

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация
тормозной системы

Студент(ка)

Д.Г. Кванталиани

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Еремина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Д.Ю. Воронов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2016

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

_____ А.В. Бобровский

«10» декабря 2015 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Кванталиани Давид Гияевич _____

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

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

3. Исходные данные

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

$V_{max} = 167$ км/ч; $\omega_{max} = 5600$ об/мин; $\omega_{min} = 800$ об/мин; $f_o = 0,011$; $\eta_{TP} = 0,95$;

$C_x = 0,418$ _____.

Цель проекта: Модернизация тормозной системы автомобиля LADA 2190 Granta

4. Содержание (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

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

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

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

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

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

4. Технологическая /Исследовательская часть

Разработка технологии сборки заднего тормоза

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет затрат на производство тормозной системы

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработка мероприятий по обеспечению требований охраны труда участка сборки заднего тормоза

Заключение

Список литературы

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализовка листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____/_____/

Анализ экономической эффективности объекта _____/_____/

Безопасность и экологичность объекта _____/_____/

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

Руководитель выпускной квалификационной работы

И.В. Еремина

Задание принял к исполнению

Д.Г. Кванталиани

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Кванталиани Давида Гияевича
по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация тормозной системы

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

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ И.В. Еремина
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ Д.Г. Кванталиани
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврская работа «Легковой автомобиль 2 класса. Модернизация тормозной системы» состоит из пояснительной записки (объемом 110 страниц) и графической части (объемом 6 листов формата А1).

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- состояние вопроса;
- конструкторская часть;
- технологическая часть;
- безопасность и экологичность проекта;
- экономическая часть.

Цель данной работы – модернизация заднего тормозного механизма автомобиля LADA 2190 Granta, заключающаяся в модернизации устройства автоматической регулировки зазоров между колодками и тормозным барабаном.

Предлагаемая модернизация заключается в замене штатного механизма регулировки зазоров, находящегося в заднем колесном цилиндре, на механизм регулировки, работающий по принципу увеличения длины распорной планки и позволяющий поддерживать оптимальные зазоры между тормозным барабаном и колодками по мере износа фрикционных накладок. В целом, предложенное изменение конструкции приведет к улучшению потребительских качеств автомобиля.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	9
1. Состояние вопроса	11
1.1 Назначение и типы тормозных систем	11
1.2 Требования к тормозным системам	12
1.3 Тормозные приводы	13
1.4 Тормозные механизмы	15
1.7 Задний тормозной механизм автомобиля LADA-2190	17
1.8 Обоснование необходимости модернизации заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190	19
1.9 Предлагаемый вариант модернизации заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190	20
2 Конструкторская часть	25
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	25
2.1.1 Исходные данные для проведения расчета	25
2.1.2 Полный вес автомобиля и его распределение по осям	25
2.1.3 Выбор шин	26
2.1.4 Передаточное число главной передачи	26
2.1.5 Внешняя скоростная характеристика двигателя	27
2.1.6 Передаточные числа коробки передач	28
2.1.7 Скорость автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя	29
2.1.8 Тяговая характеристика автомобиля	30
2.1.9 Силы сопротивления движению	31
2.1.10 Динамический фактор автомобиля	32
2.1.11 Мощностной баланс автомобиля	33
2.1.12 Ускорения автомобиля при разгоне	35
2.1.13 Время и путь разгона	37

2.1.14	Топливно-экономическая характеристика автомобиля	39
2.2	Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2190	41
2.2.1	Исходные данные для проведения расчета	41
2.2.2	Передний тормозной механизм	42
2.2.3	Задний тормозной механизм	44
2.2.4	Нормальные реакции дороги на ось автомобиля при торможении	45
2.2.5	Оптимальное соотношение давлений в передних и задних тормозных механизмах при полном использовании сцепления колеса с дорогой	46
2.2.6	Регулятор тормозных сил	47
2.2.7	Вакуумный усилитель тормозов	48
2.2.8	Тормозные силы, действующие на переднюю и заднюю оси при торможении	50
2.2.9	Реализуемое сцепление для передней и задней осей	53
2.2.11	Эффективность тормозной системы при отказе вакуумного усилителя тормозов	54
3	Технологическая часть	57
3.1	Анализ технологичности конструкции изделия	57
3.2	Разработка технологической схемы сборки	58
3.3.	Составление перечня сборочных работ	60
3.4	Определение трудоемкости сборки	65
3.5	Выбор организационной формы технологического процесса сборки	66
3.6	Составление маршрутной технологии и содержания сборочных операций	67
4	Анализ экономической эффективности объекта	77
	Введение	77
4.1	Расчет себестоимости проектируемого заднего тормоза с устройством автоматической регулировки	78
4.2	Расчет точки безубыточности проекта	84
4.3	Расчет коммерческой эффективности проекта	87
4.4	Анализ полученных экономических показателей и выводы	96

5 Безопасность и экологичность объекта	98
5.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции	98
5.2 Опасные и вредные производственные факторы	99
5.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда	103
5.3.1 Требования безопасности перед началом работы	103
5.3.2 Требования безопасности во время работы	103
5.3.3 Требования безопасности после работы	104
5.3.4 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте	104
5.3.5 Обеспечение электробезопасности	104
5.4 Мероприятия по экологической безопасности	105
5.5 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях	106
5.6 Влияние изменений, внесенных в конструкцию заднего тормоза на безопасность автомобиля	106
5.7 Выводы и рекомендации	108
Заключение	109
Список использованных источников	110
Приложение А	111

ВВЕДЕНИЕ

Уже в начале XX века серийные легковые автомобили стали развивать скорость более 100 км/ч час, что сделало жизненно необходимым наличие эффективной тормозной системы. Первыми по-настоящему эффективными были барабанные тормозные механизмы, принцип действия которых мало изменился до наших дней.

В пятидесятых годах ввиду существенного роста мощности двигателей появилась необходимость значительного повышения эффективности тормозов серийных автомобилей.

Помимо внедрения в тормозные системы всевозможных усилителей (как правило – либо гидровакуумных, в которых разрежение во впускном коллекторе при помощи специального механизма воздействовало на тормозную жидкость, повышая эффективность торможения, либо вакуумных, где разрежение во впускном трубопроводе двигателя непосредственно воздействовало на связанный с педалью шток), стали совершенствоваться и сами тормозные механизмы.

Первым существенным улучшением в конструкции барабанного тормоза стало появление механизма с двумя отдельными гидроцилиндрами и двумя ведущими колодками (дуплексного). До этого гидроцилиндр был один и раздвигал он сразу обе колодки, что было существенно менее эффективно.

Но на рубеже пятидесятых и шестидесятых годов наметилось явное несоответствие динамических и тормозных возможностей автомобилей. Тормозные системы попросту не успевали за стремительным ростом мощности моторов.

Поэтому в конце пятидесятых – начале шестидесятых на быстроходных серийных автомобилях стали появляться тормозные механизмы принципиально иного типа – дисковые. Ранее они находили применение в основном на гоночных конструкциях и авиации. В таком механизме колодки прижимались не к внутренней поверхности барабана, а к наружным плоскостям чугунного диска.

Такой механизм конструктивно проще барабанного с автоматической регулировкой зазора, компактнее, легче и дешевле.

Он эффективнее, несмотря на меньшую площадь колодок, благодаря тому, что поверхность диска плоская и колодки прижимаются к нему равномерно (полукруглая поверхность колодки барабанного тормоза же неравномерно прижимается к внутренней поверхности барабана). Он проще в обслуживании (в частности –

проще замена колодок), практически не ограничивает тормозное усилие на колодках (в барабанном механизме оно ограничено прочностью барабана).

Дисковые тормоза лучше охлаждаются, потому что воздух может свободно циркулировать между диском и поверхностью колодки.

Другим плюсом дисковых тормозов является то, что они самоочищаются от воды, грязи и продуктов износа – загрязнения и газы «сбрасываются» с диска при его вращении, в отличие от барабана, который легко собирает на себя, например, пыль – продукт износа колодок. Вода, масло, газообразные продукты трения – все это быстро отводится от рабочих поверхностей, не ухудшая торможение.

Главными же преимуществами дисковых тормозов перед барабанными считают постоянство (стабильность) характеристик и широкие возможности для регулировки их работы, что приводит к улучшению торможения, а в конечном итоге – повышению безопасности движения.

В конце шестидесятых годов появляется ещё одно важное усовершенствование – антиблокировочная система тормозов – ABS (англ. Anti-lock Braking System).

ABS стала актуальной в связи с массовым распространением вакуумных усилителей в тормозных системах и эффективных, быстродействующих дисковых тормозных механизмов, которые в сочетании легко позволяют при нажатии на педаль заблокировать колесные тормозные механизмы. Колёса при этом прекращают вращаться и, как показали исследования, эффективность движения автомобиля при этом (движение «юзом», то есть, скольжение неподвижных колёс по асфальту) существенно уменьшается по сравнению со случаем, когда колеса медленно, но все же катятся. Кроме того, очень важно то, что при этом машина становится неуправляемой – например, передние колёса практически не реагируют на руль, если они не катятся, а скользят.

ABS делает практически невозможной блокировку за счёт управляемого электронным блоком снижения давления в контурах колёс, подверженных в данный момент блокировке, таким образом поддерживая их «на грани» блокирования – торможение в этот момент считается наиболее эффективным.

В настоящее время происходит непрерывное дальнейшее совершенствование тормозных систем автомобилей (можно назвать такие сравнительно недавние новшества, как ESP, TCS, EBD, и так далее), результатом которого становится дальнейший рост активной безопасности. Однако наиболее важным фактором безопасности, как и во все времена, остается все же поведение водителя.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и типы тормозных систем

Тормозной системой называется система управления автомобилем, которая служит для уменьшения скорости движения, остановки и удержания автомобиля на месте. Тормозная система обеспечивает безопасность при движении и остановках.

Современные автомобили оборудуются несколькими тормозными системами, имеющими различное назначение. На рисунке 1.1 представлены типы тормозных систем, применяемых на автомобилях.

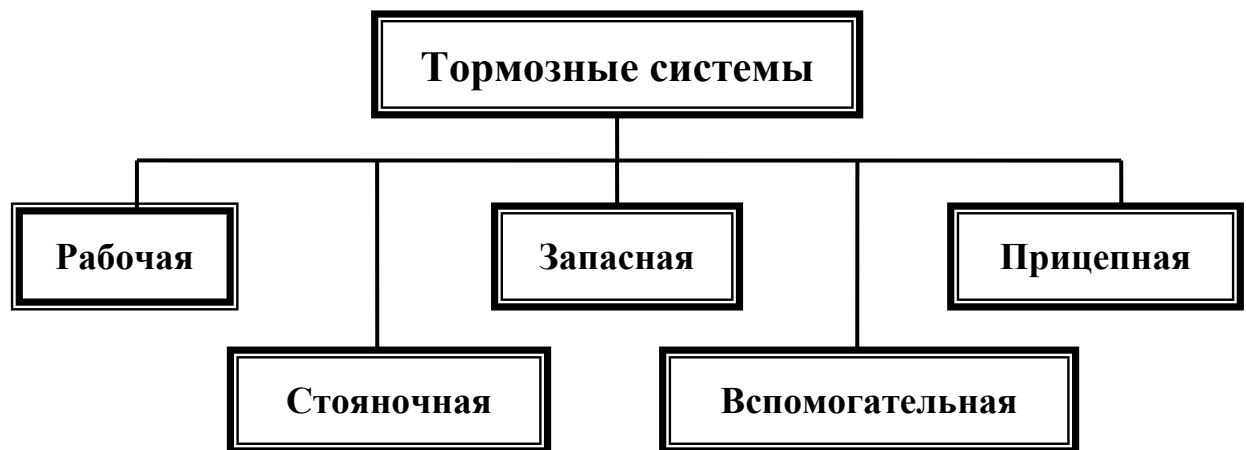


Рисунок 1.1 – Типы тормозных систем

Рабочая тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной его остановки. Она является наиболее эффективной из всех тормозных систем, действует на все колеса автомобиля и используется для служебного и экстренного (аварийного) торможения.

Стояночная тормозная система служит для удержания на месте неподвижного автомобиля. Она воздействует только на задние колеса автомобиля или на вал трансмиссии.

Запасная тормозная система является резервной, она предназначена для остановки автомобиля при выходе из строя рабочей тормозной системы. При отсутствии на автомобиле отдельной запасной тормозной системы ее

функции может выполнять исправная часть рабочей тормозной системы (первичный или вторичный контур) или стояночная тормозная система.

Вспомогательная тормозная система служит для ограничения скорости движения автомобиля на длинных и затяжных спусках. Она выполняется независимой от других тормозных систем и представляет собой тормоз-замедлитель, который обычно действует на вал трансмиссии.

Прицепная тормозная система предназначена для снижения скорости движения, остановки и удержания на месте прицепа, а также автоматической его остановки при отрыве от автомобиля-тягача.

Рабочей, стояночной и запасной тормозными системами оборудуются все автомобили, а вспомогательной тормозной системой – только грузовые автомобили большой грузоподъемности полной массой свыше 12 т и автобусы полной массой более 5 т.

1.2 Требования к тормозным системам

Тормозные системы существенно влияют на безопасность движения автомобиля. Поэтому к тормозным системам, кроме общих требований к конструкции автомобиля, предъявляются повышенные специальные требования. В соответствии с этими требованиями тормозные системы должны обеспечивать:

- минимальный тормозной путь или максимальное замедление при торможении;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания при торможении;
- пропорциональность между усилием на тормозной педали и тормозными силами на колесах автомобиля (силовое следящее действие);
- легкость управления.

Требования к тормозным системам регламентируются Правилами № 13 ЕЭК ООН, применяемыми в России.

1.3 Тормозные приводы

Тормозным приводом называется совокупность устройств, осуществляющих связь педали или рычага управления с тормозными механизмами.

Тормозной привод служит для управления тормозными механизмами и приведения их в действие.

На автомобилях в зависимости от их назначения и типа применяют различные типы тормозных приводов (рисунок 1.2).

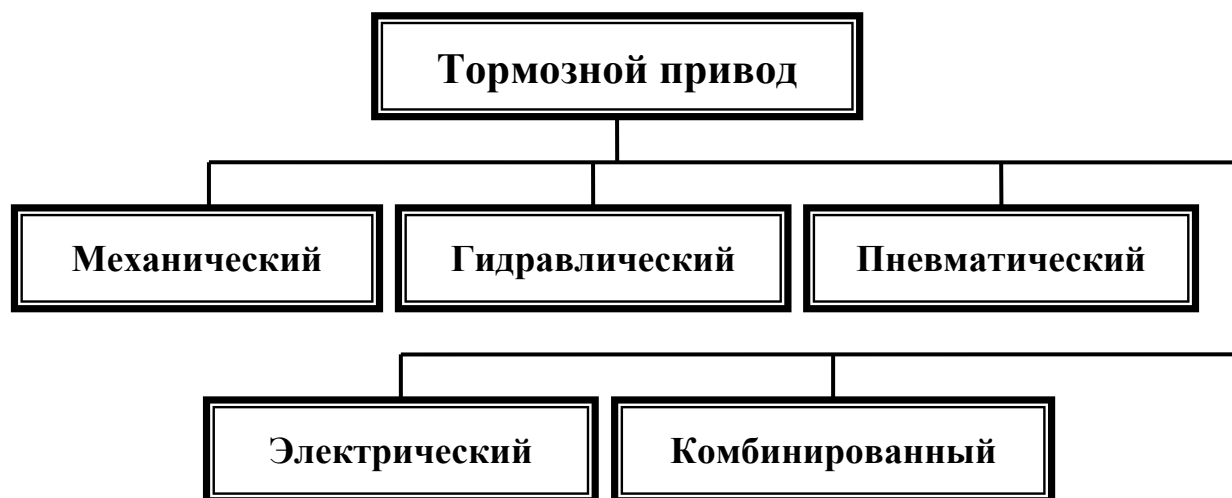
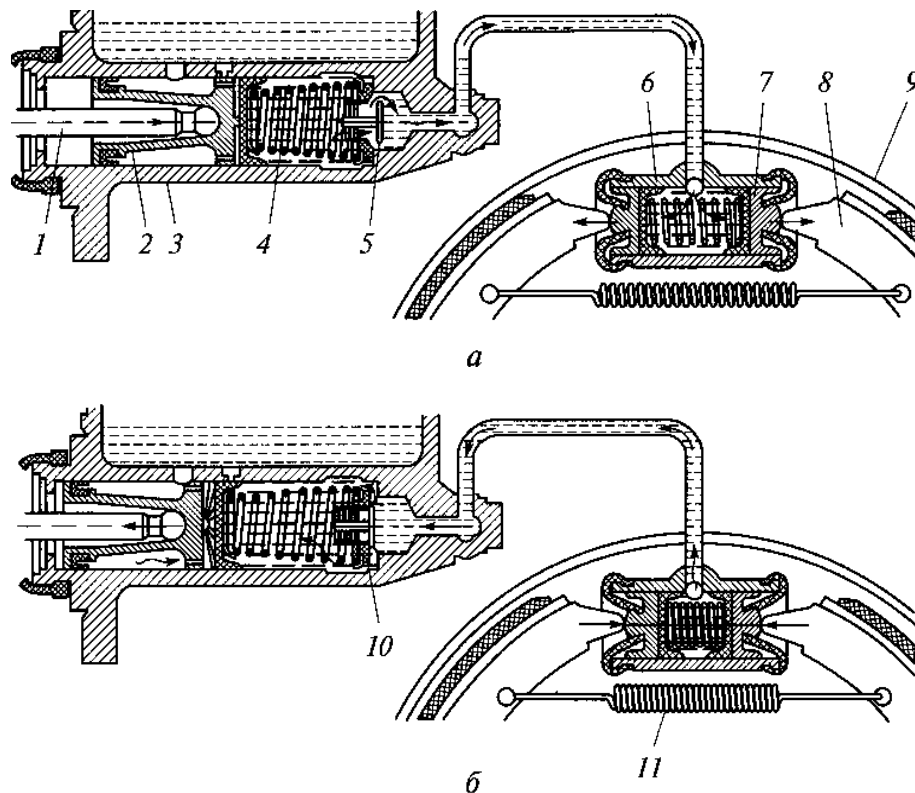


Рисунок 1.2 – Типы тормозных приводов

Механический тормозной привод. Такой привод представляет собой систему тяг, рычагов и тросов, с помощью которых усилие водителя от рычага или педали управления передается к тормозным механизмам. На автомобилях механический привод применяется в качестве обязательного привода в стояночной тормозной системе.

Гидравлический тормозной привод. Этот привод является гидростатическим, в котором передача энергии осуществляется давлением несжимаемой жидкости (жидкость сжимается при давлении 220 МПа). Гидравлический привод применяется на легковых автомобилях и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности.



a – торможение; *б* – растормаживание; 1 – толкатель; 2, 7 – поршни; 3, 6 – цилиндры;
4, 11 – пружины; 5, 10 – клапаны; 8 – колодка; 9 – тормозной барабан

Рисунок 1.3 – Схема работы гидравлического тормозного привода

На рисунке 1.3 показана схема работы гидравлического тормозного привода. Привод заполнен тормозной жидкостью. При торможении (нажатии на тормозную педаль) связанный с педалью толкатель 1 перемещает поршень 2 в главном тормозном цилиндре 3. Поршень давит на жидкость, открывается выпускной клапан 5, и жидкость поступает через трубопроводы в колесные тормозные цилиндры 6. Под давлением жидкости поршни 7 в колесных цилиндрах расходятся, преодолевая сопротивление пружин 11, и прижимают тормозные колодки 8 с фрикционными накладками к тормозным барабанам 9, которые связаны с колесами. В результате происходит торможение колес и автомобиля. При служебном торможении давление жидкости в приводе составляет 2...4 МПа, а при экстренном (аварийном) – 6...10 МПа, а иногда и выше. После прекращения торможения перемещаются в исходное положение тормозная педаль с толкателем 1 под действием возвратной пружины и поршень 2 под действием пружины 4. Давление в приводе падает, и пружины 11 стягивают колодки 8,

под действием которых поршни 7 вытесняют жидкость из колесных цилиндров, и она поступает к главному тормозному цилиндру 3. При этом выпускной клапан 5 закрывается. Под воздействием давления жидкости открывается впускной клапан 10, и жидкость проходит в главный цилиндр. Закрытие впускного клапана 10 происходит, когда в приводе остается небольшое избыточное давление (0,05 МПа), предотвращающее проникновение воздуха в гидропривод и обеспечивающее готовность тормозной системы к повторному торможению. При попадании воздуха в гидропривод падает эффективность торможения, так как жидкость, вытесняемая при торможении из главного цилиндра, уменьшает только объем легко сжимаемого воздуха.

Гидравлический тормозной привод может быть одноконтурным (нераздельный) и двухконтурным (раздельный), а также с усилителем и без усилителя.

Пневматический тормозной привод. Такой привод применяется на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, автопоездах и автобусах. Привод облегчает управление автомобилем, более эффективен по сравнению с другими приводами и обеспечивает использование сжатого воздуха на автомобиле для различных целей (открытие и закрытие дверей автобуса, накачивание и поддержание давления в шинах, привод стеклоочистителей и др.). Однако пневмопривод менее компактен, сложен по конструкции и в обслуживании, более дорогостоящий и имеет большее время срабатывания (в 5—10 раз больше, чем у гидропривода).

Комбинированные тормозные приводы. Такие приводы применяются на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, а также на автопоездах. К ним относятся приводы пневмогидравлические, электропневматические и др.

1.4 Тормозные механизмы

Тормозными механизмами называются механизмы, осуществляющие процесс торможения автомобиля. Тормозные механизмы служат для принуди-

тельного замедления автомобиля. Современные автомобили оборудуются различными типами тормозных механизмов (рисунок 1.4).

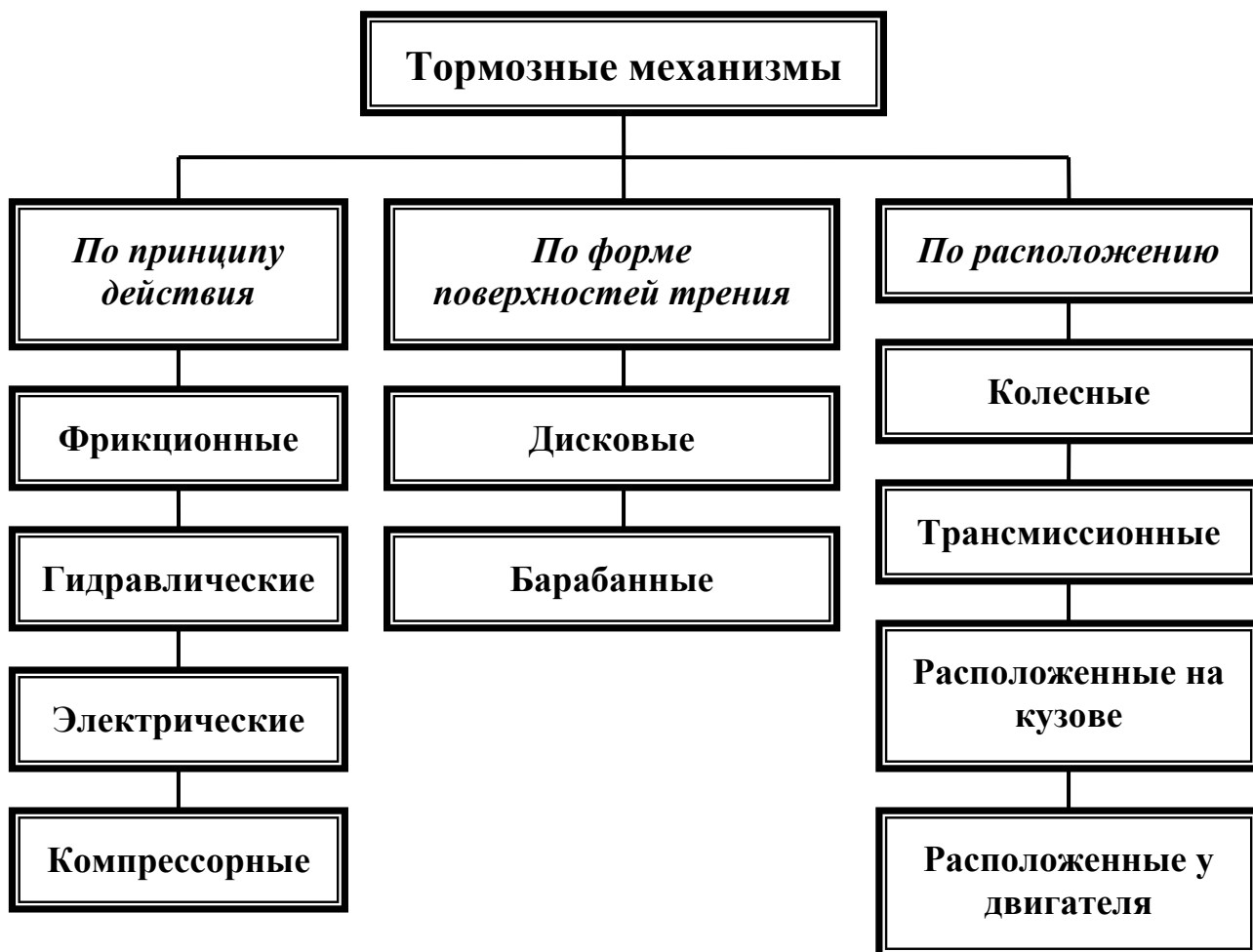


Рисунок 1.4 – Типы тормозных механизмов

Тормозные механизмы могут осуществлять принудительное замедление автомобиля различными способами – механическим (фрикционным), гидравлическим, электрическим и внеколесным торможением.

Фрикционные тормозные механизмы (дисковые и барабанные) получили наиболее широкое распространение на автомобилях. Дисковые тормозные механизмы применяются для передних и задних колес легковых автомобилей большого класса и для передних колес легковых автомобилей малого и среднего классов. Барабанные тормозные механизмы используют на грузовых автомобилях, независимо от их грузоподъемности, в качестве колесных и трансмис-

сионных и на легковых автомобилях малого и среднего классов для задних колес.

Гидравлический тормоз-замедлитель представляет собой обычную гидромучу, одно из колес которой закреплено неподвижно, а другое установлено на валу трансмиссии (за коробкой передач) и вращается вместе с валом..

Электрический тормоз-замедлитель обычно располагают за коробкой передач. Он представляет собой массивный стальной диск, закрепленный на валу трансмиссии и вращающийся с валом относительно неподвижных электромагнитов.

Компрессорный тормоз-замедлитель представляет собой моторный тормоз, использующий противодавление на выпуске при работе двигателя на компрессорном режиме. Механизм моторного тормоза устанавливают в приемной трубе глушителя. В корпусе механизма на валу закреплены заслонка и приводной рычаг.

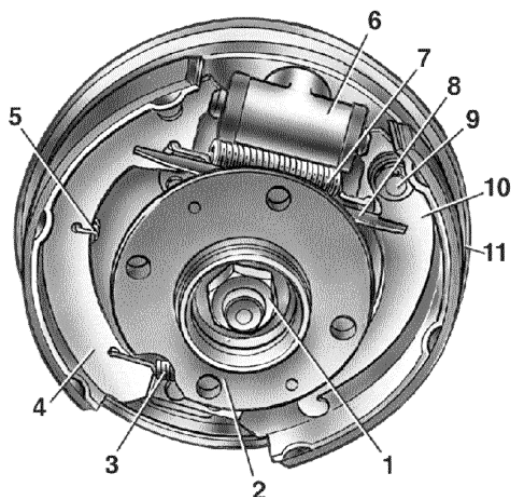
Аэродинамические тормоза-замедлители выполняются в виде специальных щитов, закрылков и парашютов. Ими оборудуются скоростные и гоночные автомобили, движущиеся с высокими скоростями.

1.5 Задний тормозной механизм автомобиля LADA-2190

Тормозные механизмы задних колес автомобиля LADA-2190 (рисунок 1.5) – барабанного типа, с самоустанавливающимися колодками, с двухпоршневым колесным цилиндром и автоматической регулировкой зазора между колодками и барабаном.

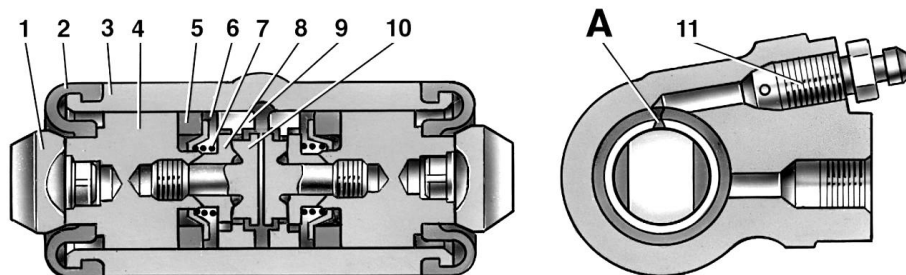
В корпусе колесного цилиндра (рисунок 1.6) установлены два поршня, воздействующие через упоры на колодки тормоза. Поршни уплотнены резиновыми кольцами. В корпусе выполнены два отверстия. В нижнее отверстие ввернут штуцер трубопровода, идущий от главного цилиндра, а в верхнее отверстие – перепускной клапан, предназначенный для удаления воздуха из тормозной системы при заполнении ее жидкостью (прокачка тормозов). Поршень посредством прямоугольной резьбы соединен с разрезным упорным кольцом,

вставленным в корпус цилиндра с натягом, который не позволяет сдвинуть кольцо в осевом направлении усилием стяжной пружины, передающимся от носка колодки через сухарь к поршню. Давление же тормозной жидкости при торможении легко перемещает кольцо в противоположном направлении и обеспечивает надежное прижатие тормозной колодки к рабочей поверхности тормозного барабана.



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

Рисунок 1.14 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2190



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

Рисунок 1.15 – Колесный цилиндр заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190

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

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

1.7 Обоснование необходимости модернизации заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190

Как уже отмечалось выше, в заднем тормозном механизме автомобиля LADA-2190 имеется колесный цилиндр с встроенным устройством автоматической регулировки зазора. Регулировка зазоров осуществляется посредством упругого разрезного кольца, которое может передвигаться по зеркалу цилиндра давлением тормозной жидкости при торможении. Осевое перемещение каждого поршня составляет 1,25...1,65 мм (при неподвижном разрезном кольце).

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

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

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

При этом по мере износа накладок также увеличивается и ход рычага ручного тормоза. Поэтому требуется постоянная ручная регулировка стояночного тормоза.

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

Следовательно, задний тормозной механизм автомобиля LADA-2190 с существующим устройством автоматической регулировки зазора имеет следующие недостатки:

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

1.8 Предлагаемый вариант модернизации заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190

С целью устранения вышеизложенных недостатков, предлагается заменить устройство автоматической регулировки зазора, встроенное в колесный

цилиндр, на устройство автоматической регулировки зазора, работающее по принципу увеличения длины разжимной планки ручного тормоза.

Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2190 с предлагаемым устройством автоматической регулировки зазора представлен на рисунке 1.7, а само устройство – на рисунке 1.8.

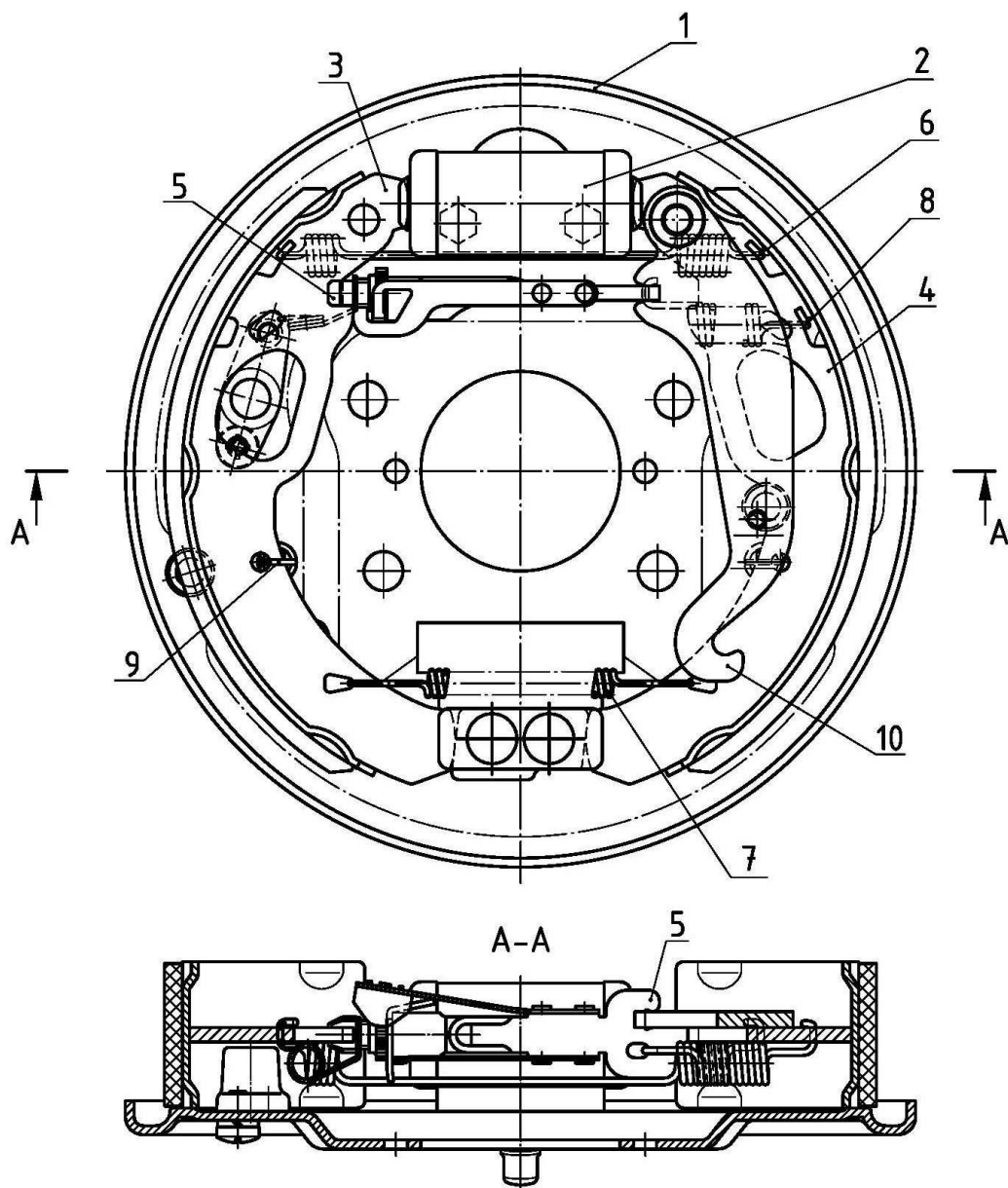
Как видно по рисунку 1.7, предлагаемое устройство автоматической регулировки устанавливается вместо штатной распорной планки. Колесный цилиндр со встроенным устройством автоматической регулировки зазора заменяется на колесный цилиндр более простой конструкции (наподобие цилиндра автомобиля ВАЗ-2101).

Предлагаемое устройство автоматической регулировки состоит из разжимной планки на которой закреплены рычаг храповой гайки и термофиксатор. На одном конце планки выполнен паз для фиксации на колодке, на другом конце присутствует углубление цилиндрической формы, в которое вставлен упорный винт с установленной на нем храповой гайкой. Между разжимной планкой и храповой гайкой расположено коромысло, которое одним концом воздействует на рычаг храповой гайки, а в паз другой стороны вставлено окончание термофиксатора.

Данное устройство функционирует следующим образом: под воздействием прикладываемой нагрузки на педаль тормоза происходит срабатывание колесного цилиндра, и, соответственно, колодки расходятся. При этом разжимная планка раздвигается (упорный винт выдвигается из планки) и храповая гайка начинает отходить от коромысла, которое, в свою очередь, под воздействием рычага храповой гайки стремится за ней (за гайкой). Освободившийся рычаг входит в зацепление с зубчиками на храповой гайке, и она, вращаясь, перемещается по резьбе упорного винта и увеличивает величину выступания винта, и, соответственно, общую длину разжимной планки.

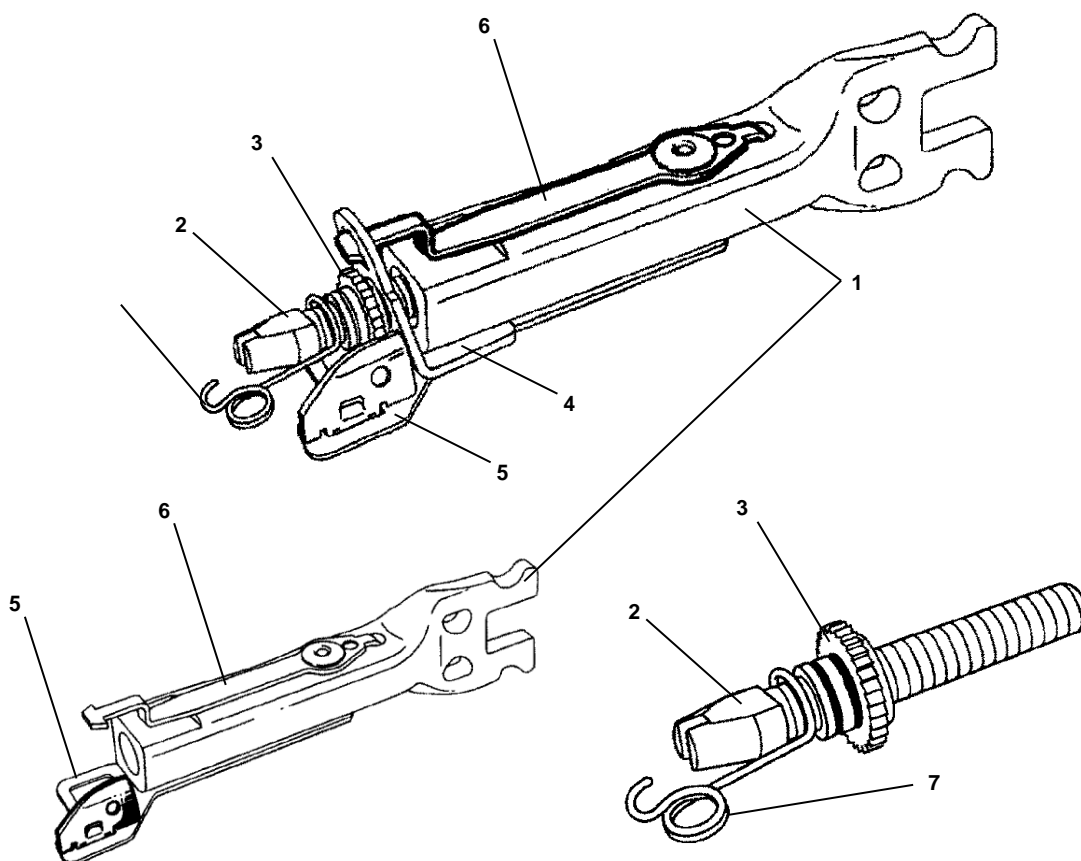
Данное устройство функционирует следующим образом: под воздействием прикладываемой нагрузки на педаль тормоза происходит срабатывание колесного цилиндра, и, соответственно, колодки расходятся. При этом разжимная планка раздвигается (упорный винт выдвигается из планки) и храповая гай-

ка начинает отходить от коромысла, которое, в свою очередь, под воздействием рычага храповой гайки стремится за ней (за гайкой). Освободившийся рычаг входит в зацепление с зубчиками на храповой гайке, и она, вращаясь, перемещается по резьбе упорного винта и увеличивает величину выступа винта, и, соответственно, общую длину разжимной планки.



- 1 – тормозной щит; 2 – колесный цилиндр; 3, 4 – тормозные колодки;
 5 – механизм автоматической регулировки зазора; 6 – верхняя стяжная пружина;
 7 – нижняя стяжная пружина; 8 – пружина разжимной планки;
 9 – направляющая пружина; 10 – рычаг привода стояночного тормоза

Рисунок 1.7 – Тормозной механизм заднего колеса автомобиля LADA-2190 с предлагаемым устройством автоматической регулировки зазора



1 – разжимная планка; 2 – упорный винт; 3 – храповая гайка; 4 – коромысло;
 5 – рычаг храповой гайки; 6 – термофиксатор; 7 – пружина упорного винта

Рисунок 1.8 – Устройство автоматической регулировки зазора

Данное устройство функционирует следующим образом: под воздействием прикладываемой нагрузки на педаль тормоза происходит срабатывание колесного цилиндра, и, соответственно, колодки расходятся. При этом разжимная планка раздвигается (упорный винт выдвигается из планки) и храповая гайка начинает отходить от коромысла, которое, в свою очередь, под воздействием рычага храповой гайки стремится за ней (за гайкой). Освободившийся рычаг входит в зацепление с зубчиками на храповой гайке, и она, вращаясь, перемещается по резьбе упорного винта и увеличивает величину выступания винта, и, соответственно, общую длину разжимной планки.

При отпускании тормозной педали рычаг храповой гайки под воздействием коромысла выходит из зацепления с зубчиками на храповой гайке.

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

Для исключения этого недостатка в тормозном механизме предусмотрен термофиксатор, который выключает автоматическую регулировку зазоров при нагреве колодки выше 120°C. Термофиксатор представляет собой пластину, которая при нагреве колодки до определенной температуры (выше 120°C) деформируется определенным образом, входит при этом в зацепление с пазом на коромысле и блокирует его таким образом, чтобы не допустить зацепления рычага храповой гайки с зубчиками на храповой гайке.

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

Стоит отметить, что для выборки большого зазора между колодками и барабаном (например, при замене колодок) необходимо неоднократное нажатие на педаль тормоза.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1.1 Исходные данные для проведения расчета

Число ведущих колес	:	$n_k = 2$
Снаряженная масса	:	$m_o = 1080$ кг
Число мест в автомобиле	:	5
Максимальная скорость	:	$V_{MAX} = 167$ км/ч
Максимальная частота вращения коленчатого вала	:	$\omega_{max} = 5600$ об/мин
Минимальная частота вращения коленчатого вала	:	$\omega_{min} = 800$ об/мин
Коэффициент аэродинамического сопротивления	:	$C_x = 0,367$
Величина максимально преодолеваемого подъема	:	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии	:	$\eta_{TP} = 0,92$
Площадь поперечного сечения	:	$H = 2,04$ м ²
Коэффициент сопротивления качению	:	$f_o = 0,016$
Число передач в коробке передач	:	5
Распределение массы автомобиля по осям, перед/зад	:	51/49 %
Плотность воздуха	:	$\rho = 1,293$ кг/м ³
Плотность топлива	:	$\rho_m = 0,72$ кг/л

2.1.2 Полный вес автомобиля и его распределение по осям

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

где G_o – снаряженный вес автомобиля, Н;

G_{II} – вес пассажиров, Н;

G_B – вес багажа, Н.

$$G_o = m_o \cdot g, \text{ (Н)} \quad (2.2)$$

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

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

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

где $m_{П1}$ – масса одного пассажира, $m_{П1} = 75$ кг.

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

$$G_B = G_{Б1} \cdot 5 = m_{Б1} \cdot g \cdot 5, \text{ (Н)} \quad (2.4)$$

где $m_{Б1}$ – масса одного пассажира, $m_{Б1} = 10$ кг.

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

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

$$G_1 = G_A \cdot 0,50 = 14760 \cdot 0,51 = 7528 \text{ (Н)}$$

$$G_2 = G_A \cdot 0,50 = 14760 \cdot 0,49 = 7232 \text{ (Н)}$$

2.1.3 Выбор шин

На автомобиле установлены радиальные шины 175/70 R13.

Радиус качения колеса можно:

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

где r_k – радиус качения колеса, м;

r_{CT} – статический радиус колеса, м;

B – ширина профиля шины, мм, $B = 175$ мм;

κ – отношение высоты профиля к ширине профиля, $\kappa = 0,70$;

d – посадочный диаметр, мм, $d = 330,2$ мм;

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

$$r_k = r_{CT} = (0,5 \cdot 330,2 + 0,70 \cdot 0,85 \cdot 175) \cdot 10^{-3} = 0,269 \text{ (м)}$$

2.1.4 Передаточное число главной передачи

Передаточное число главной передачи:

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

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

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

$$U_0 = (0,269 \cdot 586) / (1,0 \cdot 0,784 \cdot 46,39) = 4,334$$

2.1.5 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

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

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

N_{MAX} – максимальная мощность двигателя, Вт

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

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

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

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

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

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

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

$$\psi_v = 0,016 \cdot \left(1 + \frac{46,39^2}{2000} \right) = 0,033$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} \cdot \left(14760 \cdot 0,033 \cdot 46,39 + \frac{0,367 \cdot 1,293}{2} \cdot 2,04 \cdot 46,39^3 \right) = 77084 \quad (\text{Вт})$$

$$N_{MAX} = \frac{77084}{1 \cdot 1,1 + 1 \cdot 1,1^2 - 1 \cdot 1,1^3} = 78737 \text{ (Вт)}$$

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

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

Полученные значения мощности и крутящего момента двигателя сводятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Обороты двигателя n_e , об/мин	Угловая скорость ω_e , рад/с	Мощность двигателя N_e , кВт	Момент двигателя M_e , Нм
800	84	14,0	167,4
1000	105	17,9	171,1
1400	147	26,0	177,3
1800	188	34,2	181,6
2200	230	42,4	184,1
2600	272	50,3	184,7
3000	314	57,7	183,6
3400	356	64,3	180,6
3800	398	69,9	175,7
4200	440	74,4	169,1
4600	482	77,4	160,6
5000	524	78,7	150,3
5400	565	78,1	138,2
5600	586	77,1	131,4

2.1.6 Передаточные числа коробки передач

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

В соответствии с этим должны выполняться следующие условия:

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

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

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

$$\psi_{MAX} = 0,033 + 0,30 = 0,333$$

$$U_1 \geq \frac{14760 \cdot 0,333 \cdot 0,269}{184,7 \cdot 0,92 \cdot 4,334 \cdot 1,0} = 1,795$$

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

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

$G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля, Н.

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

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

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

$$U_1 \leq \frac{6775 \cdot 0,8 \cdot 0,269}{184,7 \cdot 0,92 \cdot 4,334 \cdot 1,0} = 1,979$$

Примем: $U_1 = 1,979$.

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (1,979 / 0,784)^{1/4} = 1,26 \quad (2.17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 1,979 / 1,26 = 1,571 \quad (2.18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,571 / 1,26 = 1,247 \quad (2.19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,247 / 1,26 = 0,989 \quad (2.20)$$

$$U_5 = 0,784.$$

2.1.7 Скорость автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя

Скорость автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя можно определить по формуле

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с
800	2,6	3,3	4,2	5,3	6,7
1000	3,3	4,1	5,2	6,6	8,3
1400	4,6	5,8	7,3	9,2	11,6
1800	5,9	7,5	9,4	11,9	15,0
2200	7,2	9,1	11,5	14,5	18,3
2600	8,6	10,8	13,6	17,1	21,6
3000	9,9	12,4	15,7	19,8	24,9
3400	11,2	14,1	17,8	22,4	28,3
3800	12,5	15,8	19,9	25,0	31,6
4200	13,8	17,4	22,0	27,7	34,9
4600	15,1	19,1	24,0	30,3	38,2
5000	16,5	20,7	26,1	32,9	41,6
5400	17,8	22,4	28,2	35,6	44,9
5600	18,4	23,2	29,3	36,9	46,6

2.1.8 Тяговая характеристика автомобиля

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.3 и строим график тягового баланса.

Таблица 2.3

Момент двигателя M_e , Нм	Сила тяги на 1 пер. F_{T1} , Н	Сила тяги на 2 пер. F_{T2} , Н	Сила тяги на 3 пер. F_{T3} , Н	Сила тяги на 4 пер. F_{T4} , Н	Сила тяги на 5 пер. F_{T5} , Н
167,4	4910	3898	3094	2454	1945
171,1	5020	3985	3163	2509	1989
177,3	5200	4128	3277	2599	2060
181,6	5327	4229	3357	2662	2110
184,1	5400	4286	3402	2698	2139
184,7	5419	4302	3415	2708	2147
183,6	5385	4274	3393	2691	2133
180,6	5297	4205	3337	2647	2098
175,7	5155	4092	3248	2576	2042
169,1	4960	3937	3125	2479	1965
160,6	4711	3740	2968	2354	1866
150,3	4409	3500	2778	2203	1746
138,2	4053	3217	2554	2025	1605
131,4	3854	3060	2429	1926	1527

2.1.9 Силы сопротивления движению

$$F_B = H \cdot \rho_B \cdot C_X \cdot \frac{V_A^2}{2} \quad (\text{Н}) \quad (2.21)$$

$$F_f = G_A \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_A^2}{2000} \right) \cdot \cos \alpha, \quad (\text{Н}), \quad (2.22)$$

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Скорость а/м V_A , м/с	Сила сопротивления воздуху F_B , Н	Сила сопротивле- ния качению F_f , Н	Суммарная сила сопр. движению $F_B + F_f$, Н
0	0,0	236,2	236,2
5	12,1	239,1	251,2
10	48,4	248,0	296,4
15	108,9	262,7	371,6
20	193,6	283,4	477,0
25	302,5	310,0	612,5
30	435,6	342,4	778,1
35	592,9	380,8	973,7
40	774,4	425,1	1199,5
45	980,1	475,3	1455,4
50	1210,1	531,4	1741,4

На основании полученных данных на графике тягового баланса строим кривую $F_B + F_f$.

2.1.10 Динамический фактор автомобиля

$$D = \frac{F_T - F_B}{G_A} \quad (2.23)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Динамич. фактор на 1 пер. D_1 , Н	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Динамич. фактор на 2 пер. D_2 , Н	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Динамич. фактор на 3 пер. D_3 , Н	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Динамич. фактор на 4 пер. D_4 , Н	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Динамич. фактор на 5 пер. D_5 , Н
2,6	0,332	3,3	0,264	4,2	0,209	5,3	0,165	6,7	0,130
3,3	0,340	4,1	0,269	5,2	0,213	6,6	0,169	8,3	0,132
4,6	0,352	5,8	0,279	7,3	0,220	9,2	0,173	11,6	0,135

Продолжение таблицы 2.5

5,9	0,360	7,5	0,285	9,4	0,225	11,9	0,176	15,0	0,136
7,2	0,364	9,1	0,288	11,5	0,226	14,5	0,176	18,3	0,134
8,6	0,365	10,8	0,288	13,6	0,225	17,1	0,174	21,6	0,130
9,9	0,362	12,4	0,285	15,7	0,222	19,8	0,169	24,9	0,124
11,2	0,355	14,1	0,278	17,8	0,216	22,4	0,163	28,3	0,116
12,5	0,344	15,8	0,269	19,9	0,207	25,0	0,154	31,6	0,106
13,8	0,330	17,4	0,257	22,0	0,196	27,7	0,143	34,9	0,093
15,1	0,312	19,1	0,241	24,0	0,182	30,3	0,129	38,2	0,078
16,5	0,290	20,7	0,223	26,1	0,166	32,9	0,114	41,6	0,062
17,8	0,264	22,4	0,202	28,2	0,147	35,6	0,096	44,9	0,043
18,4	0,250	23,2	0,190	29,3	0,136	36,9	0,086	46,6	0,032

$$D_{\varphi} = \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi}{G_A} \quad (2.24)$$

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

На основании полученных данных строится график динамической характеристики автомобиля.

2.1.11 Мощностной баланс автомобиля

$$N_K = N_f + N_{\Pi} + N_B + N_j, \text{ (Вт)} \quad (2.25)$$

где N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{Π} – мощность, затрачиваемая на преодоление подъема, $N_{\Pi} = 0$;

N_j – мощность, затрачиваемая на ускорение автомобиля, $N_j = 0$.

$$N_K = N_e \cdot \eta_{mp} \text{ (кВт)} \quad (2.26)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6

Обороты двигателя n_e , об/мин	Мощность двигателя N_e , кВт	Мощность на колесе N_k , кВт
800	14,0	12,9
1000	17,9	16,5
1400	26,0	23,9
1800	34,2	31,5
2200	42,4	39,0
2600	50,3	46,3
3000	57,7	53,1
3400	64,3	59,1
3800	69,9	64,3
4200	74,4	68,4
4600	77,4	71,2
5000	78,7	72,4
5400	78,1	71,9
5600	77,1	70,9

$$N_f = F_f \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (2.27)$$

$$N_B = F_B \cdot V_A \text{ (кВт)} \quad (2.28)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7

Скорость а/м V_A , м/с	Мощность сопротивления воздуха N_B , кВт	Мощность сопротивления качения N_f , кВт	Суммарная мощ- ность сопротивле- ния $N_B + N_f$, кВт
0	0,00	0,00	0,00
5	0,06	1,20	1,26
10	0,48	2,48	2,96
15	1,63	3,94	5,57

Продолжение таблицы 2.7

20	3,87	5,67	9,54
25	7,56	7,75	15,31
30	13,07	10,27	23,34
35	20,75	13,33	34,08
40	30,98	17,00	47,98
45	44,11	21,39	65,49
50	60,50	26,57	87,07

2.1.12 Ускорения автомобиля при разгоне

$$J = \frac{(D - f_k) \cdot g}{\delta_{BP}}, \text{ (м/с}^2\text{)} \quad (2.29)$$

где δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{BP} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{кп}^2) \quad (2.30)$$

где: δ_1 – коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэффициент учёта вращающихся масс двигателя.

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

$$\delta_{BP1} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,979^2) = 1,147;$$

$$\delta_{BP2} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,571^2) = 1,104;$$

$$\delta_{BP3} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,247^2) = 1,077;$$

$$\delta_{BP4} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,989^2) = 1,059;$$

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

Результаты вычислений величин ускорений сводим в таблицу 2.8.

Результаты вычислений величин обратных ускорений сводим в таблицу

2.9.

Таблица 2.8

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Ускорение на 1 пер. J_1 , м/с ²	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Ускорение на 2 пер. J_2 , м/с ²	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Ускорение на 3 пер. J_3 , м/с ²	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Ускорение на 4 пер. J_4 , м/с ²	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Ускорение на 5 пер. J_5 , м/с ²
2,6	2,70	3,3	2,20	4,2	1,76	5,3	1,38	6,7	1,07
3,3	2,77	4,1	2,25	5,2	1,80	6,6	1,41	8,3	1,08
4,6	2,87	5,8	2,33	7,3	1,86	9,2	1,45	11,6	1,10
5,9	2,94	7,5	2,38	9,4	1,89	11,9	1,47	15,0	1,10
7,2	2,97	9,1	2,41	11,5	1,90	14,5	1,47	18,3	1,08
8,6	2,98	10,8	2,40	13,6	1,89	17,1	1,44	21,6	1,03
9,9	2,95	12,4	2,37	15,7	1,86	19,8	1,39	24,9	0,96
11,2	2,89	14,1	2,32	17,8	1,80	22,4	1,32	28,3	0,88
12,5	2,79	15,8	2,23	19,9	1,71	25,0	1,23	31,6	0,76
13,8	2,67	17,4	2,12	22,0	1,60	27,7	1,12	34,9	0,63
15,1	2,51	19,1	1,98	24,0	1,47	30,3	0,98	38,2	0,48
16,5	2,32	20,7	1,81	26,1	1,31	32,9	0,82	41,6	0,30
17,8	2,10	22,4	1,61	28,2	1,13	35,6	0,64	44,9	0,10
18,4	1,98	23,2	1,50	29,3	1,03	36,9	0,55	46,6	-0,01

Таблица 2.9

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Обратное ускор. на 1 пер. $1/J_1$, с ² /м	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Обратное ускор. на 2 пер. $1/J_2$, с ² /м	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Обратное ускор. на 3 пер. $1/J_3$, с ² /м	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Обратное ускор. на 4 пер. $1/J_4$, с ² /м	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Обратное ускор. на 5 пер. $1/J_5$, с ² /м
2,6	0,37	3,3	0,45	4,2	0,57	5,3	0,72	6,7	0,94
3,3	0,36	4,1	0,44	5,2	0,56	6,6	0,71	8,3	0,92
4,6	0,35	5,8	0,43	7,3	0,54	9,2	0,69	11,6	0,91
5,9	0,34	7,5	0,42	9,4	0,53	11,9	0,68	15,0	0,91
7,2	0,34	9,1	0,42	11,5	0,52	14,5	0,68	18,3	0,93
8,6	0,34	10,8	0,42	13,6	0,53	17,1	0,69	21,6	0,97
9,9	0,34	12,4	0,42	15,7	0,54	19,8	0,72	24,9	1,04

Продолжение таблицы 2.9

11,2	0,35	14,1	0,43	17,8	0,56	22,4	0,76	28,3	1,14
12,5	0,36	15,8	0,45	19,9	0,58	25,0	0,81	31,6	1,31
13,8	0,37	17,4	0,47	22,0	0,62	27,7	0,90	34,9	1,59
15,1	0,40	19,1	0,51	24,0	0,68	30,3	1,02	38,2	2,10
16,5	0,43	20,7	0,55	26,1	0,76	32,9	1,21	41,6	3,36
17,8	0,48	22,4	0,62	28,2	0,88	35,6	1,55	44,9	10,11
18,4	0,51	23,2	0,67	29,3	0,97	36,9	1,83	46,6	–

2.1.13 Время и путь разгона

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

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

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{J} dV \approx \left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i) \text{ (сек)} \quad (2.31)$$

С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $J = const$, которому соответствуют значения $(1/J) = const$.

$$\left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_k = \frac{(1/J)_{k-1} + (1/J)_k}{2}, \text{ (с}^2/\text{м)} \quad (2.32)$$

где k – порядковый номер интервала.

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

$$\Delta t = \left(\frac{1}{J_{CP}} \right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \text{ (сек)} \quad (2.33)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \dots, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k, \text{ (сек)} \quad (2.34)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 , сек;
 t_2 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_2 , сек;
 t_n – время разгона от скорости V_0 до скорости V_n , сек.

Результаты вычислений времени разгона автомобиля от 0 до 40 м/с приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Диапазон скорости $V_0 \dots V_A$, м/с	Время разгона t , сек
0...5	0,9
0...10	2,6
0...15	4,4
0...20	6,7
0...25	9,9
0...30	14,2
0...35	20,4
0...40	31,0

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

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

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} .

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \text{ (м)} \quad (2.35)$$

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

$$S_1 = \Delta S_1, S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2, \dots, S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k, \text{ (м)} \quad (2.36)$$

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

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

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

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

Таблица 2.11

Диапазон скорости $V_0 \dots V_A$, м/с	Путь разгона S , м
0...5	2,2
0...10	15,0
0...15	38,0
0...20	78,6
0...25	148,8
0...30	267,1
0...35	468,7
0...40	866,7

2.1.14 Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

$$Q_s = \frac{g_e \cdot (N_f + N_g)}{36 \cdot V_A \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}, \text{ (л/100 км)} \quad (2.37)$$

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

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

$$g_e = 1,1 \cdot g_{e \min} \cdot K_H \cdot K_E, \text{ (г/(кВт·ч))} \quad (2.38)$$

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (2.39)$$

$$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227, \quad (2.40)$$

где I – степень использования мощности двигателя,

E – коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам.

$$I = \frac{N_f + N_B}{N_T}. \quad (2.41)$$

$$E = \frac{w_e}{w_N}. \quad (2.42)$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.12.

Таблица 2.12

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость а/м V_a , м/с	I	E	K_{II}	K_E	g_e , г/(кВт·ч)	Q_s , л/100км
800	6,7	0,135	0,157	1,310	1,122	469	5,2
1000	8,3	0,140	0,197	1,304	1,099	457	5,3
1400	11,6	0,155	0,275	1,283	1,060	434	5,8
1800	15,0	0,176	0,354	1,254	1,027	411	6,4
2200	18,3	0,205	0,432	1,217	1,000	388	7,1
2600	21,6	0,242	0,511	1,173	0,981	367	8,0
3000	24,9	0,287	0,590	1,122	0,967	346	8,9
3400	28,3	0,343	0,668	1,066	0,960	327	9,8
3800	31,6	0,411	0,747	1,007	0,960	309	10,8
4200	34,9	0,495	0,826	0,950	0,967	293	11,9
4600	38,2	0,600	0,904	0,901	0,979	282	13,2
5000	41,6	0,733	0,983	0,875	0,999	279	14,9
5400	44,9	0,905	1,061	0,903	1,025	295	17,9
5600	46,6	1,012	1,101	0,954	1,040	317	20,5

2.2 Расчет тормозной системы автомобиля LADA-2190

2.2.1 Исходные данные для проведения расчета

Автомобиль:

Масса снаряженного автомобиля	: $G_0 = 1080$ кг
Масса автомобиля с частичной нагрузкой	: $G_{A \text{ част}} = 1155$ кг
Нагрузка на переднюю ось	: $G_{A1 \text{ част}} = 693$ кг
на заднюю ось	: $G_{A2 \text{ част}} = 462$ кг
Масса автомобиля с полной нагрузкой	: $G_{A \text{ полн}} = 1505$ кг
Нагрузка на переднюю ось	: $G_{A1 \text{ полн}} = 768$ кг
на заднюю ось	: $G_{A2 \text{ полн}} = 737$ кг
Высота центра тяжести автомобиля с полной нагрузкой	: $h_{g \text{ полн}} = 640$ мм
Высота центра тяжести автомобиля с частичной нагрузкой	: $h_{g \text{ част}} = 610$ мм
База автомобиля	: $L = 2476$ мм
Радиус качения колеса	: $r_k = 283$ мм
Статический радиус колеса	: $r_{ст} = 269$ мм

Передние тормозные механизмы:

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

Задние тормозные механизмы:

Тип тормозных механизмов	: барабанные
Диаметр поршня тормозного цилиндра	: $D_2 = 20,64$ мм
КПД заднего тормозного цилиндра	: $\eta_2 = 0,95$
Начальное давление срабатывания переднего тормоза	: $P_{02} = 5$ кг/см ²
Коэффициент трения между накладкой и барабаном	: $\mu_2 = 0,33$
Внутренний диаметр тормозного барабана	: $D_{вн2} = 200$ мм

Большее расстояние между опорами колодок	: $h_{21} = 150$ мм
Меньшее расстояние между опорами колодок	: $h_{23} = 36,8$ мм
Расстояние от центра тормоза до неподвижной опоры колодок	: $h_{22} = 75$ мм
Угол охвата колодок	: $B = 108^\circ$

Регулятор тормозных сил:

Давление срабатывания при полной нагрузке	: $P_{cp\ полн} = 80$ кг/см ²
Коэффициент передачи при полной нагрузке	: $k_{пер\ полн} = 0,1$
Давление срабатывания при частичной нагрузке	: $P_{cp\ част} = 40$ кг/см ²
Коэффициент передачи при частичной нагрузке	: $k_{пер\ част} = 0,2$

Привод тормозных механизмов:

Передаточное отношение педали тормоза	: $i_{пед} = 4$
Эффективный диаметр усилителя	: $D_{yc} = 225$ мм
Разрежение в усилителе	: $P_{вак} = 0,8$ кг/см ²
Передаточное число усилителя	: $i_{yc} = 4,75$
Сила сопротивления усилителя	: $F_{сопр} = 10$ кг
КПД усилителя	: $\eta_{yc} = 0,85$
Диаметр поршня ГТЦ	: $D_{ГТЦ} = 22,23$ мм
КПД ГТЦ	: $\eta_{ГТЦ} = 0,95$
Схема разделения контуров	: диагональная

Привод стояночной тормозной системы:

Длина рычага привода	: $L_1 = 260$ мм
Длина тяги привода	: $L_2 = 31$ мм
КПД троса	: $\eta_{тп} = 0,5$
Длина рычага привода колодок	: $l_1 = 111$ мм
Расстояние от разжимной планки до верха рычага	: $l_2 = 20$ мм
Расстояние от разжимной планки до цилиндра	: $l_3 = 32$ мм

2.2.2 Передний тормозной механизм

$$M_{T1} = C_1 \cdot F \cdot R_{cp}, \text{ (кг}\cdot\text{см)} \quad (2.43)$$

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

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

C_1 – передаточное число переднего тормозного механизма.

$$F = (P_1 - P_{01}) \cdot S_1 \cdot \eta_1 \cdot n, \text{ (кг)} \quad (2.44)$$

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

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

S_1 – площадь поршня переднего тормозного цилиндра, см²;

η_1 – КПД переднего тормозного цилиндра;

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

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.45)$$

где D_1 – диаметр поршня тормозного цилиндра, см.

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

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_{нар1}^3 - R_{вн1}^3}{R_{нар1}^2 - R_{вн1}^2}, \text{ (см)} \quad (2.46)$$

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

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

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

$$C_1 = 2 \cdot \mu_1, \quad (2.47)$$

где μ_1 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском.

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

Введем обозначение:

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

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

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

Полученные значения M_{T1} в зависимости от P_1 заносим в таблицу 2.13.

2.2.3 Задний тормозной механизм

$$M_{T2} = M_{2a} + M_{2n}, \text{ (кг·см)} \quad (2.48)$$

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

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

$$M_{2a} = F_{2a} \cdot R_{mp}, \text{ (кг·см)} \quad (2.49)$$

$$M_{2n} = F_{2n} \cdot R_{mp}, \text{ (кг·см)} \quad (2.50)$$

где F_{2a} – равнодействующая всех сил действующих на активную колодку, кг;

F_{2n} – равнодействующая всех сил действующих на пассивную колодку, кг;

R_{TP} – радиус трения, см.

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

$$F_{2a} = C_{2a} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (2.51)$$

$$F_{2n} = C_{2n} \cdot (P_2 - P_{02}) \cdot S_2 \cdot \eta_2, \text{ (кг)} \quad (2.52)$$

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

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

C_{2a} – передаточное число активной колодки;

C_{2n} – передаточное число пассивной колодки;

S_2 – площадь поршня заднего тормозного цилиндра, см²;

η_2 – КПД заднего тормозного цилиндра.

$$C_{2a} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} - \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (2.53)$$

$$C_{2n} = \frac{\mu_2 \cdot h_{21}}{k_0 \cdot h_{22} + \mu_2 \cdot (R_{mp} - k_0 \cdot (h_{23}/2))} \quad (2.54)$$

где μ_2 – коэффициент трения между накладкой и тормозным диском;

k_0 – коэффициент касательных сил;

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

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

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

$$k_0 = \frac{B_r + \sin(B)}{4 \cdot \sin(B/2)} \quad (2.55)$$

где B – угол охвата колодок, град;

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

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

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

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

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.56)$$

где D_2 – диаметр поршня заднего тормозного цилиндра, см.

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

Введем обозначение:

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

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

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

Полученные значения M_{T2} в зависимости от P_2 заносим в таблицу 2.13.

2.2.4 Нормальные реакции дороги на ось автомобиля при торможении

$$R_1 = G_{A1} + \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, \text{ (кг)} \quad (2.57)$$

$$R_2 = G_{A2} - \frac{G_A}{g} \cdot \frac{h_g}{L} \cdot j, \text{ (кг)} \quad (2.58)$$

где G_A – масса автомобиля, кг;

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

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

h_g – высота центра тяжести автомобиля, см;

L – база автомобиля, см;

j – замедление автомобиля при торможении, м/с²;

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

Полученные значения R_1 и R_2 при $j = 1...10 \text{ м/с}^2$ и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.13.

2.2.5 Оптимальное соотношение давлений в передних и задних тормозных механизмах при полном использовании сцепления колеса с дорогой

$$P_1 = R_1 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_1} \cdot \frac{j}{g} + P_{01}, (\text{кг/см}^2) \quad (2.59)$$

$$P_2 = R_2 \cdot \frac{r_k}{2 \cdot K_2} \cdot \frac{j}{g} + P_{02}, (\text{кг/см}^2) \quad (2.60)$$

где r_k – радиус качения колеса, см.

Полученные значения P_1 и P_2 при $j = 1...10 \text{ м/с}^2$ и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.13.

Таблица 2.13

$j, \text{ м/с}^2$	Передняя ось			Задняя ось		
	$R_1, \text{ кг}$	$P_1, \text{ кг/см}^2$	$M_{T1}, \text{ кг}\cdot\text{см}$	$R_2, \text{ кг}$	$P_2, \text{ кг/см}^2$	$M_{T2}, \text{ кг}\cdot\text{см}$
Автомобиль с частичной нагрузкой						
1	699,1	8,3	962,0	455,9	15,9	633,6
2	722,0	8,8	1041,8	433,0	15,7	624,8
3	751,0	16,2	2167,3	404,0	25,0	1165,8
4	780,0	24,1	3376,6	375,0	32,9	1623,1
5	809,1	32,6	4669,6	345,9	39,3	1996,6
6	838,1	41,6	6046,3	316,9	44,3	2286,4
7	867,1	51,1	7506,8	287,9	47,8	2492,5
8	925,1	71,9	10678,9	229,9	50,6	2653,4
9	954,1	83,1	12390,6	200,9	49,8	2608,3
10	983,2	94,8	14186,0	171,8	47,6	2479,4
Автомобиль с полной нагрузкой						
1	807,7	9,6	1165,4	697,3	22,3	1006,2

Продолжение таблицы 2.13

2	847,3	18,0	2445,2	657,7	37,6	1897,9
3	887,0	27,1	3839,6	618,0	51,0	2675,1
4	926,7	37,0	5348,4	578,3	62,4	3337,9
5	966,3	47,6	6971,7	538,7	71,8	3886,1
6	1006,0	59,0	8709,4	499,0	79,2	4319,9
7	1045,7	71,1	10561,7	459,3	84,7	4639,3
8	1085,3	84,0	12528,4	419,7	88,2	4844,1
9	1125,0	97,6	14609,6	380,0	89,8	4934,5
10	1164,7	112,0	16805,2	340,3	89,4	4910,4

2.2.6 Регулятор тормозных сил

Работу регулятора можно рассмотреть в двух случаях:

- до точки срабатывания:

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вх}}; \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.61)$$

- после точки срабатывания:

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{ср}} + (P_{\text{вх}} - P_{\text{ср}}) \cdot k_{\text{пер}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.62)$$

где $P_{\text{вх}}$ — давление на входе в регулятор давления, кг/см²;

$P_{\text{вых}}$ — давление на выходе из регулятора давления, кг/см²;

$P_{\text{ср}}$ — давление срабатывания регулятора давления, кг/см²;

$k_{\text{пер}}$ — коэффициент передачи регулятора давления.

$$P_{\text{вых част}} = P_{\text{ср част}} + (P_{\text{вх}} - P_{\text{ср част}}) \cdot k_{\text{пер част}} = 40 + (P_{\text{вх}} - 40) \cdot 0,2 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$P_{\text{вых полн}} = P_{\text{ср полн}} + (P_{\text{вх}} - P_{\text{ср полн}}) \cdot k_{\text{пер полн}} = 80 + (P_{\text{вх}} - 80) \cdot 0,1 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

Полученные значения $P_{\text{вых}}$ при $P_{\text{вх}} = 0 \dots 150$ кг/см² и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.14.

Таблица 2.14

$P_{вх}, \text{кг/см}^2$	$P_{ввых част}, \text{кг/см}^2$	$P_{ввых полн}, \text{кг/см}^2$
0	0	0
10	10	10
20	20	20
30	30	30
40	40	40
50	42	50
60	44	60
70	46	70
80	48	80
90	50	81
100	52	82
110	54	83
120	56	84
130	58	85
140	60	86
150	62	87

2.2.7 Вакуумный усилитель тормозов

Работу вакуумного усилителя будем рассматривать до и после точки перелома характеристики.

Давление в главном тормозном цилиндре до точки перелома:

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

где $F_{пед}$ – усилие на педали, кг;

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

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

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

$i_{ус}$ – передаточное число усилителя;

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

Давление в главном тормозном цилиндре после точки перелома:

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

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

$S_{ус}$ – эффективная площадь усилителя, см²;

$\eta_{ус}$ – КПД усилителя.

Усилие на педали, при котором происходит перелом:

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

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

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

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

$$F_{недпер} = \frac{0,85 \cdot 397,608 \cdot 0,8 + 4,75 \cdot 10}{(4,75 - 1) \cdot 4} = 21,2 \text{ (кг)}$$

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

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

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

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

Таблица 2.15

$F_{нед}$, кг	$P_{ГТЦ}$, кг/см ²
2,5	0
5	11,6
10	34,9
15	58,1

Продолжение таблицы 2.15

20	81,4
21,2	86,9
25	90,7
30	95,6
35	100,4
40	105,3
45	110,2
50	115,1
55	120,0
60	124,9

2.2.8 Тормозные силы, действующие на переднюю и заднюю оси при торможении

Тормозные силы, действующие на переднюю и заднюю оси при торможении, можно определить по следующим формулам:

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

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

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

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

r_k – радиус качения колеса, см.

$$T_1 = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (P_1 - P_{01})}{r_k} = \frac{2 \cdot 152,83 \cdot (P_1 - 2)}{28,3} = \frac{305,66 \cdot (P_1 - 2)}{28,3}, \text{ (кг)}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot K_2 \cdot (P_2 - P_{02})}{r_k} = \frac{2 \cdot 58,2 \cdot (P_2 - 5)}{28,3} = \frac{116,4 \cdot (P_2 - 5)}{28,3}, \text{ (кг)}$$

где P_1 – давление в переднем тормозном механизме, $P_1 = P_{ГТЦ}$, кг/см²;

P_2 – давление в заднем тормозном механизме, кг/см².

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

$$P_2 = P_{ср\ част} + (P_{ГТЦ} - P_{ср\ част}) \cdot k_{пер\ част} = 40 + (P_{ГТЦ} - 40) \cdot 0,2, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$P_2 = P_{ср\ полн} + (P_{ГТЦ} - P_{ср\ полн}) \cdot k_{пер\ полн} = 80 + (P_{ГТЦ} - 80) \cdot 0,1, \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

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

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

где G_A – масса автомобиля, кг;

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

Расчет заканчивается в том случае, когда тормозные силы на осях станут равными предельным по сцеплению, которые можно определить следующим образом:

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

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

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

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

h_g – высота центра тяжести автомобиля, см;

L – база автомобиля, см;

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

Полученные значения $P_{ГТЦ}$, P_1 , P_2 , $M_{Г1}$, $M_{Г2}$, T_1 , T_2 , $T_{1\max}$, $T_{2\max}$, j , при $F_{нед}$ от 5 кг и разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.16.

Таблица 2.16

$F_{нед}$, кг	$P_{ГТЦ} = P_1$, кг/см ²	P_2 , кг/см ²	$M_{Г1}$, кг·см	$M_{Г2}$, кг·см	T_1 , кг	T_2 , кг	j , м/с ²	$T_{1\max}$, кг	$T_{2\max}$, кг
Автомобиль с частичной нагрузкой									
5,0	11,6	11,6	1471,2	385,6	104,0	27,3	1,11	725,3	429,7

Продолжение таблицы 2.16

7,5	23,3	23,3	3248,0	1062,2	229,5	75,1	2,59	768,0	387,0
10,0	34,9	34,9	5024,9	1738,9	355,1	122,9	4,06	810,8	344,2
12,5	46,5	41,3	6801,7	2112,6	480,7	149,3	5,35	848,2	306,8
15,0	58,1	43,6	8578,5	2247,9	606,3	158,9	6,50	881,5	273,5
17,5	69,8	46,0	10355,4	2383,2	731,8	168,4	7,64	914,8	240,2
20,0	81,4	48,3	12132,2	2518,5	857,4	178,0	8,79	948,1	206,9
21,2	86,9	49,4	12979,1	2583,0	917,2	182,5	9,34	964,0	191,0
22,5	88,2	49,6	13174,9	2598,0	931,1	183,6	9,46	967,6	187,4
25,0	90,7	50,1	13548,9	2626,4	957,5	185,6	9,71	974,6	180,4
Автомобиль с полной нагрузкой									
5,0	11,6	11,6	1471,2	385,6	104,0	27,3	0,86	801,9	703,1
7,5	23,3	23,3	3248,0	1062,2	229,5	75,1	1,98	846,7	658,3
10,0	34,9	34,9	5024,9	1738,9	355,1	122,9	3,11	891,6	613,4
12,5	46,5	46,5	6801,7	2415,5	480,7	170,7	4,24	936,4	568,6
15,0	58,1	58,1	8578,5	3092,1	606,3	218,5	5,37	981,2	523,8
17,5	69,8	69,8	10355,4	3768,7	731,8	266,3	6,50	1026,0	479,0
20,0	81,4	80,1	12132,2	4372,7	857,4	309,0	7,60	1069,5	435,5
21,2	86,9	80,7	12979,1	4405,0	917,2	311,3	8,01	1085,6	419,4
22,5	88,2	80,8	13174,9	4412,5	931,1	311,8	8,10	1089,3	415,7
25,0	90,7	81,1	13548,9	4426,7	957,5	312,8	8,28	1096,4	408,6
27,5	93,1	81,3	13923,0	4440,9	984,0	313,8	8,46	1103,5	401,5
30,0	95,6	81,6	14297,1	4455,2	1010,4	314,9	8,64	1110,6	394,4
32,5	98,0	81,8	14671,2	4469,4	1036,8	315,9	8,81	1117,6	387,4
35,0	100,4	82,0	15045,2	4483,7	1063,3	316,9	8,99	1124,7	380,3
37,5	102,9	82,3	15419,3	4497,9	1089,7	317,9	9,17	1131,8	373,2
40,0	105,3	82,5	15793,4	4512,2	1116,1	318,9	9,35	1138,9	366,1
42,5	107,8	82,8	16167,4	4526,4	1142,6	319,9	9,53	1146,0	359,0
45,0	110,2	83,0	16541,5	4540,7	1169,0	320,9	9,71	1153,1	351,9

2.2.9 Реализуемые сцепления для передней и задней осей

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

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

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

Таблица 2.17

$F_{\text{пед}}$, кг	j , м/с ²	T_1 , кг	T_2 , кг	$T_{1\max}$, кг	$T_{2\max}$, кг	f_1	f_2
Автомобиль с частичной нагрузкой							
5,0	1,11	104,0	27,3	725,3	429,7	0,143	0,063
7,5	2,59	229,5	75,1	768,0	387,0	0,299	0,194
10,0	4,06	355,1	122,9	810,8	344,2	0,438	0,357
12,5	5,35	480,7	149,3	848,2	306,8	0,567	0,487
15,0	6,50	606,3	158,9	881,5	273,5	0,688	0,581
17,5	7,64	731,8	168,4	914,8	240,2	0,800	0,701
20,0	8,79	857,4	178,0	948,1	206,9	0,904	0,860
21,2	9,34	917,2	182,5	964,0	191,0	0,952	0,956
22,5	9,46	931,1	183,6	967,6	187,4	0,962	0,980
25,0	9,71	957,5	185,6	974,6	180,4	0,982	1,029
Автомобиль с полной нагрузкой							
5,0	0,86	104,0	27,3	801,9	703,1	0,130	0,039
7,5	1,98	229,5	75,1	846,7	658,3	0,271	0,114
10,0	3,11	355,1	122,9	891,6	613,4	0,398	0,200
12,5	4,24	480,7	170,7	936,4	568,6	0,513	0,300
15,0	5,37	606,3	218,5	981,2	523,8	0,618	0,417
17,5	6,50	731,8	266,3	1026,0	479,0	0,713	0,556
20,0	7,60	857,4	309,0	1069,5	435,5	0,802	0,710

Продолжение таблицы 2.17

21,2	8,01	917,2	311,3	1085,6	419,4	0,845	0,742
22,5	8,10	931,1	311,8	1089,3	415,7	0,855	0,750
25,0	8,28	957,5	312,8	1096,4	408,6	0,873	0,766
27,5	8,46	984,0	313,8	1103,5	401,5	0,892	0,782
30,0	8,64	1010,4	314,9	1110,6	394,4	0,910	0,798
32,5	8,81	1036,8	315,9	1117,6	387,4	0,928	0,815
35,0	8,99	1063,3	316,9	1124,7	380,3	0,945	0,833
37,5	9,17	1089,7	317,9	1131,8	373,2	0,963	0,852
40,0	9,35	1116,1	318,9	1138,9	366,1	0,980	0,871
42,5	9,53	1142,6	319,9	1146,0	359,0	0,997	0,891
45,0	9,71	1169,0	320,9	1153,1	351,9	1,014	0,912

2.2.10 Эффективность тормозной системы при отказе вакуумного усилителя тормозов

$$P_{ГТЦ} = \eta_{ГТЦ} \cdot \frac{F_{нед} \cdot i_{нед}}{S_{ГТЦ}}, \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (2.75)$$

где $F_{нед}$ – усилие на педали, кг;

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

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

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

Определяя значения $P_{ГТЦ}$, P_1 , P_2 , $M_{Г1}$, $M_{Г2}$, T_1 , T_2 , $T_{1\max}$, $T_{2\max}$, j , f_1 , f_2 , ведем расчет по стандартной схеме, до тех пор, пока тормозные силы на осях станут равными предельным по сцеплению.

Полученные значения при разных весовых состояниях автомобиля заносим в таблицу 2.18.

Таблица 2.18

$F_{нео},$ кг	$P_{ГТЦ} = P_1,$ кг/см ²	$P_2,$ кг/см ²	$M_{Г1},$ кг·см	$M_{Г2},$ кг·см	$T_1,$ кг	$T_2,$ кг	$j,$ м/с ²	$T_{1max},$ кг	$T_{2max},$ кг	f_1	f_2
Автомобиль с частичной нагрузкой											
5,0	4,9	4,9	442,5	0	31,3	0	0,26	700,6	454,4	0,045	0
10,0	9,8	9,8	1190,6	278,8	84,1	19,7	0,88	718,6	436,4	0,117	0,045
15,0	14,7	14,7	1938,8	563,7	137,0	39,8	1,50	736,6	418,4	0,186	0,095
20,0	19,6	19,6	2686,9	848,6	189,9	60,0	2,12	754,6	400,4	0,252	0,150
25,0	24,5	24,5	3435,1	1133,5	242,8	80,1	2,74	772,5	382,5	0,314	0,209
30,0	29,4	29,4	4183,2	1418,4	295,6	100,2	3,36	790,5	364,5	0,374	0,275
35,0	34,3	34,3	4931,3	1703,2	348,5	120,4	3,98	808,5	346,5	0,431	0,347
40,0	39,2	39,2	5679,5	1988,1	401,4	140,5	4,60	826,5	328,5	0,486	0,428
45,0	44,1	40,8	6427,6	2084,1	454,2	147,3	5,11	841,2	313,8	0,540	0,469
50,0	49,0	41,8	7175,8	2141,1	507,1	151,3	5,59	855,2	299,8	0,593	0,505
55,0	53,8	42,8	7923,9	2198,0	560,0	155,3	6,07	869,2	285,8	0,644	0,544
60,0	58,7	43,7	8672,1	2255,0	612,9	159,4	6,56	883,3	271,7	0,694	0,586
65,0	63,6	44,7	9420,2	2312,0	665,7	163,4	7,04	897,3	257,7	0,742	0,634
70,0	68,5	45,7	10168,3	2369,0	718,6	167,4	7,52	911,3	243,7	0,789	0,687
75,0	73,4	46,7	10916,5	2426,0	771,5	171,4	8,01	925,3	229,7	0,834	0,746
80,0	78,3	47,7	11664,6	2482,9	824,4	175,5	8,49	939,3	215,7	0,878	0,814
85,0	83,2	48,6	12412,8	2539,9	877,2	179,5	8,97	953,3	201,7	0,920	0,890
90,0	88,1	49,6	13160,9	2596,9	930,1	183,5	9,46	967,4	187,6	0,961	0,978
95,0	93,0	50,6	13909,0	2653,9	983,0	187,6	9,94	981,4	173,6	1,002	1,080
Автомобиль с полной нагрузкой											
5,0	4,9	4,9	442,5	-6,1	31,3	-0,4	0,20	776,0	729,0	0,040	-0,001
10,0	9,8	9,8	1190,6	278,8	84,1	19,7	0,68	794,8	710,2	0,106	0,028
15,0	14,7	14,7	1938,8	563,7	137,0	39,8	1,15	813,7	691,3	0,168	0,058
20,0	19,6	19,6	2686,9	848,6	189,9	60,0	1,63	832,6	672,4	0,228	0,089
25,0	24,5	24,5	3435,1	1133,5	242,8	80,1	2,10	851,5	653,5	0,285	0,123
30,0	29,4	29,4	4183,2	1418,4	295,6	100,2	2,58	870,3	634,7	0,340	0,158
35,0	34,3	34,3	4931,3	1703,2	348,5	120,4	3,06	889,2	615,8	0,392	0,195
40,0	39,2	39,2	5679,5	1988,1	401,4	140,5	3,53	908,1	596,9	0,442	0,235
45,0	44,1	44,1	6427,6	2273,0	454,2	160,6	4,01	926,9	578,1	0,490	0,278
50,0	49,0	49,0	7175,8	2557,9	507,1	180,8	4,48	945,8	559,2	0,536	0,323
55,0	53,8	53,8	7923,9	2842,8	560,0	200,9	4,96	964,7	540,3	0,580	0,372
60,0	58,7	58,7	8672,1	3127,7	612,9	221,0	5,43	983,5	521,5	0,623	0,424
65,0	63,6	63,6	9420,2	3412,6	665,7	241,2	5,91	1002,4	502,6	0,664	0,480
70,0	68,5	68,5	10168,3	3697,5	718,6	261,3	6,39	1021,3	483,7	0,704	0,540
75,0	73,4	73,4	10916,5	3982,4	771,5	281,4	6,86	1040,2	464,8	0,742	0,605
80,0	78,3	78,3	11664,6	4267,3	824,4	301,6	7,34	1059,0	446,0	0,778	0,676
85,0	83,2	80,3	12412,8	4383,4	877,2	309,8	7,73	1074,8	430,2	0,816	0,720

продолжение таблицы 2.18

90,0	88,1	80,8	13160,9	4411,9	930,1	311,8	8,09	1089,0	416,0	0,854	0,750
95,0	93,0	81,3	13909,0	4440,4	983,0	313,8	8,45	1103,2	401,8	0,891	0,781
100,0	97,9	81,8	14657,2	4468,9	1035,8	315,8	8,81	1117,4	387,6	0,927	0,815
105,0	102,8	82,3	15405,3	4497,4	1088,7	317,8	9,17	1131,6	373,4	0,962	0,851
110,0	107,7	82,8	16153,5	4525,9	1141,6	319,8	9,52	1145,8	359,2	0,996	0,890
115,0	112,6	83,3	16901,6	4554,4	1194,5	321,9	9,88	1159,9	345,1	1,030	0,933

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологичности конструкции изделия

В данном разделе пояснительной записки будет проведена разработка технологического процесса сборки заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190.

Можно выделить следующие общие требования к технологичности конструкции изделия:

- конструкция изделия должна иметь возможность узловой сборки, то есть наличие в конструкции изделия сборочных единиц, допускающих независимую сборку;
- конструкция изделия должна иметь возможность одновременного и независимого подсоединения узлов и деталей к базовому элементу изделия;
- конструкция изделия должна иметь возможность использования процессов автоматизации и механизации в процессе выполнения сборочных работ;
- конструкция изделия должна обладать инструментальной доступностью, то есть доступ к местам выполнения технологических операций (сборки, контроля, регулировки и т.п.) должен быть удобным;
- конструкция изделия должна обладать контролепригодностью;
- конструкция изделия должна обеспечивать точность при сборке, то есть дополнительной обработки или доработки узлов и деталей в процессе сборки не допускается;
- конструкция изделия должна иметь возможность применения несложных сборочных приспособлений.

К конструкции заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190 применимы все рассмотренные выше требования к технологичности.

Для проектирования технологического процесса сборки необходимо определить исходные данные, которыми являются:

- конструкторская документация на изделие;

- годовая программа выпуска изделия.

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

Исходные данные для разработки технологического процесса сборки заднего тормоза:

- сборочный чертеж тормоза заднего в сборе;
- годовой объем выпуска изделий – 100000 штук.

Далее, после выбора исходных данных, приступим к разработке технологического процесса сборки.

3.2 Разработка технологической схемы сборки

Технологический процесс сборки – это процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей изделия (ГОСТ 23887-79).

Сборочная операция – технологическая операция установки и образования соединений составных частей заготовки или изделия.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

При технологическом процессе сборки можно выделить следующие виды работ:

- подготовительные (расконсервация, мойка, сортировка и т.д.);
- слесарно-пригоночные;
- сборочные (соединение деталей в сборочные единицы и изделия свинчиванием, запрессовкой, клепкой, сваркой, пайкой и т.п.);
- регулировочные;
- контрольные;
- демонтажные (частичная разборка изделия с целью подготовки его к упаковке и транспортированию).

При проектировании сборочных операций определяют последовательность и возможность совмещения во времени технологических переходов, выбирают оборудование, приспособления и инструмент, составляют схемы наладки оборудования, устанавливают режимы работы, определяют нормы времени на технологические операции и соответствующие разряды сборщиков.

Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации. Дифференциация операций позволяет параллельно выполнять узловую и общую сборку и применять высокопроизводительное сборочное оборудование. Это сокращает длительность цикла сборки и, следовательно, повышает производительность труда. Дифференциацию операций используют при поточной сборке, концентрацию – во всех остальных случаях. При концентрации операций технологические переходы выполняют последовательно, параллельно или параллельно-последовательно.

Последовательность сборочных операций определяют на основе схем сборки изделий и установки при сборке, соблюдая при этом следующие требования:

- предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих операций;
- для поточной сборки разбивка процесса на операции должна осуществляться с учетом такта сборки;
- после операций, содержащих регулировку или пригонку, а также после операций, при выполнении которых может появиться брак, необходимо предусмотреть контрольные операции.

По виду перемещения собираемого изделия различают стационарную и подвижную сборку, а по организации производства сборка делится на поточную и групповую. Поточная сборка осуществляется в условиях поточной организации производства; групповая – в условиях групповой организации производства. В автомобильной промышленности узловая и общая сборка осуществляется поточным методом с перемещением собираемого объекта (сборка на конвейере). Собираемый объект при поточной сборке передается от одного сборочного места к другому при помощи транспортирующих устройств, кото-

рые предназначены только для межоперационного перемещения объекта. В некоторых случаях при узловой сборке передача объекта от одного сборочного места к другому осуществляется посредством рольганга.

Поточную сборку характеризует действительный темп сборки, который определяет период времени равномерного выпуска собранных изделий.

3.3. Составление перечня сборочных работ

Перечень выполняется в виде таблицы, содержащей наименования сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки, и данные по нормированию всех необходимых видов работ. Эти работы весьма разнообразны и их можно определять только при учете и анализе конкретных условий сборки: полнота и точность механической обработки деталей, поданных на сборку; принятые методы достижения точности замыкающих звеньев; принятые технологические способы выполнения соединений и др.

Перечень сборочных работ показан в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Операция	Время (мин.)
Узловая сборка щита заднего тормоза левого в сборе		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502015-10, палец крепления направляющей пружины 16.БР.01.021-3502035, установить лотки на стенд.	0,10
2	Взять из съемного лотка два пальца крепления направляющей пружины 16.БР.01.021-3502035, положить на нижний электрод сварочной машины.	0,06
3	Взять из съемного лотка щит заднего тормоза 16.БР.01.021-3502015-10, установить на пальцы.	0,05
4	Выполнить рельефную сварку, держа щит одной рукой.	0,06
5	Снять собранный узел 16.БР.01.021-3502017-10 со сварочной машины.	0,04
6	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02

Продолжение таблицы 3.1

7	Собранные узлы уложить в тару.	0,02
8	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
9	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда пластину опорную колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502023, пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502025, пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.БР.01.021-3502026, заклепку крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027, установить лотки на стенд.	0,15
10	Взять с предыдущей операции тару с щитом заднего тормоза без пластин и заклепок левым в сборе 16.БР.01.021-3502017-10 и установить на стенд.	0,05
11	Установить в приспособление стенда две заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027.	0,06
12	Установить на заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027 пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502025.	0,05
13	Установить на подсобранный узел пластину опорную колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502023.	0,05
14	Установить на подсобранный узел пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.БР.01.021-3502026.	0,05
15	Установить на подсобранный узел щит заднего тормоза без пластин и заклепок левый в сборе 16.БР.01.021-3502017-10.	0,05
16	Запрессовать на подсобранном узле заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027.	0,06
17	Снять собранный узел с приспособления.	0,04
18	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02
19	Собранные узлы уложить в тару.	0,02
20	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
ИТОГО		0,99
Узловая сборка колодки заднего тормоза с рычагом левой в сборе		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда рычаг	0,10

Продолжение таблицы 3.1

	ручного привода колодок левый 16.БР.01.021-3502163, штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165, переместить лотки на стенд с приспособлением.	
2	Установить в приспособление стенда штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165.	0,05
3	Сжать штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165 с помощью приспособления.	0,03
4	Установить на штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165 рычаг ручного привода колодок левый 16.БР.01.021-3502163.	0,05
5	Вернуть приспособление в исходное состояние.	0,03
6	Снять собранный узел с приспособления.	0,04
7	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02
8	Собранные узлы уложить в тару.	0,02
9	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
10	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.БР.01.021-3502167, шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169, переместить лотки на стенд с приспособлением.	0,10
11	Взять с предыдущей операции тару с рычагом разжимным заднего тормоза левым в сборе 16.БР.01.021-3502161 и установить на стенд.	0,05
12	Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 и установить на стенд.	0,05
13	Установить в приспособление стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.БР.01.021-3502167.	0,05
14	Установить на ось разжимного рычага 16.БР.01.021-3502167 колодку 16.БР.01.021-3502090.	0,05
15	Установить на подсобранный узел рычаг разжимной заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502161.	0,05
16	Установить на подсобранный узел шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169.	0,05

Продолжение таблицы 3.1

17	Запрессовать на подсобранном узле шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169 и ось разжимного рычага заднего тормоза 16.БР.01.021-3502167.	0,06
18	Снять собранный узел с приспособления.	0,03
19	Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02
20	Собранные узлы уложить в тару.	0,02
21	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
ИТОГО		0,91
Общая сборка тормоза заднего левого в сборе		
1	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда планку разжимную ручного привода колодок левую в сборе 16.БР.01.021-3502143, винт упорный разжимной планки заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502153, пружину разжимной планки заднего тормоза левую 16.БР.01.021-3502149, коромысло механизма автоматической регулировки 16.БР.01.021-3502172, пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю левую 16.БР.01.021-3502037, пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.БР.01.021-3502038, переместить лотки на стенд с приспособлением.	0,15
2	Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.БР.01.021-3502081 и установить на стенд.	0,05
3	Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 и установить на стенд.	0,05
4	Подсобрать детали: установить на планку разжимную ручного привода колодок 16.БР.01.021-3502143 пружину разжимной планки 16.БР.01.021-3502149 и коромысло механизма автоматической регулировки 16.БР.01.021-3502172, затем установить винт упорный разжимной планки заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502153.	0,11
5	Установить колодку заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.БР.01.021-3502081 и колодку и фрикционную накладку заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 в приспособление стенда.	0,06

Продолжение таблицы 3.1

6	Установить на колодку 16.БР.01.021-3502081 и колодку 16.БР.01.021-3502090 пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502037.	0,05
7	Разжать пружину стяжную верхнюю 16.БР.01.021-3502037 колодками 16.БР.01.021-3502081 и 16.БР.01.021-3502090 с помощью приспособления стенда и установить подсорку с перехода 4.	0,09
8	Вернуть приспособление в исходное состояние.	0,03
9	Установить пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.БР.01.021-3502038 в окна вырубки на ребре колодок 16.БР.01.021-3502081 и 16.БР.01.021-3502090.	0,05
10	Снять подсорбранный узел с приспособления.	0,03
11	Убедиться визуальнo в качестве выполненной работы.	0,02
12	Подсорбранные узлы уложить в тару.	0,02
13	Наполненную тару передать на следующую операцию.	0,02
14	Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда щит заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502013-10, цилиндр колесный заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502040, пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502033, заглушку щита заднего тормоза 16.БР.01.021-3502019, кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.БР.01.021-3538416, болт М6х12 с пружинной шайбой в сборе 1/38241/21, винт М6х10 1/32759/01, шайбу 6 1/05164/70, переместить лотки на стенд с приспособлением.	0,15
15	Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с подсорбранным узлом заднего тормоза левым в сборе и установить на стенд.	0,05
16	Установить в приспособление стенда цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040.	0,06
17	Установить на цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040 щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502013-10.	0,16
18	Взять два болта М6х12 с пружинной шайбой 1/38241/21 и наживить	0,31

Продолжение таблицы 3.1

	в цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040 подсорборки. Завернуть болты электрогайковертом. Тарировано довернуть болты крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	
19	Установить на подсорбранный узел кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.БР.01.021-3538416.	0,09
20	Взять винт М6х10 1/32759/01 и шайбу 6 1/05164/70, подсорбрать и наживить в щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502013-10 подсорборки. Завернуть винт отверткой. Тарировано довернуть винт крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	0,22
21	Взять две заглушки щита заднего тормоза 16.БР.01.021-3502019 и установить в подсорбранный узел.	0,15
22	Снять подсорбранный узел, перевернуть на 180° и установить в приспособление стенда.	0,18
23	Установить на подсорбранный узел пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502033 в количестве 2 штук.	0,1
24	Установить на подсорбранный узел подсорбранный узел заднего тормоза левый после предыдущей операции.	0,15
25	Установить пружины направляющие 16.БР.01.021-3502033 в отверстия колодок на подсорбранном узле.	0,25
26	13. Снять собранный узел с приспособления.	0,03
27	14. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02
28	15. Собранные узлы уложить в тару.	0,02
ИТОГО		2,67
$\Sigma t_{оп}$		4,57

3.4 Определение трудоемкости сорборки

Общее оперативное время на все виды работ при сорборке изделия:

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

Суммарная трудоемкость сорборки:

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

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

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

$$t_{ОП}^{ОБЩ} = \Sigma t_{ОП} = 4,57 \text{ (мин)}.$$

$$t_{ШТ}^{ОБЩ} = 3,77 + 3,77 \cdot \left(\frac{3}{100} + \frac{5}{100} \right) = 4,64 \text{ (мин)}.$$

3.5 Выбор организационной формы технологического процесса сборки

Тип производства при сборке определяется исходя из годового объема выпуска изделия и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки изделия.

Примем массовое производство, так как годовой объем выпуска изделий $N = 100000$ шт., определенная суммарная трудоемкость сборки $t_{ШТ}^{ОБЩ} = 4,94$ мин.

Главной характеристикой массового производства является большое количество изготавливаемых изделий, то есть, на каждом рабочем месте целесообразно производить только одну постоянно повторяющуюся операцию.

Для обеспечения массового выпуска тормозов задних в сборе нужно точное производство всех техпроцессов: от изготовления отдельных элементов до сборки изделия в целом.

Время выполнения отдельных операций на всех рабочих местах примерно одинаковое или кратное такту, поэтому достигается выравнивание потока во времени и создается определенный такт работы для всей поточной линии.

$$T_B = \frac{60 \cdot \Phi}{N}, \quad (3.3)$$

где Φ – действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха, час;

N – годовой объем выпуска, штук, $N = 100000$ штук;

$$\Phi = D_p \cdot n \cdot T_{CM} \cdot \eta_p, \quad (3.4)$$

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

n – число рабочих смен за день, примем $n = 2$;

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

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

$$\Phi = 260 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,97 = 4035,2 \text{ (час)}$$

$$T_B = \frac{60 \cdot 4035,2}{100000} = 2,42 \text{ (мин/шт.)}$$

3.6 Составление маршрутной технологии и содержания сборочных операций

Маршрутная технология и содержание операций сборки заднего тормозного механизма приведены в таблицах 3.2...3.4.

Таблица 3.2

Узловая сборка щита заднего тормоза левого в сборе				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сварочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502015-10, палец крепления направляющей пружины 16.БР.01.021-3502035, установить лотки на стенд.	Оснастка сварочная Электрод верхний	0,10
		2. Взять из съемного лотка два пальца крепления направляющей пружины 16.БР.01.021-3502035, положить на нижний электрод сварочной машины.	Электрод нижний Стол;	0,06
		3. Взять из съемного лотка щит заднего тормоза 16.БР.01.021-3502015-10, установить на пальцы.	Стенд	0,05
		4. Выполнить рельефную сварку, держа щит одной рукой.	Тара	0,06

Продолжение таблицы 3.2

		5. Снять собранный узел 16.БР.01.021-3502017-10 со сварочной машины.		0,04
		6. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,02
		7. Собранные узлы уложить в тару.		0,02
		8. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
010	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда пластину опорную колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502023, пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502025, пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.БР.01.021-3502026, заклепку крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027, установить лотки на стенд.	Стенд сборочный Приспособление Пуансон для запрессовки Тара	0,15
		2. Взять с предыдущей операции тару с щитом заднего тормоза без пластин и заклепок левым в сборе 16.БР.01.021-3502017-10 и установить на стенд.		0,05
		3. Установить в приспособление стенда две заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027.		0,06
		4. Установить на заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027 пластину направляющую колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502025.		0,05
		5. Установить на подсобранный после		0,05

Продолжение таблицы 3.2

	перехода 4 узел пластину опорную колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502023.		
	6. Установить на подсобранный после перехода 5 узел пластину направляющую троса ручного привода заднего тормоза 16.БР.01.021-3502026.		0,05
	7. Установить на подсобранный после перехода 6 узел щит заднего тормоза без пластин и заклепок левый в сборе 16.БР.01.021-3502017-10.		0,05
	8. Запрессовать на подсобранном после перехода 7 узле заклепки крепления опорных пластин 16.БР.01.021-3502027.		0,06
	9. Снять собранный узел с приспособления.		0,04
	10. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,02
	11. Собранные узлы уложить в тару.		0,02
	12. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
Итоговое время на выполнение операции			0,99

Таблица 3.3

Узловая сборка колодки заднего тормоза с рычагом левой в сборе				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда рычаг ручного привода колодок левый 16.БР.01.021-3502163, штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165, переместить лотки на стенд с приспособлением.	Стенд сборочный	0,10
		2. Установить в приспособление стенда штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165.	Приспособление	0,05
		3. Сжать штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165 с помощью приспособления.	Тара	0,03
		4. Установить на штифт пружинный 16.БР.01.021-3502165 рычаг ручного привода колодок левый 16.БР.01.021-3502163.		0,05
		5. Вернуть приспособление в исходное состояние.		0,03
		6. Снять собранный узел с приспособления.		0,04
		7. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,02
		8. Собранные узлы уложить в тару.		0,02
		9. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02

Продолжение таблицы 3.3

010	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.БР.01.021-3502167, шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169, переместить лотки на стенд с приспособлением.	Стенд сборочный	0,10
		2. Взять с предыдущей операции тару с рычагом разжимным заднего тормоза левым в сборе 16.БР.01.021-3502161 и установить на стенд.	Приспособление Пуансон для за- прессовки	0,05
		3. Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 и установить на стенд.	Тара	0,05
		4. Установить в приспособление стенда ось разжимного рычага заднего тормоза 16.БР.01.021-3502167.		0,05
		5. Установить на ось разжимного рычага 16.БР.01.021-3502167 колодку 16.БР.01.021-3502090.		0,05
		6. Установить на подсобранный после перехода 5 узел рычаг разжимной заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502161.		0,05
		7. Установить на подсобранный после перехода 6 узел шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169.		0,05
		8. Запрессовать на подсобранном после перехода 7 узле шайбу пружинную 16.БР.01.021-3502169 и ось разжимного рычага заднего тормоза		0,06

Продолжение таблицы 3.3

		16.БР.01.021-3502167.		
		9. Снять собранный узел с приспособления.		0,03
		10. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,02
		11. Собранные узлы уложить в тару.		0,02
		12. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
Итоговое время на выполнение операции				0,91

Таблица 3.4

Общая сборка тормоза заднего левого в сборе				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сборочная	1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда планку разжимную ручного привода колодок левую в сборе 16.БР.01.021-3502143, винт упорный разжимной планки заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502153, пружину разжимной планки заднего тормоза левую 16.БР.01.021-3502149, коромысло механизма автоматической регулировки 16.БР.01.021-3502172, пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю левую 16.БР.01.021-3502037, пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.БР.01.021-3502038, переместить лотки на стенд с приспособлением.	Стенд сборочный Приспособление Тара	0,15

Продолжение таблицы 3.4

	<p>2. Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.БР.01.021-3502081 и установить на стенд.</p>	0,05
	<p>3. Взять из контейнера тару с колодкой и фрикционной накладкой заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 и установить на стенд.</p>	0,05
	<p>4. Подсобрать детали: установить на планку разжимную ручного привода колодок 16.БР.01.021-3502143 пружину разжимной планки 16.БР.01.021-3502149 и коромысло механизма автоматической регулировки 16.БР.01.021-3502172, затем установить винт упорный разжимной планки заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502153.</p>	0,11
	<p>5. Установить колодку заднего тормоза с рычагом левую в сборе 16.БР.01.021-3502081 и колодку и фрикционную накладку заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502090 в приспособление стенда.</p>	0,06
	<p>6. Установить на колодку 16.БР.01.021-3502081 и колодку 16.БР.01.021-3502090 пружину стяжную колодок заднего тормоза верхнюю 16.БР.01.021-3502037.</p>	0,05
	<p>7. Разжать пружину стяжную верхнюю 16.БР.01.021-3502037 колодками</p>	0,09

Продолжение таблицы 3.4

010	Сборочная	16.БР.01.021-3502081 и 16.БР.01.021-3502090 с помощью приспособления стенда и установить подборку с перехода 4.		
		8. Вернуть приспособление в исходное состояние.		0,03
		9. Установить пружину стяжную колодок заднего тормоза нижнюю 16.БР.01.021-3502038 в окна вырубки на ребре колодок 16.БР.01.021-3502081 и 16.БР.01.021-3502090.		0,05
		10. Снять подсобранный узел с приспособления.		0,03
		11. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.		0,02
		12. Подсобранные узлы уложить в тару.		0,02
		13. Наполненную тару передать на следующую операцию.		0,02
		1. Взять из контейнеров и уложить в съемные лотки стенда щит заднего тормоза левый в сборе 16.БР.01.021-3502013-10, цилиндр колесный заднего тормоза в сборе 16.БР.01.021-3502040, пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502033, заглушку щита заднего тормоза 16.БР.01.021-3502019, кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.БР.01.021-3538416, болт М6х12 с пружинной шайбой в сборе 1/38241/21, винт М6х10 1/32759/01,	Стенд сборочный Приспособление Электрогайковерт с моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м Удлинитель	0,15

Продолжение таблицы 3.4

	шайбу 6 1/05164/70, переместить лотки на стенд с приспособлением.	Ключ Т-образный (S=10 мм) с фиксированной ручкой	
	2. Взять с предыдущей операции тару с колодкой заднего тормоза с подсорванным узлом заднего тормоза левым в сборе и установить на стенд.	Головка S=10 мм для динамометрического ключа	0,05
	3. Установить в приспособление стенда цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040.		0,06
	4. Установить на цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040 щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502013-10.	Ключ моментный предельный	0,16
	5. Взять два болта М6х12 с пружинной шайбой 1/38241/21 и наживить в цилиндр колесный 16.БР.01.021-3502040 подсорборки после перехода 4. Завернуть болты электрогайковертом. Тарировано довернуть болты крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	5...30 Н·м Отвертка Пуансон для запрессовки заглушки;	0,31
	6. Установить на подсорбранный после перехода 5 узел кронштейн датчика скорости заднего колеса 16.БР.01.021-3538416.	Крючок для монтажа пружины;	0,09
	7. Взять винт М6х10 1/32759/01 и шайбу 6 1/05164/70, подсорбрать и наживить в щит заднего тормоза левый 16.БР.01.021-3502013-10 подсорборки после перехода 6. Завернуть винт отверткой. Тарировано довернуть винт крутящим моментом затяжки 6,9...11,8 Н·м.	Тара	0,22

Продолжение таблицы 3.4

	8. Взять две заглушки щита заднего тормоза 16.БР.01.021-3502019 и установить в подсобранный после перехода 7 узел.	0,15
	9. Снять подсобранный узел после перехода 8, перевернуть на 180° и установить в приспособление стенда.	0,18
	10. Установить на подсобранный узел после перехода 9 пружину направляющую колодок заднего тормоза 16.БР.01.021-3502033 в количестве 2 штук.	0,1
	11. Установить на подсобранный узел после перехода 10 подсобранный узел заднего тормоза левый после предыдущей операции.	0,15
	12. Установить пружины направляющие 16.БР.01.021-3502033 в отверстия колодок на подсобранном узле после перехода 11.	0,25
	13. Снять собранный узел с приспособления.	0,03
	14. Убедиться визуально в качестве выполненной работы.	0,02
	15. Собранные узлы уложить в тару.	0,02
Итоговое время на выполнение операции		2,67

4 Анализ экономической эффективности объекта

Введение

Задний тормозной механизм автомобиля LADA-2190 – барабанного типа, с самоустанавливающимися колодками и с колесным цилиндром, в который встроена автоматическая регулировка зазора между колодками и барабаном. Главный недостаток данного механизма регулировки заключается в том, что по мере износа накладок происходит увеличение хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза. Следствием указанного недостатка является ухудшение эргономических свойств автомобиля при торможении, что может привести к падению уровня активной безопасности автомобиля.

Проектируемое устройство автоматической регулировки зазоров, работающее по принципу увеличения длины распорной планки по мере износа колодок, срабатывает практически при каждом торможении, ход тормозной педали и ход рычага ручного тормоза в процессе эксплуатации автомобиля не увеличивается, вследствие чего не требуется постоянная ручная регулировка стояночного тормоза, повышается ресурс тормозных колодок, что положительно сказывается на эргономических характеристиках и долговечности тормозной системы автомобиля.

Таким образом, автомобиль LADA-2190 с проектируемым устройством обладает улучшенными эксплуатационными характеристиками (в сравнении с устройством до модернизации). В связи с этим появляется необходимость провести технико-экономическое обоснование, расчет изготовления и эксплуатации заднего тормоза с проектируемым устройством автоматической регулировки, провести сравнительный анализ технико-экономических показателей проектируемого и базового вариантов, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

За базовый вариант принят задний тормоз автомобиля LADA-2190 с устройством автоматической регулировки, встроенным в колесный цилиндр.

4.1 Расчет себестоимости проектируемого заднего тормоза с устройством автоматической регулировки

Исходные данные для расчета себестоимости проектируемого заднего тормоза сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
A	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска	$V_{ГОД}$	шт.	100000
2	Коэффициент отчислений в социальные фонды	$E_{СОЦ.Н}$	%	34
3	Коэффициент общезаводских расходов	$E_{ОБ.ЗАВОД}$	%	145
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{КОМ}$	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$E_{ОБОР}$	%	194
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	$K_{ТЗР}$	%	2,45
7	Коэффициент цеховых расходов	$E_{ЦЕХ}$	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{ИНСТР}$	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	$K_{РЕНТ}$	%	30
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	$K_{ВЫП}$	%	35
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{ПРЕМ}$	%	25
12	Коэффициент возвратных отходов	$K_{ВОТ}$	%	1,5
13	Коэффициент капиталобразующих инвестиций	$K_{ИНВ}$	%	2,4

Расчет статьи затрат «Сырье и материалы»

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

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

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

$K_{ТЗР}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %;

$K_{ВОТ}$ – коэффициент возвратных отходов, %.

Расчет выполнен в табличной форме и представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за ед. изм., руб	Сумма, руб
1	Лента 2,5 сталь 08ю	0,86	36,50	31,39
2	Лента 1 сталь 70	0,002	69,57	0,14
3	Полоса 6 сталь 20	0,025	33,41	0,84
4	Лента 3 сталь 08пс	0,01	37,77	0,38
5	Лента 3 сталь 08кп	0,06	34,00	2,04
6	Круг 14 сталь АС14	0,005	69,00	0,35
7	Круг 12 сталь 20Г2Р	0,0075	37,21	0,28
8	Полоса 4 сталь 20Х	0,1	34,45	3,45
9	Проволока стальная I-1,5	0,0124	57,39	0,71
10	Проволока стальная I-1,9	0,012	65,25	0,78
ИТОГО:				40,36
Транспортно-заготовительные расходы:				0,99
Возвратные отходы:				0,61
ВСЕГО:				40,74

Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

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

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

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

Расчет выполнен в табличной форме и представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб	Сумма, руб
1	Цилиндр колесный в сборе	1	165,00	165,00
2	Колодка заднего тормоза в сборе	2	325,00	650,00
3	Механизм автомат. регулировки	1	563,00	563,00
4	Заглушка щита	2	10,50	21,00
5	Заклепка крепления	2	2,2	4,40
6	Шайба пружинная	1	4,00	4,00
7	Кронштейн датчика скорости	1	98,56	98,56
8	Болт М6х12	2	8,00	16,00
9	Винт М6х10	1	5,00	5,00
10	Шайба 6	1	2,50	2,50
ИТОГО:				1529,46
Транспортно-заготовительные расходы:				37,47
ВСЕГО:				1566,93

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих»

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

где $K_{ПРЕМ}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %;

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

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

где C_P – часовая тарифная ставка, руб;

T – трудоемкость выполнения операции, час.

Расчет выполнен дифференцированно по видам работ в табличной форме и представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Заготовительные	3	0,021	60,56	1,27
2	Штамповка	3	0,022	60,56	1,33
3	Сварочные	4	0,005	69,72	0,35
4	Мехобработка	6	0,07	90,15	6,31
5	Термообработка	3	0,015	60,56	0,91
6	Сборочные	4	0,055	69,72	3,83
ИТОГО:					14,00
Премииальные доплаты:					3,50
Основная з/п:					17,50

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{о}} \cdot \frac{K_{\text{вып}}}{100}, \quad (4.5)$$

где $K_{\text{вып}}$ – коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве, %.

$$Z_{\text{доп}} = 17,50 \cdot 0,35 = 6,13 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Отчисления в единый социальный налог»

$$C_{\text{соц.н}} = (Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}}) \cdot \frac{E_{\text{соц.н}}}{100}, \quad (4.6)$$

где $E_{\text{соц.н}}$ – коэффициент отчислений в социальные и страховые фонды, %.

$$C_{\text{соц.н}} = (17,50 + 6,13) \cdot 0,34 = 8,03 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 3_0 \cdot \frac{E_{\text{ОБОР}}}{100}, \quad (4.7)$$

где $E_{\text{ОБОР}}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %.

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 17,50 \cdot 1,94 = 33,95 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы»

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 3_0 \cdot \frac{E_{\text{ЦЕХ}}}{100}, \quad (4.8)$$

где $E_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов, %.

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 17,50 \cdot 1,83 = 32,03 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку»

$$C_{\text{ИНСТР}} = 3_0 \cdot \frac{E_{\text{ИНСТР}}}{100}, \quad (4.9)$$

где $E_{\text{ИНСТР}}$ – коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %.

$$C_{\text{ИНСТР}} = 17,50 \cdot 0,03 = 0,53 \text{ (руб.)}$$

Расчет цеховой себестоимости

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = M + П_{\text{И}} + 3_0 + 3_{\text{ДОП}} + C_{\text{СОЦ.Н}} + C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ИНСТР}}. \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} C_{\text{ЦЕХ.С/С}} &= 40,74 + 1566,93 + 17,50 + 6,13 + 8,03 + 33,95 + 32,03 + 0,53 = \\ &= 1705,84 \text{ (руб.)} \end{aligned}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы»

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 3_0 \cdot \frac{E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}}{100}, \quad (4.11)$$

где $E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}$ – коэффициент общезаводских расходов, %.

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 17,50 \cdot 1,45 = 25,38 \text{ (руб.)}$$

Расчет общезаводской себестоимости

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

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} = 25,38 + 1705,84 = 1731,22 \text{ (руб).}$$

Расчет статьи «Коммерческие расходы»

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

где $E_{\text{КОМ}}$ – коэффициент коммерческих расходов, %.

$$C_{\text{КОМ}} = 1731,22 \cdot 0,05 = 86,56 \text{ (руб).}$$

Расчет полной себестоимости

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

$$C_{\text{ПОЛ}} = 1731,22 + 86,56 = 1817,78 \text{ (руб).}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого заднего тормоза

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

$$Ц_{\text{ОТП.П}} = Ц_{\text{ОТП.Б}} = 2048,50 \text{ (руб).}$$

Затраты на производство базового и проектируемого заднего тормоза с устройством автоматической регулировки зазоров от подвески сведены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
А	1	2	3	4
1	Стоимость основных материалов	M	43,01	40,74
2	Стоимость комплектующих изделий	$П_{и}$	1072,10	1566,93

Продолжение таблицы 4.5

3	Основная заработная плата производственных рабочих	Z_o	17,61	17,5
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп}$	6,16	6,13
5	Отчисления на социальные нужды	$C_{соц. н}$	8,08	8,03
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{СОД. ОБОР}$	34,16	33,95
7	Цеховые расходы	$C_{ЦЕХ}$	32,23	32,03
8	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{ИНСТР}$	0,53	0,53
9	Цеховая себестоимость	$C_{ЦЕХ. С/С}$	1213,88	1705,84
10	Общезаводские расходы	$C_{ОБ. ЗАВОД}$	25,53	25,38
11	Общезаводская себестоимость	$C_{ОБ. ЗАВОД. С/С}$	1239,41	1731,22
12	Коммерческие расходы	$C_{КОМ}$	61,97	86,56
13	Полная себестоимость	$C_{ПОЛ}$	1301,38	1817,78
14	Отпускная цена	$C_{ОТП}$	2048,50	2048,50

4.2 Расчет точки безубыточности проекта

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

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

Точка критического объема производства зависит от трех факторов:

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

В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные ($Z_{\text{ПЕРЕМ}}$) и постоянные ($Z_{\text{ПОСТ}}$) издержки.

Тогда математическая формула безубыточности будет иметь следующий вид:

$$C_{\text{ОП}} \cdot V_{\text{ГОД}} = Z_{\text{ПОСТ}} + Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}}, \quad (4.16)$$

где $C_{\text{ОП}}$ – цена продукции, руб;

$V_{\text{ГОД}}$ – объем производства, шт.;

$Z_{\text{ПОСТ}}$ – постоянные издержки, руб;

$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}}$ – переменные удельные издержки, руб.

Определение переменных затрат

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

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} = M + Пи + Z_o + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{СОЦ.Н}} \cdot \quad (4.17)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД Б}} = 43,01 + 1072,10 + 17,61 + 6,16 + 8,08 = 1146,96 \text{ (руб);}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД П}} = 40,74 + 1566,93 + 17,50 + 6,13 + 8,03 = 1639,33 \text{ (руб).}$$

- на годовую программу выпуска изделия:

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

$$Z_{\text{ПЕРЕМ П}} = 1639,33 \cdot 100000 = 163933000,00 \text{ (руб).}$$

Определение постоянных затрат

– на единицу изделия:

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

где $A_{\text{М.УД}}$ – амортизационные отчисления, руб.

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

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

$$A_{\text{М.УД}} = (33,95 + 0,53) \cdot 0,13 = 4,48 \text{ (руб.)}$$

$$З_{\text{ПОСТ.УД П}} = (33,95 + 0,53) \cdot 0,87 + 32,03 + 25,38 + 86,56 + 4,48 = 178,45 \text{ (руб.)}$$

– на годовую программу выпуска изделия:

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

$$З_{\text{ПОСТ П}} = 178,45 \cdot 100000 = 17845000,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия

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

$$C_{\text{ПОЛН.Г П}} = 1817,78 \cdot 100000 = 181778000,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет выручки от реализации изделия

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

$$\text{Выручка}_{\text{П}} = 2048,50 \cdot 100000 = 204850000,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет маржинального дохода

$$D_{\text{МАРЖ}} = \text{Выручка}_{\text{П}} - З_{\text{ПЕРЕМ П}}. \quad (4.24)$$

$$D_{\text{МАРЖ}} = 204850000,00 - 163933000,00 = 40917000,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет критического объёма продаж

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

$$A_{\text{КРИТ}} = \frac{17845000,00}{2048,50 - 1639,33} = 43612,68 \approx 43615 \text{ (шт.)}.$$

Определение точки безубыточности графическим методом

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемого заднего тормоза представлен на рисунке 4.1.

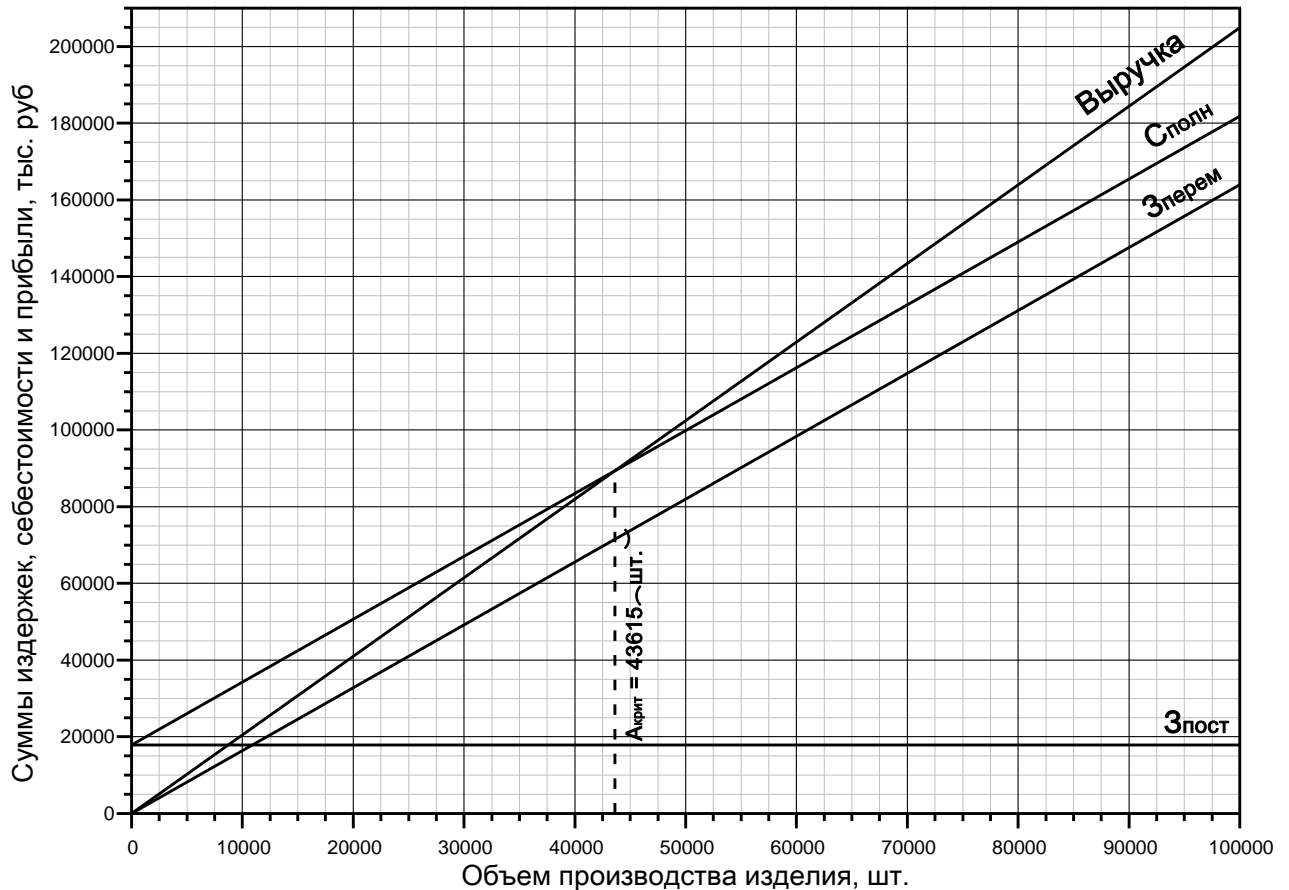


Рисунок 4.1 – Определение точки безубыточности

4.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определим в 5 лет.

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

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

где $V_{\text{МАКС}}$ – максимальный объем продаж, шт., $V_{\text{МАКС}} = V_{\text{ГОД}} = 100000$ (шт.);

$A_{\text{КРИТ}}$ – критический объем продаж, шт.;

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

$$\Delta = \frac{100000 - 43615}{6 - 1} = 11277 \text{ (шт.)}.$$

Выручка по годам

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

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

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

$$V_{\text{ПРОД } 1} = 43615 + 11277 = 54892 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 2} = 54892 + 11277 = 66169 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 3} = 66169 + 11277 = 77446 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 4} = 77446 + 11277 = 88723 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 5} = 88723 + 11277 = 100000 \text{ (шт.)}.$$

$$\text{Выручка}_1 = 2048,50 \cdot 54892 = 112446262,00 \text{ (руб.)};$$

$$\text{Выручка}_2 = 2048,50 \cdot 66169 = 135547196,50 \text{ (руб.)};$$

$$\text{Выручка}_3 = 2048,50 \cdot 77446 = 158648131,00 \text{ (руб.)};$$

$$\text{Выручка}_4 = 2048,50 \cdot 88723 = 181749065,50 \text{ (руб.)};$$

$$\text{Выручка}_5 = 2048,50 \cdot 100000 = 204850000,00 \text{ (руб.)}.$$

Переменные затраты по годам

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

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б1} = 1146,96 \cdot 54892 = 62958928,32 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б2} = 1146,96 \cdot 66169 = 75893196,24 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б3} = 1146,96 \cdot 77446 = 88827464,16 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б4} = 1146,96 \cdot 88723 = 101761732,08 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б5} = 1146,96 \cdot 100000 = 114696000,00 \text{ (руб.)}.$$

$$\begin{aligned}
Z_{\text{ПЕРЕМ П1}} &= 1639,33 \cdot 54892 = 89986102,36 \text{ (руб)}; \\
Z_{\text{ПЕРЕМ П2}} &= 1639,33 \cdot 66169 = 108472826,77 \text{ (руб)}; \\
Z_{\text{ПЕРЕМ П3}} &= 1639,33 \cdot 77446 = 126959551,18 \text{ (руб)}; \\
Z_{\text{ПЕРЕМ П4}} &= 1639,33 \cdot 88723 = 145446275,59 \text{ (руб)}; \\
Z_{\text{ПЕРЕМ П5}} &= 1639,33 \cdot 100000 = 163933000,00 \text{ (руб)}.
\end{aligned}$$

Постоянные затраты для базового варианта

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

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

$$Z_{\text{ПОСТ.УД Б}} = 34,16 + 0,53 + 32,23 + 25,53 + 61,97 = 154,42 \text{ (руб)}.$$

$$Z_{\text{ПОСТ Б}} = 154,42 \cdot 100000 = 15442000,00 \text{ (руб)}.$$

Амортизация

$$Am = Am_{\text{УД}} \cdot V_{\text{МАКС}}. \quad (4.32)$$

$$Am = 4,48 \cdot 100000 = 448000,00 \text{ (руб)}.$$

Полная себестоимость по годам

$$C_{\text{ПОЛН.}i} = Z_{\text{ПЕРЕМ }i} + Z_{\text{ПОСТ}}. \quad (4.33)$$

$$C_{\text{ПОЛН Б1}} = 62958928,32 + 15442000,00 = 78400928,32 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б2}} = 75893196,24 + 15442000,00 = 91335196,24 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б3}} = 88827464,16 + 15442000,00 = 104269464,16 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б4}} = 101761732,08 + 15442000,00 = 117203732,08 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б5}} = 114696000,00 + 15442000,00 = 130138000,00 \text{ (руб)}.$$

$$C_{\text{ПОЛН П1}} = 89986102,36 + 17845000,00 = 107831102,36 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П2}} = 108472826,77 + 17845000,00 = 126317826,77 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П3}} = 126959551,18 + 17845000,00 = 144804551,18 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П4}} = 145446275,59 + 17845000,00 = 163291275,59 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П5}} = 163933000,00 + 17845000,00 = 181778000,00 \text{ (руб)}.$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

$$Пр.обл_i = Выручка_i - C_{полн_i} . \quad (4.34)$$

$$Пр.обл_{Б1} = 112446262,00 - 78400928,32 = 34045333,68 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{Б2} = 135547196,50 - 91335196,24 = 44212000,26 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{Б3} = 158648131,00 - 104269464,16 = 54378666,84 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{Б4} = 181749065,50 - 117203732,08 = 64545333,42 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{Б5} = 204850000,00 - 130138000,00 = 74712000,00 \text{ (руб)}.$$

$$Пр.обл_{П1} = 112446262,00 - 107831102,36 = 4615159,64 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{П2} = 135547196,50 - 126317826,77 = 9229369,73 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{П3} = 158648131,00 - 144804551,18 = 13843579,82 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{П4} = 181749065,50 - 163291275,59 = 18457789,91 \text{ (руб)};$$

$$Пр.обл_{П5} = 204850000,00 - 181778000,00 = 23072000,00 \text{ (руб)}.$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

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

$$H_{ПР_{Б1}} = 34045333,68 \cdot 0,20 = 6809066,74 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{Б2}} = 44212000,26 \cdot 0,20 = 8842400,05 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{Б3}} = 54378666,84 \cdot 0,20 = 10875733,37 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{Б4}} = 64545333,42 \cdot 0,20 = 12909066,68 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{Б5}} = 74712000,00 \cdot 0,20 = 14942400,00 \text{ (руб)}.$$

$$H_{ПР_{П1}} = 4615159,64 \cdot 0,20 = 923031,93 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{П2}} = 9229369,73 \cdot 0,20 = 1845873,95 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{П3}} = 13843579,82 \cdot 0,20 = 2768715,96 \text{ (руб)};$$

$$H_{ПР_{П4}} = 18457789,91 \cdot 0,20 = 3691557,98 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР П5}} = 23072000,00 \cdot 0,20 = 4614400,00 \text{ (руб)}.$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч}_i = \text{Пр.обл}_i - H_{\text{ПР } i}. \quad (4.36)$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{Б1}} = 34045333,68 - 6809066,74 = 27236266,94 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{Б2}} = 44212000,26 - 8842400,05 = 35369600,21 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{Б3}} = 54378666,84 - 10875733,37 = 43502933,47 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{Б4}} = 64545333,42 - 12909066,68 = 51636266,74 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{Б5}} = 74712000,00 - 14942400,00 = 59769600,00 \text{ (руб)}.$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{П1}} = 4615159,64 - 923031,93 = 3692127,71 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{П2}} = 9229369,73 - 1845873,95 = 7383495,78 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{П3}} = 13843579,82 - 2768715,96 = 11074863,86 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{П4}} = 18457789,91 - 3691557,98 = 14766231,93 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\text{П5}} = 23072000,00 - 4614400,00 = 18457600,00 \text{ (руб)}.$$

Расчет общественного эффекта, получаемого в результате повышения долговечности проектируемого узла

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

$$\text{Эобщ}_i = (\text{Ц}_{\text{ОТП Б}} \cdot \frac{D_2}{D_1} - \text{Ц}_{\text{ОТП П}}) \cdot V_{\text{ПРОД } i}, \quad (4.37)$$

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

На основании результатов испытаний на долговечность базового и проектного варианта заднего тормоза с устройством автоматической регулировки

зазора, увеличение долговечности проектируемого варианта можно оценить следующим образом:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{127\%}{100\%} = 1,27.$$

$$Эобщ_1 = (2048,50 \cdot 1,27 - 2048,50) \cdot 54892 = 30360490,74 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_2 = (2048,50 \cdot 1,27 - 2048,50) \cdot 66169 = 36597743,06 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_3 = (2048,50 \cdot 1,27 - 2048,50) \cdot 77446 = 42834995,37 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_4 = (2048,50 \cdot 1,27 - 2048,50) \cdot 88723 = 49072247,69 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_5 = (2048,50 \cdot 1,27 - 2048,50) \cdot 100000 = 55309500,00 \text{ (руб)}.$$

Текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам

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

$$ЧД_1 = 3692127,71 - 27236266,94 + 30360490,74 + 448000,00 = 7264351,51 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_2 = 7383495,78 - 35369600,21 + 36597743,06 + 448000,00 = 9059638,63 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_3 = 11074863,86 - 43502933,47 + 42834995,37 + 448000,00 = 10854925,76 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_4 = 14766231,93 - 51636266,74 + 49072247,69 + 448000,00 = 12650212,88 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_5 = 18457600,00 - 59769600,00 + 55309500,00 + 448000,00 = 14445500,00 \text{ (руб)}.$$

Дисконтирование денежного потока

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

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

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

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

$$\alpha_{t1} = \frac{1}{(1 + 0,1)^1} = 0,909;$$

$$\alpha_{t_2} = \frac{1}{(1+0,1)^2} = 0,826;$$

$$\alpha_{t_3} = \frac{1}{(1+0,1)^3} = 0,751;$$

$$\alpha_{t_4} = \frac{1}{(1+0,1)^4} = 0,683;$$

$$\alpha_{t_5} = \frac{1}{(1+0,1)^5} = 0,621.$$

Чистый дисконтированный поток реальных денег

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

$$\text{ЧДД}_{t_1} = 7264351,51 \cdot 0,909 = 6603295,52 \text{ (руб)};$$

$$\text{ЧДД}_{t_2} = 9059638,63 \cdot 0,826 = 7483261,51 \text{ (руб)};$$

$$\text{ЧДД}_{t_3} = 10854925,76 \cdot 0,751 = 8152049,25 \text{ (руб)};$$

$$\text{ЧДД}_{t_4} = 12650212,88 \cdot 0,683 = 8640095,40 \text{ (руб)};$$

$$\text{ЧДД}_{t_5} = 14445500,00 \cdot 0,621 = 8970655,50 \text{ (руб)}.$$

Суммарный ЧДД за расчетный период

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

$$\begin{aligned} \sum \text{ЧДД}_t &= 6603295,52 + 7483261,51 + 8152049,25 + 8640095,40 + 8970655,50 = \\ &= 39849357,18 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

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

где $K_{ИНВ}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций, %.

$$\begin{aligned} \sum C_{ПОЛН \Pi i} &= 107831102,36 + 126317826,77 + 144804551,18 + 163291275,59 + \\ &+ 181778000,00 = 724022755,90 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

$$J_0 = 724022755,90 \cdot 0,024 = 17376546,14 \text{ (руб)}.$$

Чистый дисконтированный доход

$$ЧДД = \sum ЧДД_t - J_0. \quad (4.43)$$

$$ЧДД = 39849357,18 - 17376546,14 = 22472811,04 \text{ (руб)}.$$

Индекс доходности

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

$$JD = \frac{22472811,04}{17376546,14} = 1,29.$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования

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

$$T_{ОКУП} = \frac{17376546,14}{22472811,04} = 0,77 \text{ (года)}.$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого заднего тормоза с устройством автоматической регулировки зазоров сводится в таблицу 4.6.

Таблица 4.6

№ п/п	Наименование показателей	Годы					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж (шт.) $V_{ПРОД}$	0	54892	66169	77446	88723	100000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб) $Ц_{ОТП}$		2048,50				
3	$Выручка$ (руб)		112446262,00	135547196,50	158648131,00	181749065,50	204850000,00
4	Переменные затраты (руб) $З_{ПЕРЕМ Б}$		62958928,32	75893196,24	88827464,16	101761732,08	114696000,00
	$З_{ПЕРЕМ П}$		89986102,36	108472826,77	126959551,18	145446275,59	163933000,00

Продолжение таблицы 4.6

5	Амортизация (руб) <i>Ам</i>		448000,00				
6	Постоянные затраты (руб) <i>З_{постб}</i>		15442000,00				
	<i>З_{постп}</i>		17845000,00				
7	Полная себестоимость (руб) <i>С_{полб}</i>		78400928,32	91335196,24	104269464,16	117203732,08	130138000,00
	<i>С_{полп}</i>		107831102,36	126317826,77	144804551,18	163291275,59	181778000,00
8	Налогооблагаемая прибыль (руб) <i>Пр.облб</i>		34045333,68	44212000,26	54378666,84	64545333,42	74712000,00
	<i>Пр.облп</i>		4615159,64	9229369,73	13843579,82	18457789,91	23072000,00
9	Налог на прибыль (руб) <i>Н_{прб}</i>		6809066,74	8842400,05	10875733,37	12909066,68	14942400,00
	<i>Н_{прп}</i>		923031,93	1845873,95	2768715,96	3691557,98	4614400,00
10	Прибыль чистая (руб) <i>Пр.чб</i>		27236266,94	35369600,21	43502933,47	51636266,74	59769600,00
	<i>Пр.чп</i>		3692127,71	7383495,78	11074863,86	14766231,93	18457600,00
11	Общественный эффект (руб) <i>Эобщ</i>		30360490,74	36597743,06	42834995,37	49072247,69	55309500,00
12	Чистый поток реальных денег (руб) <i>ЧД</i>		7264351,51	9059638,63	10854925,76	12650212,88	14445500,00
13	Коэффициент дисконтирования a_t		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
14	Чистый дисконтированный поток реальных денег (руб) <i>ЧДД_t</i>		6603295,52	7483261,51	8152049,25	8640095,40	8970655,50
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (руб) $\Sigma ЧДД_t$		39849357,18				
16	Капиталообразующие инвестиции, (руб) <i>Jo</i>	17376546,14					

Продолжение таблицы 4.6

17	Чистый дисконтированный доход (руб) <i>ЧДД</i>		22472811,04
18	Индекс доходности <i>JD</i>		1,29
19	Срок окупаемости проекта (год) <i>Токуп</i>		0,77

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

4.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы

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

Критический объем продаж, представляющий собой минимальное количество продаж для покрытия расходов предприятия, составил 43615 шт.

Объемы продаж новой продукции каждый год будут увеличиваться на 11277 шт.

Чистый дисконтированный доход *ЧДД*, который составил 22472811,04 рублей, положителен, откуда следует, что проект является эффективным и можно рассматривать вопрос о его принятии.

Индекс доходности *JD* в данном проекте составил 1,29. Индекс доходности *JD* тесно связан с *ЧДД* следующим образом: если *ЧДД* положителен, то $JD > 1$ и наоборот. Если $JD > 1$, то проект эффективен, если $JD < 1$ – не эффективен.

Срок окупаемости проекта равен 0,77 года. Это период начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным

проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления. Чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект.

Следовательно, из анализа полученных экономических показателей можно сделать вывод о целесообразности предлагаемого проекта по модернизации заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190.

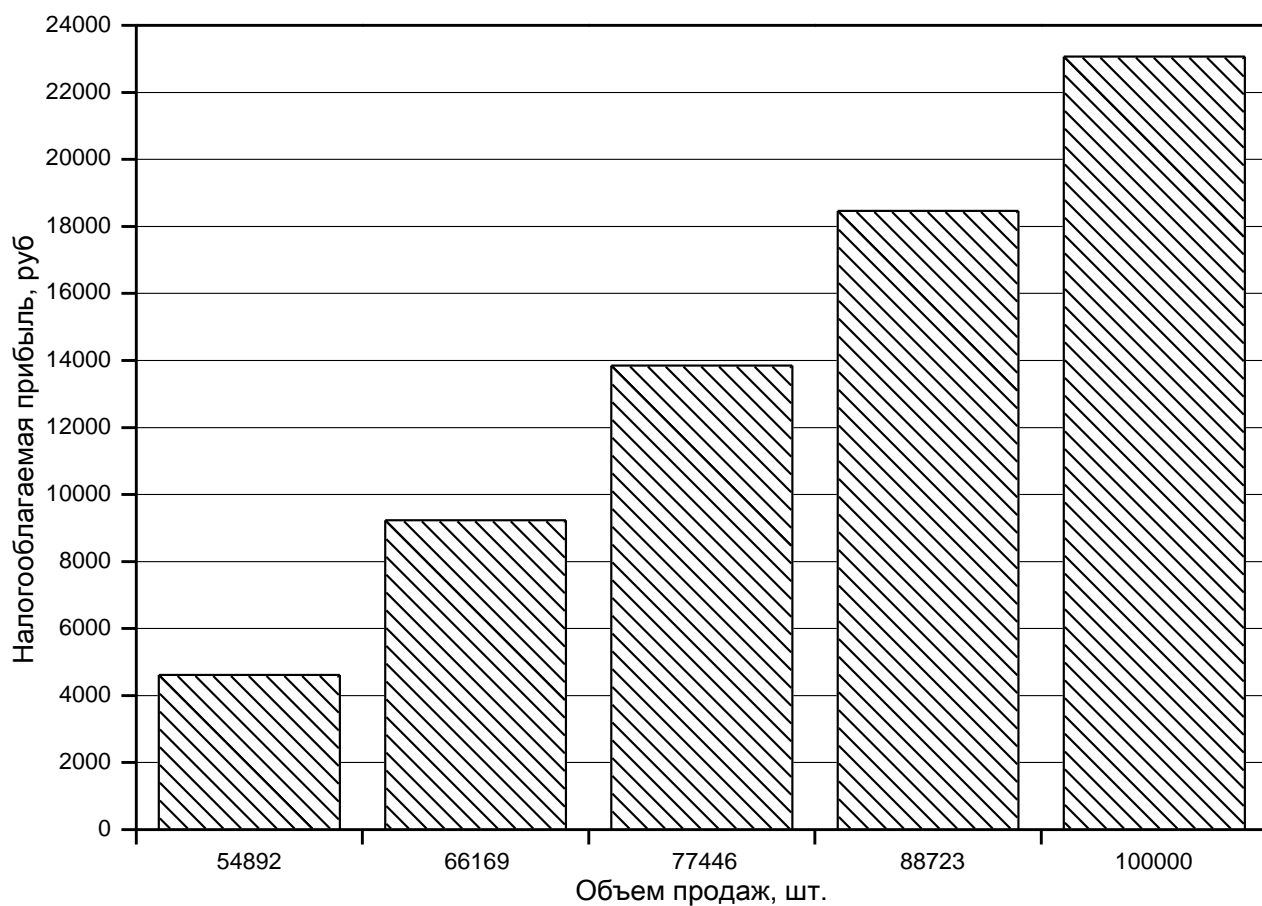
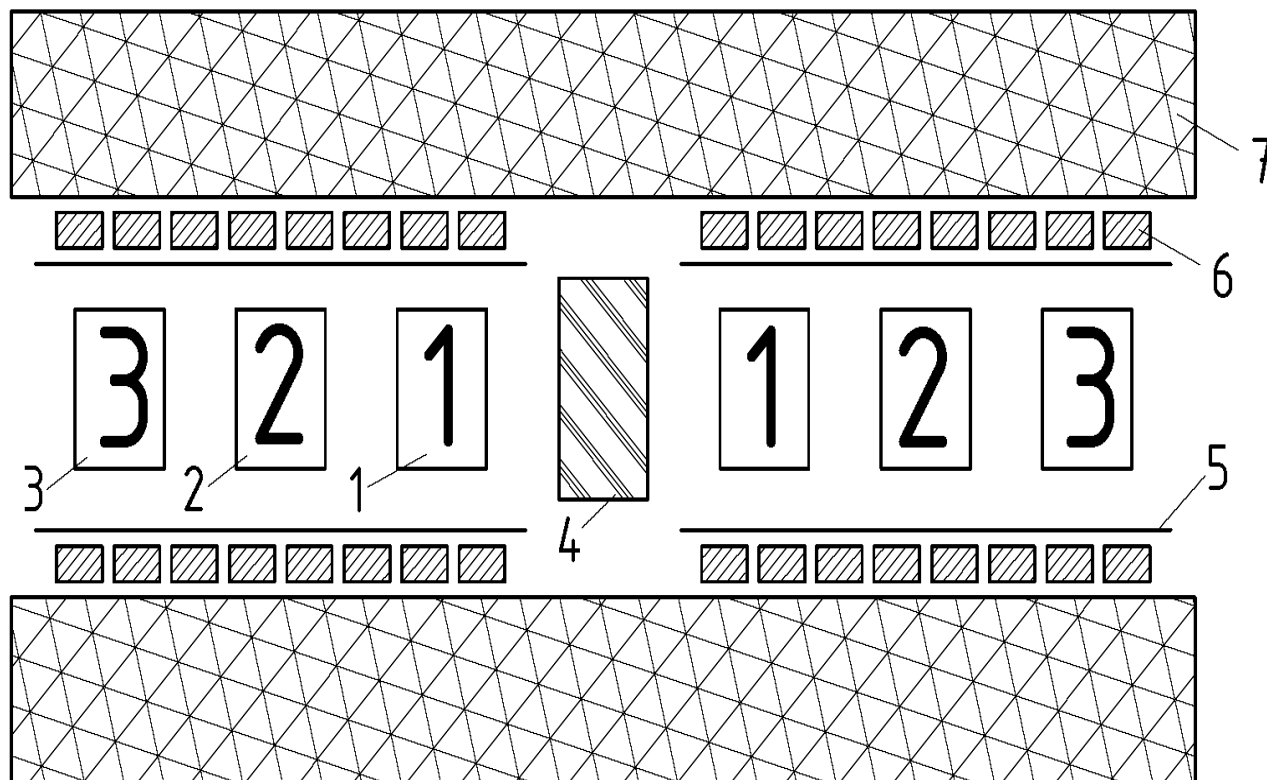


Рисунок 4.2 – График соотношения между объемом производства и прибылью

5 Безопасность и экологичность объекта

5.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

Схема участка сборки заднего тормозного механизма представлена на рисунке 5.1.



- 1 – стенд сборочный узловой сборки щита заднего тормоза;
2 – стенд сборочный узловой сборки колодок заднего тормоза с рычагом в сборе;
3 – стенд сборочный общей сборки заднего тормоза; 4 – место отдыха работников;
5 – ограждение участка; 6 – контейнеры; 7 – дорога

Рисунок 5.1 – План участка сборки заднего тормозного механизма

Участок сборки заднего тормозного механизма представляет собой помещение со сборочными стендами, оснасткой и инструментом. Комплектующие изделия для сборки доставляются в контейнерах путем подвоза их погрузчиками. Полностью собранные тормоза укладываются в специальную тару, которая по мере заполнения отправляется по дальнейшему техпроцессу.

Таблица 5.1

№ позиции на эскизе рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Стенд сборочный узловой сборки щита заднего тормоза: Приспособление; Пуансон для запрессовки заклепок	1. Сборка щита заднего тормоза
2	Стенд сборочный узловой сборки колодок заднего тормоза с рычагом в сборе: Приспособление; Пуансон для запрессовки осей	1. Сборка колодок заднего тормоза с рычагом в сборе
3	Стенд сборочный общей сборки заднего тормоза: Приспособление; Пневмогайковерт; Оснастка для монтажа пружин; Ключ моментный предельный; Ключ Т-образный с фиксированной ручкой; Отвертка.	1. Сборка заднего тормоза

5.2 Опасные и вредные производственные факторы

На участке сборки заднего тормозного механизма можно выделить следующие основные опасные и вредные производственные факторы.

Таблица 5.2

Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1	Физические	
1.1	Движущиеся детали машин и механизмов; подвижные части производственного оборудования;	Погрузчики; пневмогайковерт; приспособление для запрессовки заклепок; приспособление для запрессовки осей; падение деталей
1.2	Повышенный уровень шума, вибраций	Пневмогайковерт; приспособление для запрессовки заклепок; приспособление для запрессовки осей;
1.3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха	Погрузчики
1.4	Повышенное значение напряжения в электрической цепи	Проводка освещения; проводка механизмов и приспособлений
1.5	Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны	Искусственное освещение; местное освещение
1.6	Острые кромки, заусенцы и шероховатость	Поверхности деталей и инструментов
1.7	Параметры микроклимата	Увеличение температуры в рабочем помещении в летнее время
2	Психофизиологические	
2.1	Перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда; статические и динамические перегрузки	Все виды ручного труда при сборке задних тормозов: установка, закрепление, съем деталей; выполнение сборочных операций

Движущиеся детали машин и механизмов, подвижные части производственного оборудования при несоблюдении техники безопасности и специаль-

ных мер защиты могут привести к переломам, ушибам, сотрясениям, ссадинам и т.д. различных органов и конечностей человека, что может вызвать, в конечном счете, потерю работоспособности, инвалидность, летальный исход.

Повышенный уровень шума, вибраций. В первую очередь шум воздействует на сердечно-сосудистую систему человека. Второй по степени воздействия – слуховой орган. При давлении, равном $2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности $J = 10$ Вт/м², частоте 1000 Гц у человека возникают болевые ощущения – болевой порог. Человек воспринимает звуковые колебания от 20 до 20000 Гц. Наименьшее звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па и интенсивность $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² при частоте 1000 Гц. Третий по степени воздействия – гипофиз человека (инфразвуковые колебания). У человека возникает растерянность, чувство тревоги, страха и слабости. Низкочастотные колебания опасны тем, что они могут совпадать с собственной частотой внутренних органов.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха. Пыль оказывает вредное воздействие на дыхательные пути, кожные покровы, органы зрения, и на пищеварительный тракт. Поражение пылью верхних дыхательных путей в начальной стадии сопровождается раздражением, а при длительном воздействии появляется кашель, отхаркивание грязной мокротой. Пыль, глубоко проникающая в дыхательные пути, приводит к развитию в них патологического процесса, который получил название пневмокониоза.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает следующее воздействие:

- электролитическое: разложение крови и плазмы;
- термическое: нагрев тканей, сосудов человека, нервов, возникают ожоги;
- биологическое: раздражение и возбуждение живых тканей организма, произвольное сокращение мышц, что может привести к прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения.

Отсутствие или недостаток естественного освещения или освещения рабочей зоны. Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность и оказывает сильное воздействие на психологию человека, а в

конечном счете на производственный травматизм и производительность труда. Поэтому в летние месяцы года в результате большего использования естественного освещения количество несчастных случаев значительно меньше, чем в осенне-зимние месяцы. Для защиты от слепящего действия прямых солнечных лучей или их отражений от блестящих деталей остекление световых проёмов покрывают тонким слоем белой краски или простое стекло заменяют матовым. Использование только местного освещения не разрешается, т.к. резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами вредно отражается на зрении рабочих, замедляет скорость работы, а иногда и является причиной несчастных случаев. Пульсация светового потока оказывает негативное влияние на глаза человека, вызывает боль, раздражение и ведет к снижению зрения.

Острые кромки, заусенцы и шероховатость поверхности оборудования, инструментов и деталей при несоблюдении специальных мер защиты (например, отсутствие защитных кожухов), могут привести к опасным травмам: порезам, занесению инфекций. Это снижает работоспособность человека.

Температура и влажность. На рабочем месте должно поддерживаться оптимальное соотношение температуры, относительной влажности и скорости ветра во избежание охлаждающего или перегревающего воздействия на организм работающего. Оптимальные условия температуры, относительной влажности и скорости ветра зависят от сезона: в теплый сезон (со среднесуточной температурой выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) необходимо поддерживать температуру $+20\text{...}22\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительную влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость движения воздуха не более $0,4\text{ м/с}$; в холодный сезон (со среднесуточной температурой ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) необходимо поддерживать температуру $+17\text{...}19\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительную влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость движения воздуха не более $0,3\text{ м/с}$.

Перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов; монотонность труда; статические и динамические перегрузки оказывают негативное влияние на здоровье человека и приводят к расшатыванию психики человека, умственным и эмоциональным перегрузкам.

5.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

К организационно-техническим мероприятиям созданию безопасных условий труда необходимо отнести со стороны администрации разработку требований по безопасности работы, а также создание условий для работы в соответствии с принятыми стандартами.

5.3.1 Требования безопасности перед началом работы

- Привести в порядок рабочую одежду, рукава одежды застегнуть у кистей рук, заправить одежду так, чтобы не было развевающихся концов.
- Спецодежда должна соответствовать нормам средств индивидуальной защиты.
- Убедиться, что на рабочем месте чистота и порядок.
- Проверить расположение узлов и деталей, поступившие для сборки на данный участок, которые должны располагаться в предусмотренных технологическим процессом местах.

5.3.2 Требования безопасности во время работы

- Приступая к выполнению сборочных операций, проверить используемое сборочное оборудование на холостом ходу, убедиться в его исправности.
- При необходимости отрегулировать местное освещение так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, но свет при этом не слепил глаза.
- Вынимаемые из транспортировочной тары узлы и детали укладывать устойчиво, на подготовленные для этого стеллажи, подставки, кассеты и т.п., при этом перебрасывать их на расстоянии запрещается.
- Допуск посторонних лиц на свое рабочее место не допускается.
- Работа с незафиксированными или неправильно зафиксированными узлами и деталями не допускается.

5.3.3 Требования безопасности после работы

- Убедиться в том, что оборудование полностью выключено.
- Весь инструмент, использованный при работе, разложить по своим местам.
- Произвести уборку своего рабочего места.
- Снять и привести в порядок рабочую одежду.
- Вымыть руки.

5.3.4 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте

Под системами пожарной защиты понимаются комплексы организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, а также ограничение материального ущерба.

Пожарная защита производственных объектов обеспечивается: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, извещения и пожаротушения.

Участок сборки заднего тормозного механизма отнесен к категории Д – участок с непожароопасными технологическими процессами, где имеются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, отсутствуют взрывоопасные смеси, открытое пламя, искры, горячая пыль или волокна и так далее.

В случае возникновения пожара используются порошковые огнетушители: ОП-1 «Момент», ОП-2А, ОП-10А, ОПС-10, ОП-100, ОППС-10, ОП-250, СП-120.

5.3.5 Обеспечение электробезопасности

Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок; применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.019-79 и ГОСТ 12.1.030-81).

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током являются: защитное заземление, защитное зануление, выравнивание потенциалов, малое напряжение, электрическое разделение сетей, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, компенсация токов замыкания на землю, оградительные устройства, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу, то есть это помещение с повышенной опасностью, так как не исключена вероятность одновременного контакта с имеющимися соединениями с землей металлическими элементами технологического оборудования (металлоконструкциями здания) и металлическим корпусом электрооборудования.

5.4 Мероприятия по экологической безопасности объекта

В целях защиты людей администрация предприятия должна принимать меры к соблюдению требований по экологической безопасности.

Вредные выбросы в атмосферу с участка сборки заднего тормоза отсутствуют, поскольку не происходит процессов горения, а токсичные вещества не используются.

Поскольку разрабатываемый объект входит в общезаводскую структуру, целесообразно использовать заводские очистные сооружения для воды, а утилизацию отработанных средств осуществлять в общезаводских масштабах с максимально возможным использованием производственных отходов во вторичной переработке.

Какого-либо вредного воздействия излучений и шумов на участке сборки нет, поскольку тепловое и электромагнитное излучение является незначи-

тельным, а шум не распространяется за пределы производственного помещения.

5.5 Функционирование объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации необходимо выключить оборудование, используя аварийный выключатель. К подобным ситуациям можно отнести:

- попадание человека в опасную зону;
- загорание или короткое замыкание электрооборудования;
- при неправильной ориентации детали на транспорте и рабочих позициях;
- при срабатывании какого-либо агрегата, который может привести к серьезным поломкам линии или агрегата.

При наличии травм оказать первую медицинскую помощь пострадавшему, сообщить о случившемся мастеру или бригадиру, отправить пострадавшего в ближайший медицинский пункт.

В случае возникновения пожара или природного катаклизма должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей. Согласно СниП П-2-80, число эвакуационных выходов следует иметь не менее двух. Допускается иметь одну дверь, ведущую к эвакуационным выходам из помещений, расположенных на любом этаже. Эвакуационный выход из подвалов допускается проектировать в помещения, расположенные на первом этаже. Лестницы должны быть шириной не менее 0,7 м с уклоном не более 1:1.

5.6 Влияние изменений, внесенных в конструкцию заднего тормоза, на безопасность автомобиля

Тормозные системы существенно влияют на активную безопасность автомобиля. Поэтому к тормозным системам, кроме общих требований к конструкции автомобиля, предъявляются повышенные специальные требования. В соответствии с этими требованиями тормозные системы должны обеспечивать:

- минимальный тормозной путь или максимальное замедление при торможении;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания при торможении;
- пропорциональность между усилием на тормозной педали и тормозными силами на колесах автомобиля (силовое следящее действие);
- легкость управления.

Требования к тормозным системам регламентируются российскими и международными нормативными документами, основными из которых являются ГОСТ Р 41.13-99 (Правила №13 ЕЭК ООН) и ГОСТ Р 41.13Н-99 (Правила №13Н ЕЭК ООН).

Главным критерием, который оценивается при испытаниях тормозной системы по вышеуказанным правилам является среднее значение предельного замедления. При торможении с начальной скорости 100 км/ч оно должно быть не менее $6,43 \text{ м/с}^2$ при отсоединенном двигателе и не менее $5,76 \text{ м/с}^2$ при подсоединенном двигателе. При проведении испытаний усилие на органе управления тормозной системой не должно превышать 50 даН. Величина критерия тормозного пути определяется расчетным путем исходя из начальной скорости торможения.

На автомобиле LADA-2190 в качестве заднего тормозного механизма применяется барабанный тормозной механизм, в котором оптимальный зазор между тормозным барабаном и тормозными колодками поддерживается механизмом автоматической регулировки, встроенном в колесный цилиндр. Из-за особенностей конструкции этого механизма, ему присущи определенные недостатки, главным из которых является увеличение хода тормозной педали и хода рычага ручного тормоза по мере износа тормозных накладок, что негативно сказывается на активной безопасности автомобиля, поскольку время срабатывания тормозного привода увеличивается.

Предлагаемая модернизация механизма автоматической регулировки позволяет минимизировать указанный недостаток, поскольку позволяет под-

держивать зазор между тормозным барабаном и тормозными колодками на одном оптимальном уровне. Данная конструкция работает по принципу увеличения длины распорной планки ручного тормоза и благодаря своим конструктивным особенностям срабатывает практически при каждом торможении. Таким образом, ход тормозной педали и ход рычага ручного тормоза в процессе эксплуатации автомобиля не увеличивается, что положительно сказывается на активной безопасности автомобиля.

5.7 Выводы и рекомендации

В результате работы над разделом «Безопасность и экологичность объекта» было выявлено следующее:

- выявлены опасные и вредные производственные факторы возникающие в процессе сборки заднего тормозного механизма, проанализировано влияние, которое они оказывают на организм работающего;
- разработаны мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и мероприятия по снижению воздействия ОВПФ;
- определена категория пожаробезопасности участка, в данном случае категории «Д»;
- определена категория участка по электробезопасности, в данном случае 2 класс «помещение повышенной опасности»;
- проведено описание действий в случае аварийных и чрезвычайных ситуациях;
- определено влияние изменений, внесенных в конструкцию заднего тормозного механизма, на безопасность автомобиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пояснительной записке на тему «Переднеприводный автомобиль 2 кл. Модернизация тормозной системы» были рассмотрены вопросы:

В разделе «Состояние вопроса» были проанализированы назначение и типы тормозных систем, предъявляемые к ней требования; классифицированы тормозные механизмы, привода тормозных механизмов; рассмотрены варианты конструкций тормозных механизмов, в общем, и конструкция заднего тормозного механизма автомобиля LADA-2190, в частности; определены недостатки существующего механизма регулировки зазора между тормозным барабаном и колодками и предложен альтернативный вариант его конструкции.

В разделе «Конструкторская часть» был произведен тягово-динамический расчет автомобиля, далее был выполнен расчет узлов тормозной системы и определены параметры тормозных свойств автомобиля LADA-2190.

В разделе «Технологическая часть» был разработан технологический процесс сборки заднего тормозного механизма, выбрана организационная форма сборки и параметры производства.

В разделе «Анализ экономической эффективности объекта» была определена себестоимость модернизированного тормозного механизма, рассчитана точка безубыточности проекта, определены показатели коммерческой эффективности проекта.

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» были определены опасные и вредные производственные факторы на участке сборки заднего тормозного механизма, разработаны мероприятия по защите работников участка сборки.

По результатам проведенной работы видно, что модернизированная конструкция барабанного тормозного механизма с механизмом регулировки зазоров между колодками и тормозным барабаном, расположенном на распорной планке, обладает улучшенными рабочими характеристиками, положительно сказывается на эргономических характеристиках тормозной системы, а в целом, повышает потребительские качества и активную безопасность автомобиля LADA-2190.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

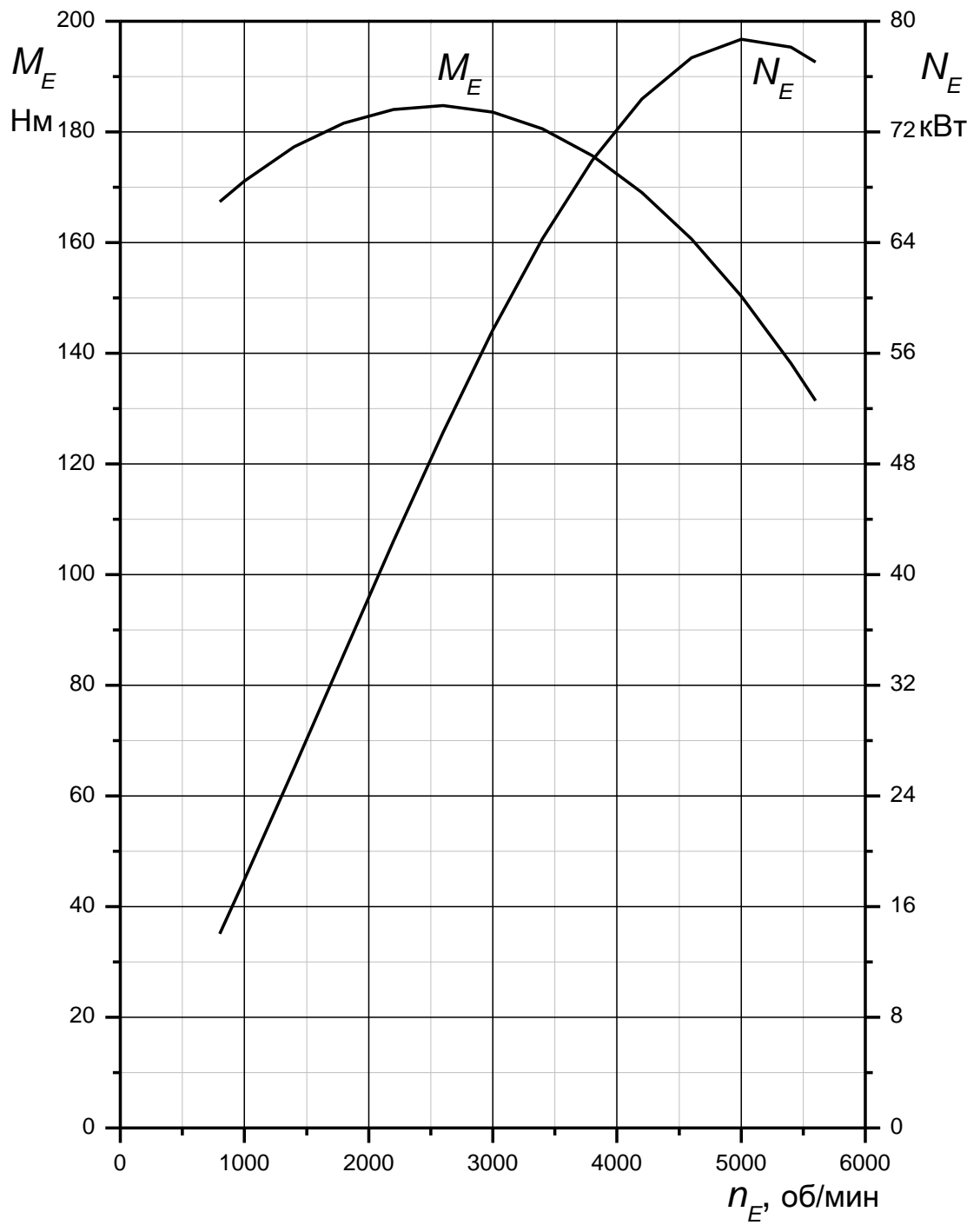


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

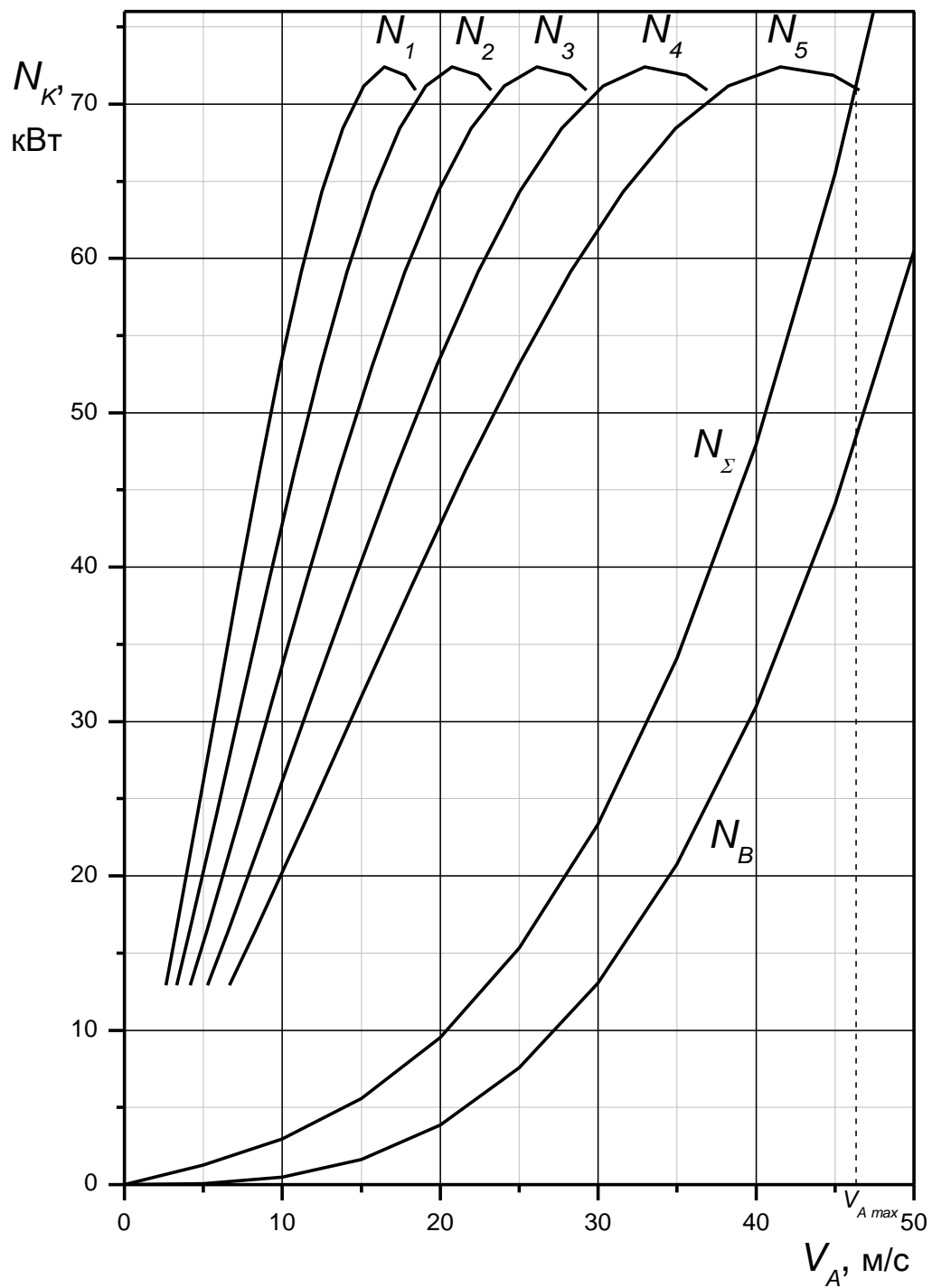


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

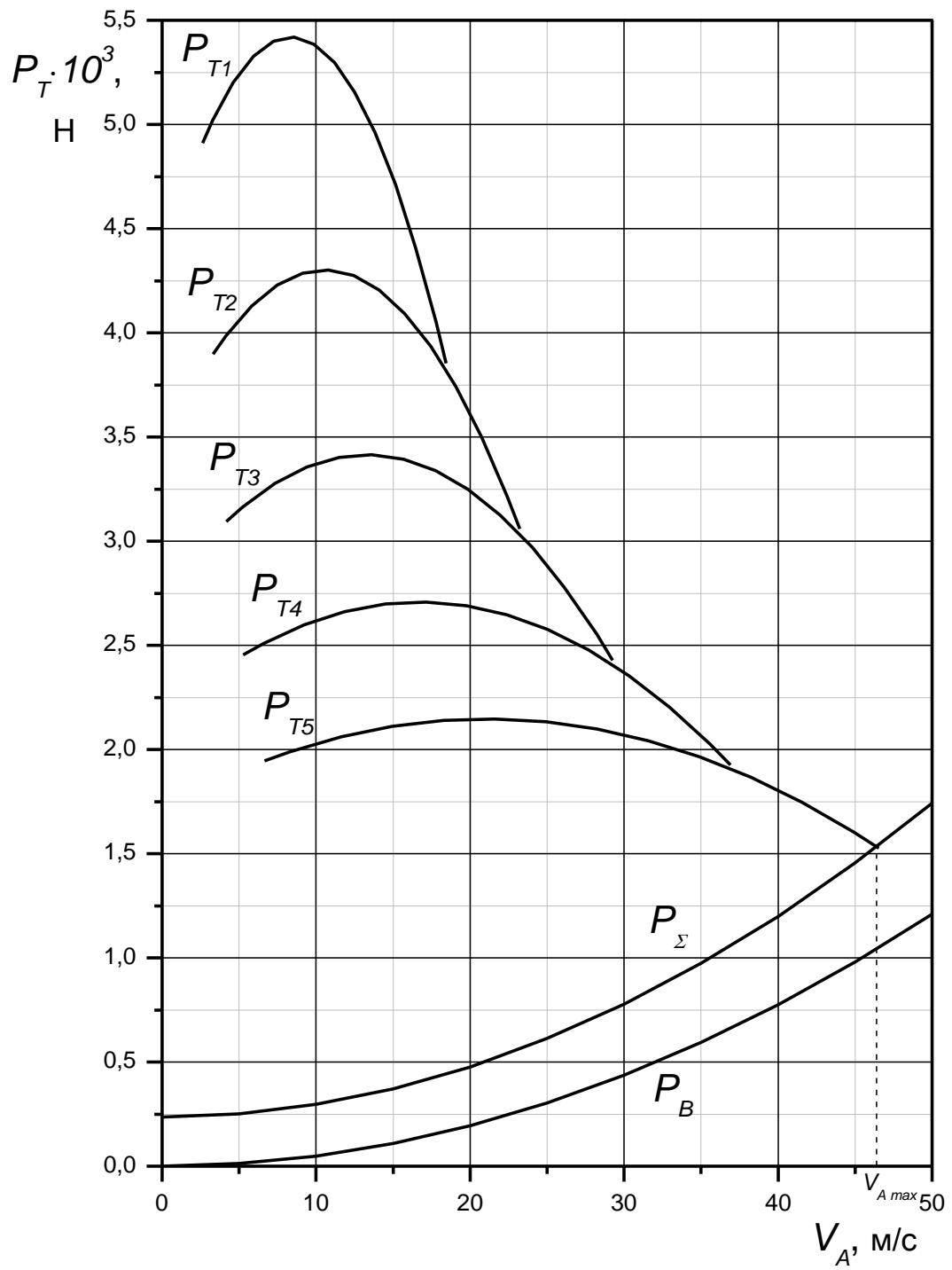


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

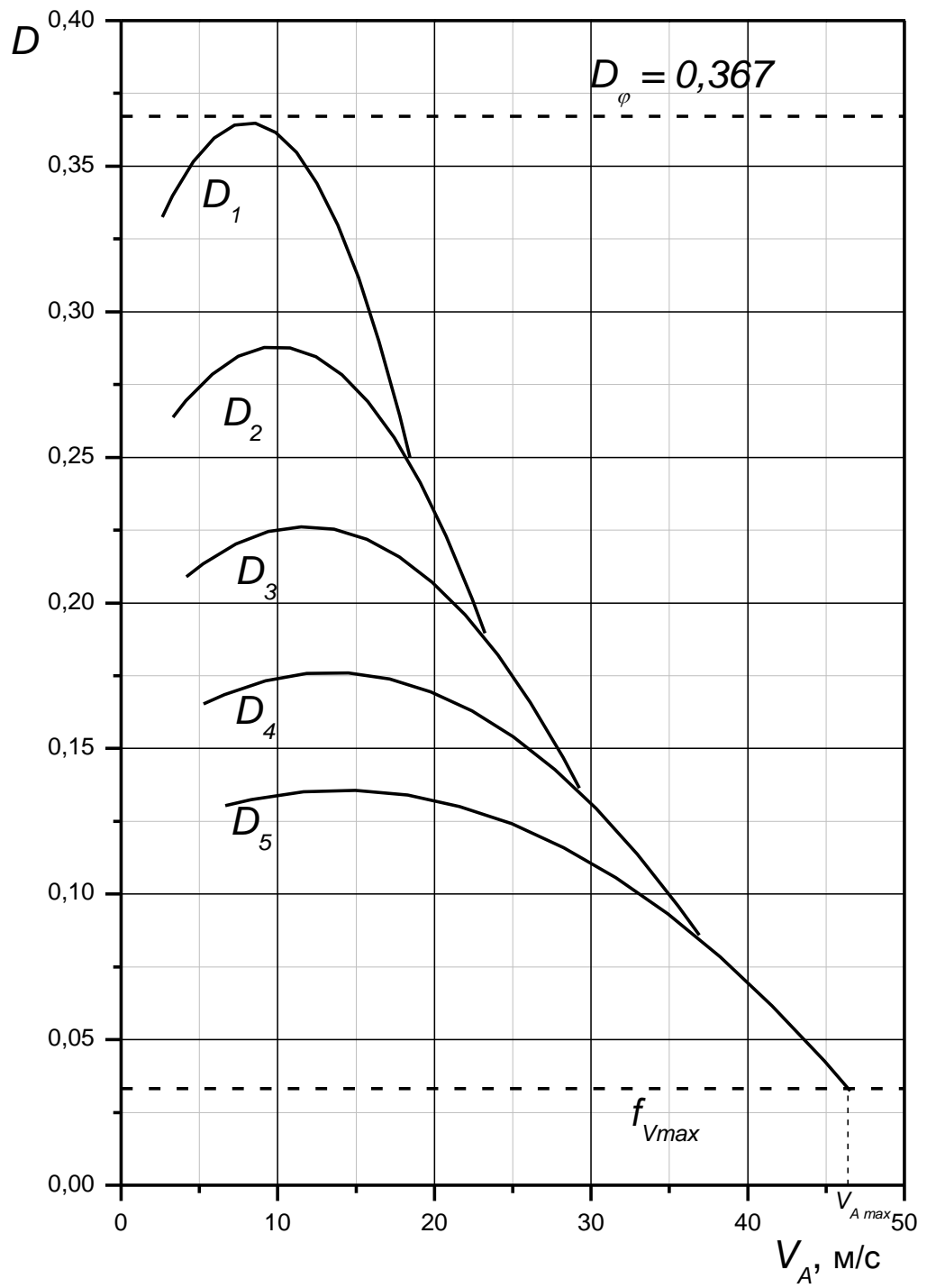


Рисунок А.4 – Динамический баланс

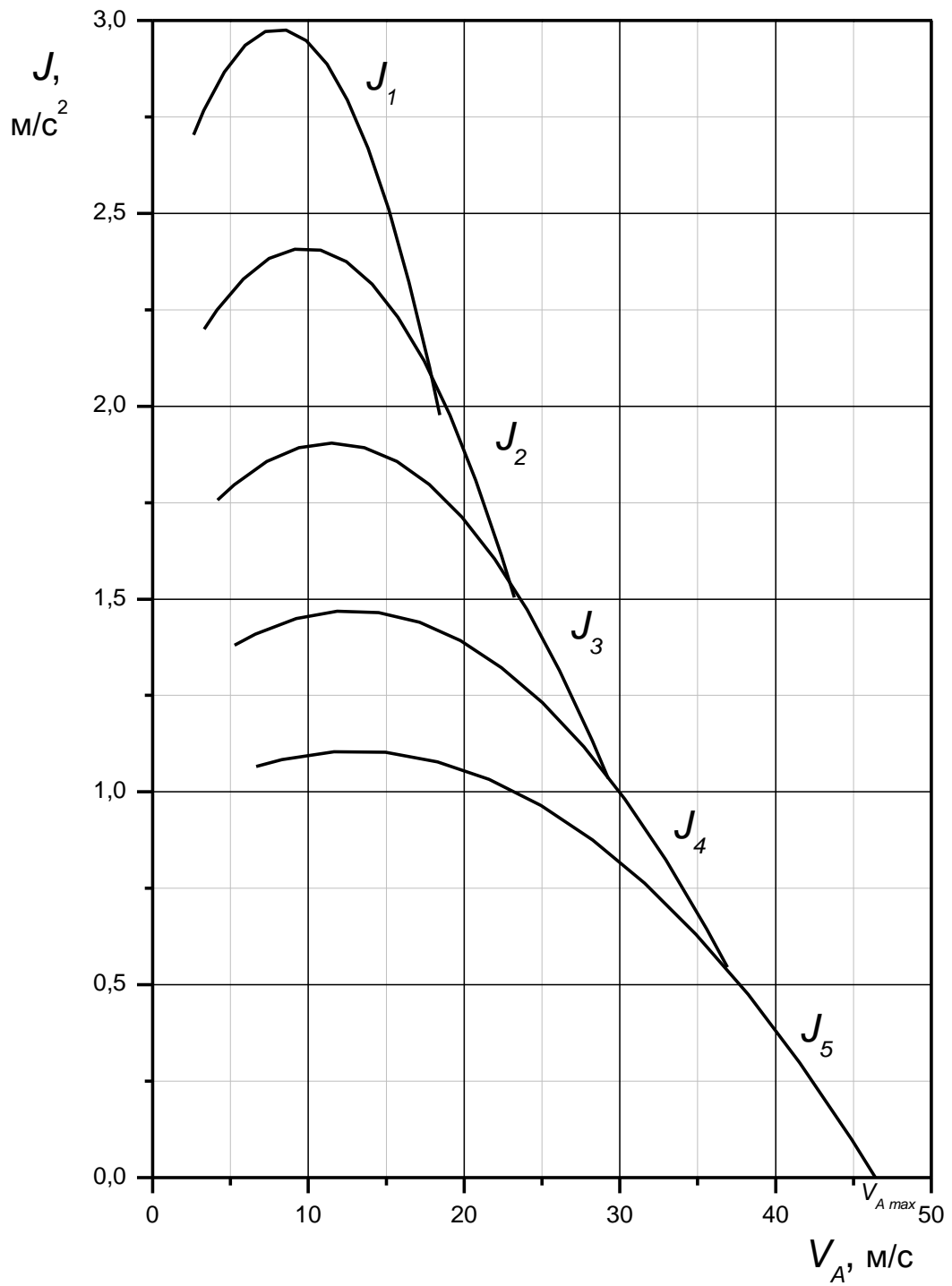


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

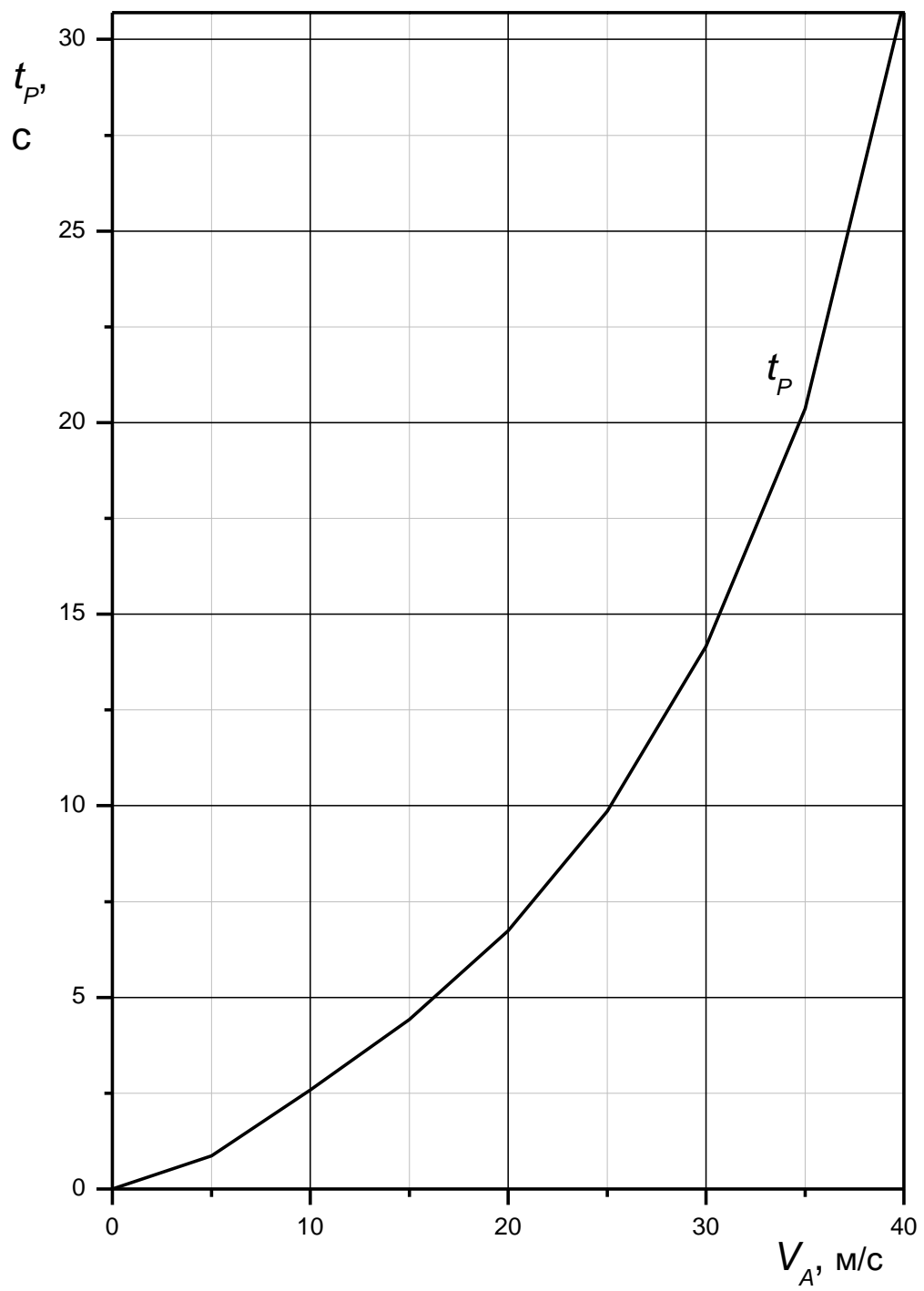


Рисунок А.6 – Время разгона

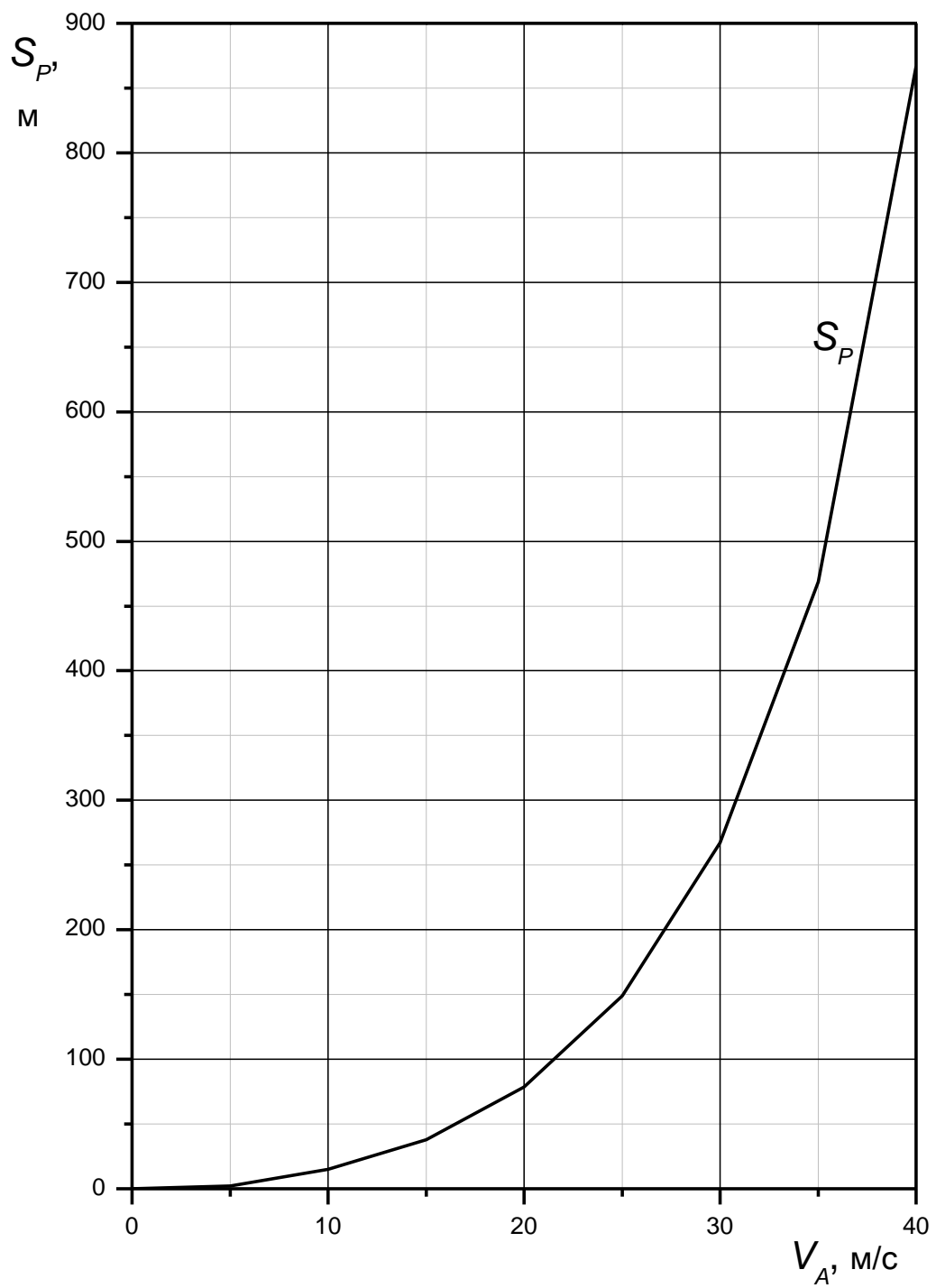


Рисунок А.7 – Путь разгона

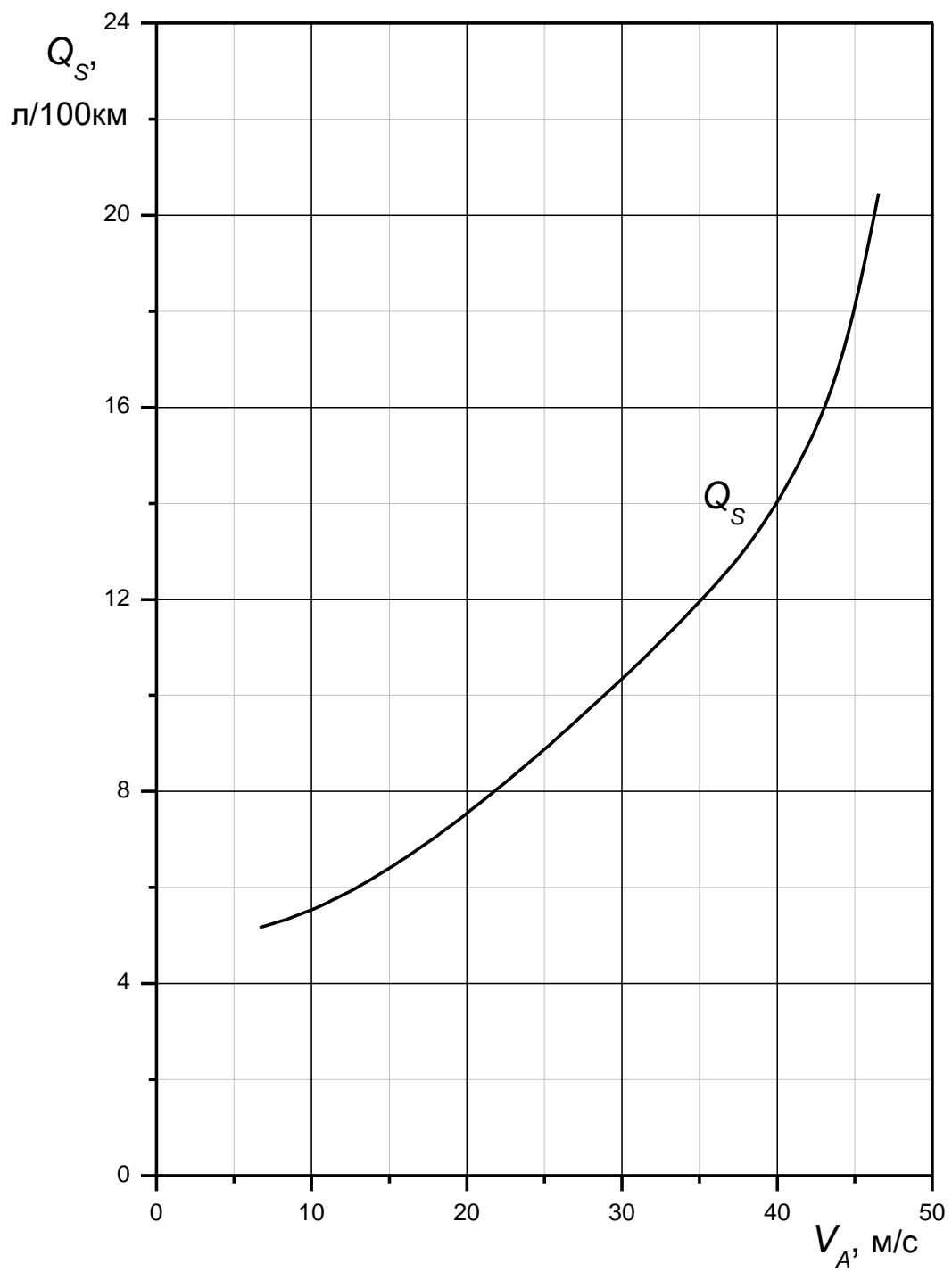


Рисунок А.8 – Путь расход топлива