined.

In the section on safety and environmental friendliness of the facility, the general requirements for vehicles, as well as the method of testing the braking system of the vehicle are given.

In the economic part of the project, the calculated costs for the production of the developed unit are given, as well as indicators of the financial profitability of the project are calculated, including: costing, costing the designed product for industrial production, costing basic materials, determining the cost of purchased component partsand products.

The graduation project consists of an explanatory note on 92 pages of printed text and the graphic part on 9 sheets of A1 format.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ..... 6

1Состояниевопроса ..... 7

1.1Назначениеиустройствотормознойсистемы ..... 7

1.2Требованияктормознымсистемам ..... 14

1.3Классификациятормозныхсистем ..... 16

1.4Обзоритенденциираз витиятормозныхсистем ..... 19

1.5Выбориобоснованиепринятоговариантаконструкции ..... 28

2Защитаинтеллектуальнойсобственности ..... 30

2.1Патентныйпоиск ..... 30

2.2Выводыирекомендации ..... 42

3Конструкторскаячасть ..... 45

3.1Тягово-динамическийрасчетавтомобиля ..... 45

3.1.1Исходныеданные ..... 45

3.1.2Определениеполноймассыавтомобиля ..... 45

3.1.3Подборшин ..... 46

3.1.4Выбордвигателяипостроениеговнешнейскоростнойхарактеристики 47

3.1.5Определениепередаточногочислаглавнойпередачи ..... 50

3.1.6Выборчислапередачиопределениепередаточныхчиселкоробкипередач ..... 51

3.1.7Тяговаяидинамическаяхарактеристикаавтомобиля ..... 52

3.1.8Ускорениеавтомобиля ..... 53

3.1.9Определениевремениипутиразгона ..... 54

3.1.10Топливнаяэкономичностьавтомобиля ..... 55

3.1.11Мощностнаяхарактеристикадвигателя ..... 60

3.2Выборкомпоновочнойсхемытормознойсистемы ..... 62

3.3Динамическийрасчеттормознойсистемы ..... 65

3.3.1Определениепараметровтормознойсистемымеханизмоврабочейтормознойсистемы ..... 65

3.3.2Определениепараметровтормозныхмеханизмовстояночнойтормозной системы ..... 66
3.4Выбордеталей,подлежащихрасчету,определениенагрузочныхрежимов ..... 67
3.5Расчетдеталейнапрочность ..... 68
3.6Разработкавспомогательныхмеханизмов ..... 72
4Технологическаячасть ..... 76
4.1Выбортипапроизводства ..... 77
4.2Выбормаршрутасборки ..... 78
4.3Определениеуровняавтоматизациисборочныхработ ..... 78
5Безопасностьиэкологичностьобъекта ..... 81
5.1Влияние транспортных средств с антиблокировочной системой на безопасность водителя ..... 81
5.2Методикаиспытанийтормознойсистемыавтомобиля ..... 83
6Эффективностьпроекта ..... 86
6.1Расчетзатрат ..... 86
6.2Расчётсебестоимостипроектируемогоизделияприпромышленномпроизводстве ..... 87
6.2.1Расчётзатратнаосновныематериалы ..... 87
6.2.2Определениезатратнапокупныекомплектующиедетали иизделия ..... 88
6.2.3Заработнаяплатаосновныхрабочих ..... 88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 93
СПИСОКИСПОЛЬЗУЕМЫХИСТОЧНИКОВ ..... 94

# ВВЕДЕНИЕ

Результативное применение автомобильного транспорта, период его работы в основном формируются состоянием элементов управления. Тормозная система является обязательной составляющей нынешнего автомобиля и гарантирует требуемую управляемость, солидную надежность и защищенность эксплуатации. Инновационные тормозные системы являются сложными и дорогостоящими устройствами. По этой причине полное понимание техническими кадрами транспортных специальностей проблем конструкции, расчета, проектирования и технологического обслуживания тормозных систем даст возможность не только совершеннее применять потенциал нынешнего автомобиля, однако и сохранять его в непрерывном рабочем техническом состоянии.

С постоянным развитием технологий, современные машины с каждым годом становятся все сложнее. Данное утверждение относится абсолютно всех в отсутствии изъятия систем и механизмов, в том числе и тормозящий системы.

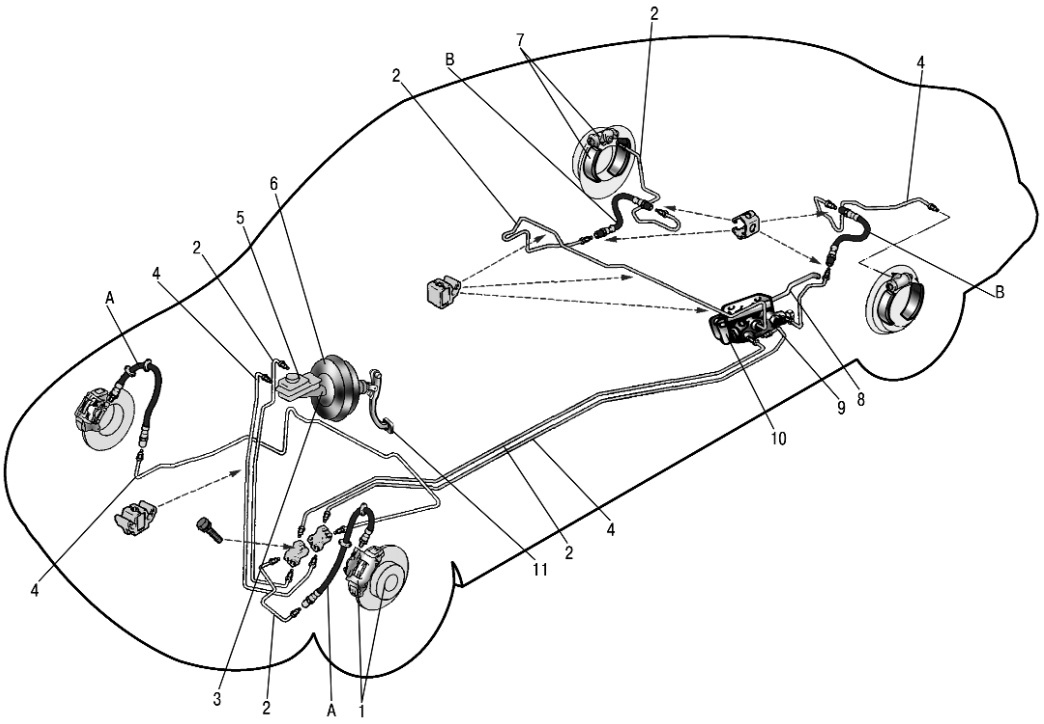
«Тормознаясистема–наиболееважнаяизсистемавтомобиля.Вашажизнь,жизнивашихпассажиров,пешеходовидругихавтомобилистовнадорогезависятотнадежноститормозов.»

Дляболееглубокогоанализаконструкцийтормозныхсистемвработеприводитсякраткаятеорияихрабочихпроцессов.

Цельпроекта–улучшитьхарактеристикиавтомобиля,аименноуправляемость,устойчивость,надёжностьибезопасностьавтомобиляпридвиженииивэкстремальныхрежимах.

# 1Состояниевопроса

## 1.1Назначениеиустройствотормознойсистемы




«1–тормозноймеханизмпереднегоколеса;2–гибкийшлангпереднеготормоза;3–трубопроводконтуралевыйпередний–правыйзаднийтормоза;4–главныйцилиндргидроприводатормозов;5–трубопроводконтураправыйпередний–левыйзаднийтормоза;6–бачокглавногоцилиндра;7–вакуумныйусилитель;8–тормозноймеханизмзаднегоколеса;9–гибкийшлангзаднеготормоза;10–регулятордавления;11–педальтормоза»

Рисунок 1.1 – Устройство тормозной системы автомобиля ВАЗ-2172

«Работагидравлическоготормозавовсехавтомашинахосновананазаконах гидравлики.»Когдаводительавтомобилянажимаетнатормознуюпедаль,сила,прикладываемаякглавномуцилиндру,преобразуетсявдавлениевсистемеираспространяетсячерезтормозныетрубкикрабочимтормознымцилиндрамилитормозным суппортам.Тормозныеколодкиприжимаютсякбарабанамилидискам,создавая трение,котороепреобразуеткинетическуюэнергиюперемещающегосяавтомобилявтеплоизамедляетавтомобиль.

Составляющиесовременнуютормозныеугидросистемукомпонентылишь незначительноотличаютсяотпоказанныхнаиллюстрациях.

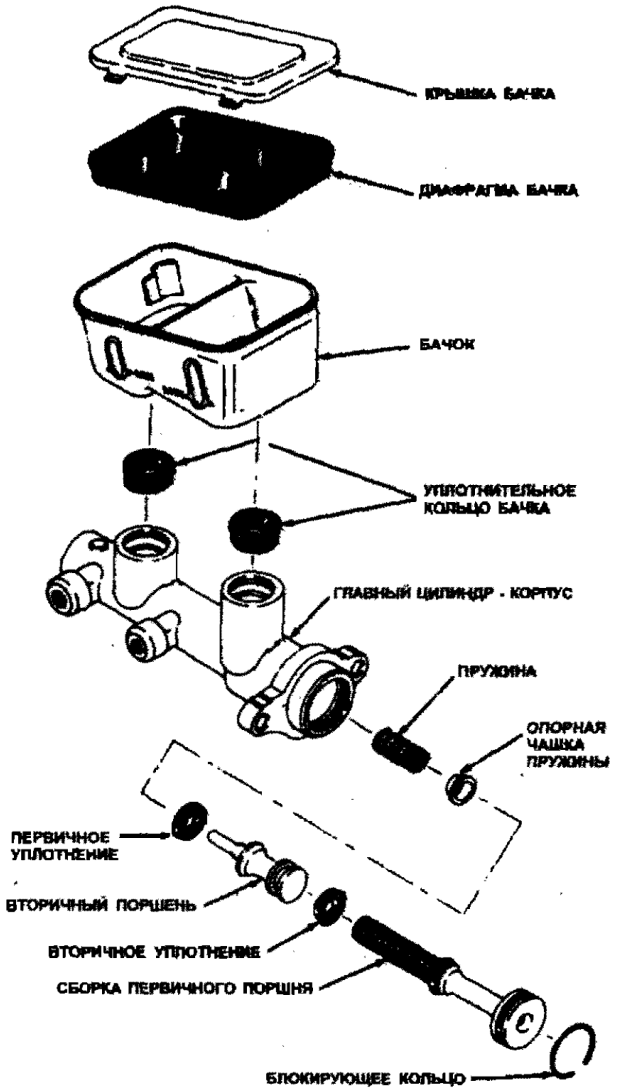
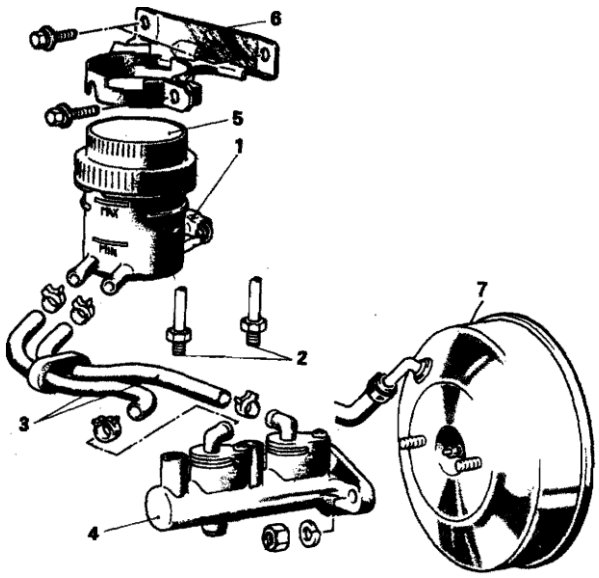



Рисунок1.2–Компонентыглавногоцилиндрасосъемнымрезервуаром

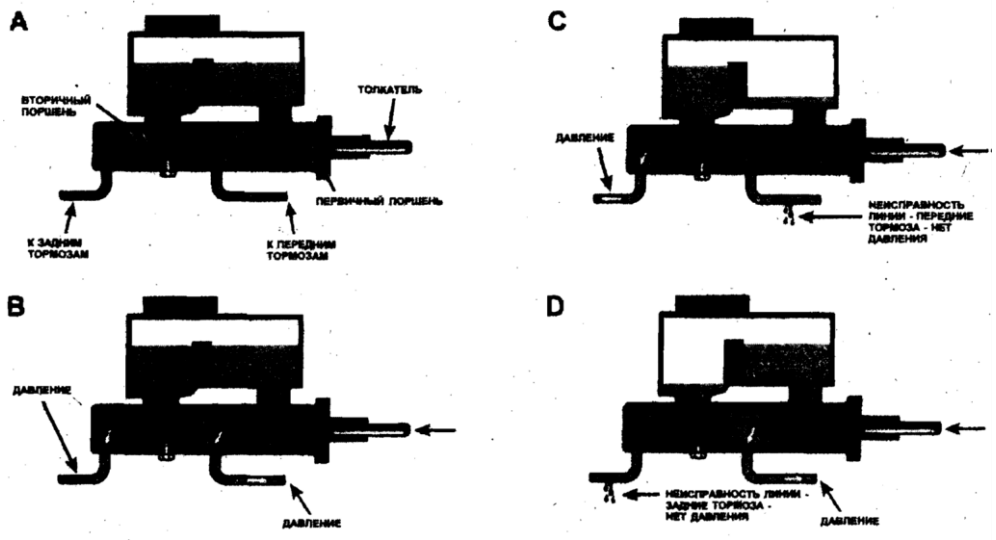
«Главныйцилиндрпреобразуетмеханическуюсилунажатиянапедальвгидравлическоедавление.Сила,прилагаемаяводителемкпедалитормоза,передается кпоршнюглавногоцилиндрачерезштангу-толкатель.Придвиженииипоршнявцилиндре,тормознаяжидкостьвыдавливается изглавногоцилиндра.Атаккаксистемазаполненажидкостью,тоэтодвижениебез измененийпередаетсячерезтормозныетрубкиишлангикрабочимтормознымцилиндрамилисуппортам.Кактолькодвижениеврабочихтормозныхцилиндрахилисуппортахпрекращается,давлениевсистеменачинаетповышаться.Дальнейшеедв

ижениекомпонентовневозможно,нодавлениевсистемебудетувеличиваться,есл
иводительначнетсильнеедавитьнапедальтормоза.»




«1–соединительдатчикауровняжидкости;2–тормозныетрубки;3–
шланги,соединяющиерезервуарсглавнымцилиндром;4–главныйцилиндр;
5–резервуар;6–кронштейнрезервуара;7–тормознойсервоусилитель»

Рисунок 1.3 –Расположение компонентов главного тормозного цилиндрас отдельным резервуаром

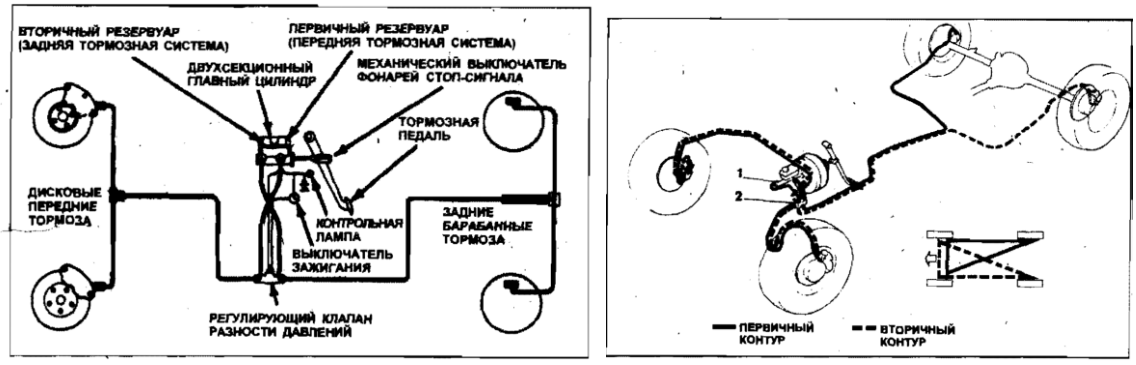



«А–
главныйцилиндрввыпущенномположении.Камерыпередпоршнямизаполнены
иготовыкнажатиюпедалитормоза;В–

принажатиипедалитормозадавлениепередаетсякглавномуцилиндручерезштан
гу-толкатель.Поршнидвижутся,создаваядавлениевгидропроводах;C–
вгидропроводенапередниетормозапоявиласьутечка;D–
утечкавзаднемконтуре»

Рисунок 1.4 – Схема работы двухсекционного тормозного цилиндра в обычном режиме и в случае неисправности одного контура

Главныецилиндрыизготовленыизчугунаилиалюминия.Набольшинствеа
втомобилейглавныйцилиндрустановленнатермоизоляционномщиткеилиторм
озномсервоусилителе.Некоторыеимеютнесъемныепитательныебачки,другие–
съемныеизпластмассы.Другиевообщеимеюттотдельныерезервуары,которыесо
единенысглавнымцилиндромшлангами.Резервуарнеобходимдлясодержанияд
ополнительнойжидкости,чтобыкомпенсироватьизносколодокиихдвижение.Ре
зервуарыобязаныбытьвентилируемы,чтобыуровеньжидкостимогдвигатьсявве
рхивнизбезсозданиявакуумавсистеме.




*а)б)*

*а*–споперечнымиконтурами;б–стреугольнымконтуром;1–главныйцилиндр;2–клапануправленияразностьюдавлений

Рисунок 1.5 – Тормозные системы

«Рабочиетормозныецилиндрыприменяютсявбарабанныхтормозах.Онип
реобразуютгидравлическоедавление,созданноеглавнымтормознымцилиндром

,вмеханическуюсилу,котораятолкаеттормозныеколодки,прижимаяихкбарабану.»

Рабочиетормозныецилиндрыобычноизготавливаютсяизчугуна.Чащевсегорабочийтормознойцилиндримеетдвапоршня(обычноалюминиевые),дверезиновыхманжеты,распоркиманжетспружиноймеждуними(см.иллюстрацию).Внекоторыхконструкцияхиспользуютсятолкатели,соединенныестормознымиколодками.Накаждомконцерабочеготормозногоцилиндраимеетсярезиновыйчехол,которыйизолируетблокотпыли,образовавшейсяврезультатеизносаколодок,ипрочейгрязи.

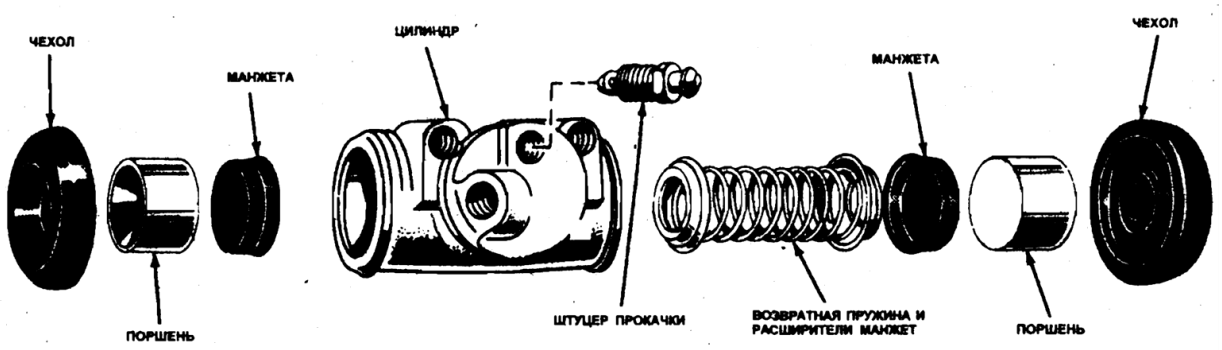



Рисунок1.6–Компонентытормозногоцилиндра

«Тормозныесуппорты,используемыенадисковыхтормозныхмеханизмах,изготовленыввидерамки,вкоторойкрепятсятормозныеколодкиигидравлическиецилиндры.

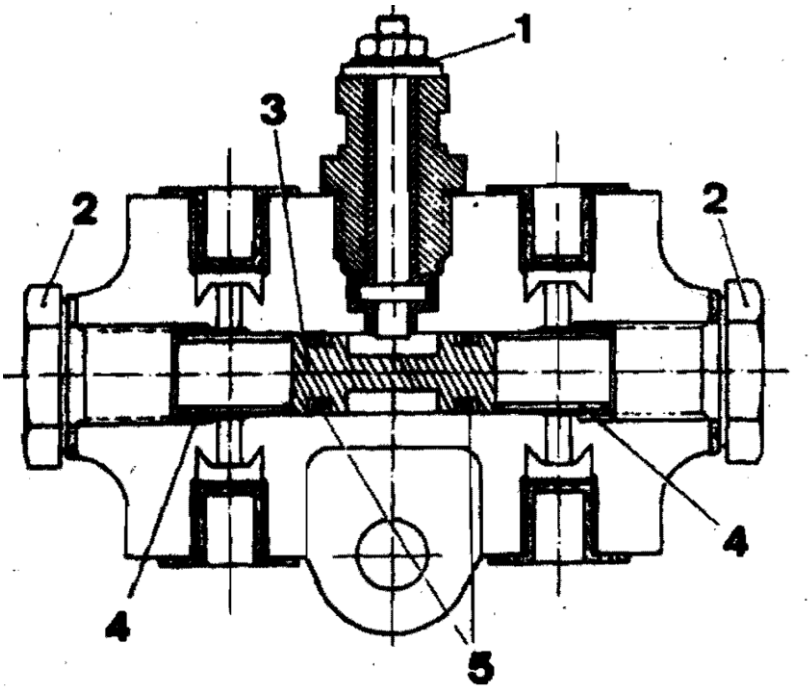
Цилиндрыпреобразуютдавлениевсистемеизглавногоцилиндравмеханическуюсилу.Этасилаприжимаеттормозныеколодкикдиску,замедляяавтомобиль.Суппортыболеедетальнобудутрассматриватьсяприописаниидисковыхтормозныхмеханизмов.

Датчикразностидавленийиспользуетсявсистемахсглавнымитормознымицилиндрамисдвумяпоршнями,испомощьюсветовойиндикациионовещаетводителяочастичнойнеисправноститормознойсистемы.»

Чащевсегоконтрольразностидавленийвтормознойгидросистемеосуществляетсявнисходящемпотокеглавногоцилиндра,новотдельныхслучаях-вкорпусеглавногоцилиндра.Какужебылосказаноранеевэтомразделе,еслиизстр

оявыходитчастьдвухконтурнойтормознойсистемы,другаяполовинатормозной системыостаетсяфункционирующей.Дляостановкиавтомобиляпотребуетсябо льшееусилиенапедаль.

Датчикразностидавленийоповеститводителяонеисправности.Обаконтур асистемысвязанысэтимдатчиком.Междуканаламиконтуроврасположенмаленьк ийгидравлическийпоршень.




1–выключательконтрольнойлампы;2–торцевыезаглушки;3–поршень; 4–пружины;5–уплотнения

Рисунок 1.7 – Датчик разности давлений

Нараннихавтомобиляхустанавливалисьбарабанныетормоза.Онинебыли похожинабарабанныетормозасовременныхавтомобилей.Ониработалианалоги чноремнювавтоматическойтрансмиссии.Тормознаянакладкаокружалавнешню юповерхностьбарабанаиприторможенииитугозажималаего.

Эффективностьторможениязначительновозросла,когдаконструкторыст алииспользоватьвнутреннююповерхностьбарабана.Этопомоглоизолироватьк омпонентытормозаотвнешнихвоздействий;атакжезначительноувеличитьпове

рхностьбарабана,контактирующуюсвоздухом,темсамымускоривегоохлаждение.

«Основныеузлыбарабанныхтормозныхмеханизмов-барабан,тормозныеколодки,опорныйщит,рабочий(колесный)тормознойцилиндр,иразличныеприспособления,необходимыедлякрепленияисоединениякомпонентов(см.иллюстрации).Сборкизаднихбарабанныхтормозовтакжеимеютсамо регулирующиесякомпенсаторызазора,чтобыколодкивсегданаходилисьнаопределенномрасстоянииотбарабана.»

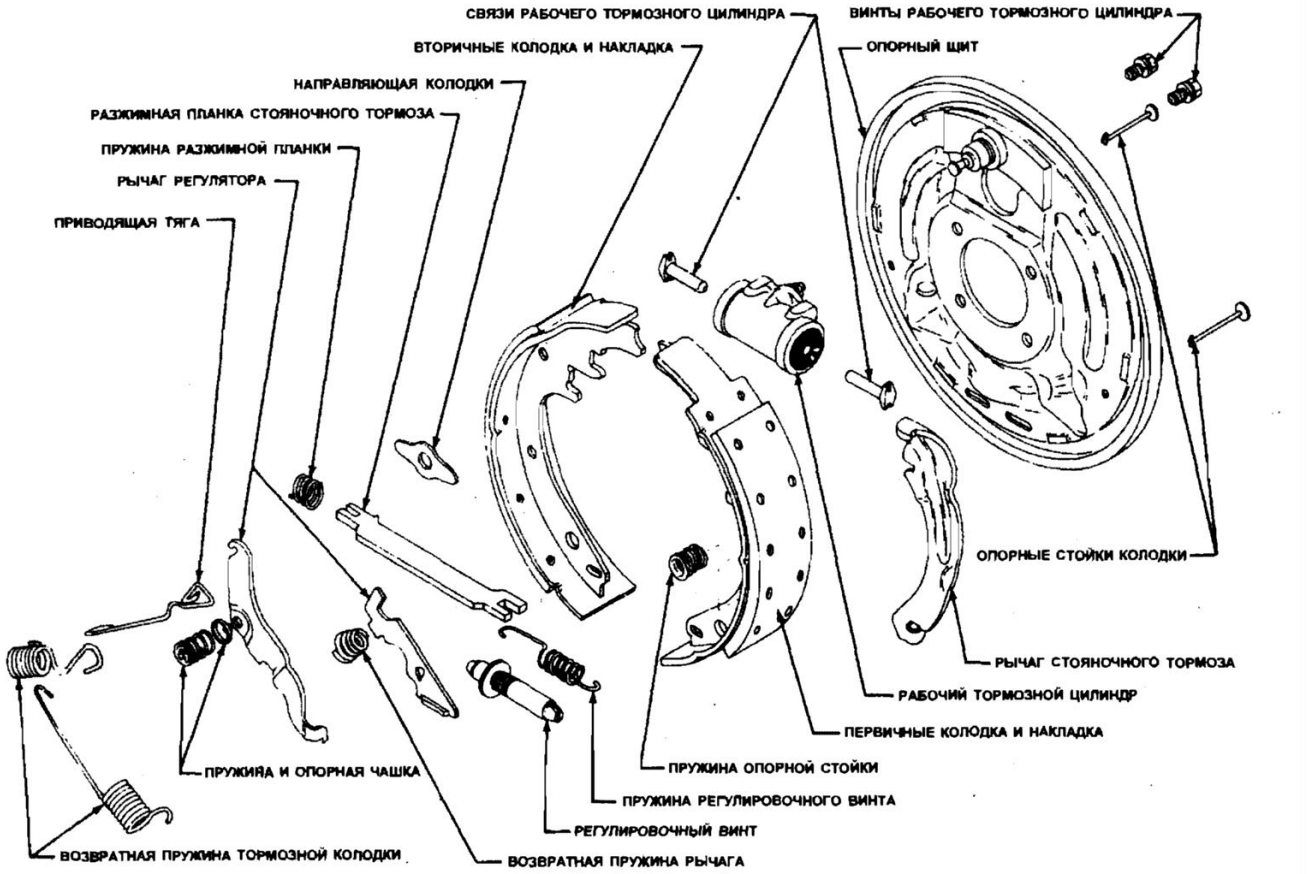



Рисунок1.8–

Компонентыбарабанноготормозногомеханизмаспоследовательноприжимаемыколодками

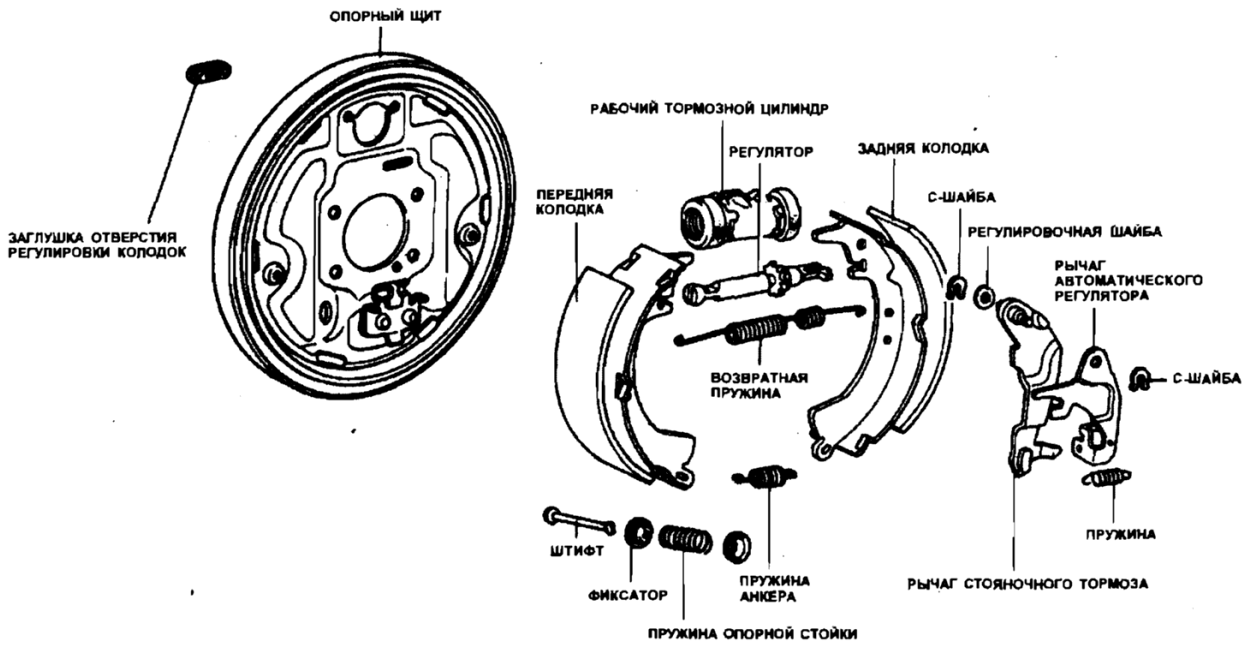



Рисунок1.9–Компонентыбарабанноготормозногомеханизма сведущей/ведомойколодками

## 1.2Требованияктормознымсистемам

Ктормознымсистемампредъявляютсяследующиеосновныетребования:

-

минимальныйтормознойпутьилимаксимальноезамедлениеприаварийномторможении.

Выполнениеэтоготребованияобусловливаетнетолькоповышениебезопасностидвижения,ноияполноеиспользованиетяговыхвозможностейавтомобиля,т.е.$V_{ср}$движения.

«Требуемымиусловиями дляполученияминимальноготормозногопутиявляютсяминимальноевремясрабатыванияприводатормозногопривода,одновременноеторможениевсехколес,возможностьдляводителядовеститормозныеусилиянаколесахдомаксимальногозначения иобеспечениенадлежащегораспределениятормозныхусилиймеждуколесами.»

-

сохранениеустойчивостиавтомобиляприторможении.Этоповышаетэффективностьторможенияавтомобиляпридвиженииноскользкойдорогеитакжеспособств

уетповышениюбезопасностидвижения.

Длявыполненияэтоготребованиянеобходимо,чтобыусилияналевыхипра выхколесахавтомобиляприторможенииибылиодинаковыичтобытор-мозныеусилиянадлежащимобразомраспределялисьмеждупереднимиизад-нимиколесами.

-

сохранениеудобстваездыдляпассажиров.Выполнениеэтоготребованиявозмож ноприплавномнарастаниитормознойсилыипропорциональностиусилиянапеда литормознойсиле.

-

облегчениеусловийработыводителя(особенноводителяавтобуса),необходимое такжеиз-зачастогопользованиятормозами(до2—

3торможенийна1*км*пригородскомдвижениисреднейинтенсивности).Усилиена тормознойпедалинедолжнопревосходить50*кг*(длялегковыхавтомобилейприсл ужебномторможении12—

15*кг*)приходепедалинеболее150*мм*длялегковогоавтомобиляи180*мм*длягрузов ого;усилиенарычагетормозанедолжнобытьсвыше40*кг*принаибольшемходеры чагадо300*мм.*Выполнениеэтоготребованиядостигаетсянадлежащимвыборомп ередаточныхчиселтормознойсистемы,достаточнойжесткостьютормозногопри водаималымивнемпотерями.

«Крометого,сиденьедолжнобытьтаким,чтобыпосадкаводителябылаудоб ной:спинаупираласьвспинкусиденья,аусилиесоздавалоськоленнымсуставом. Обследованияпоказывают,чтовэтомслучаеводительможетсоздатьнапедалиуси лие,превышающеееговесна10—20%,т.е.практически70—

80*кг*нагрузовыхавтомобиляхиавтобусахстормознойсистемой,действующейот постороннегоисточникаэнергии;работуводителяоблегчаютведениемпедалис шарниромукаблука,прикотороймаксимальномуторможениюсоответствуетуси лие20—25*кг.»*

Наибольшееусилиенарычагеручноготормоза(до50—70*кг)*можнополу-читьпритакомрасположенииирычага,когдаусилиенаправленоснизувверх.

-

сохранениетормозныхкачествавтомобиляпринеоднократномторможении.Это требованиесвязаноснагревомтормозовивозможномприэтомнарушениииихдейс твияи,вчастности,падениикоэффициентатренияфрикционныхпар.

-

длительноесохранениетормозныхкачествввпроцессеэксплуатации.Длявыполне нияэтоготребованиянеобходимо,чтобыизностругцихсяэлементовбылмалымир авномерным,арегулировкарабочихзазоровпростой,удобнойиповозможностиа втоматической.

-

безотказностьдействиятормозоввовсехусловиях.Выполнениеданноготребован иядостигаетсяустановкойдвухилитрехтормозныхсистем,перечисленныхвыше идействующихнезависимооднаотдругойилиимеющихнезависимыеприводыко днимитемжетормознымМеханизмам.

### 1.3Классификациятормозныхсистем

Любаятормознаясистемаделитсянадвечасти:тормозноймеханизмитормо знойпривод.

«Тормозныемеханизмыосновнойсистемыразделяютпоформетрущихсяд еталей(невращающихся)наколодочные,дисковые,ленточныеикомбини-рованные(колодочно-ленточные,колодочно-дисковые).Иногдатормозныемеханизмыклассифицируютпоформевращающих сядеталей:барабанные(колодочные,ленточные),дисковыеикомбинированные.

Крометого,тормозаразличаютпорасположениютрущихсядеталей;внутре ннемуилинаружному;порасположениютормозныхмеханизмов—вколесах(колесныетормоза)илинаполуосяхпоследифференциала.

Тормозанаиболеераспространенныхтиповбудутрассмотренынише.Укаж емлишь,чтоленточныетормозавкачествеколесныхвнастоящеевремяприменяю тсяредко;ониииспользуютсякакфрикционныеэлементыкоробокпередачпланета

рноготипа.Ленточныйтормозпозволяетполучитьзначительныйтормознойэффе ктпридостаточногибкойленте,нодляобеспечениячистотыоттормаживаниянеоб ходимызначительныезазорымеждутрущимисяэлементами,чтозатрудняетприм енениетормозныхлентбольшойжесткости,итолщины.»

Наибольшеераспространениеимеютколодочныеколесныетормозасвнутр еннимрасположениемколодок.Перспективнымтипомявляютсядисковые"торм оза.Убыстроходныхавтомобилейтормозныемеханизмырасполагаютиногданап олуосях,чтоимеетсвоипреимущества.

«Барабаннымитормозамиоборудованобольшинствоавтомобилей.Вданн ойконструкцииколодкивовремяторможениярасширяются,поэтомуданнуюмод ельназвали«тормозсвнутреннимиразжимнымиколодками»(рисунок1.10).Коло дкиприкрепляютсяктормозномущиту,которыйтакженазываютплатформой,ик райтормозногощитачастоимееттакуюформу,чтовходитвжелобокбарабана.Эта модельнамногоменьшестрадаетотвоздействияводы,пылиигрязи(рисунок1.11). »

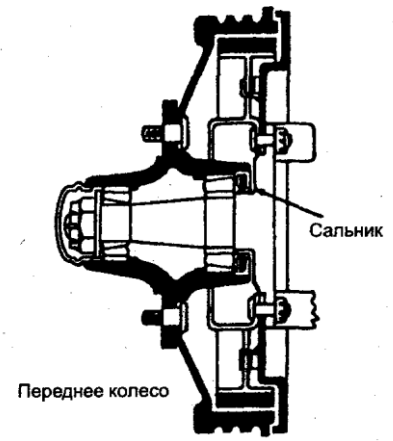



Рисунок1.10–Барабанныйтормозноймеханизм

«Ранниеверсии колодочных или барабанных тормозовсрабатывалиприпомощимеханическогосцепления.Давлениеоттормоз нойпедалиилирычаганаправлялоськтормознымколодкампометаллическимтро самирычагам.Всесовременныеавтомобилиоборудованыгидросистемой,котора яспокойнопередаеттормозноедавлениенавсечетыреколеса.»

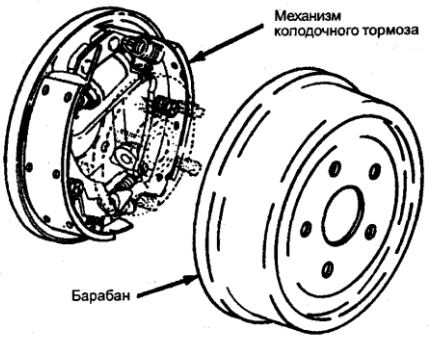



Рисунок1.11–Конструкцияколодочноготормоза

«Дисковый тормоз имеет более простой принцип действия, чем барабанный. У дисковых тормозов есть множество достоинств. Обе колодки сжимают диск одновременно с противоположных сторон. Благодаря этому нет деформаций, как у барабанного тормозного механизма, потери идеально круглой формы. Во время вращения диска центробежные силы выдувают загрязнения с поверхности диска (рисунок 1.12). Кроме того, колодки дискового тормоза, возвращаясь в исходное положение, располагаются очень близко к поверхности диска. Благодаря этому возникает сила, которая не дает проникать загрязнениям, пыли и воде в пространство между диском и тормозными накладками.»

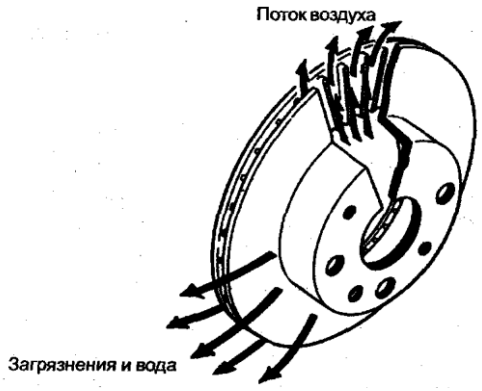
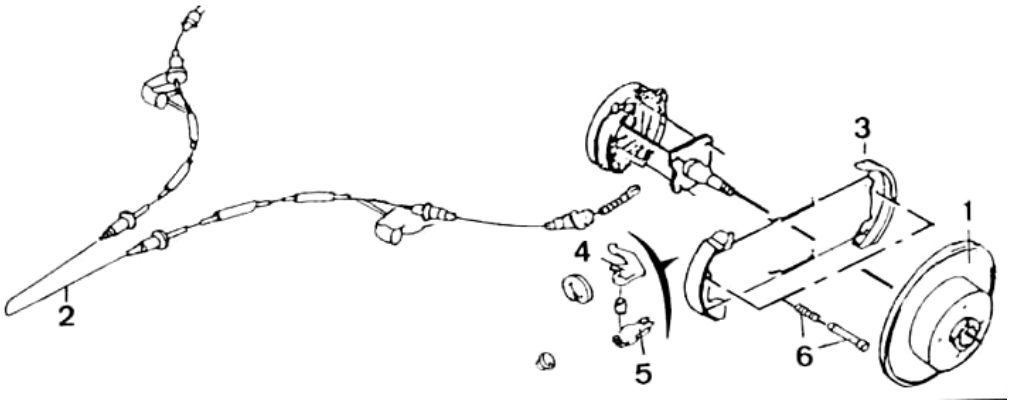



Рисунок1.12–Очисткарабочейповерхностидиска

«Стояночныйтормоз(рисунок1.13)—
этомеханизм,которыйприводитсявдействиеводителем;имеетмеханическийпр
иводипредназначендлятого,чтобыудерживатьавтомобильвовремяпарковки.Ст
ояночныйтормоздолженбытьдостаточномощным,чтобыудерживатьавтомобил
ь,стоящийнанаклоннойповерхности.Вслучаеслабогосцепленияздорожнымпок

рытием/стояночныйтормоздолженблокироватьколесаавтомобиля.Влегковыха втомобиляхстояночныйтормозобычновключаетсянажатиемнаручнойилиножн ойрычаг.Этотрычагдолженименьфиксаторилихраповоймеханизм,чтобыудерж иватьтормозвовключенномсостоянии.»




1—тормознойдиск;2—тросприводастояночноготормоза;3—колодкистояночноготормоза;4—рычагприводаколодокстояночноготормоза;5—разжимнаяпланка;6—опорныйпалецколодки

Рисунок 1.13 – Система тросов стояночного тормоза

## 1.4Обзоритенденцииразвитиятормозныхсистем

Тормозная система, как и рулевое управление, относятся к так называемым активным системам безопасности, отвечающим за безопасность пассажиров. В настоящее время автомобили становятся все быстрее, и требования к элементам и узлам автомобиля, а в особенности к тормозной системе, становятся все выше. Поэтому вопросы создания тормозной системы, позволяющей обеспечить минимальный тормозной путь, управляемость при экстренном торможении на любых типах покрытий, являются весьма актуальными. Совершенствование конструкции тормозной системы автомобиля происходит с учетом новейших разработок в области микроэлектроники и микропроцессорной техники [1, 2]. Основные этапы развития тормозных систем, управляемых электроникой, представлены на рисунке 1.14.

Рисунок1.14–Основныеэтапыразвитиятормозныхсистем

«ПримеромиспользованиясовременныхтехнологийвобластитормозныхсистемявляютсяантиблокировочныесистемыABS(Anti-LockBrakingSystem),которыепозволяютповыситьэффективностьибезопасностьторможения.СначалаABSпоявилисьнаавтомобиляхвысокогокласса,аныневходятвстандартнуюкомплектациюмногихмикролитражек.Например,прирезком,экстренномторможениколесаавтомобилянередкополностьюблокируются.Однакоинерцияавтомобиляещенепреодолена,онпродолжаетдвижение,изаблокированныеколесапростоскользятподорожномупокрытию.Вэтомслучаеимеютсядванеприятныхмомента.Во-первых,сцеплениезаблокированныхколесс дорогойзначительноменьше,чемвращающихся,и,во-вторых,автомобильсзаблокированнымиколесамипрактическинеуправляем,иеслидорожноеполотновлажноеилиобледенелое,тоаварияпочтигарантирована.Естественно,опытныйводительделодоблокировкиколеснедоводит,апр именяеттакназываемоепрерывистоеторможение.

Почувствовав,чтовращениеколеспрекратилось,иавтомобильначинаетскользить,водительотпускаетпедальтормоза,колесаначинаютвращаться,ихсцепл

ениесдорогойвозрастает,имашинаснованоподдаетсяуправлению–теперьможноповторитьторможение.Этаметодикадовольнодейственна,однакотребуетотводителяопределенныхнавыковидополнительныхусилий.»

«Антиблокировочнаясистематормозовосуществляеттожесамое,чтоиопытныйводитель,толькобыстрее,точнееибезучастиячеловека.Достаточносказать,чтоABSзасекундуделаетдо10–12цикловпритормаживания,чтоабсолютнонедостижимодажедляпрофессиональныхавтогонщиков.Витоге,тормознойпутьавтомобилянасухомдорожномпокрытииисокращаетсяна10–15%,хотянавлажном,обледенеломисмешанномпокрытиитормознойпутьможетувеличиться.Носамымважнымпреимуществомантиблокировочнойсистемыявляетсясохранениеуправляемостиавтомобиляприэкстренномторможении,чтопозволяетобъехатьвозникшеепрепятствие,недопустивстолкновения.»

«BAS(BrakeAssistSystem)–вспомогательнаясистемавприводетормозов–дебютировалав1997г.наMercedesE-class.BASпомогаетводителюреализоватьмаксимальноеусилиенапедалитормозавпервыемгновенияэкстреннойостановки.Инымисловами,BASбыстреевводитвдействиетормознуюсистему,аэтопоможетнерешительномуилифизическислабомуводителюсэкономитьне-сколькометровтормозногопути.»«ВавтомобиляхMercedesиToyotatехническиэтаидеяреализованаследующимобразом.Впневматическийусилительтормозоввстроеныдатчикскоростиперемещенияштокаиэлектромагнитныйпривод.Кактольковуправляющийцентрсдатчикаскоростипоступаеткомандаотом,чтоводительрезкоударяетпопедалитормоза,включаетсяэлектромагнит,которыйувеличиваетсилувоздействиянашток.»«Такимобразом,ужечездолюсекундыавтоматикапомогаетводителюдобитьсянаиболееэффективноготорможения.Втожевремядаженавлажномпокрытиисрываколесвюзнепроисходит–вдействиеуспеваетвступитьABS.Тоесть,BASпомогаетводителювсамыйпервыймоментторможения,ажеслипотомусилиеслишкомвелико,тоABSпредохранитколесаотблокировкиисохранитавтомобильуправляемым.»

«Крометого,BAS«сохраняет»,стильторможениявштатныхрежимах,следовательнооналегче«распознает»критическуюситуацию.Испытанияпоказывают,чтососкоростью в100км/чиспользованиеBAScокращаеттормознойпутьс46до40метровнаавтомобилеMercedes.»

«Инженеры концерна BMW пошли иным путем. Они не использовали систему раннего поколения в своих автомобилях, в которой привод работал от вакуумного усилителя, и ждали новую. Они назвали свою систему DBC (DynamicBrakeControl). Система DBC объединена с антиблокировочной системой и при срабатывании обходит тормозную жидкость из аккумуляторов ABS в линию, где она находится под избыточным давлением. Система начинает активироваться в момент резкого падения с ускорителя. А благодаря высокому давлению, которое уже обеспечивает «умная система», скорость тормозной системы еще больше увеличивается. Дополнительные 0,5 секунды, которые экономит DBC по сравнению со среднестатистическим водителем, могут уменьшить тормозной путь на 15 метров при начальной скорости торможения 100 км / ч. Преимущества системы также можно отнести к «жесткому» соединению, которое позволяет без проблем сохранять эффект отслеживания на педалях при экстренном торможении. Когда вы быстро нажимаете на педаль, она только немного опускается, и вы все еще можете.»

«Следующим шагом в разработке тормозных систем стало внедрение Volvo электронной системы распределения тормозного усилия EBD (ElectronicBrakingForceDistribution). Во-первых, он регулирует давление в контурах задних тормозов, чтобы они не работали перед передними тормозами, в любом случае они не блокировались, но в то же время тормозились с максимальной эффективностью, в зависимости от нагрузки автомобиля и коэффициент сцепления с дорожным покрытием. Во-вторых, сам гидравлический привод стал «порванным». Хотя рабочие гидравлические цилиндры остались на месте, но если передний контур подключен

непосредственно к главному тормозному цилиндру, электрический сигнал отправляется на заднюю ось электронасоса. Распознавая степень требуемого замедления с помощью усилия на педали, блок управления анализирует датчики скорости вращения колеса, движение автомобиля, степень износа тормозных колодок и т. Д. Затем рассчитывает необходимое давление в каждом контуре. Источником этого давления является гидравлический аккумулятор с электронасосом.Вцелом,EBDвыполняетфункциирегуляторатормозныхсил,только гораздоболеегибкоиточно(рисунок1.15).»

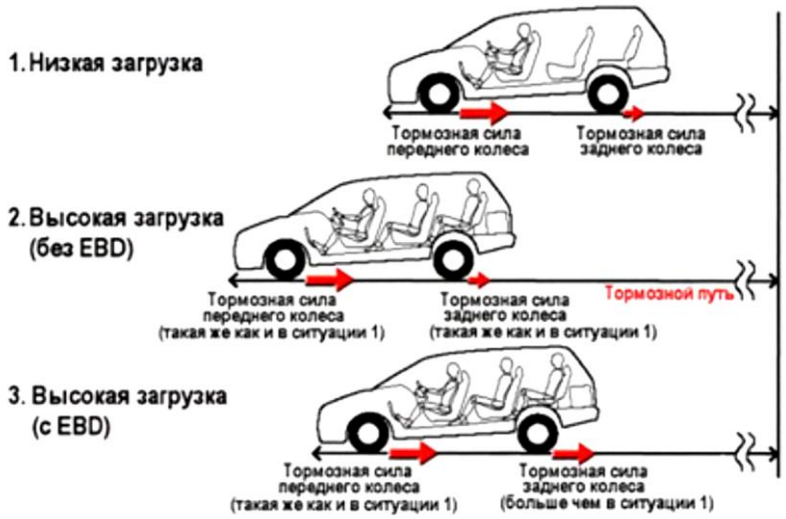



Рисунок1.15–Работасистемыэлектронногораспределения тормозныхусилий

«В случае выхода из строя блока управления усилие передается через главный тормозной цилиндр стандартным способом, но только на передние колеса автомобиля. Иначе говоря, EBD расположенавне основной тормозной системы. Аналогичная система от фирмы Nissanпомоглауменьшить тормозной путь при остановке со 100 км/ч на автомобиле Terrano II на 8 метров.»

«Так же существует еще одна система, которая помогает водителю в сложных дорожных ситуациях, ею является электронная система стабилизации ESP. Привозникновения экстремальной ситуации она

компенсирует неадекватно резкую реакцию водителя и способствует сохранению устойчивости автомобиля. Ее работа заключается в осуществлении тягово-динамического регулирования работы систем управления автомобилем. ESP распознает опасность заноса, и целенаправленно компенсирует нарушение курсовой устойчивости автомобиля. Для обозначения аналогичных систем используются следующие сокращения: ASMS (AutomatischesStabilitatsManagementSystem), DSC (DynamicStabilityControl), FDR (Fahrdynamik-Regelung), VSA (VehicleStabilityAssist), VSC (VehicleStabilityControl). ESP реагирует на критические ситуации в том случае, если известны ответы на два вопроса: куда намерен ехать водитель? Куда на самом деле едет автомобиль?»

Ответ на первый вопрос система получает от датчиков, определяющих угол поворота рулевого колеса и угловые скорости колес автомобиля. Ответ на второй вопрос можно получить, измеряя угол поворота автомобиля вокруг вертикальной оси и величину его поперечного ускорения. Если по поступающей от датчиков информации получаются разные ответы на упомянутые выше вопросы, то существует вероятность возникновения критической ситуации, при которой необходимо вмешательство ESP. Критическая ситуация может проявляться в двух вариантах поведения автомобиля (рисунок 1.16).

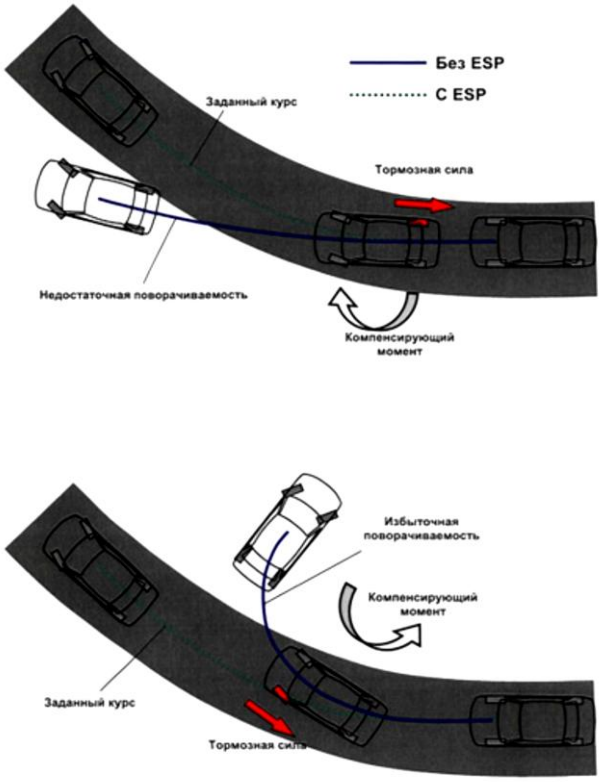



Рисунок1.16–Работасистемыподдержаниякурсовойустойчивости(ESP)

«Электрогидравлическаятормознаясистема(SensotronicBrakeControl(SBC)устанавливаетсянановыеавтомобилимаркиMercedes-Benzc2002года.Этатормознаясистемаимеетследующиепреимуществапередобычнымитормознымисистемами:болееточноераспределениетормозныхсил(рисунок1.17);уменьшениетормозногопутиприэкстренномторможении(рисунок1.18);оптимизациюработысистемактивнойбезопасности;болеекомфортнуюстабилизациюдвиженияавтомобиляприработеABS,системустабилизациииит.д.;отсутствиевибрациинапедалитормозаприработеантиблокировочнойсистемы;дополнительныефункции,повышающиекомфортностьибезопасностьSBCHold,SBCStop,Softstop,Drybraking,Precriarging.»

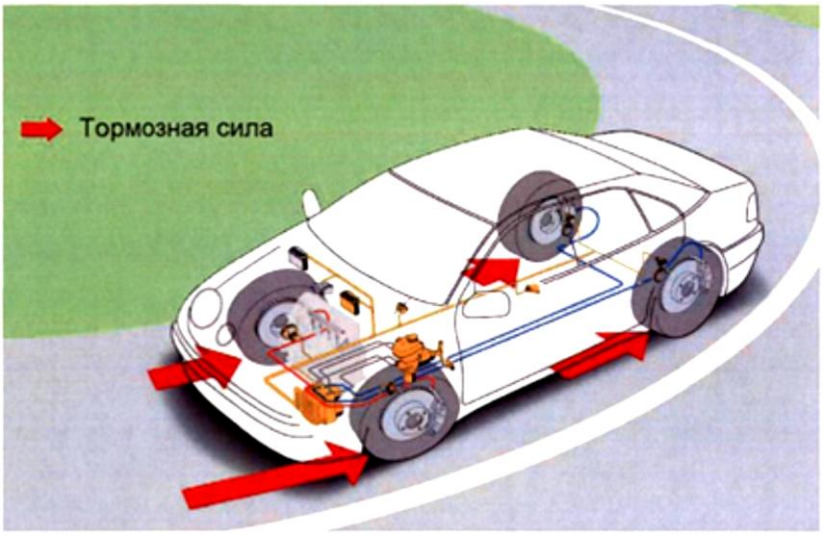



Рисунок1.17–Динамическоераспределениетормозногоусилиявсистеме SBC

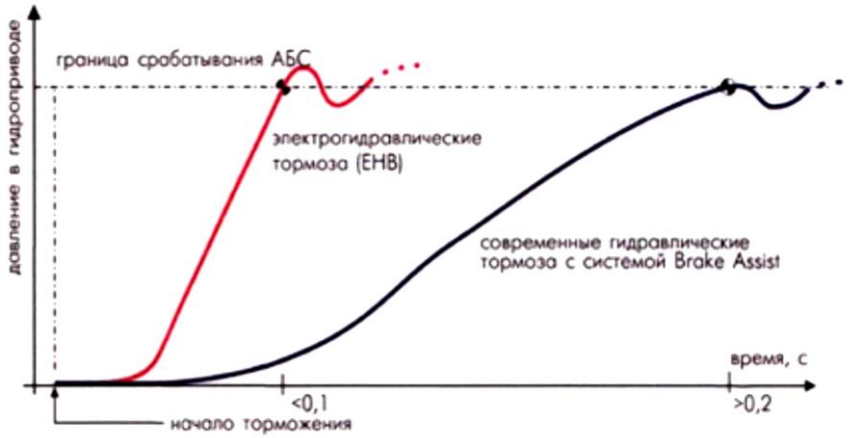



Рисунок1.18–Динамикасрабатываниятормозов

«Основа работы данной системы состоит в следующем. При стандартной службе гидравлический контур правится электронным блоком, а контур с гидромеханическим приводом поделен аварийными клапанами. SBC принимается функционировать, когда он принимает сигнал с дверного контакта, багажного контакта, выключателя стоп-сигнала либо контакта дистанционного управления, что распознает вероятную приостановку выключения системы. Данная деятельность специализирована в целях устранения отключения системы SBC при перемещении машины из-за инерции (перемещение вниз по склону) при неработающем зажигании. Знак выключения системы в данном случае повторяется, когда машина целиком останавливается. В последствии включения система обследует функциональность частей тормозной системы.»

«Сначала обследуется давление в линии высокого давления либо пневмогидравлическом аккумуляторе давления. Помимо этого, испытываются оставшиеся измерители давления и электромагнитные клапаны. Непрерывное самотестирование кроме того совершается в период управления автотранспортным средством.

При основе торможения сигнал с измерителя перемещения педали тормоза поступает в блок управления SBC. Затем блок управления рассчитывает влияние в тормозном механизме персонально с целью любого автомобиль. Влияние в тормозящий концепции формирует насос значительного давления с электроприводом. Присутствие несоблюдении порядка деятельность SBC, электрический источник управления подает указание в изобретение авантюристичных электромагнитных клапанов, возобновляя гидромеханическую взаимосвязь среди педалью тормоза и передними тормозными приспособлениями.»

«ВсоставSBCвходитпрограммастабилизациидвижения(ElectronicStabilityProgram)ESP.МодульESPимеетприоритетнадSBC.Обесистемыобмениваютсяданнымиповнутреннейшине CAN.БлокуправленияSBCпередаетданныеодавленииторможенияиодавлениивсистемекмодулюESP.ДалеемодульESPкорректируетдавлениедлякаждоготормозногомеханизмаипередаетисправленныеданныеобратнокмодулюSBC.АмодульSBCподаеткомандыкэлектромагнитнымгидравлическимклапанам.»

«Использование электрогидравлической тормозной системы открывает новые возможности в дизайне автомобилей будущего. В течение нескольких десятилетий ученые в разных странах пытались создавать автопилоты, которые могли бы автоматически управлять автомобилем с помощью видеокамер, радаров и других датчиков даже в самых простых ситуациях - при движении по загородным автомагистралям. Одним из компонентов такого автомобиля будущего должна стать тормозная система с электронным управлением, которая может автоматически останавливать автомобиль по

командам электронного автопилота. И электрогидравлическая тормозная система удовлетворяет этому требованию.»

«Система ContinentalTeves SWT (торсионная боковая стенка) стала еще одной новинкой в области тормозных систем. Принцип его работы основан на определении момента блокировки или проскальзывания вдоль продольной и поперечной деформации шины. Современные антиблокировочные системы распознают момент, когда колесо заблокировано, и получают информацию непосредственно от датчика скорости вращения, то есть десятые доли секунды после блокировки.

С использованиемсистемы SWT момент полной блокировкиколесаможнопредугадатьзадолисекундыдоегонаступления.Аэтовс воюочередьпозволяетнапрямуюследитьзастепеньюнагрузкикаждогоколеса,чт оувеличивает точность и быстродействиевсехсистемактивнойбезопасности.»

«Тормозные системы автомобиля являются основнымэлементом обеспечения безопасности движения,ивсвязисувеличивающейсяавтомобили-зациейтребуютпостоянногосовершенствования.»

### 1.5Выбориобоснованиепринятоговариантаконструкции

«Тормознаясистемаавтомобиляявляетсяоднойизсамыхважныхиответств енныхвавтомобиле.Тормознаясистемапредназначенадлязамедленияавтомоби ляилидляегополнойостановкиисостоитизрядадеталейикомпонентов.Срединих можноотметить:тормозныеколодки,диски,барабаны,цилиндры,атакжевсеприв одытормозов.Навсехсовременныхавтомобиляхнашлиприменениефрикционн ыетормоза,которыеосновываютсянапринципеприменениясилытрениянеподви жнойдеталиоподвижную(например,колодкитрутсяоббарабанилитормознойди ск).Такжетормозанеобходимычтобыудерживатьтранспортноесредствовнепод вижномсостоянии,напримернасклоне.Тормознуюсистемуавтомобиляможнора зделитьнадве:рабочую(длясниженияскоростиилидляостановамашины)истоян очную(дляудержанияавтомобилянанеровнойповерхности).»

На автомобилях ВАЗ-2172 применена рабочая тормозная система с диагональным разделением контуров, что обеспечивает высокую активную безопасность автомобиля. Один контур гидропривода обеспечивает правый передний и левый задний тормозные механизмы, другой - левый передний и правый задний. Если один из рабочих тормозных контуров выходит из строя, второй контур используется для остановки ВАЗ-2172 с достаточной эффективностью. Гидравлический привод включает вакуумный усилитель и двухконтурный регулятор давления заднего тормоза. Система стояночного тормоза приводится в движение задними колесными тормозами.

# 2Защитаинтеллектуальнойсобственности

## 2.1Патентныйпоиск

Известноизобретение№107736https://yandex.ru/patents/doc/RU107736U1_20110827«Антиблокировочнаясистема»(рисунок2.1).Полезнаямодельотносится якобластиавтомобилестроениякавтомобилямсколеснымторможением,вчастности,кантиблокировочнымсистемам.

Техническимрезультатомявляетсяповышениенадежностиработыантиблокировочнойсистемы,засчетулучшениякачествапоступающеговтормознуюсистемувоздуха.

Указанныйтехническийрезультатдостигаетсятем,чтовпредлагаемойантиблокировочнойсистемевместовоздушногофильтра,впневматическомконтуре,применяетсяблокподготовкивоздуха,позволяющийудалятьизвоздуха,поступающегооткомпрессоравтормознуюсистему,влагуимасло.

«Антиблокировочнаясистема-электропневматическая.Электрическаячастьимеетэлектрическиевыключатели,одинизкоторыхвключаетсяводителемпослезапускадвигателя,второйавтоматически,привключениитормознойсистемы,электромагнитныхпневмоклапановиинерционныхэлектрическихдатчиков.»

Пневматическаячастьсостоитизкомпрессора,редукторадавления,ресивера,тормозногокрана,пневмоаккумуляторов,блокподготовкивоздуха,состоящегоизвлагоотделителя,маслоотделителя,воздушногофильтра,позволяющегоулучшитькачествовоздухапоступающеговтормознуюсистему.

АБС,состоитиздвухчастей:электромеханическими инерционными датчиками,

электрическогоконтурасвыключателями,электропневмоклапанамиипневматическогоконтурапитаниятормозов,состоящегоизстандартнойтормознойсистемыавтомобиляспневматическимприводом,отличающаясятем,чтосодержитблокподготовкивоздуха,состоящийизвлагоотделителя,маслоотделителяивоздушно

гофильтра,позволяющегоулучшитькачествопоступающеговтормознуюсистем
увоздуха.

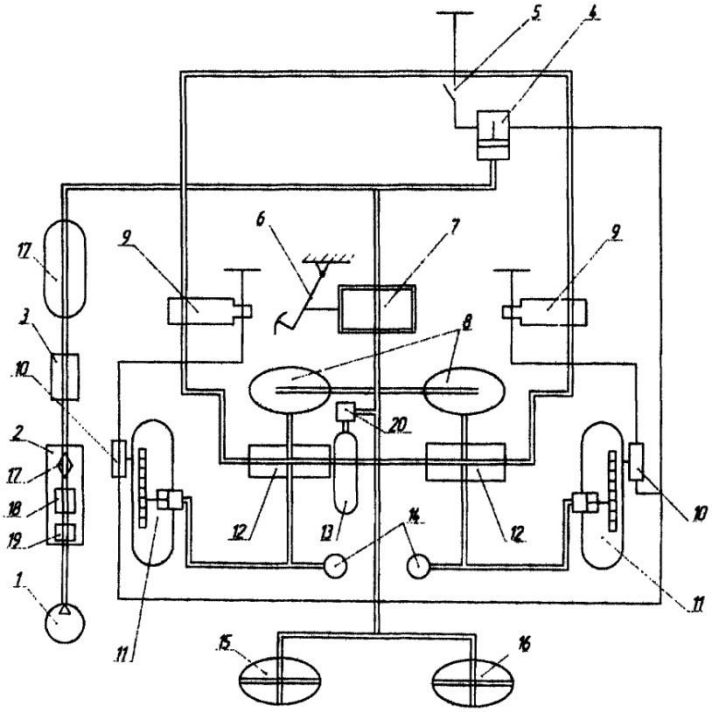


Рисунок2.1

Недостаткомданнойантиблокировочнойсистемыявляетсято,чтоустанов
ленныйвоздушныйфильтр,необеспечиваетнадежнуюочисткувоздуха(поступа
ющегооткомпрессоравтормознуюсистему),отмаслаивлаги.

Техническимрезультатомявляетсяповышениенадежностиработыантибл
окировочнойсистемы,засчетулучшениякачествапоступающеговтормознуюсис
темувоздуха.

Указанныйтехническийрезультатдостигаетсятем,чтовпредлагаемойант
иблокировочнойсистемевместовоздушногофильтра,впневматическомконтуре
,применяетсяблокподготовкивоздуха,позволяющийудалятьизвоздуха,поступа
ющегооткомпрессоравконтур,влагуимасло.

«Антиблокировочнаясистема-
электропневматическая,состоящаяизкомпрессора1,блокаподготовкивоздуха2
состоящегоизвлагоотделителя19,маслоотделителя18,воздушногофильтра17,р
едукторадавления3,электрическихвыключателей4,5,тормозногокрана7,тормо

зныхкамерпереднихколес8,задних15,16,электромагнитныхпневмоклапанов9,инерционныхдатчиков10,тормоза11(почислуколес),педалиуправлениятормознойсистемой6,переключателей12,пневмоаккумулятора13,ускорителя20.»

Системаработаетследующимобразом.Послезапускадвигателяавтомобилясжатыйвоздухоткомпрессора1,черезблокподготовкивоздуха2,редуктордавления3,заполняетресивер17идалеепоступаетктормозномукрану7ипневмоаккумулятору13.Вручнуювключаетсявыключатель5-электрическаясистемаАБСподключаетсявсистемуэлектрообеспеченияавтомобиля.Придавлениинапедальуправлениятормознойсистемой6,сдавленныйвоздухпоступаетквключателю4,втормозныекамерыколес8,15,16,датчикамдавлениявтормознойсистеме14,ускорителю18идалеектормозамколес11.Автоматическивключаетсявыключатель4.Выключатель4запитываетэлектрическойэнергией электромагнитныепневмоклапаны9иинерционныедатчики10-антиблокировочнаясистемакработе.

Приобнаруженииблокировкиколесналюбомизколес,реагируетинерционныйдатчик10данногоколеса,приэтомзамыкаютсяэлектрическиеконтактыдатчика,которыепередаютэлектросигналнаэлектромагнитныйклапан9.Электромагнитныйпневмоклапан9включитсяистравитсжатыйвоздухизтормозаданногоколеса.Давлениевтормозеколесауменьшится,юзпрекращается,антиблокировочнаясистемавозвращаетсявисходноерабочеесостояние.

Переключатели12автоматическивключаютпневматическуюаварийнуютормознуюсистему,приотказерабочейтормознойсистемы.

Известноизобретение№112123https://yandex.ru/patents/doc/RU112123U1_20120110«Антиблокировочнаясистематранспортногосредства».Технический результат-повышениеэффективноститорможенияиустойчивостидвиженияТранспортных средств,засчетмаксимальногоиспользованиякоэффициентасцепленияколесасдорогой,атакжеупрощениеконструкцииантиблокировочнойсистемы.

Техническийрезультатдостигаетсятем,чтомеждусуппортомитормознымиколодкамитормозногомеханизмаустанавливаютэлектровибраторы,накоторы

еподступаетпеременныйтокотгенератора.Известно,чтоприналожениивибрации хотябынаодинизэлементовпарытрения,коэффициенттрениябудетуменьшаться .Такимобразом,есливпаретормознойдиск-тормознаяколодкаприложитькпоследнейвибрации,токоэффициенттрениямеждуэтимидвумядеталямибудетуменьшаться.

Сущностьтехническогорешенияпоясняетсянарисунке2.2,гдеизображентормозноймеханизмантиблокировочнойсистемыавтомобиля.

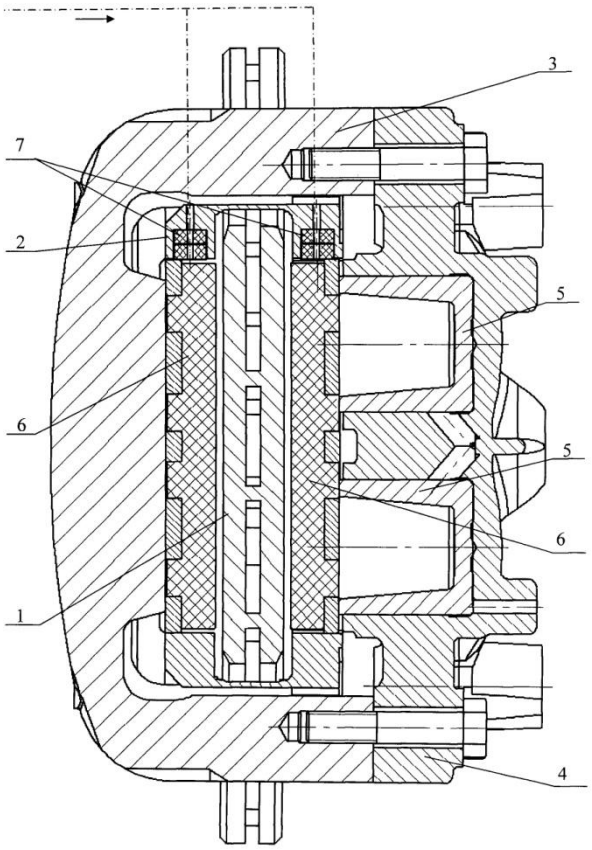



Рисунок2.2

Вантиблокировочнуюсистемутранспортногосредствавходятблокуправлениясдатчикамиугловыхскоростейколес(начертеженепоказан)итормозноймеханизм,состоящийизтормозногодиска1,суппорта2,плавающейскобы3сцилиндрами4ипоршнями5,тормознымиколодками6.Междусуппортом2итормознымиколодками5установленыэлектровибраторы7.Электровибраторы7подключенык генераторуперемен ного тока.

Приторможениитранспортногосредствадавлениетормознойжидкостина поршень5преобразуетсявнормальнуюприжимающуюсилу.Поршень5прижима

еттормознуюколодку6ктормозномудиску1.Тормозныеколодки6тормозныммо ментомприжимаютсяксуппорту2черезэлектровибраторы7.Вслучаевозникнове нияблокировкиколеса,распознаваемойблокомуправления,последнийвключает генераторпеременноготока,врезультатечеготормознойколодке6сообщаютсяви броперемещенияотэлектровибраторов7,параллельныекрабочейповерхностито рмозногодиска1счастотой,заранееопределяемоймодальныманализом:выбира ютоднуизсобственныхчастот(гармонику)колебаний,прикоторойамплитудакол ебаниймаксимальнавкасательномпоотношениюкповерхноститрениянаправле нии.Например,длятормозногомеханизмаУАЗ-3163этачастотаравна727,91Гц.Вибрациятормознойколодкиприводиткснижен июкоэффициентатрениямеждутормознойколодкойитормознымдиском,тормоз ноймоментснижается,блокировкаколесапрекращается.Амплитудавиброперем ещенийпонеобходимостиплавнорегулируетсяблокомуправленияпутемплавно гожеизменениявыходногонапряжениягенераторапеременноготока.Такимобра зом,коэффициенттрениявпаретормознаяколодка-тормознойдискизменяетсябесступенчато.Следовательно,отклоненияотнаибол ееэффективноготормозногомоментаминимальны,аэффективностьантиблокир овочнойсистемымаксимальна.

Предлагаемаяантиблокировочнаясистематранспортногосредстванесоде ржитпрецизионныхгидравлическихисполнительныхустройств,чтосуществен ноееупрощаетиудешевляет.

«Известноизобретение№2351491С1https://yandex.ru/patents/doc/RU2351491C1_20090410«Антиблокировочноеустройствотормознойсистемыавтомоби ля».Изобретениерешаетзадачуповышенияэксплуатационныхпараметровантиб локировочногоустройстватормознойсистемыавтомобиля.

Этодостигаетсятем,чтоантиблокировочноеустройствотормознойсистем ыавтомобиля,содержащеедатчикугловойскоростиколеса,инерционныйдатчик измерениялинейногозамедленияавтомобиля,согласноизобретениюдополните льноснабженокомпьютером,соединеннымсдатчикомугловойскоростиколесаи инерционнымдатчикомизмерениялинейногозамедленияавтомобилясоднойсто

роныиэлектропневматическимклапаномсдругойстороны,подключеннымпнев молиниямикресиверусоднойстороныитормознымсистемамперединихизадних колессдругойстороны.»

Нарисунке2.3представленаконструктивнаясхемаантиблокировочногоус тройстватормознойсистемыавтомобиля(видсверху).

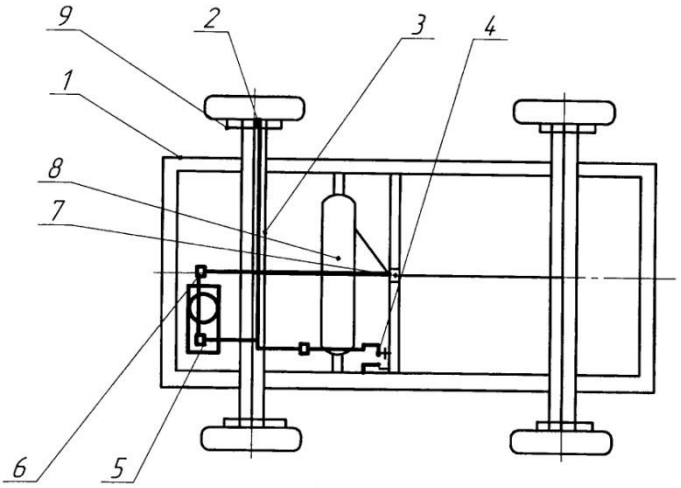



Рисунок2.3

Антиблокировочноеустройствотормознойсистемыавтомобиля1снабжен одатчикомугловойскоростиколеса2,установленнымнамосту3автомобиля1.Дат чикугловойскоростиколеса2соединенэлектрическойцепьюсоднойстороныспо ложительнойклеммойисточникапитания4,асдругой-
свходом№1компьютера5,расположенногонаприборнойпанелиавтомобиля1.К омпьютер5входом№2соединенэлектрическойцепьюсинерционнымдатчикоми змерениялинейногозамедленияавтомобиля6,установленнымнарамеавтомобил я1соднойстороныиэлектропневматическимклапаном7,расположеннымнараме автомобиля1.Электропневматическийклапан7пневмолиниямисоединенсодно йсторонысресивером8,асдругой-
стормознойсистемойпередних(задних)колес9.

«Устройствоработаетследующимобразом.Приторможенииавтомобиля1 научасткедорогиснизкимкоэффициентомсцепленияколесасдорожнымпокрыт иемвслучаеблокировкикакого-
либоколесавеличинызамедленийколесаиавтомобилябудутразличны.Приобраб

откекомпьютером5данныхпопараметрамзамедленийколес,полученныхспомощьюдатчиковугловойскоростиколеса2,ивеличинамзамедленийавтомобиля,полученныхспомощьюинерционногодатчикаизмерениялинейногозамедленияавтомобиля6,вслучаенесовпаденияэтихпараметровна7%иболеекомпьютер5подаетсигнал"растормаживания"наэлектромагнитныйклапан7.Черезэлектромагнитныйклапан7сжатыйвоздухизтормознойсистемыпередних(задних)колес9выходитватмосферу.Далеетормознаясистемаавтомобилярастормаживаетсяиегоколесаразблокируются.Придостиженииведичинызамедленияколесаведичинызамедленияавтомобилякомпьютер5подаетсигнал"торможения"наэлектропневматическийклапан7,черезкоторыйдавлениесжатоговоздухаизресивера8подаетсявтормознуюсистемупередних(задних)колес9.Автомобильвновьзатормаживается.»

Посравнениюсизвестнымиданноеустройствообеспечиваетоптимальный режимдинамикиторможенияавтомобиля.Достигаетсяэтотем,чтокомпьютер5,обладающийвысокойскоростьюобработкирезультатов(величинзамедленийколесиавтомобиля),своевременноподаеткаксигнал"растормаживание",такисигнал "затормаживание"тормознойсистемеавтомобиля.Этообстоятельствозначительноповышаетбезопасностьдорожногодвижения.

Известноизобретение№116944https://yandex.ru/patents/doc/RU116944U1_20120610«Электромагнитныйклапандляантиблокировочнойтормознойсистемысгидравлическимприводом».Задачейнастоящейполезноймоделиявляетсяулучшениетормозныхкачествколесныхмашинпутемусовершенствованияэлектромагнитногоклапана.

Поставленнаязадачадостигаетсятем,чтовэлектромагнитномклапане,включающемвсебякорпус,вкоторомустановленыкатушкиисердечниксосквозным отверстием,соединенныйструбопроводомглавноготормозногоцилиндра,вотличиеотпрототипасодержитдополнительныйцилиндр,включающийпоршеньсрезиновойманжетойипружину,соединенныйпосредствомканала,выполненноговпереднейстенкедополнительногоцилиндра,сосквознымотверстиемсердечника,а

черезотверстие,выполненноевнижнейчастикорпусаупереднейстенкицилиндра иобратныйшариковыйклапан,струбопроводомглавноготормозногоцилиндра.

Поимеющимсяуавторовсведениямзаявляемаяконструкцияэлектромагнитногоклапанадляантиблокировочнойтормознойсистемысгидравлическимприводомидополнительнымцилиндром,соединеннымструбопроводомглавноготормозногоцилиндра,неизвестнаизуровнятехники,чтопозволяетсделатьвыводосоответствиитехническогорешениякритерию«новизна».

Электромагнитныйклапанвключаетвсебятрубопровод7главноготормозногоцилиндра,связанныйсоднойсторонысрабочимтормознымцилиндром5колесатормознымбарабаном1,тормознымиколодками2,стяжнойпружиной3ирезиновымпротивопыльнымколпачком4,асдругой-скорпусомэлектромагнитногоклапана8,вкоторомустановленаэлектромагнитнаякатушка9,пружина10,сердечник11сосквознымотверстием6,которое,всвоюочередь,связанопосредствомканаласкорпусомдополнительногоцилиндра15,внутрикоторогоустановленыпоршень13,срезиновойманжетой12ипружина14,такжевтеледополнительногоцилиндрасделаноотверстиесобратнымшариковымклапаном16ипружиной17,присоединённым ктрубопроводу7главноготормозногоцилиндра.

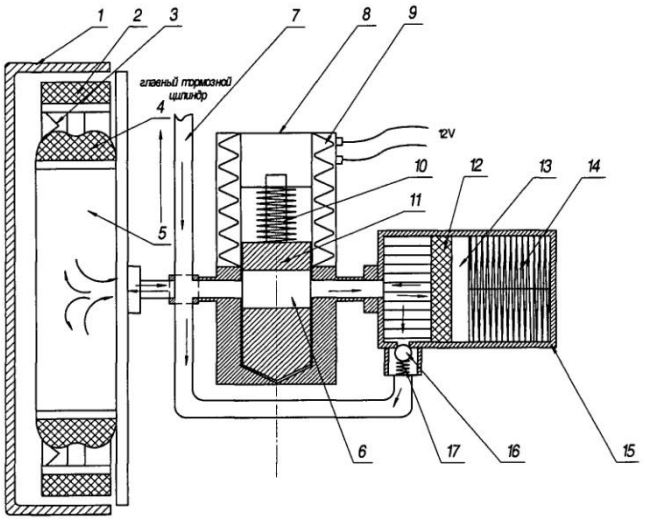



Рисунок2.4

«Электромагнитныйклапандляантиблокировочнойтормознойсистемысгидравлическимприводомработаетследующимобразом.Когдаторможениеосущ

ествляетсябезблокировкиколеса,тотормознаяжидкостьпоступаеткакобычновт ормознойцилиндр5колесачерезтрубопровод7.Приэтомсердечник11занимаетм есто,прикоторомотверстие6расположенотакимобразом,чтопредотвращаетпро хождениетормознойжидкостивдополнительныйцилиндр15,таккакнаэлектром агнитныйклапан8подаетсянапряжение,связанноесвращениемколеса.Обратны йшариковыйклапан16такжезакрываетпутьтормознойжидкости.Когдаколесоза блокировано,тонаэлектромагнитныйклапан8напряжениенеподаетсяиподдейс твиемпружины10сердечник11занимаетместо,прикоторомотверстие6всердечн ике11открытоипозволяетпроходитьжидкостикдополнительномуцилиндру15. Всвязистем,чтодлятормознойжидкостиоткрываетсядополнительныйобъемвко рпуседополнительногоцилиндра15,давлениевтормозномцилиндре5колесанач инаетпадать.»

«Поддействиемстяжнойпружины(пружин)3тормознаяжидкостьвыходит израбочеготормозногоцилиндра5колеса,снижаядавлениетормозныхколодок2 натормознойбарабан1,чтопозволяетразблокироватьколесо.Избытоктормозной жидкостисобираетсявкорпуседополнительногоцилиндра15,преодолеваяусили епружины14.Кактолькоколесоначинаетвращаться,наэлектромагнитныйклапа н8подаетсянапряжениеионперекрываетпутьпрохожденияторможнойжидкости вкорпусдополнительногоцилиндра15,темсамымповышаядавлениетормозной жидкостивтормозномцилиндре5.Давлениетормозныхколодок2натормознойба рабан1такжеувеличивается.Есликолесосноваокажетсязаблокированным,тоука занныйциклповторится.Достаточнобыстроеповторениецикловпозволяетполу читьмаксимальновозможноетормозноеусилиевзонеконтактаколесасдорогойбе зблокировкиколеса.»

«Еслипроцесстормозениязаканчивается,давлениежидкостивтормозной системеснижается.Тогдаподдействиемпружины14поршень13срезиновойманж етой12начинаетвыталкиватьтормознуюжидкостьобратновсистему.»

Заявляемыйэлектромагнитныйклапандляантиблокировочнойтормозной системысгидравлическимприводомидополнительнымцилиндром,связаннымс

трубопроводомглавноготормозногоцилиндра,представляетинтересдлянародногохозяйства,таккакулучшаеттормозныекачестваколесныхмашин.

«Известноизобретение№179516https://yandex.ru/patents/doc/RU179516U1_20180517«Устройстводляповышенияэффективностиантиблокировочнойсистемыавтомобилейнадорогахснизкимисцепнымисвойствами».Задачейполезноймоделиявляетсяразработкаустройствадляповышенияэффективностиантиблокировочнойсистемыавтомобилейнадорогахснизкимисцепнымисвойствами.

Техническимрезультатомпредлагаемойполезноймодели:являетсяповышениеэффективноститорможенияавтомобилявусловияхнедостаточногосцепленияколесасповерхностьюдорогиипринеобходимостипреодолеватьколесудополнительноесопротивлениекачению,вызванноегрязевымилиснежнымваликом,образующимсяпередколесомприопределенныхпогодныхусловиях.»

Техническийрезультатдостигается:путеммодернизацииантиблокировочнойсистемыABS,такимобразом,чтообеспечиваетсямаксимальнаяреализацияс цепленияколесасдорогой,влюбомсостояниииеепокрытия,независимовеличины моментасопротивлениякачениюиз-задорожныхнеровностейисобязательнымсохранениемспособностиколесаквосприятиюбоковыхсил,т.е.соптимальнымипараметрамипроскальзываниявконтакте.Устройствопозволяетвыводитьколесоизсостоянияюза,переведяегововращение,чтоспособствуетперекатываниюколесачерезснежныйилигрязевойваликзасчетвозникновенияимпульсаокружнойсилыотинерционногомоментамаховикаприегораскручивании.

Устройстводляповышенияэффективностиантиблокировочнойсистемыавтомобилейнадорогахснизкимицепнымисвойствамисостоитиз(рисунок2.5):1-колесо;2-электродвигатель;3-маховик;4-датчикчастотывращениятормозногобарабанаиколеса;5-возвратнаяпружина;6-электромагнит;7-электронныйблокуправления(ЭБУ);8-датчикположениятормознойпедали(ДПТП);9-тормознаяпедаль;10-бортовойкомпьютер(ПК);11-включатель(ВК1);12-релевключения(РВ);13-блокпитания(БП);14-аналого-цифровойпреобразователь(АЦП);15-

шарнирсердечникаэлектромагнита;16-приводнойвалмаховика;17-сердечникэлектромагнита;18-корпусэлектродвигателя;19-шарнирнаяопоракорпусаэлектродвигателя;20-балкамостаавтомобиля;21-тормознойбарабан;22-зубчатыйвенец.

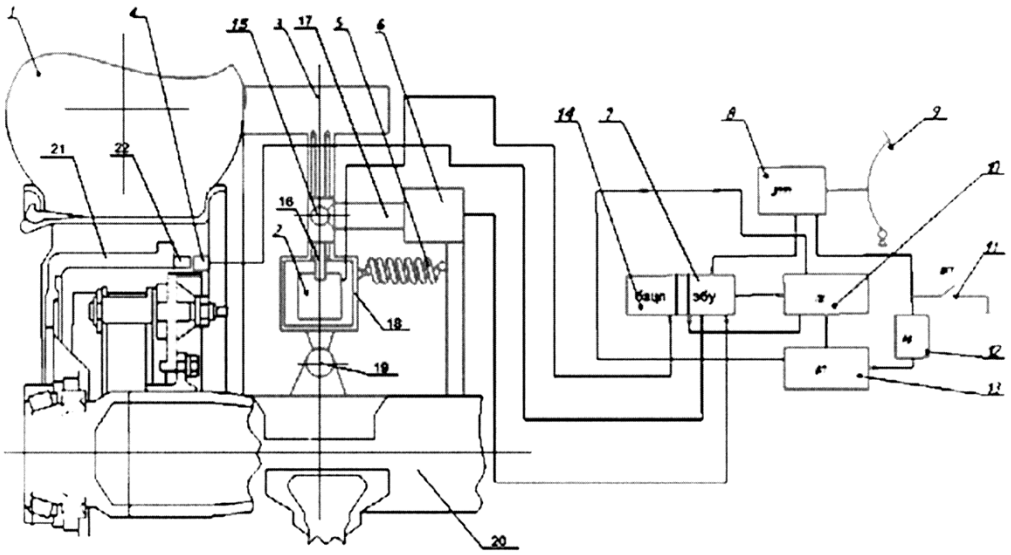



Рисунок2.5

Придвиженииавтомобилянаскользкойилизагрязненнойдорогеустройствоактивизируетсявключателем(ВК1)11.Принеобходимостиэкстренноготорможения,водительсмаксимальнымусилиемнажимаетнатормознуюпедаль9,приэтомдатчикположениятормознойпедали(ДПТП)8срабатываетиподключаетбортовойкомпьютер(ПК)10кэлектронномублокууправления(ЭБУ)7.Из-заизбыточноготормозногомоментаколесо1блокируется,входитвсостояниеюзаискользитпозаснеженнойилизагрязненнойповерхностидороги,нагребаявпередисебяснежныйилигрязевойвалик,которыймгновенноуплотняясь,фактическипреобразуетсявдорожнуюнеровность.

«СистемаABSавтоматическидаетсигналнаразблокированиеколесаинавыходегоизсостоянияюза.Однакоколесонеможетвыйтиизсостоянияюзасамостоятельноиз-задополнительногосопротивлениянаегоперекатывание,возникающееотгрязевоговалика.Приэтомдатчикчастотывращениятормозногобарабанаиколеса4черезаналого-

цифровойпреобразователь(АЦП)14сигнализируетЭБУ7осостоянииюзаколеса. ЭБУподключаетэлектродвигатель2кблокупитания(БП)13,которыйспомощью приводноговаламаховика16раскручиваетмаховик3.

Покомандебортовогокомпьютера10сердечник17электромагнита6выдвигаетсяи,поворачиваякорпусэлектродвигателя18нашарнирнойопорекорпусаэлектродвигателя19,плотноприжимаетвращающийсямаховик3кбоковойповерхностиколеса1.

Засчетинерционногомоментамаховика3набоковойповерхностиколеса1возникаеткратковременныйимпульсокружнойсилы,которыйвыводитколесоизсостоянияюзаипереводитегововращение.Начавшеесявращениеколесопозволяетемуперекатитьсячерезснежныйилигрязевойвалик,врезультатечегодальнейшеефункционированиеABSнормализуется.»

Вконцеторможения,водительотпускаеттормознуюпедальисистемаABSпереходитвисходноесостояние,электродвигатель2отключаетсяЭБУ7,апружина 5возвращаеткорпус18висходноеположение.

## 2.2Выводыирекомендации

Красчетупринятарабочаятормознаясистемаавтомобиля ВАЗ-2172сдиагональнымразделениемконтуров.Первыйконтургидроприводаслужит для работыправогопереднегоилевогозаднеготормозныхмеханизмов,второй-левогопереднегоиправогозаднего.Вгидравлическийприводвходятвакуумныйусилительидвухконтурныйрегулятордавлениязаднихтормозов.

Врезультатепатентногоисследованиявыявленыследующиеближайшиекустройствуаналоги(таблица2.1).

Таблица2.1–Анализпатентнойинформации

| Наименование | Автор | Техническоерешение | Оценка техническогорешенияпо10бальнойшкале |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| RU107736U1 Антиблокировочная система 2011.08.27 | Христофоров Евгений Николаевич | Впредлагаемойантиблокировочнойсистемевместо воздушногофильтра,впневматическомконтуре,применяетсяблокподготовкивоздуха,позволяющийудалятьизвоздуха,поступающегооткомпрессоравтормознуюсистему,влагуимасло. | 7 |
| RU112123U1 Антиблокировочная систематранспортногосредства 2012.01.10 | Хусаинов Альберт Шамилевич | Междусуппортомитормознымиколодкамитормозногомеханизмаустанавливаютэлектровибраторы,накоторыепоступаетпеременныйтокотгенератора. | 8 |
| RU2351491C1 Антиблокировочное устройствотормознойсистемыавтомобиля 2009.04.10 | Белозоров ВикторВасильевич | Антиблокировочноеустройствотормознойсистемы автомобиля,согласноизобретению,дополнительно снабженокомпьютером,соединеннымсдатчикомугловойскоростиколесаиинерционнымдатчикомизмерениялинейногозамедленияавтомобилясоднойстороныиэлектропневматическимклапаномсдругойстороны,подключеннымпневмолиниямикресиверусоднойстороныитормознымсистемамипереднихизадних колессдругойстороны. | 7 |
| RU116944U1 Электромагнитныйклапандляантиблокировочнойтормознойсистемысгидравлическимприводом 2012.06.10 | Горшков ЮрийГерманович | Вэлектромагнитномклапаневотличиеотпрототипа содержитсядополнительныйцилиндр,соединенныйпосредствомканала,выполненноговпереднейстенкедополнительногоцилиндра,сосквознымотверстиемсердечника,ачерезотверстие,выполненноевнижнейчастикорпусаупереднейстенкицилиндраиобратныйшариковыйклапан,струбопроводомглавноготормозногоцилиндра | 9 |
| RU179516U1 Устройстводляповышенияэффективностиантиблокировочнойсистемыавтомобилейнадорогахснизкимисцепнымисвойствами 2018.05.17 | КуюковВадим Вадимович | Устройствопозволяетвыводитьколесоизсостояния юза,переведяегововращение,чтоспособствуетперекатываниюколесачерезснежныйилигрязевойвалик засчетвозникновенияимпульсаокружнойсилыотинерционногомоментамаховикаприегораскручивании. | 9 |

Проведенноепатентноеисследованиеподтверждаетзначимостьиперспективностьпроведенноготеоретическогоисследования.

# 3Конструкторскаячасть

## 3.1Тягово-динамическийрасчетавтомобиля

### 3.1.1Исходныеданные

- собственнаямассаавтомобилявснаряженномсостоянии……...$m_0$=1088кг
- максимальнаяскорость…….....$V_{max}$=183км/ч
- максимальныйуголподъема,преодолеваемыйавтомобилем……$\alpha_{max}$=20º
- фактороботекаемости…….....$kF$=0,4Н$\cdot C^2$ /м$^2$
- коэффициентполезногодействиятрансмиссии…….$\mu_{тр}$=0,9
- оборотыдвигателяпримаксимальноймощности…….$n_N$=5400об/мин
- распределениевесапоосямавтомобиля……..$\varepsilon$=60/40

### 3.1.2Определениеполноймассыавтомобиля

«Полнуюмассуавтомобилярассчитываютпоформуле:

$$m_a = m_0 + (m_ч + m_б) \cdot n, \quad (3.1)$$

где$m_0$–массаснаряженногоавтомобилясзаправкойиснаряжением,нобезпассажировводителя;$m_0$=1088кг;

$m_ч$=70…80кг–массаводителяилипассажира;$m_ч$=80кг;

$n$–числоместдлясиденияпассажиров;$n$=5;

$m_б$–массабагажа;$m_б$=10кг–наодногочеловекавлегковыхавтомобилях.

Снаряженнуюмассу$m_0$наэтомэтапепроектированиялучшебратьпоаналогииссуществующимипрототипами.»

Вчисломест$n$длясиденияпассажировлегковыхавтомобиляхвключаетсяместводителя.

$$m_a = 1088 + (80 + 10) \cdot 5 = 1538\ (кг).$$

3.1.3Подборшин

Дляопределениянагрузкинапереднююосьвоспользуемсяразвесовкойавтомобиля-прототипаприполнойнагрузке,тоесть60/40

$$m_1 = m_a \div 4, \quad (3.2)$$

где$m_1$–масса,приходящаясянапереднююось;

$m_a$–полнаямассаавтомобиля.

$$m_1 = 1538 \cdot 0.6 = 922{,}8(кг).$$

«Выборшиносуществляетсяпомаксимальнойскоростиинагрузкенаколесо.Максимальнаяскоростьавтомобиляравна170километроввчас,тогдаиндекскатегориискоростиМ,индекснагрузкинашину–

93.Диаметрободаколесавыберемкакупрототипа–14дюймов.

Пустьшинабудетиметьследующийразмер175/65R1493,где

175–ширинапрофиляшинвмм;

65–отношениевысотыпрофилякшириневпроцентах;

R–радиальнаяшина;

14–

внутреннийдиаметршины,соответствующийдиаметруободаколесавдюймах;

93–индексгрузоподъемности;

M–индексскорости.»

Рассчитываемрадиускачениякoлесасвыбраннойшиной:

$$r_K = (0{,}9 \ldots 0{,}95) \cdot r_c, \quad (3.3)$$

где$r_c$–статическийрадиус,определяемыйпоформуле:

$$r_c = 0{,}5 \cdot d + \lambda_ш \cdot H, \quad (3.4)$$

где$d$–диаметрободаколеса,м;

$\lambda_ш$–

коэффициент,учитывающийвертикальнуюдеформациюшины,(длястандартны

хшин$\lambda_ш$=0,88…0,9);

*H*–высотапрофиляшины,м.

Рассчитываемd=14×2,54=0,355(м),$\lambda_ш$=0,9;H=0,114(м).

Тогда

$$r_c = 0{,}5 \cdot 0{,}355 + 0{,}9 \cdot 0{,}114 = 0{,}275 \ (м),$$

$$r_K = 0{,}95 \cdot 0{,}28 = 0{,}2595 \ (м).$$

3.1.4Выбордвигателяипостроениеговнешнейскоростнойхарактеристики

Выбравтипдвигателя,определяютегомаксимальнуюмощность$N_{max}$.Мощностьдвигателяпри$V_{max}$рассчитываютпоформуле:

$$N_{V_{\max}} = \frac{\Psi_{V_{\max}} \cdot G_a \cdot V_{\max} + kFV_{\max}^3}{1000 \cdot \eta_{mpV\max}} \quad кВт, \tag{3.5}$$

вкоторой$\Psi_{Vmax}$и$\eta_{mp\upsilon_{\max}}$–

коэффициентсопротивлениядорогииКПДтрансмиссиипримаксимальнойскорости;

$$\Psi_{V_{\max}} = f = f_0 \cdot (1 + k_1 \cdot V_{\max}^2), \tag{3.6}$$

где$f_0$–

коэффициентсопротивлениякачению,относящийсякмалымскоростямидляасфальтобетона$f_0$=0,012…0,015;

$k_1$=(52…65)·$10^{-5}$;

$G_a$=$m_a$·g=1538·9,81=15087.78(Н)–весавтомобиля;

$V_{max}$=183км/ч=50.83м/с;

*kF*=0,4Н·$с^2$/$м^2$;

$\eta_{mp\upsilon_{\max}}$=0,9,тогдакоэффициентсопротивлениядорогипри$V_{max}$:

$$\Psi_{V_{\max}} = f = 0{,}013 \cdot (1 + 4{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot 183^2) = 0{,}032.$$

Амощностьдвигателяпривыбранноймаксимальнойскорости:

$$N_{V_{\max}} = \frac{0{,}032 \cdot 15087{,}78 \cdot 50{,}83 + 0{,}4 \cdot 50{,}83^3}{1000 \cdot 0{,}9} = 142\ (кВт).$$

Степеньиспользованияоборотовдвигателя:

$$\lambda = \frac{n_{\max}}{n_N}, \tag{3.7}$$

где $n_N$ -

оборотыдвигателя,соответствующиемаксимальноймощности.Длябензиновых двигателей $\lambda$=1,1…1,2.

Максимальнаямощностьопределяетсяпоформуле:

$$N_{\max} = \frac{N_{V_{\max}}}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3}, \tag{3.8}$$

где*a*,*b*и*c*–

коэффициенты,характеризующиетипиконструкциюдвигателявнутреннегосго рания,*a*=*b*=*c*=1;тогда

$$N_{\max} = \frac{142}{1{,}1 + 1{,}1^2 - 1{,}1^3} = 145{,}04\ (кВт) \tag{3.9}$$

«Внешняяскоростнаяхарактеристикаможетбытьполученаизанализаследую щейформулы

$$N_m = N_{\max}\left[a \cdot \left(\frac{n_m}{n_N}\right) + b \cdot \left(\frac{n_m}{n_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_m}{n_N}\right)^3\right] \quad кВт, \tag{3.10}$$

где$N_{max}$определенопоформуле(9);

$N_m$и$n_m$–текущеезначениемощностиичислаоборотоввладвигателявминуту;

*a*,*b*и*c*–

коэффициенты,характеризующиетипиконструкциюдвигателявнутреннегосго рания,*a*=*b*=*c*=1;»

$n_N$=5400об/мин;

$n_{min}$=900об/мин;

$n_{max}$=5940об/мин;

Зададимвинтервалеот$n_{min}$до$n_{max}$ещерядзначений$n_m$,найдёмсоответствующи езначения$N_m$ипостроимкривуюзависимости$N_m=f(n_m)$,азатеми$M_m=f(n_m)$,имеявв иду,что

$$M_m = \frac{1000 \cdot N_m}{\omega_m} = 1000 \cdot N_m \cdot \left( \frac{30}{\pi \cdot n_m} \right) \quad Н \cdot м, \quad (3.11)$$

$$M_m = \frac{30000 \cdot N_m}{\pi \cdot n_m} = 9550 \cdot \frac{N_m}{n_m} \quad Н \cdot м, \quad (3.12)$$

где$N_m$–вкВт;

$n_m$–воб/мин

$\omega_m$–угловаячастотавращенияколенчатоговала,1/с.

Таблица3.1–Зависимость$N_m$и$M_m$от$n$

| $n$,об/мин | $N_m$,кВт | $M_m$,Н*м |
|---|---|---|
| 900 | 21,32 | 226,23 |
| 1400 | 40,17 | 295,16 |
| 1900 | 62,08 | 312,04 |
| 2400 | 76,87 | 319,2 |
| 2900 | 97,18 | 320,03 |
| 3400 | 116,04 | 316,62 |
| 3900 | 126,19 | 309 |
| 4400 | 137,79 | 292,43 |
| 4900 | 143,74 | 280,15 |
| 5400 | 146,5 | 254,37 |
| 5900 | 143,59 | 232,4 |

Рабочийобъем(литраж)двигателярассчитываетсяпоформуле:

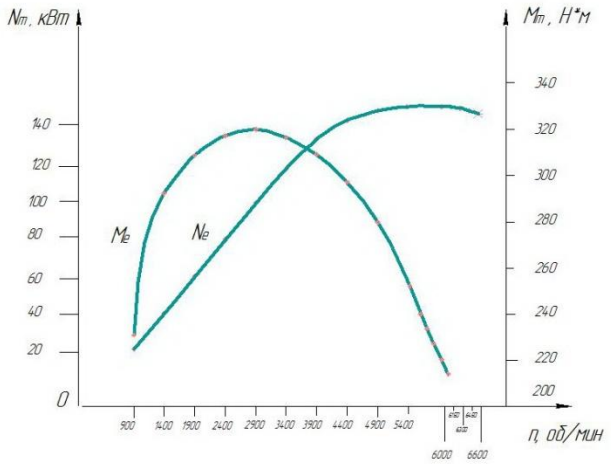
$$V_h = \frac{30 \cdot \tau \cdot N_{\max}}{P_{eN} \cdot n_N} \quad л, \quad (3.13)$$

где$N_{max}$(кВт)и$n_N$(об/мин)–

выбраноповнешнейскоростнойхарактеристике;

$\tau$–тактностьдвигателя;$\tau$=4длячетырёхтактногодвигателя;

$P_{eN}$–среднееэффективноедавлениепримаксимальноймощности,$P_{eN}$=0,75МПа.




РисунокЗ.1–Зависимость$N_m$и$M_m$от$n$

$$V_h = \frac{30 \cdot 4 \cdot 146{,}5}{1{,}3 \cdot 5400} = 1{,}54\ л.$$

«Пополученномурабочемуобъемудвигателяможноустановитьклассинекоторыехарактеристикипроектируемоголегковогоавтомобиля.Автомобильсреднегоклассаторойгруппы.»

### 3.1.5Определениепередаточногочислаглавнойпередачи

«Таккаквтехническомзаданииопределенамаксимальнаяскоростьавтомобиля,топередаточноечислоглавнойпередачиопределяетсяисходяизсоотношения

$$i_0 = 0{,}376 \cdot \frac{r_к \cdot n_V}{i_{кв} \cdot i_{дв} \cdot V_{\max}}, \quad (3.14)$$

где$n_V$–оборотыколенчатоговала,соответствующиемаксимальнойскоростиавтомобиля;$n_V$=5940об/мин;

$i_{кв}$–передаточноечислокоробкипередачнавысшейпередачи;$i_{кв}$=0,784;

$i_{дв}$–передаточноечисловысшейпередачивдополнительнойилираздаточнойкоробке;$i_{дв}$=1.»

$$i_0 = 0{,}376 \cdot \frac{5940 \cdot 0{,}2595}{0{,}784 \cdot 1 \cdot 183} = 4.$$

3.1.6Выборчислапередачиопределениепередаточныхчиселкоробкипередач

«Передаточноечислопервойпередачивыбираютизусловияпреодолениямаксимальногосопротивлениядороги$\Psi_{max}$иотсутствиябуксованияведущихколёспризаданномзначении$\varphi$:

$$\frac{\Psi_{\max} \cdot G_a \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{тр} \cdot i_0 \cdot i_{дв}} \le i_{k1} \le \frac{\varphi \cdot G_{сц} \cdot r_к}{M_{\max} \cdot \eta_{тр} \cdot i_0 \cdot i_{дв}}, (3.15)$$

где$\Psi_{\max} = f \cdot \cos\alpha_{\max} + \sin\alpha_{\max}$.

$\Psi_{max}$=0,373;

$\varphi$=0,8;

$G_{сц}$=$m_1G_1$=8652,42-есливедущиетолькопередниеколеса.

$m_1$–

коэффициент,учитывающийперераспределениенагрузкинапередниеведущиеколеса,$m_1$=0,6.»

$1{,}95 \le i_{k1} \le 2{,}4$.

Передаточноечислопервойпередачи$i_{k1}$должноудовлетворятьусловиюобеспеченияминимальнойустойчивойскоростидвижения$V_{min}$:

$$i_{k1} = 0{,}376 \cdot \frac{n_{\min} \cdot r_k}{i_0 \cdot i_{дв} \cdot V_{\min}}, (3.16)$$

где$n_{min}$–

минимальнаячастотавращенияколенчатоговалаприполнойподачитоплива;$n_{min}$=700об/мин;

$V_{min}$=5км/ч

$$i_{k1} = 3{,}4.$$

Считаякоробкудвухвальной,вкоторойпрямаяпередачаотсутствует,выберемпромежуточныепогеометрическойпрогрессиисогласноформуле:

$$i_{km} = \sqrt[n-1]{i_{k1}^{n-m} \cdot i_{кв}^{m-1}}, \quad (3.17)$$

где$i_{km}$–передаточноечислопромежуточнойпередачи;

*m*–номерпроизвольнойпромежуточнойпередачи;

*n*–номеррасчетнойвысшейпередачи.

$$i_{k2} = \sqrt[4]{3{,}4^3 \cdot 0{,}784} = 2{,}36;$$

$$i_{k3} = \sqrt[4]{3{,}4^2 \cdot 0{,}784^2} = 1{,}63;$$

$$i_{k4} = \sqrt[4]{3{,}4 \cdot 0{,}784^3} = 1{,}13;$$

$$i_{k5}=0{,}784.$$

Необходимовыполнитькорректировкупоследующемуусловию:

$$\frac{i_{k1}}{i_{k2}} > \frac{i_{k2}}{i_{k3}} > \frac{i_{k3}}{i_{k4}} > \frac{i_{k4}}{i_{k5}};$$

$$\frac{3{,}4}{2{,}36} > \frac{2{,}36}{1{,}63} > \frac{1{,}63}{1{,}13} > \frac{1{,}13}{0{,}786};$$

Изменимпередаточныечисласледующимобразом:

$i_{k1}$=3,4

$i_{k2}$=2,24

$i_{k3}$=1,47

$i_{k4}$=1,02

$i_{k5}$=0,783

3.1.7Тяговаяидинамическаяхарактеристикаавтомобиля

«Тяговаяидинамическаяхарактеристикапредставляетсобойграфикизависимостей$P_k=f(V)$и$D=f(V)$навсехпередачах,атакже$P_W=f(V)$;$P_\psi=f(V)$и$\Psi=f(V)$нагоризонтальнойдороге,ирассчитываютсянаосновániиследующихзависимостей:

силатягинаколесе

$$P_k = \frac{M_m \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_Д} \quad H; \quad (3.18)$$

скоростьдвижения

$$V = 0{,}376 \cdot \frac{r_k \cdot n_m}{i_{тр}} \quad км/ч; \quad (3.19)$$

сопротивлениедороги

$$P_\Psi = \Psi \cdot G_a \quad H; \quad (3.20)$$

$$\Psi = f = f_0 \cdot (1 + k_1 \cdot V^2) \quad при\ \alpha = 0 \quad (3.21)$$

сопротивлениевоздуха

$$P_W = \frac{k \cdot F \cdot V^2}{13} H; \quad (3.22)$$

динамическийфактор

$$D = \frac{P_k - P_W}{G_a}; \quad (3.23)$$

$i_{тр} = i_k \cdot i_0 \cdot i_{дн}$ - передаточноечислотрансмиссииприналичиикоробкипередач,дополнительной илираздаточнойкоробкииглавнойпередачи;

$r_Д = r_К$ придвижениибезпробуксовывания;

$f_0$–табличноезначениекоэффициентасопротивлениядороги;$f_0$=0,016–длясухогоасфальтобетонногоибетонапервойивторойкатегорийдорог.

Размерность:$M$–Н·м;$n$–об/мин;$V$–км/ч;r–м;$G_a$–Н;$kF$–Н·с$^2$/м$^2$;

$k_1$=(4…5)·10$^5$.»

«Уголподъема,которыйпреодолеваетавтомобильнакаждойпередачеприразныхзначенияхравномернойскоростиизаданномкоэффициентесопротивлениякачению,определяетсяпоуравнению:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{D - f\sqrt{1 - D^2 + f^2}}{1 + f^2}\right). \quad (3.24)$$

Порезультатамрасчетовпостроеныграфикизависимостей$P_k=f(V)$и$D=f(V)$навсехпередачах,атакже$P_W=f(V)$;$P_\Psi=f(V)$; $\alpha=f(V)$и$\Psi=f(V)$нагоризонтальнойдороге.»

3.1.8Ускорениеавтомобиля

Ускорениеавтомобилянаходятизформулы:

$$j = D - f \pm \frac{g}{\delta}, м/с^2 \quad (3.25)$$

Приполнойнагрузке,высокомКПДтрансмиссииотсутствиибуксования можновоспользоватьсяприближеннымвыражением

$$\delta = 1{,}03 + k_4 \cdot i_k^2 \cdot i_{дн}; \quad (3.26)$$

где$k_4$=0,06,тогда

$\delta_1$=1,724;$\delta_2$=1,33;$\delta_3$=1,16;$\delta_4$=1,09;$\delta_5$=1,07.

Поформуле(27)строятсякривыезависимостиобратныхускоренийавтомобиляотскоростидвижения.

3.1.9Определениевремениипутиразгона

«Таккакотсутствуетаналитическаясвязьмеждуобратнымускорением*1/j*и скоростью*V*,товремяразгонаобычноопределяютграфоаналитически.

Дляпостроениязависимостивременаразгонаотскоростивсюплощадьпод кривой1/j=f(V)разбиваютвертикальнымилиниямина участкисинтервалом10км/ч.Дляупрощенияподсчетаплощадькаждогоучасткаменяютплощадьюравновеликогоучасткасвысотой $\frac{1}{j_{ср}} = \frac{1/j_1 + 1/j_2}{2}$, где*1/j*$_1$и*1/j*$_2$– обратныеускорениявначалеивконцеинтерваласкорости.Тогдадляучастка,например,приизменениискоростиот$V_1$до$V_2$времяразгона

$$t_1 = \frac{V_2 - V_1}{3{,}6 \cdot j_{ср}}, \quad (3.27)$$

где*V*–скорость,км/ч;*j*–ускорение,м/с$^2$.»

Аналогичноопределяем$t_2$,$t_3$,$t_4$…$t_n$поостальнымучасткам.

Путьразгонаопределяютизсоотношения*V=dS/dt*:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} V dt \quad (3.28)$$

этотинтегралрешаюттакжеграфоаналитически,используяграфик*t=f(V)*.

Дляпостроенияграфика$S=f(V)$этуплощадьразбиваютгоризонтальнымилинияминанесколькоучастков.Дляупрощенияподсчётаплощадькаждогоучастказаменяютплощадьюравновеликогоучасткастемжеоснованиемивысотой $V_{ср}^{'}=\frac{V_1+V_2}{2}$.Здесь$V_1$и$V_2$–

скоростисоответственновначалеивконцеучастка.Приизменениискоростиот$V_1$до$V_2$

$$S_1 = \left(t_2 - t_1\right)\cdot\frac{V_{ср}^{'}}{3{,}6}, \quad (3.29)$$

Аналогичноопределяем$S_2$,$S_3$…$S_n$поостальнымучасткам.

Понайденнымточкамстроимкривую$S=f(V)$.

Дляпостроениядвухкривыхнижеприведенатаблица3.2.

Таблица3.2–Зависимостьскоростиипутиотвремени

| *V,км/ч* | *t,c* | *S,м* |
|---|---|---|
| 0 | 0.55 | 0.76 |
| 10 | 1.02 | 2.87 |
| 20 | 1.51 | 6.18 |
| 30 | 2.1 | 11.06 |
| 40 | 2.79 | 17.71 |
| 50 | 3.65 | 26.51 |
| 60 | 4.64 | 37.86 |
| 70 | 5.83 | 52.24 |
| 80 | 7.25 | 70.25 |
| 90 | 8.88 | 92.5 |
| 100 | 10.84 | 119.75 |
| 110 | 13.03 | 152.78 |
| 120 | 15.44 | 192.19 |
| 130 | 18.16 | 237.7 |
| 140 | 21.31 | 292.33 |
| 150 | 25.07 | 356.35 |
| 166.5 | 27.2 | 391.67 |

3.1.10Топливнаяэкономичностьавтомобиля

Дляпостроенияграфиказависимостирасходатопливаотскоростидвижениявоспользуемсяследующейформулой

$$Q = \frac{g_e \cdot (N_\Psi + N_W + N_j)}{10 \cdot \eta_{mp} \cdot V}, \quad (3.30)$$

«Топливнуюэкономичностьнеобходиморассчитыватьприустановившемсяинеустановившемсядвижении.Приустановившемсядвиженииирасчётведётсянавысшейпередачи,здесьженеобходиморассчитатьрасходтопливапринекоторомзначенииускорения.Принеустановившемсядвижении,смаксимальнойинтенсивностьюразгонастроитсянакаждойпередачи.»

Установившеесядвижение

Приустановившемсядвижениискоростьпостояннаявеличина,иускорениеравнонулю.

$$N_K = N_\Psi + N_W, \quad P_K = P_\Psi + P_W.$$

Неустановившеесядвижение

Принеустановившемсядвижениискоростьнепостояннаиускорениенеравнонулю.

$$N_K = N_\Psi + N_W + N_j = V \cdot (P_\Psi + P_W + P_j), \quad P_K = P_\Psi + P_W + P_j,$$

$$\text{где } P_\Psi = \Psi \cdot G_a; \quad P_W = k \cdot F \cdot V^2; \quad P_j = m \cdot \delta \cdot \frac{dV}{dt}.$$

Удельныйэффективныйрасходтопливаопределяетсяпоследующейформуле $g_e = g \cdot K_u \cdot K_\omega$,гдеg=330г/кВтч.

$$K_u = 3{,}27 - 8{,}22 \cdot U + 9{,}13 \cdot U^2 - 3{,}18 \cdot U^3, \quad (3.31)$$

где$K_u$–коэффициентиспользованиямощностидвигателя;

$U$–степеньиспользованиямощности,$U=(N_\Psi+N_W+N_j)/(N_m\cdot\eta_{mp})$.

$$K_\omega = 1{,}25 - 0{,}99E + 0{,}98E^2 - 0{,}24E^3, \quad (3.32)$$

где$K_\omega$–коэффициентиспользованиячастотывращенияколенчатоговала

$E$–степеньиспользованияоборотовдвигателя;$E=\omega_m/\omega_N$.

$$Q\frac{кг}{100} = \frac{qe * (\Psi GaV + kFV^3 + maV\delta * dV \ / \ dt)}{3.6 * 10000 * \eta mp * V}$$

Таблица3.3–

Динамическаяхарактеристикаавтомобиляна1передаче

| 1передача | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V,км/ч | Иj | Кij | Кω | E | gej,г/(кВт*ч) | Qj,кг/100 |
| 6,46 | 1 | 1 | 0,91 | 0,17 | 232 | 3,40 |
| 7,89 | 1 | 1 | 0,89 | 0,20 | 226 | 3,27 |
| 9,33 | 1 | 1 | 0,87 | 0,24 | 221 | 3,17 |
| 10,76 | 1 | 1 | 0,85 | 0,28 | 216 | 3,08 |
| 12,20 | 1 | 1 | 0,83 | 0,31 | 211 | 3,00 |
| 13,63 | 1 | 1 | 0,81 | 0,35 | 207 | 2,94 |
| 15,07 | 1 | 1 | 0,80 | 0,39 | 204 | 2,90 |
| 16,50 | 1 | 1 | 0,79 | 0,43 | 201 | 2,87 |
| 17,94 | 1 | 1 | 0,78 | 0,46 | 198 | 2,85 |
| 19,37 | 1 | 1 | 0,77 | 0,50 | 196 | 2,84 |
| 20,81 | 1 | 1 | 0,76 | 0,54 | 195 | 2,84 |
| 22,24 | 1 | 1 | 0,76 | 0,57 | 194 | 2,86 |
| 23,68 | 1 | 1 | 0,76 | 0,61 | 193 | 2,88 |
| 25,11 | 1 | 1 | 0,75 | 0,65 | 192 | 2,92 |
| 26,55 | 1 | 1 | 0,75 | 0,69 | 192 | 2,97 |
| 27,98 | 1 | 1 | 0,76 | 0,72 | 193 | 3,04 |
| 29,42 | 1 | 1 | 0,76 | 0,76 | 193 | 3,12 |
| 30,85 | 1 | 1 | 0,76 | 0,80 | 194 | 3,21 |
| 32,28 | 1 | 1 | 0,77 | 0,83 | 196 | 3,33 |
| 33,72 | 1 | 1 | 0,77 | 0,87 | 197 | 3,46 |
| 35,15 | 1 | 1 | 0,78 | 0,91 | 199 | 3,62 |
| 36,59 | 1 | 1 | 0,79 | 0,94 | 201 | 3,81 |
| 38,02 | 1 | 1 | 0,80 | 0,98 | 203 | 4,03 |
| 39,46 | 1 | 1 | 0,80 | 1,02 | 205 | 4,30 |
| 40,89 | 1 | 1 | 0,81 | 1,06 | 208 | 4,62 |
| 42,33 | 1 | 1 | 0,83 | 1,09 | 210 | 5,02 |

Таблица3.4–

Динамическаяхарактеристикаавтомобиляна2передаче

| 2передача | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V,км/ч | Иj | Кij | Кω | E | gej,г/(кВт*ч) | Qj,кг/100 |
| 9,75 | 1 | 1 | 0,91 | 0,17 | 232 | 41,74 |
| 11,92 | 1 | 1 | 0,89 | 0,20 | 226 | 41,45 |
| 14,09 | 1 | 1 | 0,87 | 0,24 | 221 | 41,10 |
| 16,25 | 1 | 1 | 0,85 | 0,28 | 216 | 40,68 |
| 18,42 | 1 | 1 | 0,83 | 0,31 | 211 | 40,21 |
| 20,59 | 1 | 1 | 0,81 | 0,35 | 207 | 39,69 |
| 22,75 | 1 | 1 | 0,80 | 0,39 | 204 | 39,14 |
| 24,92 | 1 | 1 | 0,79 | 0,43 | 201 | 38,56 |
| 27,09 | 1 | 1 | 0,78 | 0,46 | 198 | 37,94 |
| 29,25 | 1 | 1 | 0,77 | 0,50 | 196 | 37,29 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,42 | 1 | 1 | 0,76 | 0,54 | 195 | 36,61 |
| 33,59 | 1 | 1 | 0,76 | 0,57 | 194 | 35,89 |
| 35,76 | 1 | 1 | 0,76 | 0,61 | 193 | 35,13 |

Продолжение таблицы 3.4

| V, км/ч | Ij | Кij | Кω | E | gej, г/(кВт*ч) | Qj, кг/100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 37,92 | 1 | 1 | 0,75 | 0,65 | 192 | 34,33 |
| 40,09 | 1 | 1 | 0,75 | 0,69 | 192 | 33,46 |
| 42,26 | 1 | 1 | 0,76 | 0,72 | 193 | 32,54 |
| 44,42 | 1 | 1 | 0,76 | 0,76 | 193 | 31,55 |
| 46,59 | 1 | 1 | 0,76 | 0,80 | 194 | 30,48 |
| 48,76 | 1 | 1 | 0,77 | 0,83 | 196 | 29,31 |
| 50,93 | 1 | 1 | 0,77 | 0,87 | 197 | 28,05 |
| 53,09 | 1 | 1 | 0,78 | 0,91 | 199 | 26,67 |
| 55,26 | 1 | 1 | 0,79 | 0,94 | 201 | 25,17 |
| 57,43 | 1 | 1 | 0,80 | 0,98 | 203 | 23,53 |
| 59,59 | 1 | 1 | 0,80 | 1,02 | 205 | 21,75 |
| 61,76 | 1 | 1 | 0,81 | 1,06 | 208 | 19,80 |
| 63,93 | 1 | 1 | 0,83 | 1,09 | 210 | 17,68 |

Таблица3.5–

Динамическаяхарактеристикаавтомобиляна3передаче

| 3передача | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V,км/ч | Ij | Кij | Кω | E | gej,г/(кВт*ч) | Qj,кг/100 |
| 14,86 | 1 | 1 | 0,91 | 0,17 | 232 | 27,41 |
| 18,16 | 1 | 1 | 0,89 | 0,20 | 226 | 27,23 |
| 21,46 | 1 | 1 | 0,87 | 0,24 | 221 | 26,99 |
| 24,77 | 1 | 1 | 0,85 | 0,28 | 216 | 26,70 |
| 28,07 | 1 | 1 | 0,83 | 0,31 | 211 | 26,37 |
| 31,37 | 1 | 1 | 0,81 | 0,35 | 207 | 26,00 |
| 34,67 | 1 | 1 | 0,80 | 0,39 | 204 | 25,59 |
| 37,97 | 1 | 1 | 0,79 | 0,43 | 201 | 25,15 |
| 41,28 | 1 | 1 | 0,78 | 0,46 | 198 | 24,68 |
| 44,58 | 1 | 1 | 0,77 | 0,50 | 196 | 24,19 |
| 47,88 | 1 | 1 | 0,76 | 0,54 | 195 | 23,66 |
| 51,18 | 1 | 1 | 0,76 | 0,57 | 194 | 23,09 |
| 54,49 | 1 | 1 | 0,76 | 0,61 | 193 | 22,49 |
| 57,79 | 1 | 1 | 0,75 | 0,65 | 192 | 21,85 |
| 61,09 | 1 | 1 | 0,75 | 0,69 | 192 | 21,16 |
| 64,39 | 1 | 1 | 0,76 | 0,72 | 193 | 20,41 |
| 67,69 | 1 | 1 | 0,76 | 0,76 | 193 | 19,61 |
| 71,00 | 1 | 1 | 0,76 | 0,80 | 194 | 18,75 |
| 74,30 | 1 | 1 | 0,77 | 0,83 | 196 | 17,81 |
| 77,60 | 1 | 1 | 0,77 | 0,87 | 197 | 16,79 |
| 80,90 | 1 | 1 | 0,78 | 0,91 | 199 | 15,68 |
| 84,20 | 1 | 1 | 0,79 | 0,94 | 201 | 14,47 |
| 87,51 | 1 | 1 | 0,80 | 0,98 | 203 | 13,16 |
| 90,81 | 1 | 1 | 0,80 | 1,02 | 205 | 11,73 |
| 94,11 | 1 | 1 | 0,81 | 1,06 | 208 | 10,17 |
| 97,41 | 1 | 1 | 0,83 | 1,09 | 210 | 8,49 |

Таблица3.6–

Динамическаяхарактеристикаавтомобиляна4передаче

| 4передача | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V,км/ч | Иv | Иj | Киj | Киv | Кω | E | gej,г/(кВт*ч) | gev,г/(кВт*ч) | Qj,кг/100 | Qv,кг/100 |
| 21,42 | 0,08 | 1 | 1 | 2,69 | 0,91 | 0,17 | 232 | 625 | 19,07 | 3,96 |
| 26,17 | 0,08 | 1 | 1 | 2,68 | 0,89 | 0,20 | 226 | 605 | 18,97 | 4,01 |
| 30,93 | 0,08 | 1 | 1 | 2,66 | 0,87 | 0,24 | 221 | 587 | 18,82 | 4,07 |
| 35,69 | 0,08 | 1 | 1 | 2,64 | 0,85 | 0,28 | 216 | 568 | 18,63 | 4,17 |
| 40,45 | 0,09 | 1 | 1 | 2,61 | 0,83 | 0,31 | 211 | 551 | 18,40 | 4,28 |
| 45,21 | 0,09 | 1 | 1 | 2,57 | 0,81 | 0,35 | 207 | 533 | 18,13 | 4,40 |
| 49,97 | 0,10 | 1 | 1 | 2,53 | 0,80 | 0,39 | 204 | 516 | 17,84 | 4,54 |
| 54,73 | 0,11 | 1 | 1 | 2,49 | 0,79 | 0,43 | 201 | 499 | 17,52 | 4,70 |
| 59,49 | 0,12 | 1 | 1 | 2,43 | 0,78 | 0,46 | 198 | 483 | 17,17 | 4,86 |
| 64,25 | 0,13 | 1 | 1 | 2,37 | 0,77 | 0,50 | 196 | 466 | 16,80 | 5,02 |
| 69,01 | 0,14 | 1 | 1 | 2,31 | 0,76 | 0,54 | 195 | 449 | 16,40 | 5,19 |
| 73,76 | 0,15 | 1 | 1 | 2,23 | 0,76 | 0,57 | 194 | 432 | 15,96 | 5,34 |
| 78,52 | 0,16 | 1 | 1 | 2,15 | 0,76 | 0,61 | 193 | 414 | 15,50 | 5,49 |
| 83,28 | 0,18 | 1 | 1 | 2,06 | 0,75 | 0,65 | 192 | 396 | 15,00 | 5,62 |
| 88,04 | 0,20 | 1 | 1 | 1,96 | 0,75 | 0,69 | 192 | 377 | 14,47 | 5,71 |
| 92,80 | 0,22 | 1 | 1 | 1,85 | 0,76 | 0,72 | 193 | 356 | 13,89 | 5,77 |
| 97,56 | 0,25 | 1 | 1 | 1,73 | 0,76 | 0,76 | 193 | 334 | 13,26 | 5,77 |
| 102,32 | 0,29 | 1 | 1 | 1,60 | 0,76 | 0,80 | 194 | 310 | 12,58 | 5,72 |
| 107,08 | 0,32 | 1 | 1 | 1,46 | 0,77 | 0,83 | 196 | 284 | 11,84 | 5,59 |
| 111,84 | 0,37 | 1 | 1 | 1,31 | 0,77 | 0,87 | 197 | 258 | 11,04 | 5,39 |
| 116,60 | 0,43 | 1 | 1 | 1,16 | 0,78 | 0,91 | 199 | 231 | 10,16 | 5,13 |
| 121,35 | 0,51 | 1 | 1 | 1,03 | 0,79 | 0,94 | 201 | 206 | 9,21 | 4,86 |
| 126,11 | 0,62 | 1 | 1 | 0,92 | 0,80 | 0,98 | 203 | 188 | 8,18 | 4,70 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130,87 | 0,77 | 1 | 1 | 0,90 | 0,80 | 1,02 | 205 | 185 | 7,06 | 4,91 |
| 135,63 | 1,00 | 1 | 1 | 1,00 | 0,81 | 1,06 | 208 | 208 | 5,84 | 5,82 |

Таблица3.7–

Динамическаяхарактеристикаавтомобиляна5передаче

| 5передача | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V,км/ч | Иv | Иj | Киj | Киv | Кω | E | gej,г/(кВт*ч) | gev,г/(кВт*ч) | Qj,кг/100 | Qv,кг/100 | Q(j=0,47),кг/100 |
| 31,80 | 0,13 | 1 | 1 | 2,37 | 0,91 | 0,17 | 232 | 551 | 9,70 | 3,86 | 5,32 |
| 38,87 | 0,13 | 1 | 1 | 2,33 | 0,89 | 0,20 | 226 | 527 | 9,69 | 4,01 | 5,28 |
| 45,94 | 0,14 | 1 | 1 | 2,27 | 0,87 | 0,24 | 221 | 501 | 9,66 | 4,18 | 5,27 |
| 53,01 | 0,15 | 1 | 1 | 2,20 | 0,85 | 0,28 | 216 | 475 | 9,60 | 4,37 | 5,28 |
| 60,08 | 0,17 | 1 | 1 | 2,13 | 0,83 | 0,31 | 211 | 449 | 9,52 | 4,56 | 5,33 |

Продолжение таблицы 3.7

| V, км/ч | Иv | Иj | Киj | Киv | Кω | E | gej, г/(кВт*ч) | gev, г/(кВт*ч) | Qj, кг/100 | Qv, кг/100 | Q(j=0,47), кг/100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 67,14 | 0,19 | 1 | 1 | 2,04 | 0,81 | 0,35 | 207 | 423 | 9,42 | 4,75 | 5,40 |
| 74,21 | 0,20 | 1 | 1 | 1,94 | 0,80 | 0,39 | 204 | 396 | 9,30 | 4,93 | 5,49 |
| 81,28 | 0,23 | 1 | 1 | 1,84 | 0,79 | 0,43 | 201 | 370 | 9,17 | 5,09 | 5,61 |
| 88,35 | 0,25 | 1 | 1 | 1,73 | 0,78 | 0,46 | 198 | 343 | 9,02 | 5,23 | 5,76 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95,41 | 0,28 | 1 | 1 | 1,62 | 0,77 | 0,50 | 196 | 318 | 8,86 | 5,34 | 5,93 |
| 102,48 | 0,31 | 1 | 1 | 1,50 | 0,76 | 0,54 | 195 | 292 | 8,69 | 5,41 | 6,13 |
| 109,55 | 0,35 | 1 | 1 | 1,38 | 0,76 | 0,57 | 194 | 268 | 8,49 | 5,44 | 6,36 |
| 116,62 | 0,39 | 1 | 1 | 1,27 | 0,76 | 0,61 | 193 | 245 | 8,28 | 5,44 | 6,61 |
| 123,68 | 0,44 | 1 | 1 | 1,16 | 0,75 | 0,65 | 192 | 223 | 8,06 | 5,42 | 6,90 |
| 130,75 | 0,49 | 1 | 1 | 1,06 | 0,75 | 0,69 | 192 | 204 | 7,81 | 5,41 | 7,21 |
| 137,82 | 0,55 | 1 | 1 | 0,98 | 0,76 | 0,72 | 193 | 189 | 7,54 | 5,44 | 7,55 |
| 144,89 | 0,62 | 1 | 1 | 0,92 | 0,76 | 0,76 | 193 | 179 | 7,25 | 5,57 | 7,93 |
| 151,95 | 0,71 | 1 | 1 | 0,90 | 0,76 | 0,80 | 194 | 174 | 6,93 | 5,89 | 8,34 |
| 159,02 | 0,83 | 1 | 1 | 0,92 | 0,77 | 0,83 | 196 | 180 | 6,43 | 6,53 | 8,78 |
| 166,09 | 0,90 | 1 | 1 | 0,95 | 0,77 | 0,87 | 197 | 187 | 6,45 | 7,31 | 9,26 |
| 173,16 | 0,93 | 1 | 1 | 0,97 | 0,78 | 0,91 | 199 | 192 | 6,72 | 8,07 | 9,77 |
| 180,23 | 0,98 | 1 | 1 | 0,99 | 0,79 | 0,94 | 201 | 198 | 6,94 | 8,95 | 10,32 |

«Экономическаяхарактеристикадвиженияавтомобиляпридвиженииинавысшейпередачеприопределенномускорении.Зададимускорениеj=0,47м/с$^2$.Приускорениипоявляется$N_j$ и $P_j$.Поскольку $N_\psi + N_w + N_j = N_k$,тостепеньиспользованиямощностидвигателя$U$=1,следовательно $K_u = 1$.

Строимобщуюэкономическуюхарактеристикуприразгонеспереключениемпередач.Посколькуразгон–этодвижениесускорением,то$U$=1, $K_u$

=1.Поданнымтаблиц5-9строимэкономическуюхарактеристику.»

### 3.1.11Мощностнаяхарактеристикадвигателя

«Поаналогиистяговойхарактеристикойможноиспользоватьмощностную характеристикудляопределениядинамическихкачествавтомобиля.

Дляэтогоиспользуемследующиеформулы:

$$N_K = N_\Psi + N_W + N_j, \quad P_K = P_\Psi + P_W + P_j \tag{3.33}$$

$$N_\Psi = V \cdot P_\Psi ; N_W = V \cdot P_W ; N_j = V \cdot P_j ; N_K = V \cdot P_K ,$$

где $N_K$ –мощность,развиваемаянаведущихколесахавтомобиля;

$N_\Psi$ -мощность,затрачиваемаянапреодолениесопротивлениякачению;

$N_W$ – мощность,затрачиваемаянапреодолениесопротивлениявоздуха;

$N_j$ – запасмощности,требуемыйдляпреодоленияповышенногосопротивлениядвижениюилинаразгонавтомобиля.Этотзапасопределяетсяизхарактеристикикакразницамежду $N_K$ и $N_{\psi+w}$ .»

Длямощностнойхарактеристикидолженвыполнятьсямощностнойбаланс ,заключающийсявследующем:

$$N_K = N_\Psi + N_W + N_j ; N_к = \eta \cdot N_m ; N_m = \frac{N_\psi + N_w + N_j}{\eta_{\partial\partial}}$$

$N_m$ -механическаямощность.

Таблица3.8–Мощностнаяхарактеристикаавтомобиля

| V,км/ч | Nψ,кВт | Nw,кВт | Nj, кВт | Nk, кВт | Nm, кВт | Nw+Nψ,кВт |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,805 | 6,23 | 0,99 | 50,11 | 57,34 | 63,71 | 7,22 |
| 38,872 | 7,78 | 1,81 | 62,35 | 71,94 | 79,94 | 9,59 |
| 45,94 | 9,43 | 2,98 | 74,45 | 86,87 | 96,52 | 12,41 |
| 53,008 | 11,19 | 4,58 | 86,16 | 101,94 | 113,27 | 15,78 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 60,075 | 13,09 | 6,67 | 97,23 | 116,99 | 129,99 | 19,76 |
| 67,143 | 15,14 | 9,31 | 107,39 | 131,85 | 146,50 | 24,45 |
| 74,211 | 17,36 | 12,58 | 116,42 | 146,35 | 162,61 | 29,94 |
| 81,278 | 19,77 | 16,52 | 124,04 | 160,33 | 178,14 | 36,29 |
| 88,346 | 22,38 | 21,22 | 130,01 | 173,61 | 192,90 | 43,60 |

Продолжение таблицы 3.8

| V, км/ч | Nψ, кВт | Nw, кВт | Nj, кВт | Nk, кВт | Nm, кВт | Nw+Nψ, кВт |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 95,414 | 25,21 | 26,73 | 134,09 | 186,03 | 206,70 | 51,94 |
| 102,48 | 28,29 | 33,12 | 136,01 | 197,42 | 219,36 | 61,41 |
| 109,55 | 31,63 | 40,45 | 135,53 | 207,61 | 230,68 | 72,08 |
| 116,62 | 35,24 | 48,80 | 132,40 | 216,44 | 240,49 | 84,04 |
| 123,68 | 39,15 | 58,22 | 126,37 | 223,73 | 248,59 | 97,37 |
| 130,75 | 43,37 | 68,78 | 117,17 | 229,32 | 254,80 | 112,15 |
| 137,82 | 47,92 | 80,55 | 104,57 | 233,04 | 258,93 | 128,47 |
| 144,89 | 52,82 | 93,59 | 88,31 | 234,72 | 260,80 | 146,41 |
| 151,95 | 58,09 | 107,96 | 68,15 | 234,19 | 260,21 | 166,05 |
| 159,02 | 63,74 | 123,74 | 38,63 | 226,10 | 251,23 | 187,47 |
| 166,09 | 69,79 | 140,98 | 24,21 | 234,98 | 261,08 | 210,77 |
| 173,16 | 76,26 | 159,75 | 16,83 | 252,84 | 280,93 | 236,01 |
| 180,23 | 83,17 | 180,12 | 5,84 | 269,13 | 299,03 | 263,29 |

## 3.2Выборкомпоновочнойсхемытормознойсистемы

«Втормозныхсистемахавтомобилейнаиболеераспространеныфрикционные тормозныемеханизмы,принципдействиякоторыхоснованнасилахтрениявращающихсядеталейоневращающиеся.Поформевращающейсядеталиколесные тормозныемеханизмыделятнабарабанныеидисковые.»

«Барабанныйтормозноймеханизмсгидравлическимприводом(рисунок3.2)состоитиздвухколодок2сфрикционнымиинакладками,установленныхнаопорномдиске3.Нижниеконцыколодокзакрепленышарнирнонаопорах5,аверхниеупираютсячерезстальныесухаривпоршниразжимногоколесногоцилиндра1.Стяжнаяпружина6прижимаетколодкикпоршнямцилиндра1,обеспечиваязазормежд

уколодкамиитормознымбарабаном4внерабочемположениитормоза.Припосту плениижидкостиизприводавколесныйцилиндр1егопоршнирасходятсяираздви гаютколодкидосоприкосновениястормознымбарабаном,которыйвращаетсявм естесоступицейколеса.Возникающаясилатренияколодокобарабанвызываетзат ормаживаниеколеса.Послепрекращениядавленияжидкостинапоршниколесног оцилиндрастяжнаяпружина11возвращаетколодкивисходноеположениеиторм ожениепрекращается.»

«Рассмотреннаяконструкциябарабанноготормозаспособствуетнеравном ерномуизносупереднейизаднейпоходудвиженияколодок.Этопроисходитврезу льтатетого,чтопридвижениивпередвмоментторможенияпередняяколодкарабо таетпротиввращенияколесаиприжимаетсякбарабанусбольшейсилой,чемзадня я.Поэтому,чтобыуравнятьизноспереднейизаднейколодок,длинупереднейнакл адкиделаютбольше,чемзадней,илирекомендуютменятьместамиколодкичерезо пределенныйсрок.

Вдругойконструкциибарабанногомеханизмаопорыколодокрасполагают напротивоположныхсторонахтормозногодискаиприводкаждойколодкивыпол няютототдельногогидроцилиндра.Этимдостигаетсябольшийтормозноймомен тиравномерностьизнашиванияколодокнакаждомколесе,оборудованномпотако йсхеме.»

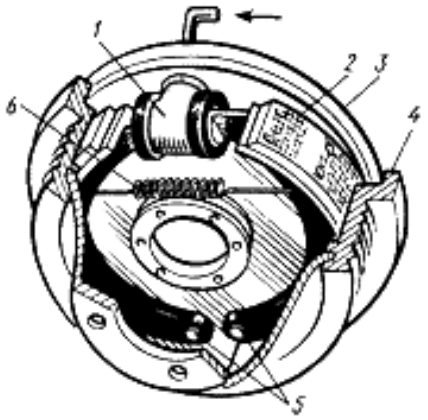



Рисунок3.2–Колесныйбарабанныйтормозноймеханизм

«Колесныйдисковыйтормозноймеханизмсгидроприводом(рисунок3.3)с остоитизтормозногодиска1,закрепленногонаступицеколеса.Тормознойдисквр

ащаетсямеждуполовинками8и9скобы,прикрепленнойкстойке4переднейподве ски.Вкаждойполовинескобывыточеныколесныецилиндрысбольшим13ималы м12поршнями.»

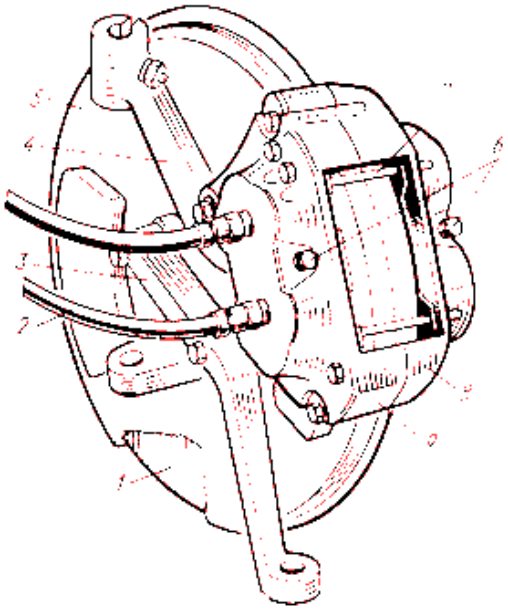


Рисунок3.3–Колесныйдисковыйтормозноймеханизм

«Принажатиинатормознуюпедальжидкостьизглавноготормозногоцилин драперетекаетпошлангам2вполостиколесныхцилиндровипередаетдавлениена поршни,которые,перемещаясьсдвухсторон,прижимаюттормозныеколодки10к диску1,благодарячемуипроисходитторможение.

Отпусканиепедаливызываетпадениедавленияжидкостивприводе,поршн и13и12поддействиемупругостиуплотнительныхманжетиосевогобиениядиска отходятотнего,иторможениепрекращается.»

Преимуществамибарабанныхтормозов являетсяпростота производства и следовательно низкая их стоимость, так же ониобладаютэффектоммеханическогосамоусиления.

Из-за связи нижних частей колодок,трениеобарабанпереднейколодкиусиливаетприжатиекнемузаднейкол одки.Этоделает возможнымногократноеувеличениетормозногоусилия,передаваемоговодите лем,ибыстроповышаеттормозящеедействиеприусилениидавлениянапедаль.

Преимуществадисковыхтормозныхмеханизмовпередбарабанными:меньшиемассаигабариты;эффективныйтеплоотвод;высокаястабильностьхарактеристик(стабильнаяэффективностьдоипослеприработки,эффективностьдисковыхтормозовпринагревена500-600°Cснеснижаетсяболеечемна15%,противснижениязффективностиубарабанныхтормозовна40%принагреведо300-350°C);равномерныйизностормозныхнакладокповсейихплощади;меньшийзазормеждуколодкамиидиском;повышенноебыстродействие;простотаизготовленияторомозныхколодокдисковоготормоза;легкостьобслуживанияторомозногомеханизма.

«Однако,удисковыхтормозовимеютсяинедостатки:поверхностьдискалегчеподвергаетсякоррозииииабразивномувоздействию;необходимостьувеличенияприводнойсилы;повышенныйизносснакладоквследствиевысокогоудельногодавлениянанакладки.»

### 3.3Динамическийрасчеттормознойсистемы

3.3.1Определениепараметровтормознойсистемымеханизмоврабочейторомознойсистемы

«Параметрытормозныхмеханизмоввыбираютнаосновеопределениямаксимальногомоментатормозныхмеханизмовпоусловиямсцеплениянепереднихколеснадорогесмаксимальнымкоэффициентомсцепления$\varphi_{max}$:

$$M_{T\varphi 1max} = \frac{r_{k0} * G_a * \varphi_{max} * \ l_2 + h_c * \varphi_{max}}{L} = \quad (3.34)$$

$$= \frac{0{,}315*221*9{,}81*0{,}8* \ 1{,}14+0{,}97*0{,}8}{2{,}85} = 3678{,}6\text{Н·м};$$

где$\varphi_{max}$=0,8–максимальныйкоэффициентсцепленияколесссдорогойприналичииусилителя.»

Дляопределениясуммарногомоментатормозныхмеханизмовзаднегомоставаоспользуемсякоэффициентомраспределенияторомозныхмоментов:

$$M_{TM\,2\max} = \frac{M_{TM\,1\max}(1-\beta_T)}{\beta_T}\ \text{Н·м},\qquad (3.35)$$

где$\beta_T$–

коэффициентраспределениятормозныхмоментов,вычисляетсяпоформулепри веденнойниже:

$$\beta_T = \frac{l_2 + h_c\varphi_0}{L} = \frac{1{,}14 + 0{,}97\cdot 0{,}8}{2{,}85} = 0{,}67\qquad (3.36)$$

где$\varphi_0$=0,8.

$$M_{TM\,2\max} = \frac{3678{,}6\cdot(-0{,}67)}{0{,}67} = 1784{,}8\ \text{Нм}.$$

Определимкоэффициентыпропорциональностимеждумоментами $M_{TM\,1\max}$, $M_{TM\,2\max}$ идавлениемвприводер$_{max}$.

$$k_1 = \frac{M_{TM\,1\max}}{p_{\max}} = \frac{3678{,}6}{10e+6} = 3{,}6786\,e-4\qquad (3.37)$$

$$k_2 = \frac{M_{TM\,2\max}}{p_{\max}} = \frac{1009}{10e+6} = 1{,}7848\,e-4\qquad (3.38)$$

Коэффициенты $k_1$ и $k_2$

характеризуютпреобразующиесвойстваприводатормозныхмеханизмовипозво ляютопределитьконструктивныепараметрыегоэлементов.

3.3.2Определениепараметровтормозныхмеханизмовстояночнойтормозн ойсистемы

«Стояночныетормозадолжнынадежноудерживатьавтомобильвнеподви жномсостояниинауклоне$h_{max}$.Длярассматриваемогоавтомобилязначение$h_{max}$ре гламентированоипринимаетсяравным0.25»

Суммарныймоменттормозныхмеханизмовстояночнойтормознойсистем ыопределяетсяизнеравенства:

$$M_{cm} > r_k m_a g h_{\max}\eta_{mp.cm}/u_{mp.cm} = 0{,}315\cdot 2210\cdot 9.81\cdot 0.25\cdot 1/1 = 1707\ \text{Н·м}.\qquad (3.39)$$

$\eta_{mp.cm}$ и $u_{mp.cm}$

изформулы2.7можноисключитьт.к.вкачествестояночныхтормозовиспользуются тормозныемеханизмырабочейтормознойсистемы.

### 3.4Выбордеталей,подлежащихрасчету,определениенагрузочныхрежимов

«Фрикционныетормозныемеханизмыотличаютсячрезвычайныммногообразием.Ихклассификацияведетсявосновномпотипуконтртел.

Всовременномавтомобилестроениинаиболееширокоприменяютсядисковыеколодочныетормозныемеханизмы,выгодноотличающиесякомпактностью, высокойэффективностьюистабильнымихарактеристиками.Внихиспользуются различныеприводныеустройства,конструкциякоторыхзависитоттипатормозного механизмаипривода.Втормозныхмеханизмах,работающихсгидравлическим приводом,такимустройствомявляетсяобычнонепосредственноисполнительный органпривода– колесныйтормознойцилиндр.Припневматическомприводетормозныемеханизмыимеютмеханическиекулачковыеиклиновыеприводныеустройства.Потипу регулировочногоустройстваавтомобильныетормозаделятсянамеханизмысручной иавтоматическойрегулировкойзазороввофрикционнойпаре.»

«Плоскаяформадисканетребуетбольшогозазорамеждунимиколодкамивраст орможенномсостоянии,чтопозволяетполучитьмалоевремясрабатыванияторм озногомеханизма.

Размерыимассаколодокоченьмалы,чтопозволяетнеприменятьспециальных возвратныхпружин.Отводколодокприснятииприводногоусилияосуществляется засчётестественноготорцевогобиениядиска.

Однако,существенноменьшаяплощадьнакладокдисковыхтормозовпосравнениюсплощадьюнакладоканалогичныхпопараметрамбарабанных,приводитктому,чтокинетическаяэнергиязатормаживаемогоавтомобиляпреобразуетсявт

еплонаменьшейплощади,врезультатечегорабочаятемпературадисковыхтормозовоказываетсязаметновыше,чембарабанных.Длядополнительногоохлаждениядискаегочастоделаютвентилируемым,свнутреннимирадиальнымиканалами.»

«Высокаярабочаятемпературадисковыхтормозоввсочетаниисбольшимдавлениемвконтакте«накладка-диск»требуетпримененияспециальныхфрикционныхматериалов,болеевысокогокачестварезинотехническихизделийирабочейжидкости.Дляуменьшениятеплопередачивжидкостьпоршеньдисковыхтормозовпочтивсегдавыполняетсяввидестакана,обращенногокраямикколодке.Иногдапоршниизготавливаютсяизполимерныхматериалов.

Такжекобщимнедостаткамдисковыхтормозныхмеханизмовотноситсяне сколькоменьшийтормозноймомент,создаваемыйимиприпрочихравныхусловиях,посравнениюсбарабаннымитормозами.Длясмягченияуказанногонедостаткаувеличиваютсилуприжатияколодоккдискупутёмувеличениядиаметрацилиндра.Большийдиаметрцилиндраприводиткнеобходимостиподаватьвцилиндрприторможенииобольшийобъемпритомжеходепедали,чемуменьшаетпередаточное числотормозногопривода.

Втехконструкциях,гдедисковыйтормозноймеханизмвсёжеиспользуется каквкачестверабочего,такивкачествестояночного,наиболеечастоприводстояночнойсистемывоздействуетненаколодки,анапоршеньгидравлическогопривода.»

«Ноустройстваплавающейскобойтоженеидеальны.Некоторыетрудности вызываетобеспечениескольженияскобы.Соднойстороны,онадолжнаскользить минимумтрениядляобеспечениядинаковойсилыприжатияисобственногоперемещениявнутрьпомереизнашиваниянаружнойнакладки.Но сдругойстороны,скобанедолжнасвободногулятьпонаправляющимв следствиивибраций.»

### 3.5Расчетдеталейнапрочность

Исполнительнымиэлементамитормознойсистемыпроектируемогоавтомобиляявляютсядисковыетормозныемеханизмы.

Рассмотримпереднийтормозноймеханизм.

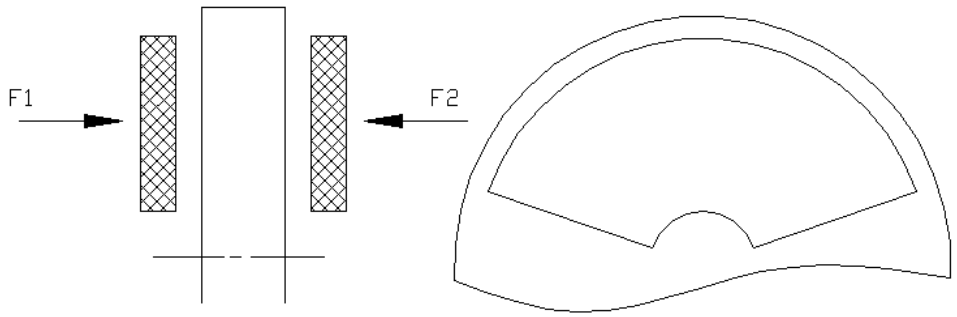



Рисунок3.4–Расчетнаясхемакопределениюпараметровдискового тормозногомеханизма

$M_T$ –требуемыйтормозноймомент( $M_T$ =1839Н*м);

$R$ –наружныйрадиусдиска( $R$ =130·10$^{-3}$м);

$r$ –внутреннийрадиусдиска( $r$ =60·10$^{-3}$м);

$n$ –числоповерхностейтрения( $n$ =2);

$\mu$ –коэффициенттрения,( $\mu$ =0,35).

Определимэквивалентныйрадиустрения:

$$r_Э = (R + r)/2 = 95 \cdot 10^{-3} \text{м}. \quad (3.40)$$

Определимтребуемоеусилиеприжатиянакладок:

$$F = \frac{M_t}{r_Э \mu n} = 2{,}76 \cdot 10^4 \text{ Н}. \quad (3.41)$$

Используяполученныйрезультатможноопределитьдиаметрисполнительныхгидроцилиндров:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{n \pi P}} = 0{,}04 \text{м}. \quad (3.42)$$

где $P$ –давлениевприводе(10 МПа).

Площадьнакладокопределимкак:

$$A_\Sigma = 4 \cdot \pi \cdot \left(R_1^2 - r_1^2\right) \cdot \alpha_1 + 4 \cdot \pi \cdot \left(R_2^2 - r_2^2\right) \cdot \alpha_2 = 0{,}44 . \quad (3.43)$$

гдеα–уголсекторанакладки,град.

Удельнаяработатрениявычисляетсяпоформуле:

$$A_{\text{уд}} = \frac{m_a \cdot v_a^2}{2A} = 1233 \leq \ A_{\text{уд}} \ ,$$

где[$A_{уд}$]=1300Дж/см$^2$–допустимаяудельнаяработатрения

Приращениетемпературыдисказаоднаторможениеможноопределитьпоформуле:

$$\Delta t = \frac{m_a V^2}{2mC} = 51^0 C \leq 100^0 C, \tag{3.44}$$

где$m$–массавсехтормозныхдисков,кг;

$C$–теплоемкостьматериаладиска,примем535Дж/кг$^0$С.

Удельноедавлениенанакладкуопределимпозависимости:

$$q_y = \frac{G_a}{A_\Sigma} = 49000 \frac{H}{м^2} \leq [q_y] = 190000 \frac{H}{м^2} \tag{3.45}$$

Проверкадисковоготормозанасжатиедискаподавлениюнанакладку:

-длядисковыхтормозоваткрытоготипа

[P]≤2.5…3.5МПа.

$$P_{\text{д}} = \frac{N}{2 \cdot S} = \frac{1{,}347 \cdot 10^4}{2 \cdot 0{,}44} = 1{,}53 \text{ МПа}.$$

Условиевыполняется.

Определениенеобходимойтолщиныстенкиколёсногоцилиндра:

$$S = \frac{P d_{\text{п}}}{\sigma_p},$$

где$\sigma_p$=150МПа-напряжениеразрыва;

$d_{\text{п}}$-диаметрпоршня,мм.

$$S = \frac{10 \cdot 46}{150} = 3{,}06 \text{мм}.$$

Проверкаторцатормознойколодкинасмятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{M_{T\varphi 1 max}}{R_{\text{эф}} l \delta},$$

где$R_{\text{эф}}$-эффективныйрадиустрения;

$l$-длинаторцаколодки,$l$=34мм;

$\delta$-толщинаторца,$\delta$=3,5мм.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{3678,6}{0,125 \cdot 34 \cdot 3,5} = 248\text{МПа} \leq \sigma_{\text{см}} = 340\text{МПа}.$$

Изгибскобыдискового готормозногомеханизма.

Скобадискового готормозногомеханизмарассчитываетсянаизгибинараскрытиеприизгибе.Приэтомскобапредставляетсянарасчётнойсхемеввидекривого бруса,рисунок3.5(усилие$Q$можноприниматьравным$Fs$).

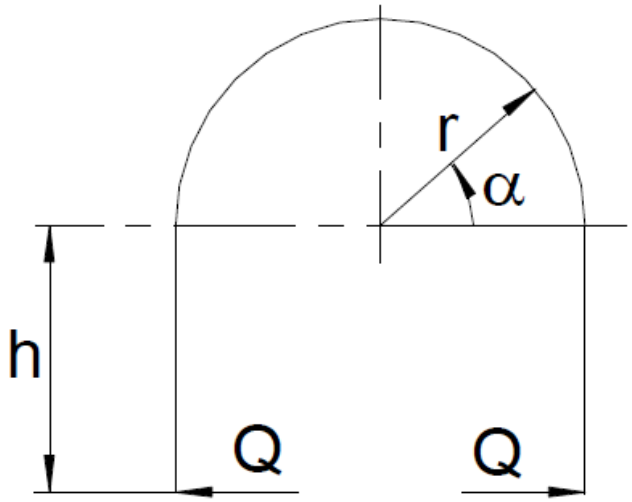



Рисунок3.5–Расчётнаясхемаскобыдискового готормозногомеханизма

Изгибающиймоментопределяетсякак:

$$M\text{и} = Q \cdot \ h + r \cdot \sin \ \pi - \alpha \ \ .$$

Подставляязначения,получим:

$$M\text{и} = 1518 \cdot \ 100 + 130 \cdot \sin \ \pi - 45 \ \ = 63,3 \, .$$

Наибольшемузначениюмоментасоответствует$\alpha =$ $\pi$ 2.Наибольшеенапряжениевсечениискобыбудетопределятьсякак:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{Q \cdot \ h + r}{W} \leq \ \sigma \ ,$$

где$W$–моментсопротивленияизгибусеченияскобы,м$^3$;

[$\sigma$]=250…450МПадлячугунныхистальныхскоб,200…300МПАдляалюминиевыхскоб.

Подставляязначения,получим:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{1518 \cdot\ 100+130}{2{,}4 \cdot 10^{-6}} = \ 145 \leq \ 350\ .$$

Проверкаболтовкрепленияскобынасрез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot M_{T\varphi 1max}}{\pi r_{\text{б}} d_{\text{б}}^2 n},$$

где$r_{\text{б}}$-радиусрасположенияболтов,$r_{\text{б}}$=75мм;

$d_{\text{б}}$-диаметрболтов,$d_{\text{б}}$=16мм;

$n$-количествоболтов,$n$=2.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 3678{,}6}{3{,}14 \cdot 0{,}075 \cdot 16^2 \cdot 2} = 61\text{МПа} \leq \ \tau_{\text{ср}} = 70\text{МПа}.$$

### 3.6Разработкавспомогательныхмеханизмов

Диаметрыколесныхтормозныхцилиндровнаходятсяпоформуле:

$$d_k = \ \sqrt{\frac{4F}{\pi p_{max}}}, \quad (3.46)$$

где$p_{max} = 8\text{МПа}$–максимальноедавлениевтормозномприводе.

Задавшисьпередаточнымчисломпедальногопривода$u_p =$ 3,5,находимплощадьглавноготормозногоцилиндра$A_г$:

$$A_{\text{г}} = \frac{k_{\text{у}} F_{\text{п}} u_{\text{п}} \eta_{\text{п}}}{p_{max}}, \quad (3.47)$$

где$k_y$=3,5–коэффициентусилияусилителя;

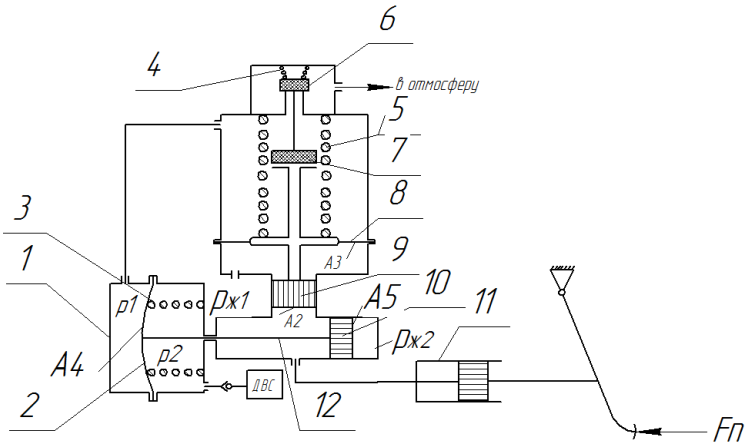
$F_п$=325Н–усилиенапедалитормоза;

$\eta_{\text{п}} = 0{,}96$–кпдпедальногопривода,

откуда:

$$d_{\text{г}} = \frac{4\text{A}_{\text{г}}}{\pi}.$$

Дляданногоавтомобилявыбираемусилительтормозовгидровакуумноготипа.Далееприведенаметодикаопределенияосновныхпараметровипостроениястатическойхарактеристикигидровакуумногоусилителятормозногопривода.




«1–исполнительноеустройство;2–мембрана;3,4,5–пружины;

6–атмосферныйклапан;7–вакуумныйклапан;8–резиноваямембрана;

9–поршеньследящегоустройства;10–поршеньгидроцилиндра;

11–ГТЦ;12–шток;13–следящееустройство»

Рисунок 3.6 – расчетная схема гидровакуумного усилителя тормозов

Изконструкторскихсоображенийзадаемсязначениями:

–площадьпоршнягидроцилиндра$A_5$=4.7e-4м$^2$;

–силапружины3$F_{пр3}$=30Н;

–силапружины5$F_{пр5}$=70Н.

Далеенаходитсяактивнаяплощадь$A_4$мембраны2изформулы:

$$k_у = 1 + \frac{\Delta p_{max} A_4 - F_{пр3}}{F_п u_п \eta_п} \cdot \frac{A_г}{A_5}, \quad (3.48)$$

где$\Delta p_{max} = 0.06$МПа–приращениедавленийр$_1$ир$_2$.

Площадипоршняследящегоустройства9$A_2$ирезиновоймембраны2$A_3$выбираютсят.о.,чтобыобеспечиватьнеобходимыйкоэффициентусиленияk$_у$.

Врежимебезусилителястатическаяхарактеристикастроитсяпоформуле:

$$p_{ж2} = \frac{F_п u_п \eta_п}{A_г}. \quad (3.49)$$

Врежимеследящегодействия(линиябрисунок2.7):

$$p_{ж2} = \frac{F_п u_п \eta_п}{A_г A_5} \frac{A_2 A_4}{A_3} + A_5 + \frac{F_{пр5} A_4}{A_3 A_5} - \frac{F_{пр3}}{A_3}. \quad (3.50)$$

Врежимепостоянногоусиления(линиябрисунок2.7):

$$p_{ж2} = \frac{\Delta p_{max} A_4 - F_{пр3}}{A_5} + \frac{F_п u_п \eta_п}{A_г}. \quad (3.51)$$

РТМ,применяемыйвданномавтомобиле,выполненввидедифференциальногоклапана.

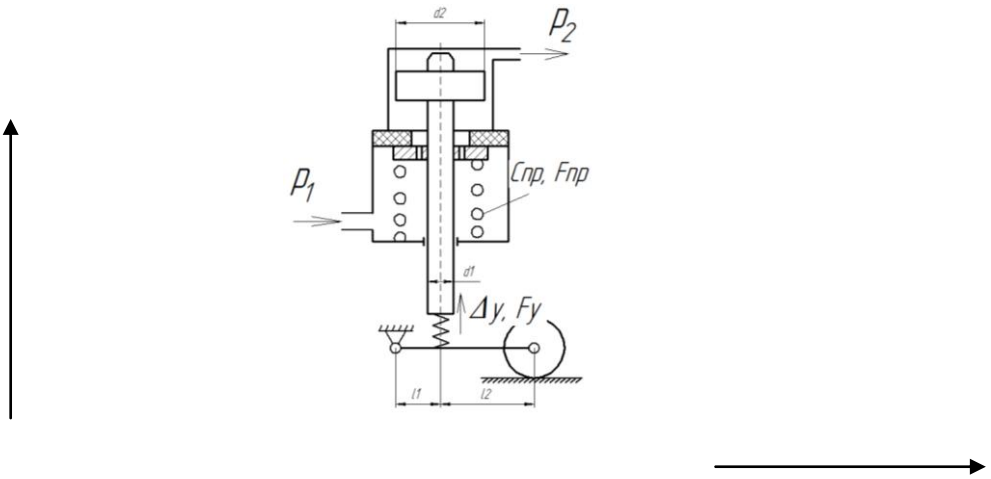



Рисунок3.7–Расчетнаясхемадифференциальногоклапана

«Определениюподлежатследующиепараметры:

1) диаметршткаd$_1$идиаметрпоршняd$_2$;
2) усилиепружиныпоршняF$_{пр}$;
3) передаточноечислопривода РТМ$\boldsymbol{u}_{\text{п}} = \frac{\boldsymbol{l_1}+\boldsymbol{l_2}}{\boldsymbol{l_1}}$;
4) усилиеупругогоэлементаРТМF$_y$;
5) жесткостьупругогоэлементаРТМc$_y$.»

Дляпостроенияграфиказависимостидеформацииупругогоэлементазаднейподвескиприаварийномторможенииотдавленияр1впереднемконтуре(рисунок2.10),воспользуемсяформулой:

$$\Delta = \frac{\frac{G_a a}{L} - q_2}{c_{\text{п}2}} - \frac{k_1 p_1 + k_2 p_2}{r_{k0}} \cdot \frac{h_c}{L c_{\text{п}2}}, \quad (3.52)$$

где$G_a$–весавто;

$q_2$=1864Н–веснеподрессоренноймассы;

$a$–расстояниеотЦМдопереднегомостаавтомобиля;

$h_c$–высотаЦМ;

$L$=2,85м–базаавто;

$c_{\text{п}2} = 7{,}93e + 4\,\frac{\text{Н}}{\text{м}}$–суммарнаяжесткостьзаднейподвески;

$k_1$,$k_2$–

коэффициентпропорциональностимеждудавлениемвтормозномприводеимоментомтрениятормозногомеханизмапереднегоизаднегосоответственно.

Задавшись$d_1$=30мми$u_{пр}$=4,находим$c_у$:

$$c_у = \frac{u_{пр}}{\Delta_б - \Delta_а} \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \left(p_{1б} - p_{1а}\right). \quad (3.53)$$

НаходитсяпреднатягпружиныРТМ.Впервомприближенииможносчитать,что$F_{пра} \approx F_{прб}$:

$$F_{пр} = \frac{\pi d_1^2}{4} p_{1а} - \frac{c_у}{u_{пр}} \Delta_а. \quad (3.54)$$

ДиаметрпоршняРТМ$d_2$находят,решаясистемууравнений:

$$k_p = 1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}. \quad (3.55)$$
$$k_p = tg\alpha$$

Таблица3.9–Параметрытормозногопривода

| Параметр | обозначение | значение |
|---|---|---|
| диаметрКТЦ,см:<br>-передний<br>-задний | <br>$d_{k1}$<br>$d_{k2}$ | <br>4,6<br>3,4 |
| диаметрГТЦ,см | $d_г$ | 2,5 |
| Активнаяплощадьмембраныусилителя,м$^2$ | $A_4$ | 0,046 |
| Площадьпоршняследящегоустройства,м$^2$ | $A_2$ | 1,13e-4 |
| Площадьрезиновоймембраны,м$^2$ | $A_3$ | 31e-4 |
| Координатыточкиа:<br>-p1a,МПа<br>-p2a,МПа | <br><br> | <br>6,404<br>6,404 |
| Координатыточкиб:<br>-p1б,МПа<br>-p2б,МПа | <br><br> | <br>7,615<br>7,615 |
| Уголα,град | | 8 |
| Деформацияупругогоэлемента,м:<br>-полнаямасса<br>-снаряженнаямасса | <br>$\Delta_б$<br>$\Delta_а$ | <br>0,096<br>0,025 |
| ЖесткостьупругогоэлементаРТМ,Н/м | $c_y$ | 4,82e+4 |
| преднатягпружиныРТМ,Н | $F_{пр}$ | 42 |
| ДиаметрпоршняРТМ,мм | $d_2$ | 32,36 |

# 4Технологическаячасть

«Сборкаявляетсязавершающимэтапомпроцессапроизводства.Трудоёмкостьсборкисоставляет30%всейтрудоемкостиизготовлениямашин.Сборкаорганическисвязанасовсемипредшествующимипроцессами;присозданиижемашинывысокогокачествасборкепринадлежитрешающаяроль.Поэтомусборочнымработамвмашиностроениидолжнобытьуделеноособоевнимание.

Технологическийпроцесссборки– этосовокупностьоперацийпосоединениюдеталейвопределённойпоследовательности.

Сборкапроизводитсяпреимущественнонатомжезаводе,гдеизготавливаютсяосновныедеталиэтогоизделия.»

«Процесссборкииграетвесьмасущественнуюрольвобщемциклемероприятийпоулучшениюкачествапродукции.Наповышениекачестваизделияможноказыватьвлияниепутёмсовершенствованиятехнологиииеёоснащенностисредствамимеханизации,автоматизациииконтроля,организационныхулучшений,кторымотноситсяорганизацияпроизводстваитруда,повышениеквалификацииработников,достижениеритмичностипроцессовсборки,экономическоговоздействиячерезсистемуоплатытрудаиматериальнуюзаинтересованностьсборщиковвповышениикачества.

Крометого,приразработкетехнологиисборкиузловнаиболееяркопроявляютсясвойстваизделия,наиболееточноопределяетсяпроцессработыданногоузлаи,таккаксборка– наименееавтоматизированныйпроцесс,тоестьвозможностьрационализироватьпроцесссборкипутёмиспользованияавтоматов.»

Завершающийэтапроизводства(сборка)являетсяпроцессом,которыйпозволяетдоскональноизучитьконструкциюсобираемогоузлаилиагрегатаикоторыйнаименееавтоматизирован,онибылвыбранвкачественехнологическойчастидипломногопроекта.Этопозволяетразработатьтехнологическийпроцесстакимобр

азом,чтобымаксимальнооблегчитьтрудчеловекапутёмвведения,гдеэтовозможно,механизированногооборудования.

## 4.1Выбортипапроизводства

Типпроизводстваглавнымобразомзависитотдвухфакторов:заданнойпрограммывыпускаитехнологичностиизделия.ВсоответствиисГОСТ3.1108-74типпроизводствахарактеризуетсякоэффициентомзакрепленияоперации.

$$k_{зо} = \frac{n_0}{S},$$

где$n_0$–числоразличныхопераций технологическогопроцесса;

$S$–числорабочихмест,накоторыхэтиоперациивыполняются.

Расчётноеколичестворабочихмест:

$$S_р = \frac{t_{ср} n_0}{\tau},$$

где$t_{ср}$–

среднеевремянаустановкуоднойдеталиилисборочнойединицы,мин./шт.Дляавтомобильныхпроизводствзначение$t_{ср}$принимаетсявдиапазонеот0,1до0,5мин./шт.;

$\tau$–темпвыпуска,мин./шт.

$$\tau = \frac{60Ф_{гд}}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{30000} = 8 \text{мин/шт.}$$

$$S_р = \frac{0{,}25 \cdot 148}{8} = 4{,}62.$$

Расчётноеколичестворабочихместпринимаемравное5.

Коэффициентзакрепленияопераций:

$$k_{зо} = \frac{148}{5} = 29{,}6.$$

Типпроизводства–мелкосерийный($20 < k_{зо} < 40$);

методпроизводства–поточный;

темпвыпуска–8мин./шт.

## 4.2Выбормаршрутасборки

«Маршрут–

этопоследовательность,скоторойдеталиисборочныеединицыболеенизкогоуровняприсборесоединяютсявизделие.

Маршрутсборкиоказываетбольшоевлияниенакомпоновкусборочногооборудования,навозможностьавтоматизацииотдельныхпереходов,наосуществлениенеобходимогоконтроляточностисоединенийи,такимобразом,наэффективностьпроцессавцелом.»

«Первойдеталью,скоторойначинаетсяпроцесссборки,обычноявляетсякорпусизделия,однако,втехслучаях,когдакорпуснаядетальвсборочнойединицеотсутствует,атакжеприустановкеследующихдеталей,какправило,можнонаметитьнескольковариантовмаршрутов.Выбороптимальноговариантамаршрутаявляетсясложнойзадачей,правильностьеёрешенияопределяетсятольконазаключительныхэтапахпроектирования,врезультатезатратбольшоготруданапроработкукаждоговарианта.Числовариантов,взятыхнапроработку,можносократить,есливо спользоватьсяследующимидвумяпризнакамиоптимальногомаршрута:

1.Лучшимявляетсятотмаршрутсборки,которыйобеспечиваетминимальноеколичествоперебазировокизделия;

2.Маршрутдолженобеспечитьудобствоустановкидеталейивозможность контролякачествасоединений.

Приразработкемаршрутасборки,атакжедляеголучшегопредставления,удобнопользоватьсяграфическойсхемой,вкоторойдаётсянеобходимаяинформация одеталяхипоследовательностиихустановкивизделии.»

### 4.3Определениеуровняавтоматизациисборочныхработ

«Дифференцируясборочныйпроцесснаэлементарныесоставляющие,можновыделитьследующиеглавныедвижения:транспортированиеизделий,егоустановканапозициисборки,ориентациядеталейвпространстве,поштучнаявыдачавзонусборки,сопряжение,силовоезамыканиеиконтролькачествасборки.Выполнениеэтихдействийможетосуществлятьсяразличнымитехническимисредствами.Взависимостиоттого,какимиспособами,ручнымиилимеханизированными,вы

полняютсяэлементарныедействиясборочногоперехода,технологическиепроцессысборкиразделяютсяначетырегруппыуровней:

1–ручнаясборка.Кэтойгруппеотносятсяпроцессы,вкоторыхпространственнаяориентациядеталей,ихпоштучнаявыдачавзонусборки,силовоезамыкание,перемещениеизделия,установкаизделиянапозициисборкивыполняетсявручную.Оборудованиемдлясборкивэтомслучаеслужатверстаки,сборочныестенды,рольганги,ручнойинструмент,универсальныеприспособления.

2–механизированнаясборка.Вэтомслучаесиловоезамыканиедеталей,атакжеустановкаизделийнапозициисборкимогутосуществлятьсямеханизмами,например,такимикакодно-имногошпиндельныймеханизированныйгайковерт.Используетсяоднопозиционноеимногопозиционноесборочноеоборудование,управляемоевручную,сфиксациейизделиянапозициисборки.

3–автоматизированнаясборка.Вэтойгруппепространственнаяориентациядеталей,поштучнаявыдача,сопряжениедеталейиуправлениеисполнительнымимеханизмамимогутвыполнятьсякаквручную,такимеханизмами.Ручнойтрудмаксимальномеханизированиприменяетсятолькодлясборкиплохоориентируемыхдеталейприсложномдоступекместуустановки.

4–автоматическаясборка.Здесьвсесборочныепозициииоборудованияработаютвавтоматическомцикле.»

Класссборочногооборудованияреализованввидемногопозиционныхстанковилиний.Взависимостиотработыотдельныхпозицийэтотклассвключаетоборудованиепоследовательного,параллельногоилипоследовательно-параллельногодействия.

Оборудованиепоследовательногодействияпредставляетсобоймногопозиционныестанкиилинии,вкоторыхсборочныепозициирасполагаютсятолькопос

ледовательно,апереходынакаждойоперациимогутосуществлятьсянетолькопос
ледовательно,ноипоследовательно-параллельно.

Ксборочномуоборудованиюспараллельнодействующимипозициямимог
утотноситьсястанкироторноготипа,атакжелинии,гденакаждойпозициивыполн
яетсяаналогичныйобъемсборочныхработ.

Присборкетормозныхмеханизмовдолжениспользоватьсямеханизирован
ныйпроцесс,т.к.полностьюавтоматическаяиавтоматизированнаясборканепри
менимыиз-
затого,чтоонииспользуютсяпримассовомпроизводстве,иручнойтрудлибополн
остьюотсутствует,либоиспользуется,нонезначительно,чтообъясняетсятипомп
роизводства.Ноиручнаясборкаприменятьсянеможет,таккаконаиспользуетсяпр
иединичномилимелкосерийномпроизводстве.

Такимобразом,механизированнаясборкаявляетсясамымоптимальнымпр
оцессом,которыйпозволяетоблегчитьтрудчеловекаисократитьвремянакаждой
операции.

# 5Безопасностьиэкологичностьобъекта

## 5.1 Влияние транспортных средств с антиблокировочной системой на безопасность водителя

«При нормальном торможении поток тормозной жидкости в неизменном виде течет через модулирующий клапан к тормозным механизмам. Если же колесо начинает блокироваться, впускной (или изолирующий) модулирующий клапан закрывается, предупреждая тем самым увеличение давления в тормозе. Однако если колесо остается заблокированным, открывается выпускной модулирующий клапан, который уменьшает давление. В некоторых системах имеется аккумулятор, в котором хранится жидкость, вышедшая через выпускной модулирующий клапан, а также насос, который закачивает эту жидкость обратно в резервуар главного тормозного цилиндра или в напорные трубки.»

«Современные модели модуляторов используют самые различные методы управления. Многие модели имеют один или пару клапанов для каждого гидроконтура, где каждый клапан приводится в действие электрическим соленоидом. Один клапан, впускной, при нормальной работе тормозов открыт и позволяет тормозной жидкости свободно циркулировать между главным тормозным цилиндром и колесным цилиндром или суппортом.

Другой клапан, выпускной, в этом случае остается закрытым. Когда он открывается, жидкость течет от колесного цилиндра или суппорта в резервуар главного тормозного цилиндра. Если происходит блокировка колеса. ЭКМТ закрывает впускной клапан, предупреждая тем самым увеличение давления в тормозном механизме. Однако если и в этом случае колесо не разблокируется, он, открывает выпускной клапан, уменьшая тем самым давление.»

При нормальном торможении в системе фирмы Бош тормозная жидкость проходит через контрольные клапаны. Во время этапа фиксации

давления электромагнитный клапан сдвигается в срединное положение. При уменьшении давления сдвигается полностью, открывая выпускное отверстие, и насос, закачивающий тормозную жидкость назад, приводится в действиевозвращается в главный тормозной цилиндр при выключении тормозов. Проблема, которая может возникнуть из-за этой системы на некоторых моделях автомобилей — это продавливание педали тормоза во время каждого цикла работы модулятора. Приблизительно за восемь циклов педаль может продавиться до самого пола, поэтому ее надо подкачивать с помощью насоса, чтобы она нормально работала.

«В некоторых механизмах фирмы Бош вместо насоса используется выпускной клапан. Во время фазы уменьшения давления жидкость закачивается от клапана со стороны колесного цилиндра к клапану со стороны главного тормозного цилиндра или в корпус главного тормозного цилиндра. Когда колесо снова начинает вращаться, клапаны занимают свое нормальное положение.

Скольжение колес может происходить и при ускорении движения автомобиля: в этом случае оно похоже на блокировку колес при торможении. Сила сцепления (далее — сцепление) с дорожным покрытием, как и при торможении автомобиля, во многом зависят от состояния дорожного покрытия и погодных условий. Система регулировки сцепления, которую также называют регулировкой сцепления, системой против заноса, системой против скольжения — это система, которая обнаруживает занос колеса и уменьшает его, когда этот занос происходит.»

Эта система контроля над скольжением при ускорении оснащена различными датчиками, способными обнаружить занос колеса (рис. слева). Она также применяет различные методы контроля над скольжением колес (рис. справа).

Занос колеса происходит в том случае, если вращающий момент ведущих колес оказывается большим, чем это допускает сила сцепления с дорожным покрытием. Если колесо заносит больше чем на 20%, сила

сцепления уменьшается. Из-за различия на ведущей оси колесо, страдающее от заноса, уменьшает вращающий момент другого ведущего колеса, которое от заноса не страдает. Занос колеса замедляет ускорение автомобиля, поскольку происходит уменьшение силы сцепления шины с дорожным покрытием. Также возможны занос автомобиля в сторону и даже поворот автомобиля, если занос колеса произошел на повороте. Кроме того, занос шин приводит к их преждевременному и неравномерному (одна шина изнашивается быстрее другой) износу.

«Система против заноса предусматривает обязательное наличие датчиков скорости вращения колес АБС и микропроцессора. Микропроцессор сравнивает скорость вращения обоих ведущих колес друг с другом и со скоростью вращения неведущих колес. Чрезмерная скорость одного из ведущих колес свидетельствует о заносе колеса. В зависимости от модели системы контроль над заносом колеса осуществляют одним или сразу несколькими из следующих методов: включение тормоза этого колеса (на заднеприводных автомобилях), уменьшение вращающего момента двигателя путем замедления подачи сигнала, закрытие дроссельной заслонки (подачи газа), перекрывание одного или нескольких каналов подачи топлива.»

### 5.2Методикаиспытанийтормознойсистемыавтомобиля

Существуеттритипаиспытанийтормозногоуправления:тип0(испытаниеэффективностиприхолодныхтормозах);типI(испытаниянапотерюэффективности);типII(поведениетранспортногосредстваназатяжныхспусках).Испытаниятипа0.

«Общиеположения:

-

тормозадолжныбытьхолодными;тормозсчитаетсяхолодным,еслитемпература,измереннаянатормозномдискеилиснаружнойсторонытормозногобарабана,ниже100град.Цельсия.

-

транспортноесредстводолжнобытьгруженым,причемраспределениеегомассы междуосямидолжносоответствоватьраспределению,указанномузаводом-изготовителем.Втомслучае,когдапредусматриваетсянескольковариантоврасп ределениянагрузкимеждуосями,распределениемаксимальноймассыдолжнобы тьтаким,чтобынагрузканакаждуюосьбылапропорциональномаксимальнойдоп ускаемойнагрузкедлякаждойоси.Вслучаеавтотранспортныхсредств,которыем огутбуксироватьполуприцеп,нагрузкаможетбытьприложенапримернонаполов инерасстоянияміждуположениемшкворня,определяемымупомянутымивышеу словияминагрузки,ицентральнойлинией задней оси.

-

каждоеиспытаниедолжновыполнятьсянапорожнемтранспортномсредстве.

-дорогадолжнабытьгоризонтальной.

Испытаниятипа0сподсоединеннымдвигателем.»

«Проводятсяиспытаниянаразличныхскоростях,причемсамаянизкаяскор остьравняется30%отмаксимальнойскорости,асамаявысокаяскоростьсоставляе т80%отмаксимальной

Дальнейшиеиспытаниядолжныпроводитьсясподсоединеннымдвигателе м,начинаясоскорости,предписаннойдляданнойкатегориитранспортногосредст ва.Приэтомдолжнабытьдостигнутаминимальнаяэффективность,предписанная длякаждойкатегории.»

«ИспытаниятипаI.

-примногократномторможении

-

испытаниерабочихтормозоввсехмеханическихтранспортныхсредствпроизвод итсяпутемрядапоследовательныхторможенийгруженоготранспортногосредст ва.

-

вовремяторможениядвигательостаетсяподсоединеннымприсамомвысокомпер едаточномчислетрансмиссии.

Длямеханическихтранспортныхсредствэтаэффективностьнагретыхторм

озовдолжнасоставлятьнеменее80%величины,предписываемойдляуказаннойкатегории,инеменее60%величины,зарегистрированнойприиспытаниитипа0сотсоединеннымдвигателем.»

«ИспытаниятипаII.

Испытаниягруженыхтранспортныхсредствобязанысопровождатьсятакимобразом,чтобыпоглощаемаяэнергияявлялась эквивалентнаэнергии,производимойзатотжепромежутоквременипридвиженииграженоготранспортногосредствасосреднейскоростью30км/чпоспускусуклоном6%инарасстоянии6кмсвключениемсоответствующейпередачи.Вслучаетранспортныхсредств,вкоторыхэнергияпоглощаетсятолькозасчеттормозногодвигателем,длясреднейскоростидопускаетсяотклонение5км.Испытаниепроизводитсянапередаче,котораяпозволяетнаспускесуклоном6%стабилизироватьскоростьвозможноближекзначению30км/ч.Еслиопределениеэффективноститормозногодействиятолькодвигателемосуществляетсяпосредствомизмеренияустановившегосязамедления,достаточно,чтобыизмеренноесреднеезначениезамедлениясоставлялопокрайнеймере0,5м/сек.Вконцеиспытанийвтехжеусловиях,вкоторыхбылопроизведеноиспытаниетипа0сотсоединеннымдвигателем,измеряетсяэффективностьнагретыхрабочихтормозов.Длямеханическихтранспортныхсредствэтаэффективностьнагретыхрабочихтормозовдолжнаобеспечиватьтормознойпуть.

Ввидубольшогозначениясвойств,определяющихбезопасностьавтомобиля,ихрегламентацияявляетсяпредметомрядамеждународныхдокументов.Тормозныесвойстварегламентируются Правилами№13Комитетаповнутреннемутранспорту ЕвропейскойЭкономическойКомиссии Организацииобъединенныхнаций(ЕЭКООН).Всоответствиисэтимиправиламиразрабатываютсянациональныестандарты.

Оценочнымипоказателямиэффективноститормознойсистемыявляютсяустановившеесязамедление$j_{уст}$,соответствующеедвижениюавтомобиляприпостоянномусилииивоздействиянатормознуюпедальиминимальныйтормознойпуть $S_T$–расстояние,проходимоеотмоментанажатиянапедальдоостановки.»

# 6 Эффективность проекта

## 6.1Расчетзатрат

Веськомплексопытно-конструкторскихработвключаеттриэтапа:проектированиеузла,изготовлениеопытнойпартии,испытанияузловикорректировкуконструкторскойдокументации.

Таблица6.1–Расчёттрудоёмкостиипродолжительностиработ

| Работа | Формат | Кол-во | Группасложностидетали | Норма | Трудоемкость | Кол-воисполни-телей | Продол-жительность,дни |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Разработатьсборочныйчертеж | А2 | 2 | – | 1,5 | 3 | 1 | 3 |
| Составитьведомостьпокупныхизделий | А4 | 1 | – | 0,7 | 0,7 | 1 | 0,7 |
| Составитьпояснительнуюзаписку | А4 | 30 | – | 0,5 | 15 | 2 | 7,5 |
| | Разработатьчертежидеталей | | | | | | |
| Суппорт | А3 | 1 | 3 | 0,4 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Скоба | А3 | 1 | 4 | 0,6 | 0,6 | 1 | 0,6 |
| Колесныйцилиндр | А3 | 1 | 3 | 0,4 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Поршень | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Колодка | А4 | 1 | 3 | 0,3 | 0,3 | 1 | 0,3 |
| Диск | А2 | 1 | 2 | 0,24 | 0,24 | 1 | 0,24 |
| Ступица | А2 | 1 | 3 | 0,4 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Палец | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Штуцер | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Защитныйкожух | А3 | 1 | 2 | 0,15 | 0,15 | 1 | 0,15 |
| Уплотнительноекольцо | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Защитныйчехолпоршня | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Защитныйчехол | А4 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 1 | 0,12 |
| Всего:41лист,3исполнителя,трудоёмкость19.5чел.-дней,продолжительность15дней. | | | | | | | |

## 6.2Расчётсебестоимостипроектируемогоизделияприпромышленномпроизводстве

Оценкасебестоимостивключаетследующиеэтапы:расчетзатратнаосновныематериалы,расчетзатратнапокупныекомплектующиеизделия,расчетзаработнойплатыосновныхрабочих,калькулированиесебестоимостиузла.

### 6.2.1Расчётзатратнаосновныематериалы

Нормарасходаматериаланаоднудеталь:

$$H_р=G_{дет}/K_{им}.$$

$$H_{р(диск)}=6{,}18/0{,}65=9{,}5\text{кг}.$$

Ценаматериалаотливокиштамповок:

$$Ц=Ц_б K_{сп} K_м K_{мр} K_{вып};$$

где $K_{сп}$коэффициентсложности,$K_{сп}=1{,}1$;

$K_м$коэффициент,зависящийотмассыдетали,$K_м=1$;

$K_{мр}$коэффициент,зависящийотмаркиматериала,$K_{мр}=1$;

$K_{вып}$коэффициент,зависящийотгодовоговыпуска,

$$K_{вып}=0{,}9+7/B_г=0{,}9+7/30000=0{,}9.$$

$Ц_{суппорт}=Ц_б 1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=50\cdot1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=59{,}4$руб/кг

$Ц_{скоба}=Ц_б 1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=81{,}5\cdot1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=96{,}8$руб/кг

$Ц_{колесн.цил}=Ц_б 1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=50\cdot1.1\cdot1\cdot1.2\cdot0.9=59{,}4$руб/кг

$Ц_{ступица}=Ц_б 1\cdot1\cdot1.4\cdot0.9=35\cdot1\cdot1\cdot1.4\cdot0.9=44{,}1$руб/кг

$Ц_{диск}=Ц_б 1\cdot0.8\cdot2\cdot0.9=35\cdot1\cdot0.8\cdot2\cdot0.9=50{,}4$руб/кг.

Таблица6.2–Затратынаосновныематериалыпокаждомунаименованиюдетали

| Наименование | Марка мат-ла | Видзаготовки | Чистаямасса детали,кг | КИМ | Нормарасхода надеталь,кг | Ценаматериала | Кол-водеталей | Затраты наузел |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Суппорт | 30 | отливка | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 59,4 | 1 | 27 |
| Скоба | 40Х | отливка | 0,3 | 0,75 | 0,4 | 96,8 | 1 | 44 |
| Колесныйцилиндр | 20 | отливка | 0,6 | 0,5 | 1,2 | 59,4 | 1 | 40 |
| Поршень | 30 | прокат | 0,1 | 0,4 | 0,25 | 16 | 2 | 8 |
| Колодка | 20 | лист | 0,15 | 0,75 | 0,2 | 13,6 | 2 | 6 |
| Диск | 20ХН3А | поковка | 6,18 | 0,65 | 9,51 | 50,4 | 1 | 405 |
| Ступица | 35Х | поковка | 2,5 | 0,5 | 5 | 44,1 | 1 | 186 |
| Палец | 30 | прокат | 0,05 | 0,45 | 0,11 | 12 | 2 | 3 |
| Штуцер | 10 | прокат | 0,005 | 0,45 | 0,01 | 15,6 | 2 | 0,5 |
| Защитныйкожух | 10 | хол.штамповка | 0,06 | 0,85 | 0,07 | 14,4 | 1 | 2 |
| Уплотнительноекольцо | резина | лист | 0,002 | 0,5 | 0,004 | 120 | 2 | 0,6 |
| Защитныйчехолпоршня | резина | штамповка | 0,003 | 0,85 | 0,004 | 150 | 2 | 0,8 |
| Защитныйчехол | резина | штамповка | 0,002 | 0,85 | 0,003 | 120 | 2 | 0,6 |

6.2.2Определениезатратнапокупныекомплектующиедеталииизделия

Таблица6.3–Спецификацияпокупныхкомплектующихдеталейиизделий

| №п/п | Наименование | Характеристика | Кол-во | Цена,руб./шт. | Сумма,руб. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Болт | М8х25 ГОСТ7805-70 | 2 | 1,79 | 3,58 |
| 2 | Болт | М12х1.5х35 ГОСТ7808-70 | 2 | 2,6 | 5,2 |
| 3 | Винт | М8х30 ГОСТ11738-84 | 3 | 6 | 18 |

6.2.3Заработнаяплатаосновныхрабочих

Эффективный годовой фонд рабочего времени рассчитывается по формуле:

$$F_{эфф.год} = (365 - Д_{вс} - Д_{пр}) \cdot T_{см} - Д_{пред} \cdot T_{смпред} = (365 - 104 - 10) \cdot 8 - 7 \cdot 1 = 2001$$

час.

где $Д_{вс}$ – количество выходных дней;

$Д_{пр}$– количество праздничных дней;

$T_{см}$– количество часов в смену, 8 часов. Режим работы – односменный.

$Дпред$ – количество предпраздничных дней;

$T_{см.пред.}$ – количество сокращенных часов в смену в предпраздничный день, 1 час.

Среднее количество рабочих дней в месяце рассчитывается по формуле:

$$D_{ср} = \frac{F_{эфф}}{12 \cdot T_{см}} = \frac{2001}{12 \cdot 8} = 20{,}8 \text{ дней.}$$

Заработная плата исполнителей в день рассчитывается по формуле:

$$O_{ср.день} = \frac{Осрi}{Дсрi},$$

где $O_{срi}$ – должностной оклад работника.

$$Зитр = Оср.день \times Тр;$$

где $T_р$ – трудоемкость, чел/дн.

Расчет заработной исполнителей за проработанное время представим в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Длительность работы и заработная плата исполнителей

| Должность | Кол-во исполнителей, чел. | Трудоемкость, чел/дней | Заработная плата в день, руб. | Заработная плата, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Маркетолог | 1 | 12 | 435,1 | 5221,2 |
| Ведущий инженер | 1 | 15 | 534,09 | 8011,35 |
| Инженер II категории | 1 | 84 | 445,1 | 37388,4 |
| Итого | | | | 50620,95 |

Заработная плата производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{пр} = S_{ch} \cdot g \cdot t_i$$

где $S_{ch}$ – часовая тарифная ставка соответствующего разряда;

$q$–продолжительность рабочего дня;

$t_i$– трудоемкость выполнения работ

Расчет заработной платы производственных рабочих представим в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Тарифная заработная плата производственных рабочих

| Специальность | Тарифная ставка, $S_{ch}$ | Продолжительность рабочего дня, час | Трудоемкость, дней | Зарплата, руб. |
|---|---|---|---|---|
| Слесарь-сборщик III разряда | 34,97 | 8 | 4 | 1119,04 |

Основная заработная плата производственных рабочих:

$$З_{ОСН} = З_{ТАР} \cdot (1 + К_{ПР}) = 1119,04 \cdot (1 + 0,28) = 1432,37 \, руб,$$

где $К_{ПР}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве;

$З_{ТАР}$– тарифная заработная плата производственных рабочих, руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих

$$Здоп = Зосн \cdot Кдоп = 1432{,}37 \cdot 0{,}16 = 229{,}18$$

где $К_{доп}$ – доплаты и выплаты, не связанные с работой на производстве, $К_{доп}$= 16%.

Суммарная заработная плата исполнителей:

$$З_{ИСП} = З_{ИТР} + З_{ОСН} + З_{ДОП} = 50620,95 + 1432,37 + 229,18 = 52282,5 \, руб$$

где $З_{ИТР}$ – заработная плата инженерно-технических работников, руб.;

$З_{ОСН}$ – основная заработная плата рабочих повременщиков, руб.

Отчислениянасоциальныенужды:

$$C_{СОЦ} = З_{ИСП} \cdot К_{соц} = 52282,5 \cdot 0,262 = 13698,02\ руб$$

$К_{соц.}$– коэффициент отчислений на социальные нужды.

### 6.3Расчётэкономическойэффективностипроектируемогоизделия

Определениеэкономическойэффективностиотснижениямассыпроектируемогоизделия:

$$Э_{мат}=(Q_{баз}–Q_{пл}) \cdot Ц \cdot К_{прип};$$

где$Q_{баз}$,$Q_{пл}$–массавкгбазовогоипланируемогоизделий;

$Ц$–оптоваяценаметаллаврубляхза1кг;

$К_{прип}$–коэффициент,учитывающийприпусканаобработкуматериалов,

$К_{прип}$=1,28.

$$Э_{мат}=(12–10,35) \cdot 18 \cdot 1.28=38,016 руб./шт.$$

Экономическийэффектвгод:

$$Э=Э_{мат} \cdot В=38,016 \cdot 30000=1140480 руб.вгод.$$

Таблица6.6–Технико-экономическиепоказатели

| Наименованиепоказателя | Единицаизмерения | Величина |
|---|---|---|
| Массаузла | кг | 10,3 |
| ПродолжительностьОКР,всего | дней | 51 |
| проектирование | дней | 10 |
| технологическаяподготовкапроизводства | дней | 14 |
| ЧисленностьгруппыдлявыполненияОКР | чел. | 32 |
| СметнаястоимостьОКР | руб. | 608461 |
| Годовойобъемвыпуска | шт. | 30000 |
| Полнаясебестоимость | руб. | 1285,48 |
| Удельнаясебестоимость | руб./кг | 119 |
| Экономическийэффект | млн.руб.вгод | 1,14 |

Вданнойчастидипломногопроектабылирассчитанытрудоёмкостьипродолжительностьопытно-конструкторскихработ,рассчитанасебестоимостьузлаприегопромышленномпроизводстве.Трудоёмкостьопытно-конструкторскихработсоставила650чел.-дней,продолжительность51день.Себестоимостьузлаприегопромышленномпр

оизводствесоставила1285,48руб.СметнаястоимостьОКР608461руб.Такжебыл рассчитанэкономическийэффектотвнедренияданногоузлаионсоставил1,14млн .рублейвгод,пригодовомобъёмевыпуска30000штук.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вдипломномпроектепроведенопроектированиетормознойсистемылегкового автомобиляс АБС.

Спередиустановленыдисковыетормозныемеханизмыс жесткозакрепленным суппортомивентилируемымитормознымидисками.Эторешениеприводитк кснижениюмассыдиска,такиулучшениюеготеплоотдачи.

Висследовательскомразделепроведенопатентноеизыскание,позволившее ознакомитьсяссуществующимиконструкциями,проанализироватьихдостоинства инедостаткиивыбратькрасчетуоптимальнуюсхему.

Вконструкторскомразделепроведентягово-динамическийрасчетавтомобиля,позволившийполучитьпредставлениеодинамических параметрахавтомобиляихарактереихизменения.Выбранакомпоновочная схематормознойсистемыипроведенеединамическийрасчет.Крометого,проведен прочностнойрасчеттормозногодискаитормознойскобы.

Втехнологическомразделеобоснованатиппроизводствасопределениемуровня автоматизацииборочныхработ.

Впроектеприведеныобщиетребованиякбезопасностииэкологичноститранспортных средствсметодикойиспытанийтормозныхсистем.

Организационно-экономическийанализпоказалэффективностьконструкторскихрешений.Определенысебестоимостькаждойдеталиитормозногомеханизмавцелом.Общийэкономическийэффектоказалсяположительным.Полнаясебестоимостьсоставила1285,48руб.Общийэкономическийэффектсоставил1,14млн.руб.вгод.

# СПИСОКИСПОЛЬЗУЕМЫХИСТОЧНИКОВ


1. Афанасьев, В.Н. Динамические системы управления с неполной информацией: алгоритмическое конструирование / В.Н. Афанасьев. – М.: КомКнига, 2007.

2. Ахметшин, А.М. Адаптивная антиблокировочная тормозная система колесных машин:дис. … д-ратехн. наук:Ахметшин Альберт Махмутович. – Москва, 2003. – 255 с.

3. Байкалов, В.А. Теория автомобиля. Расчет оценочных показателей маневренности и тормозной динамики автопоездов: Учеб. Пособие / В.А. Байкалов, С. Н. Городецкий, Г. С. Гришко. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006.

4. Галимзянов, Р.К.Тяговыйрасчетавтомобилясмеханическойтрансмиссией:Учебноепособие / Р.К. Галимзянов.–Челябинск:ЮУрГУ,1998. –42с.

5. Гируцкий, О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля / О.И. Гируцкий, Ю.К. Есиновский-Лашков, Д.Г. Поляк. – М.: Транспорт, 2000. – 213 с.

6. Гришкевич, А.И.Автомобили:Теория:Учебникдлявузов / А.И. Гришкевич.–М.:Высш.шк. – 1986. – 208 с.

7. Гуревич, Л.В. Тормозное управление автомобиля / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 66 с.

8. Кравец, В.Н. Теория автомобиля / В.Н. Кравец. Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 368 с.

9. Литвинов, А.С. Автомобиль:Теорияэксплуатационныхсвойств:Учебникдлявузовпоспециальности«Автомобилииавтомобильноехозяйство» / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин.–М.:Машиностроение,1989.–240с.

10. Лукин, П.П.Конструированиеирасчетавтомобиля / П.П. Лукин.–М.:Машиностроение,1984.–376с.

11. Ломакин, В.В. Безопасность автотранспортных средств. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле-и тракторостроение» /В.В. Ломакин. – М.: МГТУ МАМИ, 2011. – 299 с.

12. Осепчугов, В.В. Автомобили:анализконструкций,элементырасчета / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин.–М.:Машиностроение,1989.–304с.

13. Путин, В.А.Шиныиколесалегковыхавтомобилей / В.А. Путин.– Челябинск, 2000. –132с.

14. Туренко, А.Н.Функциональныйрасчеттормознойсистемыавтомобилясбарабаннымитормозами / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко.– Киев:УМКВО,1990.–138с.

15. Федосов, А.С. Методическиеуказанияккурсовомупроектуподисциплине «Автотранспортныесредства».Раздел «Определениеосновныхпараметровпроектируемогоавтотранспортногосредства(автомобиля)» /А.С.Федосов, Н.Н.Алекса.–Харьков:ХАДИ,1991.–32с.

16. Wong J.V. Theory of Ground Vehicles/J.V. Wong. New York: John Wiley and Sons, 2001. Pp. 130-131.

17. WABCO. Systems And Components In Commercial Vehicles. -2003. - Version 002.09.01 p. – 35 p.

18. A Division WABCO Standard GmbH. Vario Compact ABS System documentation. 2002 edition. – 47 p.

19. A Division Knorr-Bremse AG. Brake control and Chassis Management. Centers of competence. 2002 edition. – 53p.

20. Kienhöfer, F. An Investigation of ABS Strategies for Articulated Vehicles/F. Kienhöfer, D. Cebon//8th International Symposium on Heavy Vehicles Weights and Dimensions. –Midrand, South Africa. – 2004.38p.