

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль))

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: **Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация
задней подвески**

Студент(ка)	<u>П.В. Чихалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Бобровский</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>Л.Л. Чумаков</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Д.Ю. Воронов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (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

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

_____ А.В. Бобровский

«02» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Чихалов Павел Валерьевич

1. Тема Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация задней подвески

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

3. Исходные данные к дипломному проекту

Снаряженная масса $m_0 = 1100$ кг; число мест – 5; максимальная скорость

$V_{max} = 183$ км/ч; $\omega_{max} = 6000$ об/мин; $\omega_{min} = 800$ об/мин; $f_o = 0,011$; $\eta_{TP} = 0,95$; $C_x = 0,353$;

площадь поперечного сечения $H = 2,04$ м².

Цель проекта: Разработка задней независимой подвески автомобиля LADA 2190.

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

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

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

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.

3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.

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

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

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

4. Технологическая /Исследовательская часть

Разработка технологического процесса сборки задней подвески.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Определение показателей экономической эффективности внедрения модернизированной конструкции задней подвески.

6. Безопасность и экологичность объекта

Определение опасных и вредных производственных факторов на участке сборки задней подвески и разработка мероприятий по их устранению.

Заключение

Список литературы

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализовка листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____/_____/

Анализ экономической эффективности объекта _____/_____/

Безопасность и экологичность объекта _____/_____/

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

Руководитель выпускной квалификационной работы

_____ А.В. Бобровский _____

Задание принял к исполнению

_____ П.В. Чихалов _____

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»

_____ **А.В. Бобровский**
(подпись) (И.О. Фамилия)

«02» февраля 2016г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Студента Чихалов Павел Валерьевич
по теме Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация задней подвески

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

Руководитель дипломного проекта _____
(подпись)

А.В. Бобровский
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

П.В. Чихалов
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Целью данного проекта является разработка задней подвески автомобиля LADA 2190 Granta, изучение эластокинематических свойств независимой задней подвески, позволяющей решить ряд задач, важнейших для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости, повышение комфорта.

Техническая сложность достижения поставленной задачи заключается не в создании самой конструкции, как таковой, а в обеспечении ее размещения в пространство, обеспечиваемое кузовом автомобиля LADA 2190 Granta практически без конструктивных изменений последнего.

Проект включает пояснительную записку – 112 страниц, графическую часть – 10 листов формата А1.

Графическая часть включает монтажный общий вид автомобиля, чертежи подвески и деталей, входящих в ее состав, листы графиков тягового расчета, технологического процесса сборки, показателей экономической эффективности.

В разделе состояние вопроса проводится анализ конструкций задних независимых подвесок и обоснование выбора конструкции подвески.

В патентной части производится анализ на патентную чистоту, а в конструкторской части выполнен тягово-динамический расчет автомобиля, а также расчеты параметров задней подвески.

В технологической части дипломного проекта приводится технологический процесс сборки задней независимой подвески.

Экономические расчеты раскрывают затраты на изготовление задней независимой подвески при запуске ее в производство. Также производится расчет коммерческой эффективности проекта.

В разделе безопасность и экологичность объекта описываются все опасные производственные факторы при работе на участке сборки подвески.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	10
1 Состояние вопроса.....	12
1.1 Назначение и основные элементы подвески.....	12
1.2 Требования, предъявляемые к подвескам.....	13
1.3 Классификация подвесок.....	13
1.4 Обзор конструкций задних подвесок.....	18
1.5 Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta.....	25
1.6 Модернизированная задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta.....	27
2 Патентные исследования.....	29
2.1 Обоснование необходимости проведения исследования.....	29
2.2 Описание объекта.....	30
2.3 Формирование программы исследований.....	31
2.3.1 Формулировка целей исследования.....	31
2.3.2 Определение стран проверки.....	32
2.3.3 Определение категории объекта.....	32
2.3.4 Выявление технических решений (ТР), использованных в объекте.....	32
2.3.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию.....	33
2.3.6 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР.....	33
2.3.7 Установление глубины поиска.....	34
2.3.8 Определение источников информации.....	34
2.4 Патентный поиск.....	35
2.4.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к ИТР.....	35
2.4.2 Анализ сущности технических решений.....	35
2.4.3 Определение показателей положительного эффекта.....	35
2.4.4 Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков ИТР и аналогов..	42
2.4.5 Описание усовершенствованного объекта.....	43
2.4.6 Выявление и анализ существенных признаков ИТР и аналогов.....	44

2.5 Выводы и рекомендации.....	45
3 Конструкторская часть.....	46
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	46
3.1.1 Исходные данные для проведения расчета.....	46
3.1.2 Полный вес автомобиля и его распределение по осям.....	46
3.1.3 Выбор шин.....	47
3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя.....	47
3.1.5 Передаточное число главной передачи.....	49
3.1.6 Передаточные числа коробки передач.....	49
3.1.7 Скорость автомобиля в зависимости от включенной передачи и числа оборотов двигателя.....	50
3.1.8 Тяговая характеристика автомобиля.....	51
3.1.9 Силы сопротивления движению автомобиля.....	52
3.1.10 Динамический фактор автомобиля.....	53
3.1.11 Мощностной баланс автомобиля.....	54
3.1.12 Ускорения автомобиля при разгоне.....	55
3.1.13 Время и путь разгона автомобиля.....	57
3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика автомобиля.....	59
3.2 Расчет параметров подвески автомобиля LADA 2190 Granta.....	61
3.2.1 Исходные данные для проведения расчета.....	61
3.2.2 Нагрузка на колеса.....	61
3.2.3 Параметры шин.....	62
3.2.4 Расчет упругого элемента подвески.....	63
3.2.5 Нагрузки и напряжения в пружине.....	65
3.2.6 Упругая характеристика подвески.....	66
3.2.7 Демпфирующая характеристика подвески.....	68
3.2.8 Угловая жесткость подвески.....	69
3.2.9 Стабилизатор поперечной устойчивости.....	70
4 Технологическая часть.....	73
4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески.....	73

4.1.1	Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса.....	73
4.1.2	Общие требования к технологичности конструкции подвески.....	73
4.2	Разработка технологической схемы сборки задней независимой подвески.....	74
4.3	Составление перечня сборочных работ.....	75
4.4	Определение трудоемкости сборки задней подвески.....	78
4.5	Выбор организационной формы сборки.....	78
4.6	Составление содержания сборочных операций.....	79
5	Анализ экономической эффективности объекта.....	84
5.1	Обоснование необходимости проведения технико-экономического анализа.....	84
5.2	Расчет себестоимости изготовления проектируемой задней подвески.....	84
5.3	Расчет точки безубыточности проекта.....	90
5.4	Расчет коммерческой эффективности проекта.....	92
5.5	Анализ полученных экономических показателей и выводы.....	10
		0
6	Безопасность и экологичность объекта.....	10
		2
	Введение.....	10
		2
6.1	Рабочее место, оборудование и выполняемые операции.....	10
		2
6.2	Опасные и вредные производственные факторы на участке сборки задней подвески	10
		4
6.3	Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	10
		5
6.3.1	Воздействие шума на человека.....	10
		5

6.3.2 Воздействие вибрации на человека	10
	6
6.3.3 Воздействие уровня освещенности на человека	10
	6
6.3.4 Параметры вентиляции.....	10
	7
6.3.5 Определение категории пожаробезопасности и средств пожаро-тушения:	10
	7
6.3.6 Определение категории электробезопасности.....	10
	8
6.3.7 Мероприятия, связанные со снижением нервно-психологических перегрузок.....	10
	8
6.4 Экологическая экспертиза проекта.....	10
	8
6.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	10
	9
Выводы.....	10
	9
Заключение.....	11
	1
Список использованных источников	11
	2
Приложение А.....	11
	3

ВВЕДЕНИЕ

Когда появились первые автомобили, их шасси представляло собой рамную конструкцию, в которой две продольные балки соединялись различными пересекающимися поперечинами, к которым, в свою очередь, крепился кузов. В более широком смысле шасси – это и была рама с прикрепленными к ней компонентами автомобиля, включая двигатель и трансмиссию. Красиво сделанный и внушительный кузов играл, в основном, роль помещения для размещения сидений и пассажиров и защищал их от дождя. Известны такие названия, как «кузов Mulliner на шасси Rols-Royce». Владельцы Edwardian покупали шасси и отправляли их кузовщикам по своему выбору.

Современные легковые автомобили и даже некоторые современные внедорожники больше не имеют рамы как таковой, так как с появлением «несущих» кузовов в 20-е годы они начали исчезать. В настоящее время в процессе разработки шасси наибольшее внимание уделяется тем системам, узлам и деталям, которые должны обеспечивать комфорт для пассажиров и облегчать водителю процесс управления автомобилем: подвеске, рулевому управлению, тормозной системе, колесам и шинам.

То есть, основные две задачи для шасси – обеспечение управляемости и комфорта.

Кузов соединяется с колесами посредством набора рычагов, пружин и амортизаторов, который называется подвеской. С точки зрения комфорта, подвеска должна давать колесам максимально возможный уровень свободы для передвижения по ямам и неровностям дорожного полотна, обеспечивая при этом минимум перемещений расположенного над ней кузова. Нельзя также забывать, что перемещения кузова должны контролироваться в трех направлениях: в вертикальном (вверх и вниз), в продольном (вперед и назад) и в поперечном (влево и вправо).

Хотя главными задачами шасси являются управляемость и комфорт, существуют еще два фактора, которые при конструировании шасси должны приниматься в расчет.

Первый фактор – эффективное использование пространства. Компоненты шасси и, главным образом, элементы подвески должны максимально компо-

новаться в пространство салона и багажника. За исключением специальных или спортивных автомобилей, не допускается, чтобы элементы подвески занимали большую часть пространства внутри кузова.

Второй фактор – структурная эффективность. Крепления подвески должны передавать нагрузки на кузов в удобных и заранее определенных точках, что позволяет сделать кузов существенно легче. Тогда как распределение большей части нагрузок вне зоны точек крепления, которые могут располагаться или слишком низко или близко друг к другу, может привести к значительному увеличению веса кузова.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение и основные элементы подвески

Подвеской автомобиля называют общность устройств, осуществляющую упругую связь между колесами и рамой или кузовом.

Необходимость подвески заключается в обеспечении плавности хода автомобиля и повышении безопасности его движения.

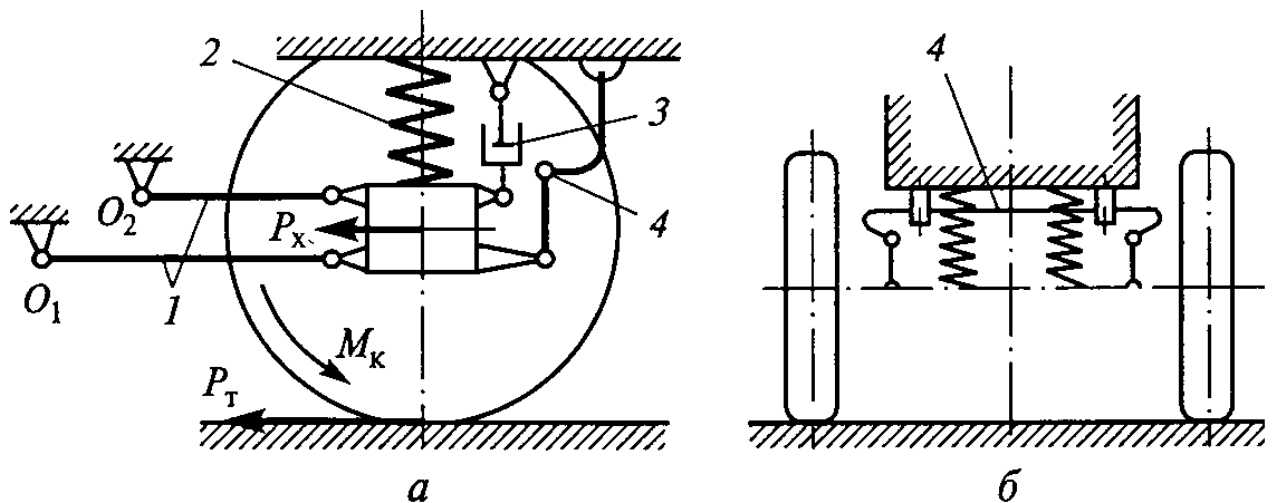
Подвеска разделяет все массы автомобиля на две части:

⇒ поддрессоренные, то есть опирающиеся на подвеску (кузов, рама, закрепленные на них узлы и механизмы);

⇒ неподдрессоренные, то есть опирающиеся на дорогу (мосты, колеса, тормозные механизмы).

Поддрессоренные элементы автомобиля в случае движения по неровной дороге колеблются с частотой порядка $60 \dots 150 \text{ мин}^{-1}$, неподдрессоренные – с частотой порядка $350 \dots 650 \text{ мин}^{-1}$.

В общем случае, подвеска автомобиля (рисунок 1.1) состоит из четырех основных элементов – направляющего, упругого, гасящего, стабилизирующего.



а – схема подвески; б – схема стабилизатора поперечной устойчивости;

1 – направляющее устройство; 2 – упругое устройство;

3 – гасящее устройство (амортизатор); 4 – стабилизирующее устройство (стабилизатор)

Рисунок 1.1 – Элементы подвески

Направляющий элемент подвески ориентирует направление движения колеса и предопределяет характер его перемещения относительно кузова и до-

роги, а также передает продольные и поперечные силы и производные от них моменты, возникающие между колесом и кузовом автомобиля.

Упругий элемент подвески смягчает толчки и удары, передаваемые от колеса на кузов автомобиля, возникающие при наезде на неровности дороги.

Гасящий элемент подвески снижает колебания кузова и колес автомобиля, возникающие при движении по неровностям дороги, и приводит к их затуханию. Гасящий элемент превращает механическую энергию колебаний в тепловую энергию с последующим ее рассеиванием в окружающую среду.

Стабилизирующий элемент подвески уменьшает величину бокового крена и поперечных угловых колебаний кузова автомобиля.

1.2 Требования, предъявляемые к подвескам

К подвескам автомобилей предъявляются следующие требования:

- ⇒ оптимальная характеристика жесткости;
- ⇒ оптимальная кинематика;
- ⇒ оптимальные характеристики демпфирования;
- ⇒ минимальное число неподрессоренных частей;
- ⇒ хороший контакт колеса с дорогой;
- ⇒ низкий уровень шума и вибрации;
- ⇒ рациональная компоновочная схема.

1.3 Классификация подвесок

Классификация подвесок в зависимости от класса автомобиля и его назначения представлена на рисунке 1.2.

По направляющему устройству все подвески автомобилей разделяются на два основных типа – зависимые и независимые (рисунок 1.3).

Зависимой называется подвеска, при которой колеса одного моста связаны между собой жесткой балкой, вследствие чего перемещение одного из колес вызывает перемещение другого колеса.

На легковых автомобилях зависимые подвески применяются обычно для задних колес. Они просты по конструкции и в обслуживании, имеют малую стоимость.

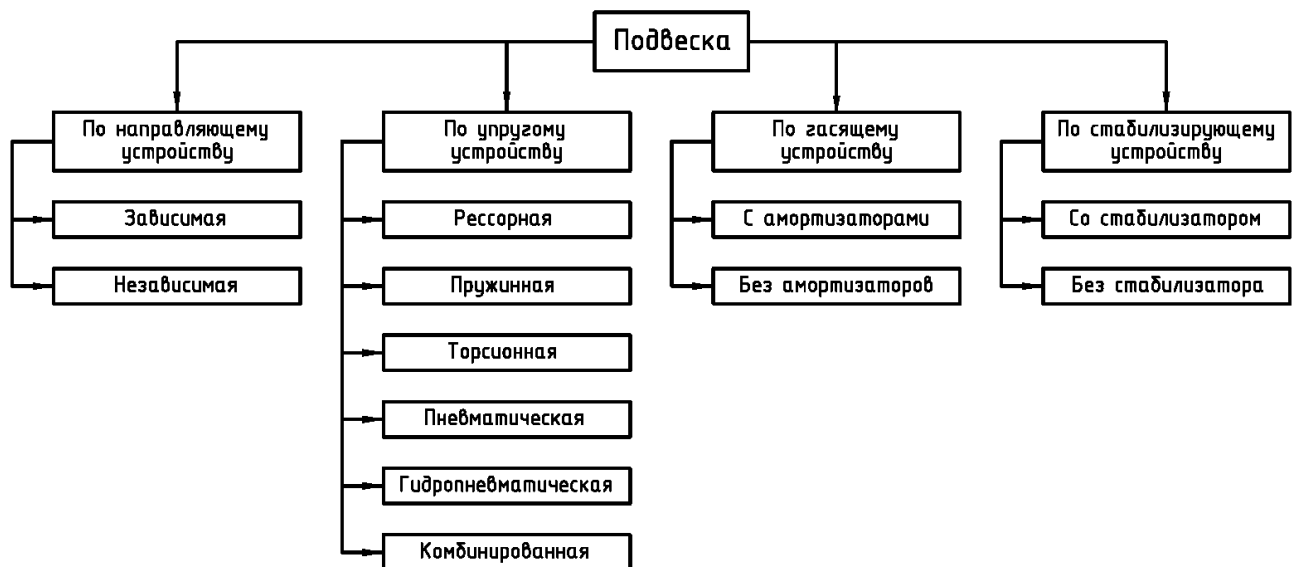
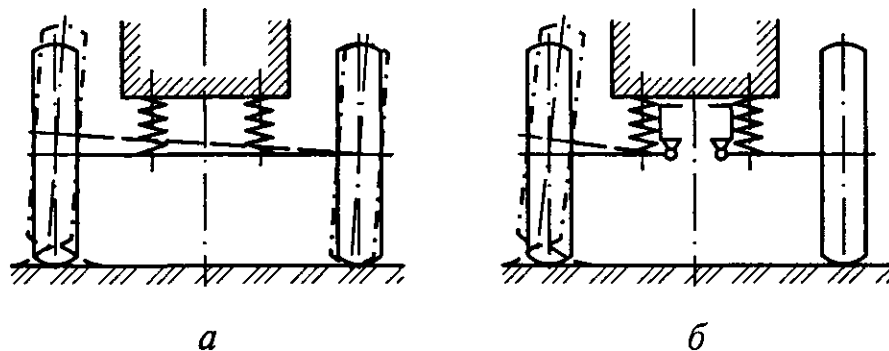


Рисунок 1.2 – Классификация подвесок



а – зависимая подвеска; б – независимая подвеска

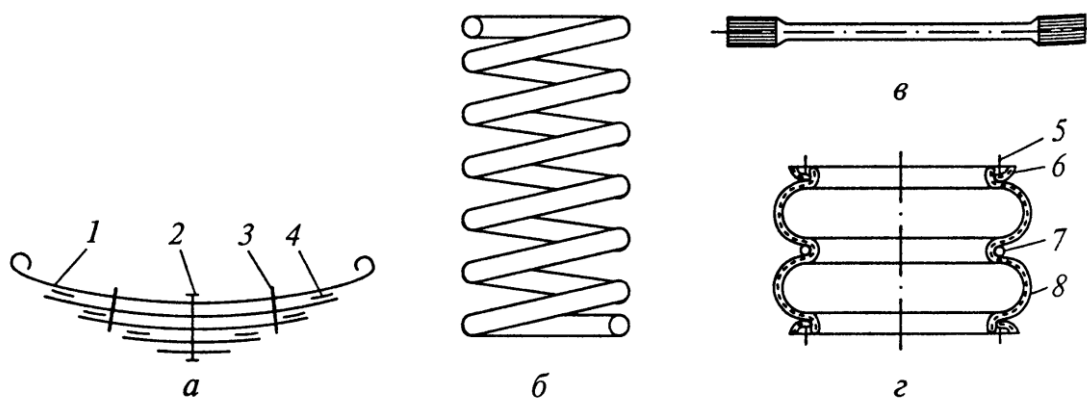
Рисунок 1.3 – Схемы подвесок по направляющему устройству

Независимой называется подвеска, при которой колеса одного моста не имеют между собой непосредственной связи, подвешены независимо друг от друга и перемещение одного колеса не вызывает перемещения другого колеса.

Независимые подвески по направлению движения колес могут быть с перемещением колес в продольной, поперечной и продольно-поперечной плоскостях относительно дороги и кузова автомобиля.

Независимые подвески в легковых автомобилях применяются и для передних и для задних колес, они обеспечивают большую плавность хода в сравнении с зависимыми подвесками, но при этом обладают более сложной конструкцией и являются более дорогостоящими в эксплуатации.

В соответствии с упругим устройством подвески бывают рессорными, пружинными, торсионными и пневматическими (рисунок 1.4).



a – рессора; б – пружина; в – торсион; г – пневмобаллон

1 – коренной лист; 2, 5 – болты; 3 – хомут; 4 – прокладка; 6, 7 – кольца; 8 – оболочка

Рисунок 1.4 – Упругие устройства подвески

В рессорных подвесках упругим элементом являются листовые рессоры, состоящие из собранных вместе отдельных стальных листов выгнутой формы. Сечение этих листов, как правило, прямоугольное, ширина – одинаковая, длина – различная. Кривизна листов зависит от их длины: чем короче лист, тем больше кривизна. Это необходимо для более плотного прилегания листов друг к другу в собранной рессоре.

Способность листовых рессор выполнять одновременно функции упругого, направляющего, гасящего и стабилизирующего элементов подвески является их главным преимуществом.

Пружинные подвески в качестве упругого элемента имеют спиральные (витые) цилиндрические пружины, которые изготавливают из стального прутка круглого сечения.

Подобные витые пружины воспринимают только вертикальные нагрузки и не обладают возможностью передавать продольные и поперечные усилия и их моменты от колес на раму или кузов автомобиля, в связи с чем при их установке необходимо совместное использование направляющих элементов. Поскольку в пружинах отсутствует трение, то также не обойтись без гасящих элементов. Спиральные пружины обладают меньшей массой, большей долговеч-

ностью, простотой в изготовлении и не требуют техобслуживания в сравнении с листовыми рессорами.

Сферой применения пружин, главным образом, являются независимые подвески, хотя в зависимых их также иногда используют.

Торсионные подвески в качестве упругого устройства имеют торсионы.

Торсион – это стальной упругий стержень, работающий на скручивание. По исполнению он может быть сплошным (круглого сечения), составным (из круглых стержней или прямоугольных пластин). На концах торсиона имеются головки (утолщения) с нарезанными шлицами или выполненные в форме многогранника (шестигранные и т.д.).

Торсионы, как и пружины, требуют применения направляющих и гасящих устройств. По сравнению с листовыми рессорами торсионы имеют те же преимущества, что и спиральные пружины. Однако по сравнению со спиральными пружинами торсионы менее долговечны. Торсионы наиболее распространены в независимых подвесках. Их располагают вдоль или поперек автомобиля.

Пневматические подвески в качестве упругого устройства имеют пневматические баллоны различной формы. Упругие свойства в таких подвесках обеспечиваются за счет сжатия воздуха. Наибольшее применение в пневматических подвесках получили двойные (двухсекционные) круглые баллоны.

Резиновые упругие элементы широко применяются в подвесках современных автомобилей в виде дополнительных упругих устройств, которые называются ограничителями, или буферами. Часто внутри буферов вулканизуют металлическую арматуру, которая повышает их долговечность и служит для крепления буферов.

Буфера подразделяются на буфера сжатия и буфера отдачи. Первые ограничивают ход колес вверх, а вторые – вниз. При этом буфера сжатия ограничивают деформацию упругого устройства подвески и увеличивают его жесткость. Буфера сжатия и отдачи совместно применяют обычно в независимых подвесках. В зависимых подвесках используют главным образом буфера сжатия.

В качестве гасящего элемента на автомобилях применяют гидравлические амортизаторы телескопического типа.

Амортизаторы преобразуют механическую энергию колебаний в тепловую с последующим ее рассеиванием в окружающую среду.

Классификация гидравлических амортизаторов телескопического типа приведена на рисунке 1.5.

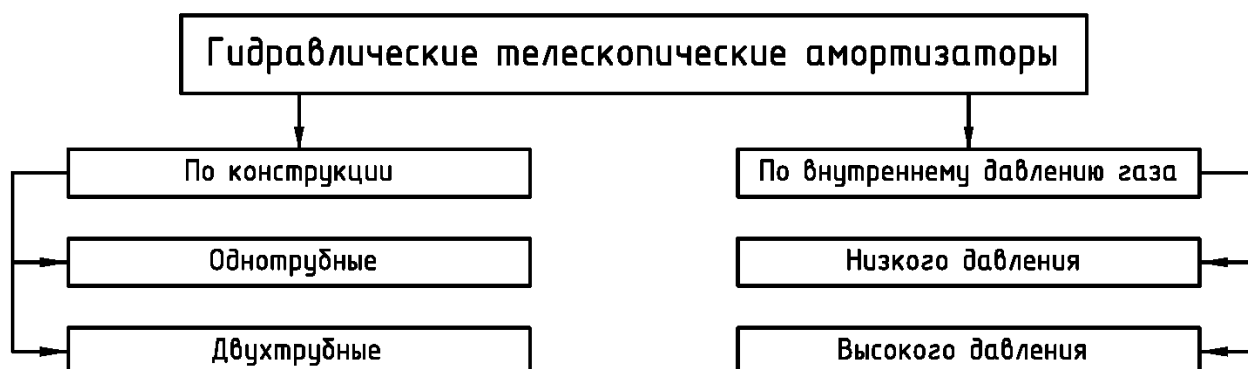


Рисунок 1.5 – Классификация телескопических амортизаторов

Гидравлические амортизаторы по конструкции аналогичны поршневым насосам. Отличие состоит в том, что амортизаторная жидкость (масло) перекачивается только внутри амортизаторов из одной камеры в другую по замкнутому кругу циркуляции. При этом амортизаторы работают при давлении 3,0...7,5 МПа, скорости перетекания жидкости 20...30 м/с и при работе могут нагреваться до 160°C и более.

Амортизаторы обеспечивают повышение безопасности движения автомобиля, поскольку предотвращают отрыв колес от поверхности дороги, обеспечивая постоянный контакт колеса с дорогой.

Одним из способов уменьшения крена кузова и улучшение показателей управляемости автомобиля является применение упругих дополнительных стабилизирующих элементов, называемых стабилизаторами поперечной устойчивости. Стабилизатор поперечной устойчивости представляет собой упругое специальное устройство торсионного типа, которое устанавливается поперек автомобиля. Он состоит из стержня круглого сечения, изготовленного из пружинной стали и плечей (стоек). Стержень подвижно (во втулках) крепится на раме или кузове, а плечами шарнирно соединяется с мостом или рычагами подвески.

При боковых кренах и поперечных угловых колебаниях кузова концы (плечи) стержня стабилизатора перемещаются в разные стороны – один опуска-

ется, другой поднимается. Вследствие этого средняя часть стержня закручивается и частично изгибается, уменьшая тем самым крен и поперечное раскачивание кузова автомобиля. Создавая сопротивление крену и поперечным колебаниям кузова, стабилизатор в то же время не препятствует его вертикальным и продольным угловым колебаниям. При вертикальных перемещениях кузова прогибы подвесок одинаковы, перемещения плеч стабилизатора также одинаковы и скручивания стержня не происходит: он только проворачивается в опорных втулках. В этом случае стабилизатор практически не влияет на характеристику подвески.

1.4 Обзор конструкций задних подвесок

Существует много вариантов конструкций задних подвесок, применяемых в мировом автомобилестроении. Рассмотрим некоторые из них, анализируя их преимущества и недостатки.

Задняя торсионная подвеска (рисунок 1.6). Подобный тип подвески повсеместно использовался в конструкции автомобилей большинства наиболее крупных европейских автопроизводителей вплоть до середины 60-х годов XX века, но тенденция к упрощению и удешевлению конструкции привела к тому, что торсионная подвеска, как слишком требовательная к качеству и сложная в изготовлении, постепенно вытесняется пружинной. В наше время торсионная подвеска используется, в основном, в конструкции больших внедорожников.

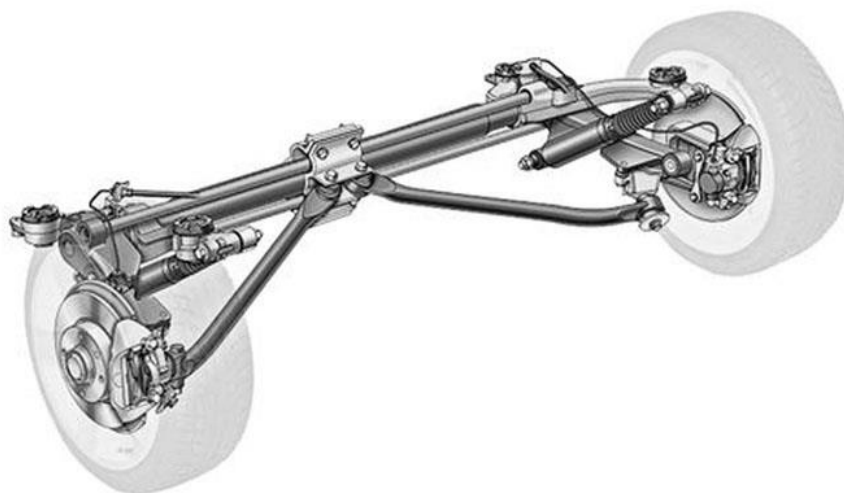


Рисунок 1.6 – Задняя торсионная подвеска

В отличие от пружинной подвески, упругими элементами, используемыми в таком типе являются торсионы – металлические валы, работающие на скручивание.

Конструктивно, в состав торсионной подвески входит балка, поперечно расположенная относительно кузова, рычага на котором смонтирован поворотный кулак, и, собственно, самого торсиона. Если сказать проще, то торсион одним своим концом неподвижно закреплен в мощной поперечной балке, а другим – в нижнем рычаге подвески, в котором воздействующие силы при помощи системы креплений создают крутящий момент.

Торсион являет собой или сплошной, или полый чаще всего круглый вал, изготовленные из закаленной легированной стали, имеющий конструктивно заложенную определенную жесткость на скручивание.

Преимуществами торсионной подвески являются: компактность – гораздо большая, чем у пружинной подвески; небольшой вес; простота монтажа и регулировки; высокая надежность, ремонтпригодность и долговечность; возможность оперативного изменения дорожного просвета (клиренса), не изменяя при этом деталей конструкции подвески; обеспечивает лучшую устойчивость и управляемость автомобиля.

Но при всех своих достоинствах у торсионной подвески есть и определенные недостатки, такие как: склонность автомобиля с такой подвеской к излишней поворачиваемости, что особенно заметно на малолитражных автомобилях; сложная технология производства и обработки торсионов, обеспечивающих необходимую высокую прочность и упругость материала; вытекающая из сложной технологии высокая цена.

Задняя подвеска на связанных рычагах (рисунок 1.7). Одна из наиболее широко распространенных в качестве задней подвески маленьких и средне-размерных переднеприводных автомобилей, впервые появилась в середине 70-х годов XX века и продолжает использоваться по сей день.

Конструктивно, она представляет собой два продольных рычага, соединенных с поперечной балкой, рычаги одной стороной крепятся болтами посредством резинометаллического шарнира и кронштейнов к кузову, а на другой их стороне располагаются тормозные механизмы и колеса. Поперечная балка имеет U-образный профиль и может, с одной стороны, легко скручиваться, позволяя рычагам двигаться вверх и вниз независимо, а с другой стороны она яв-

ляется жесткой на изгиб, позволяя удерживать рычаги на постоянном расстоянии.

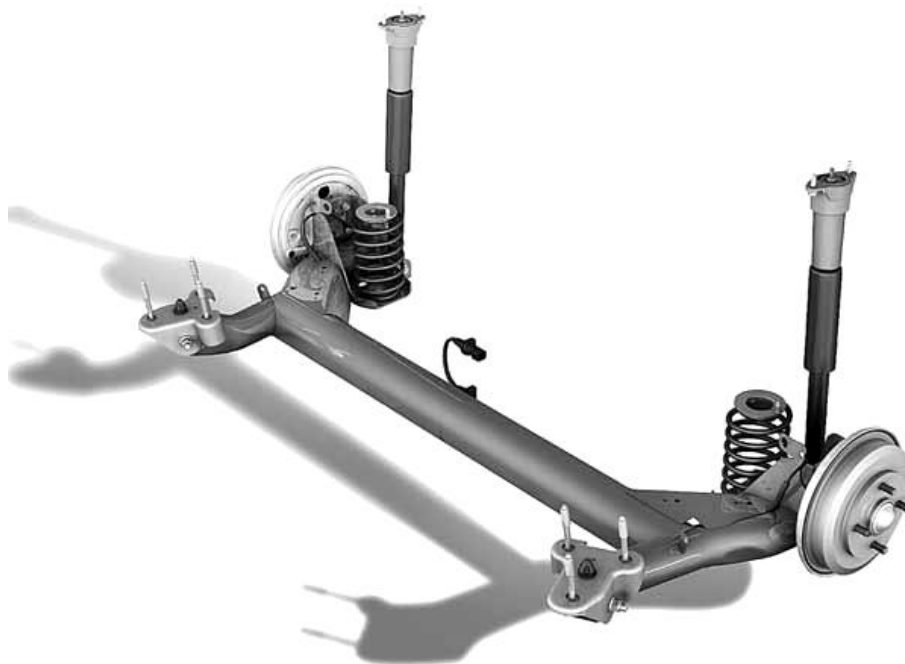


Рисунок 1.7 – Задняя подвеска на связанных рычагах

Упругим элементом в подобной конструкции являются пружины, которые располагаются либо на амортизационной стойке, либо на специальной опорной чашке рядом со стойкой; гасящим элементом – гидравлический телескопический амортизатор двустороннего действия с креплением нижней проушины болтами к продольному рычагу через резинометаллический шарнир в зоне оси колес и вверху – креплением через резинометаллическую опору к арке колеса.

Подвеска на связанных рычагах обладает многими достоинствами, такими как: высокую надежность; простота обслуживания; невысокую стоимость при производстве и в обслуживании; технологичность (легко устанавливается на автомобиль на сборочных линиях); обеспечивает хорошую устойчивость и управляемость при движении автомобиля; достаточно компактна.

Недостатки данного типа подвески можно выделить следующие: низкая комфортность для пассажиров задних сидений из-за шумов и вибраций, передаваемых на кузов от колеса; уменьшение проема багажника; не пригодна для конструирования полноприводной версии автомобиля.

Задняя подвеска на продольных рычагах (рисунок 1.8). Данный тип подвески был особо популярен в 60-е...80-е года XX века и использовался на задней оси переднеприводных автомобилей. Затем ее вытеснила подвеска со связанными рычагами.

В данной подвеске колесо крепится к концу продольного рычага, который шарнирно прикрепляется к балке, прикрепленной поперек кузова автомобиля.

Эта балка часто принимает форму поперечной трубы, которая действует как подрамник и воспринимает все боковые силы. Конструкция на продольных рычагах обеспечивает параллельность колес продольной линии автомобиля все время, не считая некоторого изгиба рычагов и деформации присоединительных втулок. Колеса наклоняются с углом развала, идентичным крену кузова на поворотах.

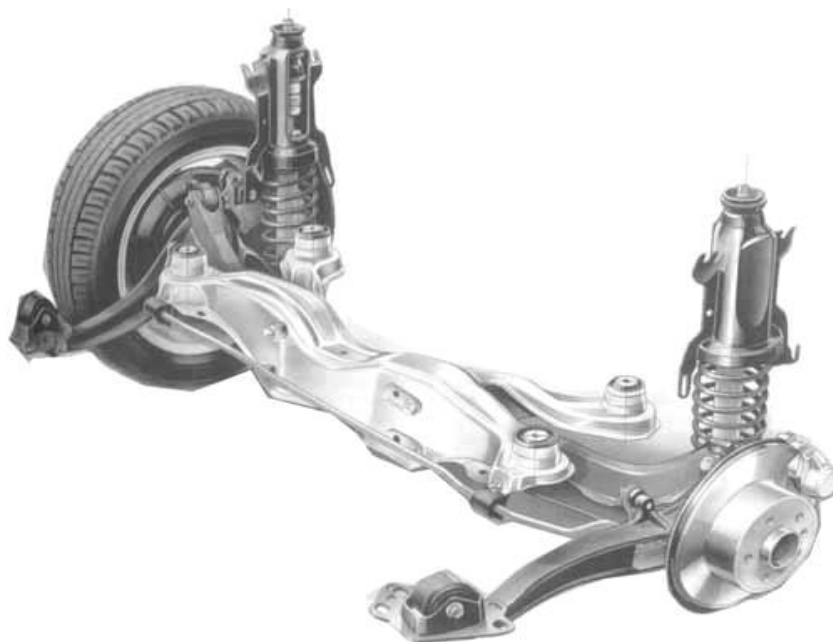


Рисунок 1.8 – Задняя подвеска на продольных рычагах

Втулки, которыми рычаги крепятся к балке, сглаживают удары и вибрацию, передаваемую от колеса на кузов.

Этот тип подвески конструктивно прост, но несовершенен. При работе такой подвески в достаточно больших пределах меняется колесная база автомобиля, причем в повороте из-за влияния крена изменение базы будет различным справа и слева – правда, колея при этом остается постоянной. При повороте колеса в ней наклоняются вместе с кузовом (наружу поворота), и существенно больше, чем в других конструкциях подвесок, что ухудшает боковое сцепление шин с дорогой –

так что передавать большие значения боковых сил такая подвеска не способна и, соответственно, высокие параметры устойчивости и управляемости с ней недостижимы. Продольные рычаги воспринимают усилия, действующие во всех направлениях, а значит – подвергаются большим нагрузкам на кручение и изгиб, что требует их большой жесткости и, соответственно, утяжеления.

Также, для нее характерно очень низкое, в районе полотна дороги, расположение центра крена, что является недостатком для задней подвески.

Задняя подвеска на двойных поперечных рычагах (рисунок 1.9). На задней оси автомобиля подвеска на двойных поперечных рычагах используется редко. В силу своей конструкции подвеска занимает значительный объем при установке и уменьшает объем багажника. Также, применение подвески на задней оси приводит к избыточной управляемости (отклонению задних колес в противоположную к повороту сторону) и потере контроля над автомобилем.

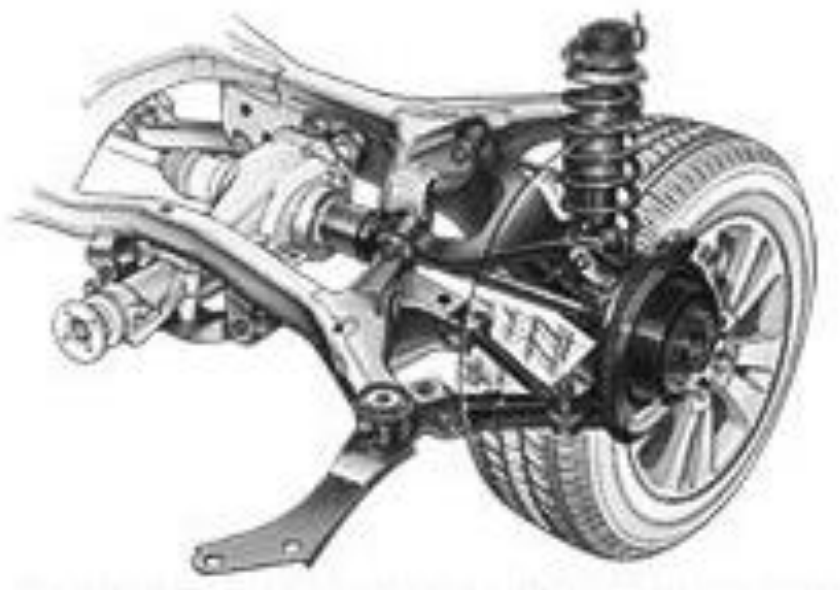


Рисунок 1.9 – Задняя подвеска на двойных поперечных рычагах

Конструкция подвески на двойных поперечных рычагах включает два поперечных рычага, пружину и амортизатор.

Рычаг может иметь U-образную или L-образную форму. Каждый из рычагов имеет две точки крепления к кузову автомобиля и одну к поворотному кулаку. Крепление к кузову осуществляется с помощью резинометаллических втулок – сайлентблоков, которые противостоят продольным нагрузкам при

ускорении и торможении. Крепление рычагов к поворотному кулаку производится посредством шаровых шарниров – так называемых шаровых опор.

Верхний рычаг, как правило, имеет меньшую длину, что дает отрицательный угол развала колеса при сжатии и положительный – при растяжении (отбое). Данное свойство придает дополнительную устойчивость автомобилю при прохождении поворотов, оставляя колесо перпендикулярным дороге независимо от положения кузова.

Пружина и амортизатор в подвеске на двойных поперечных рычагах выполнены соосно. Амортизатор верхней частью крепится к кузову автомобиля, нижней – шарнирно к нижнему поперечному рычагу.

Задняя многорычажная подвеска (рисунок 1.10). Является дальнейшим развитием подвески на двойных поперечных рычагах. Как правило, данный тип подвески устанавливается на автомобили классов С и D, но в последнее время наметилась тенденция к ее появлению и на более простых вариантах, относящихся к классу В.

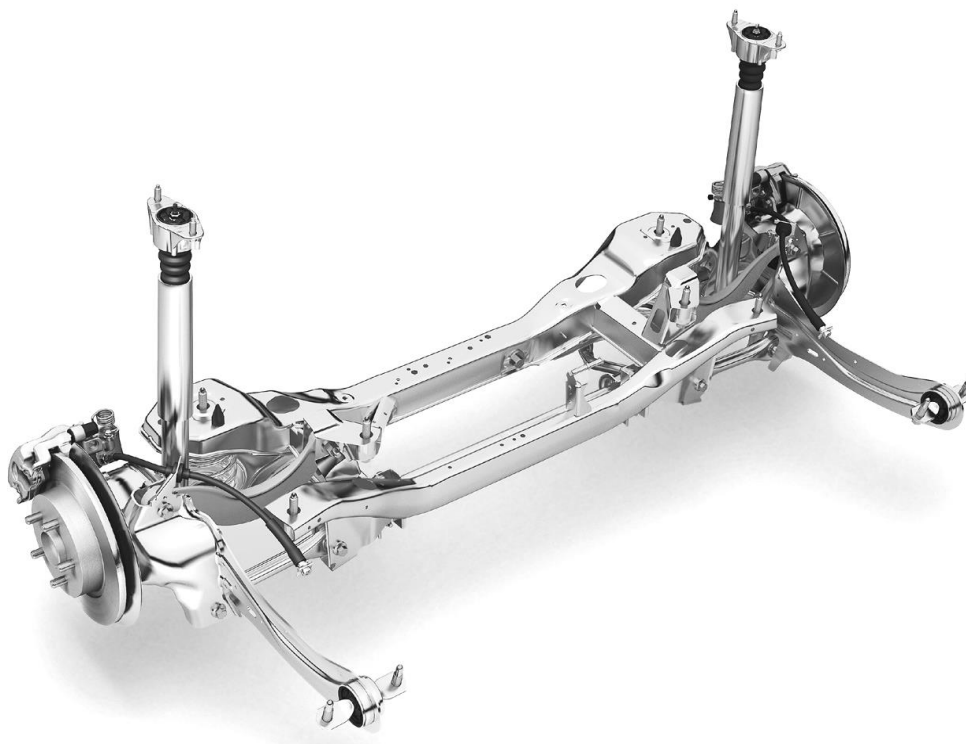


Рисунок 1.10 – Задняя многорычажная подвеска

Задняя многорычажная подвеска похожа на независимую подвеску на двойных поперечных рычагах, в которой каждый рычаг разрезан на два отдельных звена, таким образом, получается простейшая многорычажная подвеска.

В многорычажной подвеске для крепления ступицы колеса используется не менее четырех рычагов, что обеспечивает независимую продольную и поперечную регулировки колеса. В современных конструкциях многорычажных подвесок наряду с поперечными рычагами используются продольные рычаги.

Многорычажная подвеска включает поперечные и продольные рычаги, амортизатор, пружину, ступичную опору, стабилизатор поперечной устойчивости и подрамник.

Подрамник является несущим элементом подвески. К подрамнику через резинометаллические втулки крепятся поперечные рычаги.

Поперечные рычаги соединены со ступичной опорой и обеспечивают ее положение в поперечной плоскости. В конструкции подвески может использоваться от трех до пяти поперечных рычагов. Стандартная конструкция многорычажной подвески включает три поперечных рычага: верхний, передний и задний нижние.

Верхний рычаг служит для передачи поперечных усилий и связывает корпус опоры колеса с подрамником. Передний нижний рычаг определяет сходжение колеса. Задний нижний рычаг воспринимает вес кузова, который передается на рычаг через пружину.

Продольный рычаг выполняет функцию ведения колеса в продольном направлении. Продольный рычаг с помощью опоры крепится к кузову автомобиля. С другой стороны рычаг соединен со ступичной опорой. На каждое из колес приходится свой продольный рычаг.

Ступичная опора (корпус опоры колеса) является основанием для размещения ступичного подшипника и крепления колеса. Подшипник закрепляется на опоре болтом.

Для восприятия нагрузок в подвеске установлена винтовая пружина. Пружина опирается на задний нижний поперечный рычаг. Амортизатор обычно расположен отдельно от пружины. Он соединен со ступичной опорой.

В конструкции многорычажной подвески используется стабилизатор поперечной устойчивости, который снижает крены кузова автомобиля при прохождении поворотов и обеспечивает необходимое сцепление задних колес с дорогой. Штанга стабилизатора закрепляется с помощью резиновых опор на подрамнике. Специальные тяги обеспечивают соединение штанги со ступичными опорами.

При использовании независимой многорычажной задней подвески конструкции могут обеспечить оптимальное изменение как развала, так и схождения задних колес при прохождении поворотов.

Правильно подобранное сочетание жесткости резиновых элементов может обеспечить эффект так называемого «подруливания». Этим термином называют индивидуальное изменение схождения задних колес под действием центробежной силы, которое компенсирует боковое скольжение колеса.

К сожалению, разработка такой конструкции требует большого объема опытно-конструкторских работ и, соответственно, значительных затрат.

Многорычажная подвеска имеет следующие преимущества: возможность обеспечения оптимальных углов установки колес при работе; возможность улучшения комфортабельности движения; пониженный уровень шумов и вибраций, передаваемых на кузов.

Также можно отметить, что подобный тип подвески путем изменения конфигурации подрамника позволяет без особых затруднений реализовать как переднеприводный вариант конструкции шасси автомобиля, так и полноприводный.

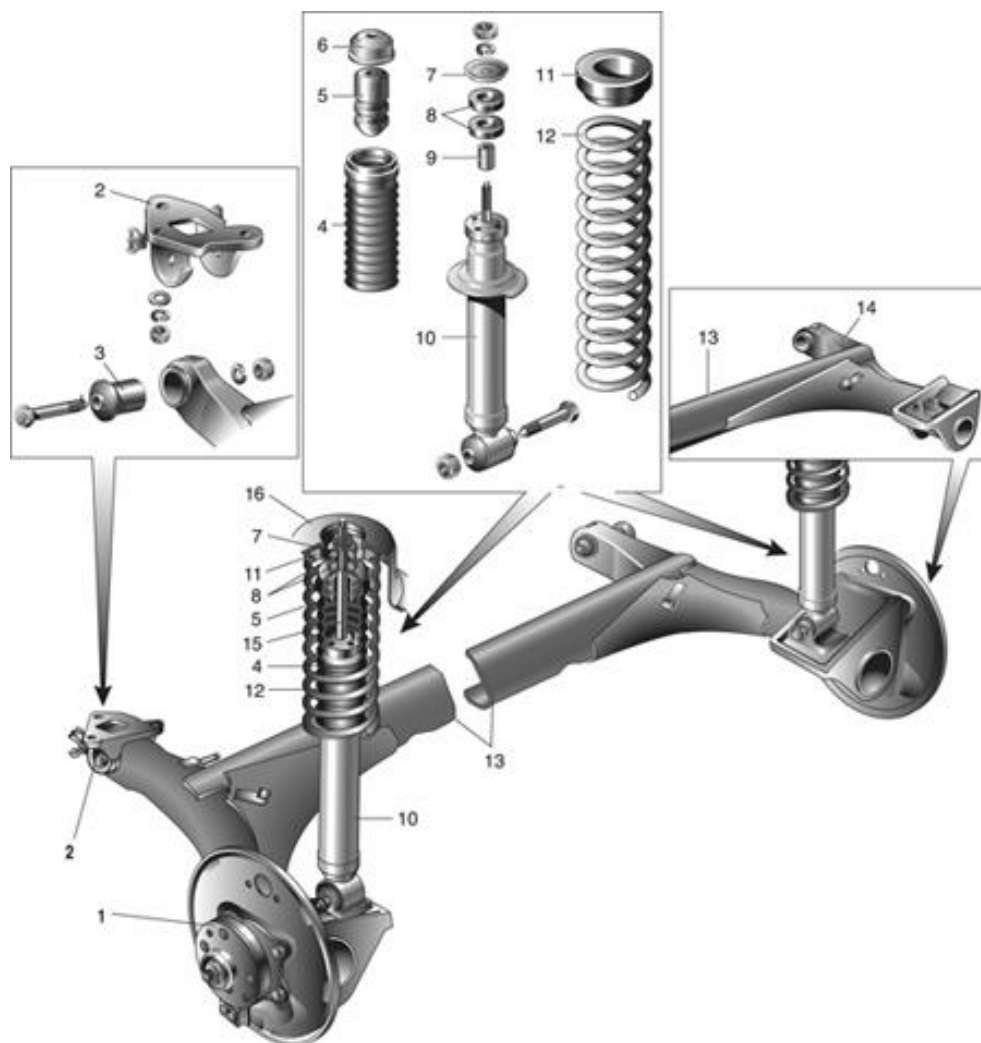
Каких-либо конструктивных недостатков данный тип подвески не имеет, к недостаткам можно отнести высокую стоимость изготовления и высокую трудоемкость обслуживания и ремонта.

1.5 Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta

Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta (рисунок 1.11) – полунезависимая, на связанных продольных рычагах, с цилиндрическими витыми пружинами 12 и гидравлическими телескопическими амортизаторами 10 двустороннего действия.

Основной несущий элемент подвески – балка, состоящая из продольных рычагов 14 и соединителя 13, сваренных между собой (соединение дополнительно упрочнено усилителями). Сзади к рычагам подвески приварены кронштейны с проушинами для крепления амортизаторов и фланцы для крепления осей задних колес и щитов тормозных механизмов. Спереди рычаги снабжены приварными втулками с запрессованными в них сайлент-блоками 3. Через цен-

тральную втулку сайлент-блока проходит болт, соединяющий рычаг с кронштейном 2. Для крепления кронштейна к лонжерону кузова предусмотрены три приварных болта.



- 1 - ступица колеса; 2 - кронштейн крепления рычага подвески; 3 - сайлент-блок;
 4 - кожух амортизатора; 5 - буфер хода сжатия; 6 - крышка кожуха; 7 - опорная шайба;
 8 - подушки амортизатора; 9 - распорная втулка; 10 - амортизатор;
 11 - резиновая прокладка; 12 - пружина задней подвески; 13 - соединитель рычагов;
 14 - рычаг балки задней подвески; 15 - шток; 16 - верхняя опорная чашка пружины

Рисунок 1.11 – Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta

Пружина подвески опирается нижним концом на чашку, приваренную к резервуару амортизатора, а верхним – через резиновую прокладку 11 – на опорную чашку, приваренную изнутри к арке кузова.

Нижняя пружина амортизатора крепится болтом к кронштейну рычага подвески, а его шток закреплен на верхней опоре пружины подвески через две

резиновые подушки 8 (одна – снизу опоры, другая – сверху) и опорную шайбу 7 (под гайкой).

В ступице установлен двухрядный радиально-упорный шариковый подшипник, аналогичный подшипнику ступицы переднего колеса, но меньшего размера. Посадка подшипника на оси – переходная (с легкими натягом или зазором). В процессе эксплуатации подшипник не требует регулировки и пополнения смазки.

1.6 Модернизированная задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta

В конструкции шасси автомобилей европейского класса В в настоящее время наиболее распространены следующие типы подвесок:

- ✓ передняя подвеска – MacPherson;
- ✓ задняя подвеска – со связанными рычагами.

Но, в свою очередь, в автомобилестроении наметилась тенденция к использованию многорычажной подвески на задней оси не только на автомобилях С и D классов, но и в классе В, поскольку она имеет много достоинств и лишена конструктивных недостатков. Например, заднюю многорычажную подвеску без существенных изменений конструкции можно использовать в полноприводной версии, а подвеска со связанными рычагами лишена подобного достоинства.

К тому же, с точки зрения маркетинговой политики крайне важно иметь многорычажную подвеску на «вооружении», поскольку, как уже отмечалось выше, подобный тип подвески используется все шире и шире. Конечно, в нынешних тяжелых финансовых условиях трудно внедрить многорычажную подвеску в масштабах всего предприятия, но ее можно использовать при сборке автомобилей малых серий. Например, в полноприводной версии автомобиля LADA Granta, в «заряженной» (спортивной) модификации, в экспортном варианте.

Исходя из вышесказанного, целью данного дипломного проекта будет разработка задней независимой подвески для автомобиля LADA 2190 Granta.

Подвеска будет состоять из двух рычагов и корректирующей тяги, установленных на мощном подрамнике. В компоновке подвески будет учтена веро-

ятность ее использования с небольшими изменениями при разработке полноприводной версии автомобиля, а также возможность монтажа данной подвески на всю линейку переднеприводных автомобилей LADA.

2 Патентные исследования

2.1 Обоснование необходимости проведения исследования

Подвеска необходима для обеспечения постоянного контакта колес автомобиля с дорогой и исключения их отрыва от нее, а также для обеспечения плавности хода автомобиля. Таким образом, подвеска обеспечивает возможность движения автомобиля без дискомфорта и быстрой утомляемости людей и повреждения грузов, смягчая толчки и удары от дорожных неровностей, тем самым повышая безопасность его движения.

Стоит отметить, что требования к эксплуатационным свойствам автомобилей имеют тенденцию к ужесточению, вынуждая автопроизводителей постоянно совершенствовать подвеску, используя разнообразные конструкции, компоновки, схемы, материалы.

Известно много конструкций задних подвесок, и, вполне вероятно, что среди них есть конструкции, являющиеся более прогрессивными, чем исходная.

Выявить прогрессивные технические решения, которые могут лечь в основу усовершенствованной конструкции задней подвески автомобиля, можно в результате патентного исследования достигнутого уровня развития вида техники – задних подвесок.

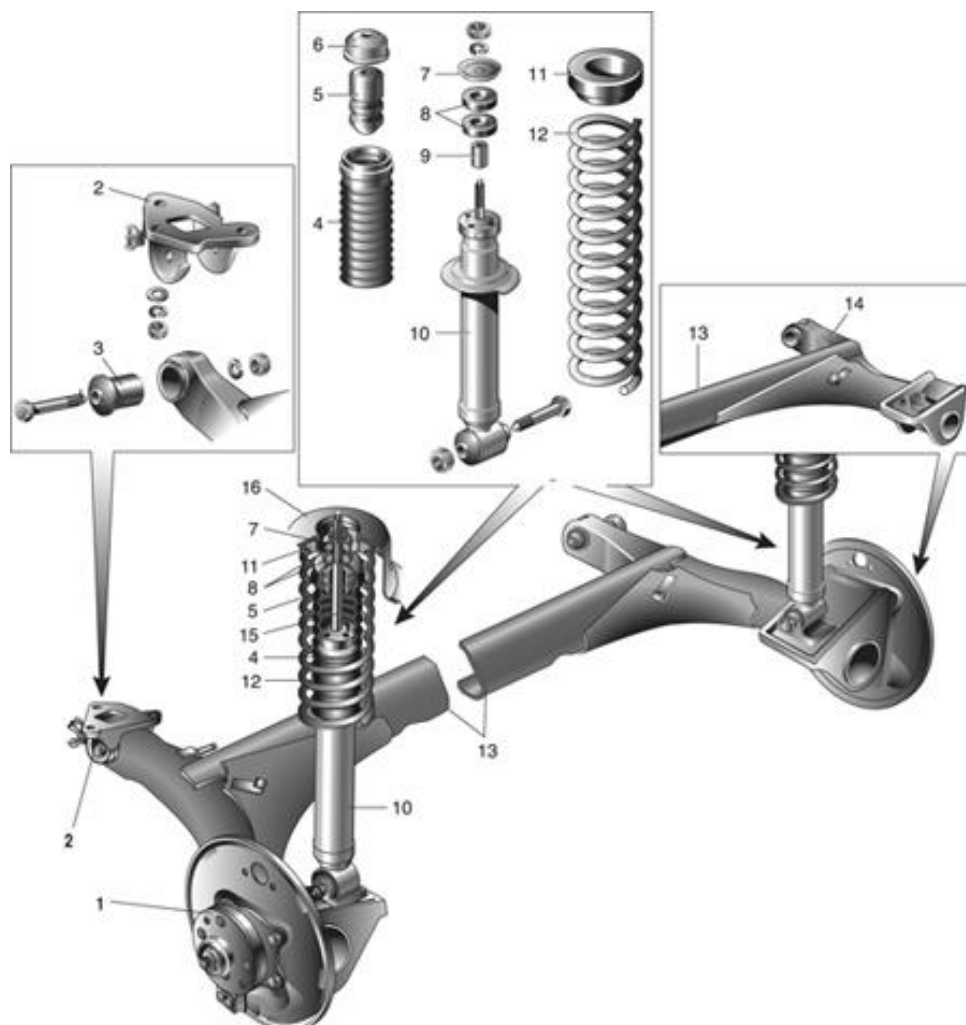
Использовать усовершенствованную заднюю подвеску на территории Российской Федерации можно только в том случае, если она обладает патентной чистотой в отношении Российской Федерации, то есть если ни одно из входящих в него технических решений не попадает под действие патента, выданного в Российской Федерации.

Установить, обладает ли усовершенствованная подвеска патентной чистотой в отношении Российской Федерации, можно в результате экспертизы подвески на патентную чистоту в отношении Российской Федерации.

Поскольку предполагается экспорт автомобилей с усовершенствованной задней подвеской в Японию, Южную Корею, США, страны Евросоюза, то необходимо также провести экспертизу подвески на патентную чистоту в отношении этих стран.

2.2 Описание объекта

Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta (представлена на рисунке 2.1) – полузависимая, на связанных продольных рычагах, с цилиндрическими витыми пружинами 12 и гидравлическими телескопическими амортизаторами 10 двустороннего действия.



1 - ступица колеса; 2 - кронштейн крепления рычага подвески; 3 - сайлент-блок;
4 - кожух амортизатора; 5 - буфер хода сжатия; 6 - крышка кожуха; 7 - опорная шайба;
8 - подушки амортизатора; 9 - распорная втулка; 10 - амортизатор;
11 - резиновая прокладка; 12 - пружина задней подвески; 13 - соединитель рычагов;
14 - рычаг балки задней подвески; 15 - шток; 16 - верхняя опорная чашка пружины

Рисунок 2.1 – Задняя подвеска автомобиля LADA 2190 Granta

Основной несущий элемент подвески – балка, состоящая из продольных рычагов 14 и соединителя 13, сваренных между собой (соединение дополнительно упрочнено усилителями). Сзади к рычагам подвески приварены крон-

штейны с проушинами для крепления амортизаторов и фланцы для крепления осей задних колес и щитов тормозных механизмов. Спереди рычаги снабжены приварными втулками с запрессованными в них сайлентблоками 3. Через центральную втулку сайлентблока проходит болт, соединяющий рычаг с кронштейном 2. Для крепления кронштейна к лонжерону кузова предусмотрены три приварных болта.

Пружина подвески опирается нижним концом на чашку, приваренную к резервуару амортизатора, а верхним – через резиновую прокладку 11 – на опорную чашку, приваренную изнутри к арке кузова.

Нижняя проушина амортизатора крепится болтом к кронштейну рычага подвески, а его шток закреплен на верхней опоре пружины подвески через две резиновые подушки 8 (одна – снизу опоры, другая – сверху) и опорную шайбу 7 (под гайкой).

В ступице установлен двухрядный радиально-упорный шариковый подшипник, аналогичный подшипнику ступицы переднего колеса, но меньшего размера. Посадка подшипника на оси – переходная (с легкими натягом или зазором). В процессе эксплуатации подшипник не требует регулировки и пополнения смазки.

К недостаткам данной подвески можно отнести неприменимость при конструировании полноприводной версии автомобиля, а также низкую комфортность для пассажиров задних сидений из-за шумов и вибраций, передаваемых на кузов от колеса.

2.3 Формирование программы исследований

2.3.1 Формулировка целей исследования

Целью исследования достигнутого уровня развития вида техники «Задняя независимая подвеска», является усовершенствование исследуемого механизма за счет устранения недостатков, указанных в описании объекта, а именно: обеспечить возможность создания полноприводной версии автомобиля без изменения конструкции элементов подвески.

Целью экспертизы патентной чистоты усовершенствованной задней подвески является обеспечение патентной чистоты его в отношении Российской Федерации, Японии, Южной Кореи, США, стран Евросоюза.

2.3.2 Определение стран проверки

Исследуемая подвеска относится к области управления автомобилем. В этой области ведущими странами являются Россия, США, Япония, страны Евросоюза и Юго-Восточной Азии. Выбираем в качестве стран проверки Российскую Федерацию, США, Японию, Южную Корею, страны Евросоюза.

Изготовление усовершенствованной задней подвески предполагается на АвтоВАЗе. Возможен экспорт автомобилей, укомплектованных усовершенствованной задней подвеской, за пределы Российской Федерации. Поэтому в качестве стран проверки при экспертизе на патентную чистоту независимой задней подвески принимаем Российскую Федерацию, США, Японию, Южную Корею, страны Евросоюза.

2.3.3 Определение категории объекта

Задняя подвеска автомобиля характеризуется конструктивными признаками – формой элементов, их взаимным расположением и взаимосвязью, соотношением размеров. Это признаки устройства. Признаки способа и вещества отсутствуют. Следовательно, как объект изобретения подвеска представляет устройство.

2.3.4 Выявление технических решений (ТР), использованных в объекте

Исследуемая задняя подвеска содержит следующие ТР:

- а) задняя подвеска, общая компоновка;
- б) форма деталей задней подвески;
- в) конструкция элемента, связывающего рычаги задней подвески;
- г) материал деталей задней подвески;
- д) способ крепления задней подвески к кузову автомобиля;
- е) технический процесс, определяющий работу задней подвески;

ж) способ изготовления деталей задней подвески.

Эти же ТР содержит и усовершенствованная задняя подвеска.

2.3.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию (ИТР)

В зависимости от цели усовершенствования объекта:

Для достижения цели – обеспечить возможность создания полноприводной версии автомобиля без изменения конструкции элементов подвески, будем исследовать ТР а) п.2.3.4: задняя подвеска, общая компоновка.

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

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

В зависимости от сроков известности ТР:

Задняя подвеска, как показывает предварительное знакомство с патентной документацией, регулярно патентуется в ведущих странах. Оставляем данное ТР в перечне для исследования.

Технический процесс, определяющий работу задней подвески, материал деталей задней подвески, форма деталей задней подвески, способ изготовления деталей задней подвески, способ крепления задней подвески к кузову автомобиля, известны давно. Исключаем данные ТР из перечня.

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

- ✓ задняя подвеска, общая компоновка.

2.3.6 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР

Для определения рубрик МПК ИТР «Задняя подвеска» определяем ключевые слова. Принимаем за ключевое слово «Подвеска». По «Алфавитно-предметному указателю» определяем для слова «Подвеска» предполагаемую рубрику:

B60G1/00...25/00.

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

В – Различные технологические процессы; Транспортирование;

B60 – Транспортные средства (общие вопросы);

B60G – Подвесные устройства транспортных средств;

B60G3/00 – Эластичные подвески для отдельных колес.

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

629 – Техника средств транспорта;

629.3 – Наземные средства транспорта (кроме рельсовых);

629.3.027 – Подвеска и амортизаторы. Колеса и т. п.;

629.3.027.3 – Пружины. Подвески. Амортизаторы. Рессоры.

2.3.7 Установление глубины поиска

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

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

2.3.8 Определение источников информации

В качестве источников информации принимаем источники, имеющиеся в ТГУ, в Бюро Информации Патентно-Лицензионного Отдела СИВПИ АвтоВАЗа. Изучаем описания к авторским свидетельствам и патентам, бюллетень «Открытия, изобретения», реферативный сборник «Изобретения стран мира», «Полезная модель и промышленный образец», реферативный журнал 02А «Ав-

томобилестроение», технические журналы и книги в области автомобилестроения, интернет-сайты: www.fips.ru, ru.espacenet.com.

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

2.4 Патентный поиск

2.4.1 Выбор патентно-технической документации, имеющей отношение к ИТР

Просматриваем источники информации в соответствии с регламентом поиска. Выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к ИТР «Задняя подвеска». По этим документам знакомимся с рефератами, аннотациями, формулами изобретений, чертежами.

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

2.4.2 Анализ сущности технических решений

Изучаем сущность ТР, занесенных в таблицу 2.2 по сведениям, содержащимся в графе 4, а также путем просмотра текстов патентных изданий, статей и т.п. Если из рассмотрения сущности ТР видно, что оно решает принципиально иную задачу по сравнению с задачей «обеспечить возможность создания полноприводной версии автомобиля без изменения конструкции элементов подвески», которую решает ИТР, документ исключаем из дальнейшего рассмотрения. Если видно, что ТР решает ту же или близкую задачу (аналог ИТР), документ включаем в перечень для детального анализа. Запись об этом произведем в графе 5 таблицы 2.2.

2.4.3 Определение показателей положительного эффекта

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

а) показатели, обеспечивающие достижение цели усовершенствования объекта;

Таблица 2.1

РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА				
Объект: Задняя подвеска				
Вид исследования:				
1) Исследование достигнутого уровня развития вида техники.				
2) Экспертиза патентной чистоты объекта.				
Предмет поиска (ИТР)	Страны поиска	Индексы МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
1	2	3	4	5
Задняя подвеска, общая компоновка	Россия, Страны ЕС Япония, Южная Корея	МПК B60G3/00, УДК 629.3.027.3	20 лет (1997 – 2016)	1) Описание к авторским свидетельствам и патентам
				2) Бюллетень «Открытия, изобретения» (Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки)
	США		17 лет (2000 – 2016)	3) Рефер. сб. ВНИИПИ «Изобретения стран мира»
				4) Реферативный журнал 02А «Автомобилестроение» ЦНИИ ТЭИ, Автомобильная промышленность
				5) Рекламные проспекты зарубежных стран
				6) Книги в области автомобилестроения
				7) Интернет-сайты www.fips.ru, ru.espacenet.com.

Таблица 2.2

Предмет поиска ИТР	Страна выдачи, номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, заявитель, страна, дата приоритета, дата публикации	Сущность технического решения и цель его создания	Подлежит дальнейшему исследованию	
				Достигнутого уровня	Патентной чистоты
1	2	3	4	5	6
Задняя подвеска, общая компоновка	США, патент № US 6755429, B60G3/00	Buchwitz Joseph Lee, Rumpel Manfred Carl, Ford Global Technologies, LLC, USA, 06.05.2003, 29.06.2004	Независимая подвеска задних колеса автомобиля включает в себя подрамник, прикрепленный к кузову автомобиля посредством резинометаллических подушек, расположенных на вынесенных опорах, и ступицу колеса, имеющую возможность перемещения, прикрепленную к нему. Продольно расположенные верхний и нижний рычаги прикреплены к подрамнику, а тяга внутренняя поддерживающая проходит между нижним рычагом и передней частью кулака. Продольно расположенная тяга связывает кулак и подрамник. Верхний рычаг отцентрирован относительно оси ступицы колеса и имеет место для установки пружины подвески, которая располагается между кузовом автомобиля и верхним рычагом. Подобное расположение верхнего рычага и пружины позволяет избежать изменения кастера при езде по неровной дороге. Конфигурация подрамника позволяет производить монтаж полного привода на автомобиль.	Да	Да

Продолжение таблицы 2.2

	<p>Германия, патент № DE 10049947, B60G3/00</p>	<p>Graf Thomas, Burkart Dieter, Lischka Christof, Bayerische Motoren Werke AG, Germany, 19.10.2005, 02.07.2008</p>	<p>Изобретение относится к подвеске задних колес (30) транспортного средства, которые приводятся в действие посредством приводного вала, через кулак (3), который несет колесо (30), и к которому шарнирно закреплены два дополнительных поперечных рычага (10, 11), располагающихся над жестким на скручивание поперечным рычагом (5), который, в свою очередь, соединен с кулаком непосредственно через первый подшипник (6a), так и косвенно через второй подшипник (6b) с так называемым интегральным рычагом (7), который располагается перпендикулярно к плоскости поперечного рычага и расположен между ними, все поперечные рычаги прямо или косвенно закреплены на конструкции транспортного средства концами, обращенными от кулака, а ось вращения (8a) жесткого на скручивание поперечного рычага закреплена на части конструкции вместе с соединительной линией (8b). Один из поперечных рычагов (10) располагается приблизительно в вертикальной плоскости выходного вала (4), над валом, в то время как другой поперечный рычаг (11) находится за выходным валом и функционирует в качестве связующего рычага и значительно длиннее поперечного рычага, располагающегося над приводным валом. Конфигурация подрамника позволяет производить монтаж полного привода на автомобиль.</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>
--	---	--	--	-----------	-----------

Продолжение таблицы 2.2

	Южная Корея, патент № KR 100398211 B60G3/00	Lee Ok Seok, Hyundai Motor Co Ltd, Republic Of Korea, 28.12.2000, 08.07.2002	Независимая задняя подвеска транспортного средства состоит из подрамника, прикрепленного к кузову транспортного средства, поперечных корректирующих тяг, одним концом присоединенных к суппорту колеса, а другим концом к подрамнику, поперечных рычагов одним концом присоединенных к суппорту колеса, а другим концом к подрамнику, продольных рычагов, нижним концом присоединенных к суппорту колеса, а верхним концом к кузову транспортного средства. На продольных рычагах располагаются пружины подвески. Конфигурация подрамника позволяет реализовать несколько вариантов привода колес транспортного средства.	Да	Да
	Россия, патент № RU 146902, B60G3/00	Светной В.В., Светной В.В., Россия, 30.06.2014, 30.06.2014	Устройство относится к области транспортного машиностроения, а именно к задним подвескам автомобилей. Техническим эффектом предлагаемого технического решения является создание независимой задней подвески автомобиля, с минимальными требованиями к геометрии днища кузова автомобиля в месте установки за счет задней подвески автомобиля, характеризующейся тем, что содержит редуктор, ступицы колес, систему передачи вращения от редуктора на ступицы колес, верхние и нижние продольные рычаги, при этом, редуктор закреплен в под-	Да	Да

Продолжение таблицы 2.2

			<p>рамнике, подрамник выполнен в виде пространственной фермы, верхние и нижние рычаги установлены на упомянутый подрамник, ступицы закреплены на верхних и нижних рычагах, на верхних рычагах расположены крепления амортизаторов, а система передачи вращения от редуктора на ступицы колес снабжена шарнирами равных угловых скоростей.</p>	
--	--	--	---	--

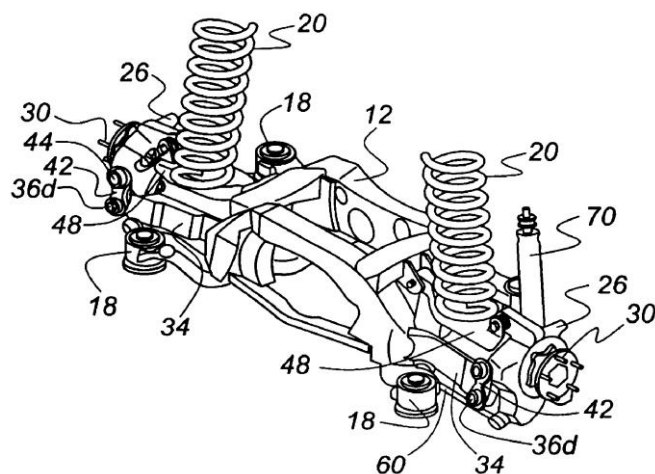


Рисунок 2.2 – Независимая подвеска задних колес автомобиля.

Патент США № US 6755429

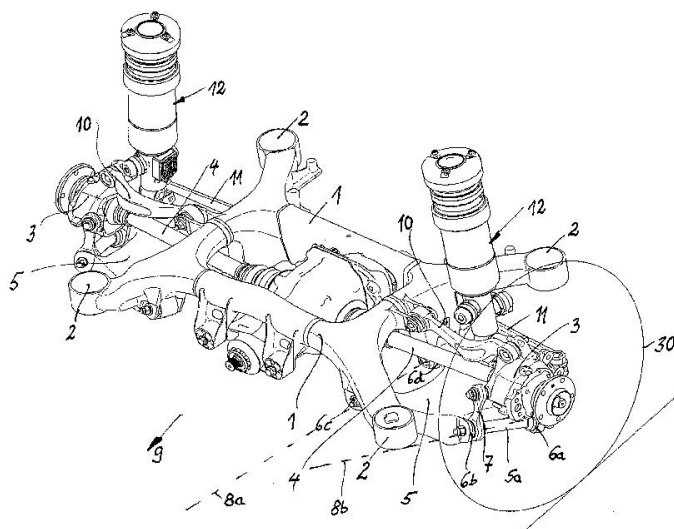


Рисунок 2.3 – Подвеска колес для задних колес транспортного средства.

Патент Германии № DE 10049947

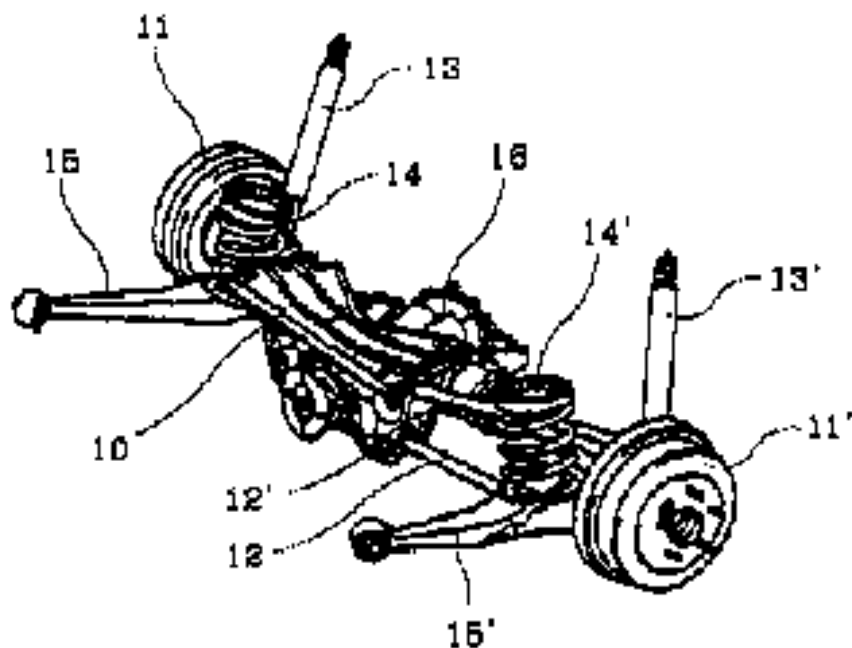


Рисунок 2.4 – Мультинезависимая задняя подвеска транспортного средства.
 Патент Южной Кореи № KR 100398211

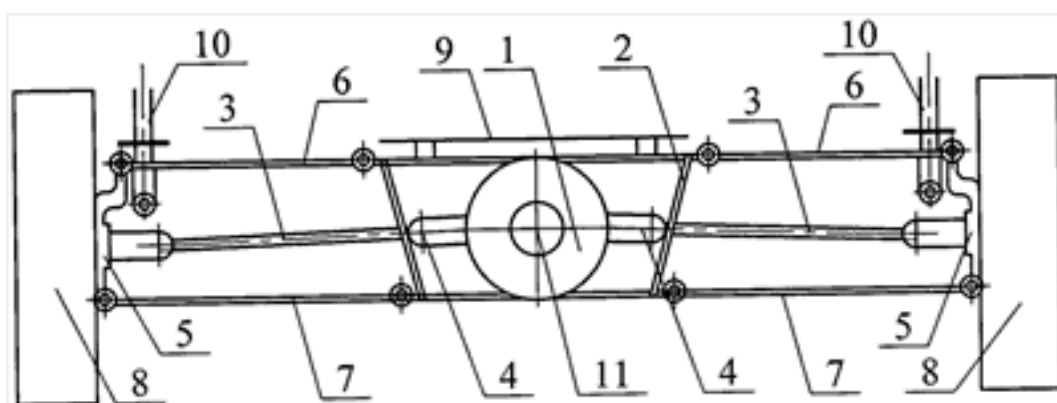


Рисунок 2.5 – Задняя подвеска автомобиля.
 Патент России № RU 146902

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

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

2.4.4 Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков ИТР и аналогов

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

Суммируем оценки по каждому аналогу, заносим их в нижнюю строку таблицы 2.3. Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог «Задняя подвеска автомобиля. Россия, патент № RU 146902».

Таблица 2.3 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели положительного эффекта		ИТР	Аналоги			
			США № US 6755429	Германия № DE 10049947	Южная Корея № KR 100398211	Россия № RU 146902
1	2	3	4	5	6	7
а) Показатели, обеспечивающие достижение цели усовершенствования						
	Возможность создания полноприводной версии автомобиля без изменения конструкции элементов подвески	0	3	3	3	3
б) Показатели, косвенно содействующие достижению цели						
	Улучшение вибро- и шумозащитности задних пассажиров	0	2	2	2	2
в) Показатели, усиливающие полезные свойства объекта						
	Улучшение устойчивости и управляемости автомобиля	0	2	2	2	1
г) Показатели, ослабляющие вредные свойства объекта						
1	Снижение трудоемкости изготовления подвески	0	-3	-3	-3	-2
2	Уменьшение сложности конструкции подвески	0	-3	-3	-3	-2
Итого		0	1	1	1	2

Данный аналог в наибольшей степени основную поставленную задачу, а также позволяет в целом улучшить потребительские качества автомобиля.

Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным. Его принимаем для использования в усовершенствованном объекте «Задняя независимая подвеска».

2.4.5 Описание усовершенствованного объекта

На рисунке 2.6 показана модернизированная независимая задняя подвеска.

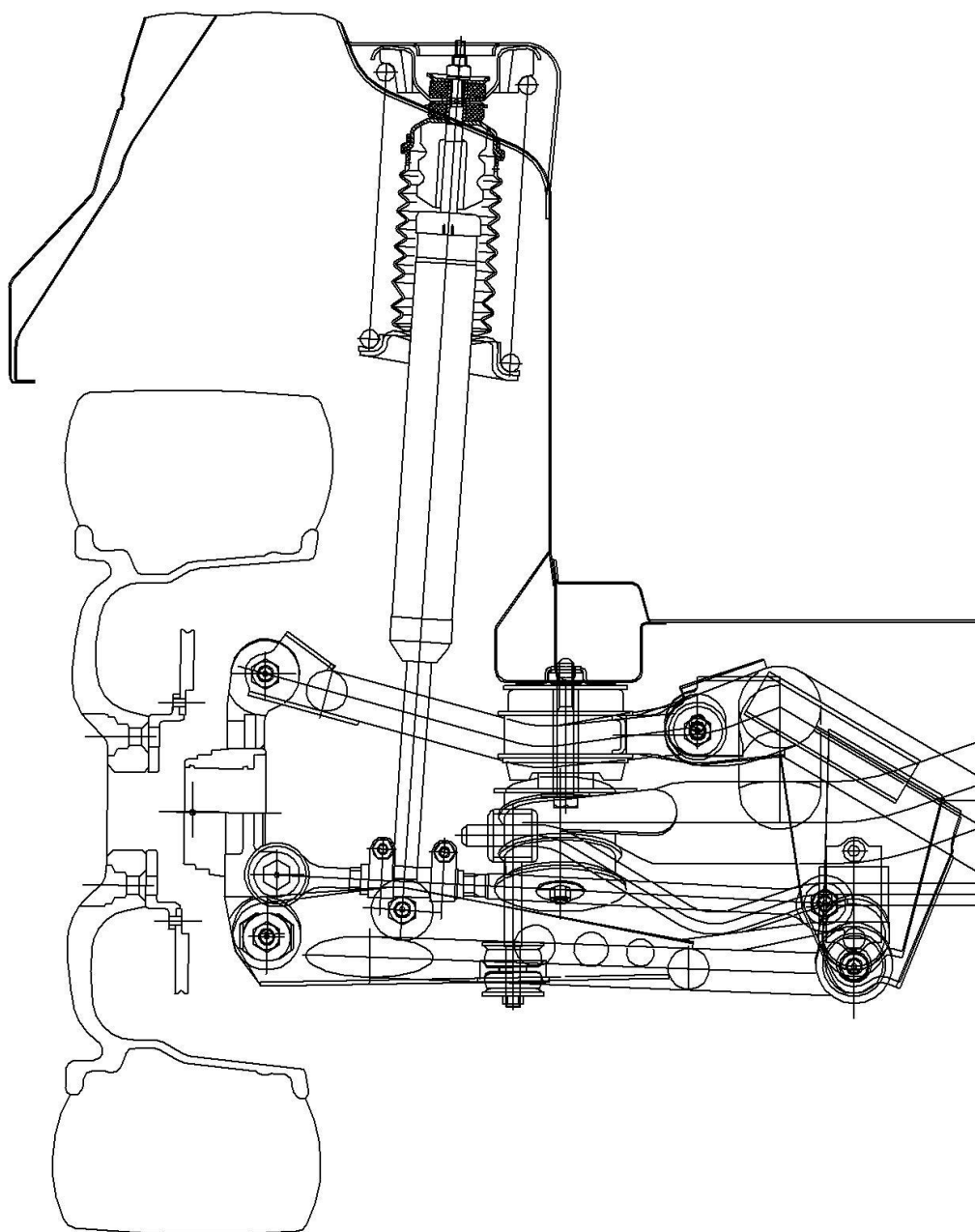


Рисунок 2.6 – Независимая задняя подвеска

Модернизированная задняя подвеска в качестве направляющих элементов имеет цельнометаллические продольные рычаги, крепящиеся резинометаллическими шарнирами к подрамнику. Подрамник представляет собой мощный пространственно изогнутый элемент, изготовленный из трубы, крепящийся к кузову автомобиля через четыре резиновые опоры. В качестве упругого и гасящего элемента используется амортизационная стойка с цилиндрической пружиной, нижним концом закрепленная на нижнем продольном рычаге, а верхним – на лонжероне кузова. В конструкции подвески реализован стабилизатор поперечной устойчивости.

Одной из главных особенностей данной подвески является вариативность ее конструкции, то есть для передне- и полноприводного вариантов автомобилей здесь достигается практически полная унификация узлов и деталей. В случае создания полноприводной версии автомобиля необходимо жестко закрепить болтами к поперечине подрамника редуктор заднего привода с полуосями.

2.4.6 Выявление и анализ существенных признаков ИТР и аналогов

Выявляем существенные признаки усовершенствованной подвески и группируем их.

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

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

Видим, что патенты: Германии № DE 10049947 и Южной Кореи № KR 100398211 содержат признаки, не использованные в ИТР, следовательно, ИТР не подпадает под действие этих патентов.

Аналогичным образом анализируем признаки группы б) «Форма элементов». Видим, что патент России № RU 146902, в отличие от других рассмотренных патентов, содержит все признаки использованные в ИТР, следовательно, ИТР попадает под действие этого документа.

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

Таблица 2.4

Признаки технического решения		ИТР	Аналоги			
			Патент США № US 6755429	Патент Германии № DE 10049947	Патент Ю. Кореи № KR 100398211	Патент России № RU 146902
1	2	3	4	5	6	7
а) Элементы						
1	Подрамник	+	+	+	+	+
2	Пружина подвески	+	+	-	+	+
3	Амортизатор	+	+	-	+	+
4	Гидропневматический элемент	-	-	+	-	-
5	Верхний поперечный рычаг	+	+	+	+	+
6	Нижний поперечный рычаг	+	+	+	+	+
7	Продольный рычаг	-	-	-	+	-
8	Стабилизатор поперечной устойчивости	+	+	+	+	+
б) Форма элементов						
1	Пружина с амортизатором установлены совместно	+	-	-	-	+
2	Пружина с амортизатором разнесены	-	+	-	+	-
3	Продольные рычаги в виде пространственной конструкции	+	-	-	-	+
4	Продольные рычаги в виде тяг	-	-	-	+	-
5	Продольные рычаги в виде пространственной конструкции и тяг	-	+	+	-	-

2.5 Выводы и рекомендации

Экспертиза показала, что ИТР подпадает под действующий патент России, защищающий устройство задней независимой подвески.

Для установки модернизированной задней подвески на автомобили российского производства, предназначенные как для внутреннего рынка, так и для экспорта, необходимо заключение лицензионного договора с патентообладателем патента России № RU 146902.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные для проведения расчета

Число ведущих колес	:	$n_k = 2$
Снаряженная масса	:	$m_0 = 1100$ кг
Число мест в автомобиле	:	5
Максимальная скорость	:	$V_{MAX} = 183$ км/ч
Максимальная частота вращения коленчатого вала	:	$\omega_{max} = 6000$ об/мин
Минимальная частота вращения коленчатого вала	:	$\omega_{min} = 800$ об/мин
Коэффициент аэродинамического сопротивления	:	$C_x = 0,353$
Величина максимально преодолеваемого подъема	:	$\alpha_{max} = 0,30$
Коэффициент полезного действия трансмиссии	:	$\eta_{TP} = 0,95$
Площадь поперечного сечения	:	$H = 2,04$ м ²
Коэффициент сопротивления качению	:	$f_o = 0,011$
Число передач в коробке передач	:	5
Распределение массы автомобиля по осям, перед/зад	:	50/50 %
Плотность воздуха	:	$\rho = 1,293$ кг/м ³
Плотность топлива	:	$\rho_m = 0,72$ кг/л

3.1.2 Полный вес автомобиля и его распределение по осям

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

где G_0 – снаряженный вес автомобиля, Н;

G_{II} – вес пассажиров, Н;

G_B – вес багажа, Н.

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

где m_0 – снаряженная масса автомобиля, $m_0 = 1100$ кг.

$$G_0 = 1100 \cdot 9,807 = 10788 \text{ (Н)}$$

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

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

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

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

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

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

$$G_A = 10788 + 3678 + 490 = 14956 \text{ (Н)}$$

$$G_1 = G_A \cdot 0,50 = 14956 \cdot 0,50 = 7478 \text{ (Н)}$$

$$G_2 = G_A \cdot 0,50 = 14956 \cdot 0,50 = 7478 \text{ (Н)}$$

3.1.3 Выбор шин

Шины выбираются по нагрузке, приходящейся на колесо с помощью «Краткого автомобильного справочника».

На автомобиле установлены радиальные шины 185/60 R14.

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

где r_K – радиус качения колеса, м;

r_{CT} – статический радиус колеса, м;

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

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

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

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

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

3.1.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

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

$$N_e = N_{MAX} \cdot \left[C_1 \frac{\omega_e}{\omega_N} + C_2 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \text{ (Вт)} \quad (3.6)$$

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

N_{MAX} – максимальная мощность двигателя, Вт

$$N_{MAX} = \frac{N_V}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \text{ (Вт)} \quad (3.7)$$

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 $\lambda = 1,034$);

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

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \cdot \left(G_A \cdot \psi_V \cdot V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot H \cdot V_{MAX}^3 \right), \text{ (Вт)} \quad (3.8)$$

где ψ_V – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

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

$$\psi_V = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{MAX}^2}{2000} \right) \quad (3.9)$$

$$\psi_V = 0,011 \cdot \left(1 + \frac{50,83^2}{2000} \right) = 0,025$$

$$N_V = \frac{1}{0,95} \cdot \left(14956 \cdot 0,025 \cdot 50,83 + \frac{0,353 \cdot 1,293}{2} \cdot 2,04 \cdot 50,83^3 \right) = 84365 \text{ (Вт)}$$

$$N_{MAX} = \frac{84365}{1 \cdot 1,034 + 1 \cdot 1,034^2 - 1 \cdot 1,034^3} = 84564 \text{ (Вт)}$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \text{ (Нм)} \quad (3.10)$$

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi} \cdot \text{(об/мин)} \quad (3.11)$$

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

Таблица 3.1

Обороты двигателя n_e , об/мин	Угловая скорость ω_e , рад/с	Мощность двигателя N_e , кВт	Момент двигателя M_e , Нм
800	84	13,1	155,8
1200	126	20,4	162,1
1600	168	28,0	167,0

Продолжение таблицы 3.1

2000	209	35,7	170,7
2400	251	43,5	173,0
2800	293	51,0	174,0
3200	335	58,2	173,7
3600	377	64,8	172,0
4000	419	70,8	169,0
4400	461	75,9	164,7
4800	503	80,0	159,1
5200	545	82,8	152,1
5600	586	84,4	143,9
5800	607	84,6	139,2
6000	628	84,4	134,3

3.1.5 Передаточное число главной передачи

$$U_0 = \frac{r_K}{U_{PK} \cdot U_K} \cdot \frac{\omega_{MAX}}{V_{MAX}}, \quad (3.12)$$

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 $U_K = 0,784$

$$U_0 = (0,269 \cdot 586) / (1,0 \cdot 0,784 \cdot 46,39) = 4,286$$

3.1.6 Передаточные числа коробки передач

Должны выполняться следующие условия:

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

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

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

$$\psi_{MAX} = 0,025 + 0,30 = 0,325$$

$$U_1 \geq \frac{14956 \cdot 0,325 \cdot 0,272}{174,0 \cdot 0,95 \cdot 4,286 \cdot 1,0} = 1,866$$

$$2) \quad U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\text{макс}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_{\text{рк}}}, \quad (3.15)$$

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

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

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

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

$$G_{\text{сц}} = 7478 \cdot 0,9 = 6730 \text{ (Н)}$$

$$U_1 \leq \frac{6730 \cdot 0,8 \cdot 0,272}{174,0 \cdot 0,95 \cdot 4,286 \cdot 1,0} = 2,067$$

Примем: $U_1 = 2,067$.

Значения промежуточных ступеней КП рассчитываются на основании закона геометрической прогрессии:

$$q = (U_1 / U_5)^{1/4} = (2,067 / 0,784)^{1/4} = 1,274 \quad (3.17)$$

$$U_2 = U_1 / q = 2,067 / 1,274 = 1,622 \quad (3.18)$$

$$U_3 = U_2 / q = 1,622 / 1,274 = 1,274 \quad (3.19)$$

$$U_4 = U_3 / q = 1,274 / 1,274 = 1,0 \quad (3.20)$$

$$U_5 = 0,784.$$

При проведении дальнейших расчетов примем реальные числа главной передачи и коробки передач:

$$U_0 = 3,71; U_1 = 3,636; U_2 = 1,95; U_3 = 1,357; U_4 = 0,941; U_5 = 0,784.$$

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

$$V_A = \frac{0,105 \cdot n_e \cdot r_k}{U_0 \cdot U_{\text{кп}} \cdot U_{\text{рк}}} \text{ (м/с)} \quad (3.21)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с
800	1,7	3,2	4,5	6,5	7,9
1200	2,5	4,7	6,8	9,8	11,8
1600	3,4	6,3	9,1	13,1	15,7
2000	4,2	7,9	11,3	16,4	19,6
2400	5,1	9,5	13,6	19,6	23,6
2800	5,9	11,1	15,9	22,9	27,5
3200	6,8	12,6	18,2	26,2	31,4
3600	7,6	14,2	20,4	29,5	35,3
4000	8,5	15,8	22,7	32,7	39,3
4400	9,3	17,4	25,0	36,0	43,2
4800	10,2	18,9	27,2	39,3	47,1
5200	11,0	20,5	29,5	42,5	51,1
5600	11,9	22,1	31,8	45,8	55,0
5800	12,3	22,9	32,9	47,4	57,0
6000	12,7	23,7	34,0	49,1	58,9

3.1.8 Тяговая характеристика автомобиля

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

Момент двигателя M_e , Нм	Сила тяги на 1 пер. F_{T1} , Н	Сила тяги на 2 пер. F_{T2} , Н	Сила тяги на 3 пер. F_{T3} , Н	Сила тяги на 4 пер. F_{T4} , Н	Сила тяги на 5 пер. F_{T5} , Н
155,8	7340	3936	2739	1900	1583
162,1	7636	4095	2850	1976	1647
167,0	7870	4221	2937	2037	1697

Продолжение таблицы 3.3

170,7	8042	4313	3001	2081	1734
173,0	8151	4371	3042	2110	1758
174,0	8198	4397	3060	2122	1768
173,7	8182	4388	3054	2118	1764
172,0	8104	4346	3025	2097	1747
169,0	7964	4271	2972	2061	1717
164,7	7761	4162	2897	2009	1673
159,1	7496	4020	2798	1940	1616
152,1	7168	3844	2675	1855	1546
143,9	6778	3635	2530	1754	1461
139,2	6560	3518	2448	1698	1414
134,3	6326	3392	2361	1637	1364

3.1.9 Силы сопротивления движению

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

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

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4

Скорость а/м $V_A, \text{ м/с}$	Сила сопротивле- ния воздуху $F_B, \text{ Н}$	Сила сопротивле- ния качению $F_f, \text{ Н}$	Суммарная сила сопр. движению $F_B + F_f, \text{ Н}$
0	0,0	164,5	164,5
5	11,6	166,6	178,2
10	46,6	172,7	219,3
15	104,8	183,0	287,8
20	186,2	197,4	383,6
25	291,0	215,9	506,9

Продолжение таблицы 3.4

30	419,0	238,5	657,6
35	570,3	265,3	835,6
40	744,9	296,1	1041,0
45	942,8	331,1	1273,8
50	1163,9	370,2	1534,1
55	1408,3	413,3	1821,7
60	1676,0	460,6	2136,7

3.1.10 Динамический фактор автомобиля

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

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

$$D_\varphi = \frac{6730 \cdot 0,8}{14956} = 0,36$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Динамич. фактор на 1 пер. D_1 , Н	Скорость на 2 пер. V_{A2} , м/с	Динамич. фактор на 2 пер. D_2 , Н	Скорость на 3 пер. V_{A3} , м/с	Динамич. фактор на 3 пер. D_3 , Н	Скорость на 4 пер. V_{A4} , м/с	Динамич. фактор на 4 пер. D_4 , Н	Скорость на 5 пер. V_{A5} , м/с	Динамич. фактор на 5 пер. D_5 , Н
1,7	0,491	3,2	0,263	4,5	0,183	6,5	0,126	7,9	0,104
2,5	0,510	4,7	0,273	6,8	0,189	9,8	0,129	11,8	0,106
3,4	0,526	6,3	0,281	9,1	0,194	13,1	0,131	15,7	0,106
4,2	0,537	7,9	0,286	11,3	0,197	16,4	0,131	19,6	0,104
5,1	0,544	9,5	0,289	13,6	0,198	19,6	0,129	23,6	0,100
5,9	0,547	11,1	0,290	15,9	0,197	22,9	0,126	27,5	0,095
6,8	0,546	12,6	0,288	18,2	0,194	26,2	0,120	31,4	0,087
7,6	0,540	14,2	0,284	20,4	0,189	29,5	0,113	35,3	0,078
8,5	0,530	15,8	0,278	22,7	0,183	32,7	0,104	39,3	0,067
9,3	0,516	17,4	0,269	25,0	0,174	36,0	0,094	43,2	0,054

Продолжение таблицы 3.5

10,2	0,498	18,9	0,258	27,2	0,164	39,3	0,082	47,1	0,039
11,0	0,476	20,5	0,244	29,5	0,152	42,5	0,068	51,1	0,022
11,9	0,449	22,1	0,228	31,8	0,138	45,8	0,052	55,0	0,004
12,3	0,434	22,9	0,219	32,9	0,130	47,4	0,043	57,0	-0,006
12,7	0,418	23,7	0,209	34,0	0,122	49,1	0,034	58,9	-0,017

3.1.11 Мощностной баланс автомобиля

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

где N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_B – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха;

N_{II} – мощность, затрачиваемая на преодоление подъема, $N_{II} = 0$;

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

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.6.

Таблица 3.6

Обороты двигателя n_e , об/мин	Мощность двигателя N_e , кВт	Мощность на колесе N_K , кВт
800	13,1	12,4
1200	20,4	19,3
1600	28,0	26,6
2000	35,7	34,0
2400	43,5	41,3
2800	51,0	48,5
3200	58,2	55,3
3600	64,8	61,6
4000	70,8	67,3
4400	75,9	72,1
4800	80,0	76,0
5200	82,8	78,7
5600	84,4	80,1

Продолжение таблицы 3.6

5800	84,6	80,3
6000	84,4	80,1

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

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7

Скорость а/м V_A , м/с	Мощность сопротивления воздуха N_B , кВт	Мощность сопротивления качения N_f , кВт	Суммарная мощ- ность сопротивле- ния $N_B + N_f$, кВт
0	0	0	0
5	0,06	0,83	0,89
10	0,47	1,73	2,19
15	1,57	2,75	4,32
20	3,72	3,95	7,67
25	7,27	5,40	12,67
30	12,57	7,16	19,73
35	19,96	9,28	29,25
40	29,80	11,85	41,64
45	42,42	14,90	57,32
50	58,19	18,51	76,70
55	77,46	22,73	100,19
60	100,56	27,64	128,20

3.1.12 Ускорения автомобиля при разгоне

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

где δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс.

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

где: δ_1 – коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 – коэффициент учёта вращающихся масс двигателя.

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

$$\delta_{BP1} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 3,636^2) = 1,427;$$

$$\delta_{BP2} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,95^2) = 1,144;$$

$$\delta_{BP3} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 1,357^2) = 1,085;$$

$$\delta_{BP4} = 1 + (0,03 + 0,03 \cdot 0,941^2) = 1,057;$$

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

Результаты вычислений величин ускорений сводим в таблицу 3.8.

Результаты вычислений величин обратных ускорений сводим в таблицу

3.9.

Таблица 3.8

Скорость на 1 пер. V_{A1} , м/с	Ускорение на 1 пер. J_1 , м/с 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
1,7	3,30	3,2	2,16	4,5	1,55	6,5	1,06	7,9	0,87
2,5	3,43	4,7	2,25	6,8	1,61	9,8	1,09	11,8	0,88
3,4	3,54	6,3	2,31	9,1	1,65	13,1	1,10	15,7	0,87
4,2	3,62	7,9	2,36	11,3	1,67	16,4	1,10	19,6	0,85
5,1	3,66	9,5	2,38	13,6	1,68	19,6	1,08	23,6	0,81
5,9	3,68	11,1	2,39	15,9	1,67	22,9	1,04	27,5	0,74
6,8	3,67	12,6	2,37	18,2	1,64	26,2	0,98	31,4	0,66
7,6	3,63	14,2	2,33	20,4	1,59	29,5	0,90	35,3	0,56
8,5	3,57	15,8	2,28	22,7	1,53	32,7	0,81	39,3	0,44
9,3	3,47	17,4	2,20	25,0	1,44	36,0	0,70	43,2	0,30
10,2	3,34	18,9	2,10	27,2	1,35	39,3	0,58	47,1	0,15
11,0	3,19	20,5	1,98	29,5	1,23	42,5	0,43	51,1	-0,03
11,9	3,00	22,1	1,84	31,8	1,10	45,8	0,27	55,0	-0,22
12,3	2,90	22,9	1,76	32,9	1,02	47,4	0,19	57,0	-0,33
12,7	2,79	23,7	1,67	34,0	0,94	49,1	0,09	58,9	-0,44

Таблица 3.9

Скорость на 1 пер. $V_{A,1}$, м/с	Обратное ускор. на 1 пер. $1/J_1$, с ² /м	Скорость на 2 пер. $V_{A,2}$, м/с	Обратное ускор. на 2 пер. $1/J_2$, с ² /м	Скорость на 3 пер. $V_{A,3}$, м/с	Обратное ускор. на 3 пер. $1/J_3$, с ² /м	Скорость на 4 пер. $V_{A,4}$, м/с	Обратное ускор. на 4 пер. $1/J_4$, с ² /м	Скорость на 5 пер. $V_{A,5}$, м/с	Обратное ускор. на 5 пер. $1/J_5$, с ² /м
1,7	0,30	3,2	0,46	4,5	0,65	6,5	0,94	7,9	1,16
2,5	0,29	4,7	0,45	6,8	0,62	9,8	0,92	11,8	1,14
3,4	0,28	6,3	0,43	9,1	0,61	13,1	0,91	15,7	1,14
4,2	0,28	7,9	0,42	11,3	0,60	16,4	0,91	19,6	1,18
5,1	0,27	9,5	0,42	13,6	0,60	19,6	0,93	23,6	1,24
5,9	0,27	11,1	0,42	15,9	0,60	22,9	0,97	27,5	1,34
6,8	0,27	12,6	0,42	18,2	0,61	26,2	1,02	31,4	1,51
7,6	0,28	14,2	0,43	20,4	0,63	29,5	1,11	35,3	1,78
8,5	0,28	15,8	0,44	22,7	0,66	32,7	1,23	39,3	2,26
9,3	0,29	17,4	0,46	25,0	0,69	36,0	1,42	43,2	3,29
10,2	0,30	18,9	0,48	27,2	0,74	39,3	1,73	47,1	6,81
11,0	0,31	20,5	0,51	29,5	0,81	42,5	2,30	51,1	–
11,9	0,33	22,1	0,54	31,8	0,91	45,8	3,66	55,0	–
12,3	0,34	22,9	0,57	32,9	0,98	47,4	5,37	57,0	–
12,7	0,36	23,7	0,60	34,0	1,06	49,1	10,55	58,9	–

3.1.13 Время и путь разгона

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

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

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

С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным уско-

рением $J = const$, которому соответствуют значения $(1/J) = const$. Эти величины можно определить следующим образом:

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

где κ – порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой $(1/J)$ в интервале ΔV_κ на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_κ и $(1/J_{CP})_\kappa$, переходим к приближённому интегрированию:

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_\kappa \cdot (V_\kappa - V_{\kappa-1}) \text{ (сек)} \quad (3.33)$$

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

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 , сек;

t_2 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_2 , сек;

t_n – время разгона от скорости V_0 до скорости V_n , сек.

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_κ есть путь, который проходит автомобиль от отметки $t_{\kappa-1}$ до отметки t_κ , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом:

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

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

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

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

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

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

Результаты вычислений времени и пути разгона автомобиля от 0 до 40 м/с приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Диапазон скорости $V_0 \dots V_A$, м/с	Время разгона t , сек	Путь разгона S , м
0...5	0,7	1,7
0...10	2,1	12,4
0...15	3,9	35,2
0...20	6,3	75,9
0...25	9,2	142,8
0...30	13,1	247,9
0...35	18,6	426,6
0...40	26,6	728,6
0...45	39,6	1279,5

3.1.14 Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

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

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).

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

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

$$K_H = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523, \quad (3.39)$$

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

где I – степень использования мощности двигателя,

E – коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам.

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

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

Полученные результаты сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11

Обороты двигателя n_e , об/мин	Скорость а/м V_a , м/с	I	E	K_I	K_E	g_e , г/(кВт·ч)	Q_s , л/100км
800	7,9	0,126	0,138	1,324	1,133	479	3,9
1200	11,8	0,146	0,207	1,295	1,094	452	4,4
1600	15,7	0,177	0,276	1,253	1,060	424	5,2
2000	19,6	0,217	0,345	1,202	1,030	395	6,0
2400	23,6	0,267	0,414	1,143	1,006	367	7,0
2800	27,5	0,328	0,483	1,080	0,987	340	8,0
3200	31,4	0,401	0,552	1,015	0,973	315	9,0
3600	35,3	0,487	0,621	0,955	0,964	293	10,1
4000	39,3	0,590	0,690	0,905	0,960	277	11,4
4400	43,2	0,711	0,759	0,877	0,961	269	13,0
4800	47,1	0,857	0,828	0,888	0,967	274	15,4
5200	51,1	1,033	0,897	0,967	0,978	302	19,5

3.2 Расчет параметров подвески автомобиля LADA 2190 Granta

3.2.1 Исходные данные для проведения расчета

Снаряженная масса	:	$m_o = 1100$ кг;
Масса колеса	:	$m_k = 10$ кг;
Размерность колеса	:	185/60 R14.

3.2.2 Нагрузка на колеса

Масса автомобиля в снаряженном состоянии:

$$M_{a1} = m_o \quad (3.43)$$

Проектная нагрузка автомобиля:

$$M_{a2} = m_o + 3 \cdot m_{\text{Пл}} \quad (3.44)$$

где $m_{\text{Пл}}$ – масса одного пассажира, $m_{\text{Пл}} = 75$ кг.

Полная нагрузка автомобиля:

$$M_{a3} = m_o + 5 \cdot m_{\text{Пл}} + 5 \cdot m_{\text{Б}} \quad (3.45)$$

где $m_{\text{Б}}$ – масса одного пассажира, $m_{\text{Б}} = 10$ кг.

Распределение массы автомобиля по осям:

$$M_n = M_a \cdot K_a \quad (3.46)$$

$$M_z = M_a \cdot (1 - K_a) \quad (3.47)$$

где M_n – масса, приходящаяся на переднюю ось,

M_z – масса, приходящаяся на заднюю ось,

K_a – коэффициент развесовки, $K_{a1} = 0,59$, $K_{a2} = 0,54$, $K_{a3} = 0,50$.

Нагрузка, приходящаяся на ось автомобиля:

$$G_n = M_n \cdot g \quad (3.48)$$

$$G_z = M_z \cdot g \quad (3.49)$$

Нагрузка, приходящаяся на колесо автомобиля:

$$G_{kn} = G_n / 2 \quad (3.50)$$

$$G_{kz} = G_z / 2 \quad (3.51)$$

Неподдрессоренная масса, приходящаяся на ось автомобиля:

$$M_{\text{неподр.н}} = 2 \cdot m_k \cdot k_n \quad (3.42)$$

$$M_{\text{неподр.з}} = 2 \cdot m_k \cdot k_z \quad (3.53)$$

где k_n – коэффициент неподдрессоренных масс передней оси, $k_n = 1,5$;

k_3 – коэффициент неподрессоренных масс задней оси, $k_3 = 2$.

Подрессоренная масса, приходящаяся на ось автомобиля:

$$M_{\text{подр.н}} = M_n - M_{\text{неподр.н}} \quad (3.54)$$

$$M_{\text{подр.з}} = M_3 - M_{\text{неподр.з}} \quad (3.55)$$

Подрессоренная масса автомобиля:

$$M_{\text{подр}} = M_{\text{подр.н}} + M_{\text{подр.з}} \quad (3.56)$$

Упругая сила, приведенная к колесу:

$$F_{\text{упр.н}} = M_{\text{подр.н}} \cdot g / 2 \quad (3.57)$$

$$F_{\text{упр.з}} = M_{\text{подр.з}} \cdot g / 2 \quad (3.58)$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

Параметр	Состояние автомобиля		
	Без нагрузки	Проектная нагрузка	Полная нагрузка
Коэффициент развесовки	0,59	0,54	0,50
Масса автомобиля, кг	1100	1325	1525
Масса на переднюю ось, кг	649	715,5	762,5
Масса на заднюю ось, кг	451	609,5	762,5
Нагрузка на переднюю ось, Н	6365	7017	7478
Нагрузка на заднюю ось, Н	4423	5977	7478
Нагрузка на переднее колесо, Н	3183	3509	3739
Нагрузка на заднее колесо, Н	2212	2989	3739
Подрессоренная масса передней оси, кг	619	685,5	732,5
Подрессоренная масса задней оси, кг	411	569,5	722,5
Подрессоренная масса а/м, кг	1030	1255	1455
Упругая сила на передней оси, Н	3035	3361	3592
Упругая сила на задней оси, Н	2015	2793	3543

3.2.3 Параметры шин

На автомобиле используется шина: 185/60R14.

Выполним проверочный расчет шины на грузоподъемность:

Наружный диаметр шины:

$$d_{III} = d_0 + 2 \cdot B \cdot (H/B) \quad (3.59)$$

где d_0 – посадочный диаметр, мм, $d_0 = 355,6$ мм;

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

H/B – отношение высоты профиля к ширине профиля, $H/B = 0,6$.

$$d_{III} = 577,6 \text{ (мм)}$$

Радиус колеса:

$$r_k = \frac{d_{III}}{2} \quad (3.60)$$

$$r_k = 288,8 \text{ (мм)}$$

Грузоподъемность шины:

$$G_{III} = \frac{d_{III} + B}{d_0 + B} \cdot K_{III} \cdot B^2 \quad (3.61)$$

где K_{III} – коэффициент грузоподъемности шины, $K_{III} = 0,15 \dots 0,17$ МПа,

примем $K_{III} = 0,16$ МПа;

$$G_{III} = 7725 \text{ (Н)}$$

Полученное значение грузоподъемности шины превышает все полученные ранее значения нагрузок на колесо.

3.2.4 Расчет упругого элемента подвески

Статический прогиб подвески:

$$f_{CT} = \left(\frac{300}{n_0} \right)^2 \quad (3.62)$$

где n_0 – частота свободных колебаний, зададим $n_0 = 70$ рад/мин.

$$f_{CT} = 18,37 \text{ (см)}$$

Нагрузка на колесо при полной массе автомобиля:

$$P_{K0} = (G_{кзз} - M_{неподр.з} \cdot g) \cdot i_0 \quad (3.63)$$

где i_0 – передаточное отношение пружины, примем $i_0 = 1,336$.

$$P_{K0} = 4471 \text{ (Н)}$$

Жесткость подвески, приведенная к колесу:

$$C_K = \frac{P_{K0}}{f_{CT}} \quad (3.64)$$

$$C_K = 243,39 \text{ (Н/см)}$$

Число рабочих витков пружины:

$$z = \frac{G_{II} \cdot d_{II}^4}{8 \cdot C_K \cdot D_{CP}^3} \quad (3.65)$$

где G_{II} – модуль Юнга II-го рода, кг/см², $G_{II} = 780000$ кг/см²;

d_{II} – диаметр прутка, мм; зададим $d_{II} = 13,5$ мм;

D_{CP} – средний диаметр пружины, мм; зададим $D_{CP} = 103,5$ мм.

$$z = 12$$

Полное число витков пружины:

$$z_{II} = z + 4/3 \quad (3.66)$$

$$z_{II} = 13,33$$

Требуемая жесткость пружины:

$$C_{II} = \frac{G_{II} \cdot d_{II}^4}{8 \cdot z \cdot D_{CP}^3} \quad (3.67)$$

$$C_{II} = 243,41 \text{ (Н/см)}$$

Статический прогиб:

$$f_{CT} = \frac{P_{K0}}{C_{II}} \quad (3.68)$$

$$f_{CT} = 18,37 \text{ (см)}$$

Частота свободных колебаний:

$$n_0 = \sqrt{\frac{300^2}{f_{CT}}} \quad (3.69)$$

$$n_0 = 69,99 \text{ (рад/мин)}$$

Полный ход пружины:

$$h_{II} = \frac{P_{K0}}{C_{II}} \quad (3.70)$$

$$h_{II} = 183,68 \text{ (мм)}$$

Длина пружины, сжатой до соприкосновения витков:

$$H_{MIN} = (z_{II} + 1) \cdot d_{II} + 0,25 \cdot z_{II} + 0,5 \cdot d_{II} \quad (3.71)$$

$$H_{MIN} = 203,54 \text{ мм}$$

Длина пружины в рабочем состоянии:

$$H_{ДИН} = H_{MIN} + z_{II} \cdot D \quad (3.72)$$

где D – минимальный зазор между витками, мм, примем $D = 2,5$ мм.

$$H_{ДИН} = 236,87 \text{ (мм)}$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$H_{МАХ} = H_{ДИН} + h_{П} \quad (3.73)$$

$$H_{МАХ} = 420,52 \text{ (мм)}$$

Статическая нагрузка на колесо при проектной нагрузке:

$$P_{Кпр} = (G_{кз2} - M_{неподр.з} \cdot g) \cdot i_0 \quad (3.74)$$

$$P_{Кпр} = (2989 - 40 \cdot 9,807) \cdot 1,336 = 3469 \text{ (Н)}$$

Статический прогиб:

$$F_{СТ} = \frac{P_{Кпр}}{C_{ПР}} \quad (3.75)$$

$$F_{СТ} = 142,52 \text{ (мм)}$$

Длина пружины при статической нагрузке:

$$H_0 = H_{МАХ} - F_{СТ} \quad (3.76)$$

$$H_0 = 278 \text{ (мм)}$$

3.2.5 Нагрузки и напряжения в пружине

Максимальное напряжение сдвига при работе пружины наблюдается на внутренней поверхности витка пружины, поскольку касательные напряжения от кручения и поперечной силы суммируются.

Напряжение в цилиндрической пружине, свитой из прутка круглого сечения, для любой нагрузки:

$$t = \frac{8 \cdot k \cdot D_{СР} \cdot P}{\pi \cdot d_{ПР}^3} \quad (3.77)$$

где P – действующая нагрузка;

k – коэффициент формы пружины, учитывающий концентрацию напряжений на внутренней поверхности витка от кривизны прутка и действия поперечной силы.

$$k = 1 + 1,5 \cdot \frac{d_{ПР}}{D_{СР}} \quad (3.78)$$

$$k = 1,196$$

Статическая нагрузка:

$$P_{CT} = C_{ПП} \cdot (H_{MAX} - H_0) \quad (3.79)$$

$$P_{CT} = 3469 \text{ (Н)}$$

Касательное напряжение:

$$t_{CT} = \frac{8 \cdot k \cdot D_{CP} \cdot P_{CT}}{\pi \cdot d_{ПП}^3} \quad (3.80)$$

$$t_{CT} = 444,44 \text{ (МПа)}$$

Динамическая нагрузка:

$$P_D = C_{ПП} \cdot (H_{MAX} - H_{ДИН}) \quad (3.81)$$

$$P_D = 4470 \text{ (Н)}$$

Касательное напряжение:

$$t_{ДИН} = \frac{8 \cdot k \cdot D_{CP} \cdot P_{ДИН}}{\pi \cdot d_{ПП}^3} \quad (3.82)$$

$$t_{ДИН} = 572,69 \text{ (МПа)}$$

Нагрузка при осадке пружины до соприкосновения витков:

$$P_B = C_{ПП} \cdot (H_{MAX} - H_{МИН}) \quad (3.83)$$

$$P_B = 5282 \text{ (Н)}$$

Касательное напряжение:

$$t_B = \frac{8 \cdot k \cdot D_{CP} \cdot P_B}{\pi \cdot d_{ПП}^3} \quad (3.84)$$

$$t_B = 676,72 \text{ (МПа)}$$

Предел прочности для стали 6С2Г по ТУ 14-1-530-73 составляет $G_S = 135 \text{ кгс/мм}^2 = 1350 \text{ МПа}$.

Условие работоспособности:

$$\frac{t_{MAX}}{G_S} < 0,85 \quad (3.85)$$

$$\frac{t_{MAX}}{G_S} = \frac{676,72}{1350} = 0,5 < 0,85 \text{ (условие работоспособности выполнено)}$$

3.2.6 Упругая характеристика подвески

Максимальная нагрузка на колесо:

$$P_{KMAX} = k_D \cdot P_{K0} \quad (3.86)$$

где k_D – коэффициент динамичности, примем $k_D = 2$.

$$P_{KMAX} = 8942 \text{ (Н)}$$

Жесткость резиновых буферов:

$$C_B = \frac{P_{KMAX} - P_{K0} - C_K \cdot f_C}{f_C - f_{CЖ}} \quad (3.87)$$

где $f_{CЖ}$ – ход сжатия до буфера, $f_{CЖ} = 70$ мм;

f_C – максимальный ход сжатия, $f_C = 90$ мм.

$$C_B = 1140 \text{ Н/см}$$

Максимальный ход отбоя:

$$f_0 = f_{OTБ} + \frac{P_{K0} - C_K \cdot f_{OTБ}}{C_B + C_K} \quad (3.88)$$

где $f_{OTБ}$ – ход отбоя, $f_{OTБ} = 130$ мм.

$$f_0 = 138,88 \text{ (мм)}$$



Рисунок 3.1 – Упругая характеристика задней подвески

3.2.7 Демпфирующая характеристика подвески

Собственная частота колебаний для проектной нагрузки:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_K}{M_{\text{ПОДР.32}}}} \quad (3.89)$$

$$\omega_0 = 9,25 \text{ (рад/с)}$$

Средний коэффициент демпфирования:

$$K_{CP} = \psi \cdot \omega_0 \cdot M_{\text{ПОДР.32}} \quad (3.90)$$

где ψ – коэффициент аperiodичности, примем $\psi = 0,25$.

$$K_{CP} = 1317 \text{ (Нс/м)}$$

Коэффициент демпфирования на ходе сжатия:

$$K_{CЖ} = \frac{2 \cdot K_{CP}}{1 + \kappa} \quad (3.91)$$

где κ – отношение коэффициента демпфирования на ходе отбоя к ходу сжатия ($\kappa = 2 \dots 5$), примем $\kappa = 3$.

$$K_{CЖ} = 658,5 \text{ (Нс/м)}$$

Коэффициент демпфирования на ходе отбоя:

$$K_{ОТБ} = K_{CЖ} \cdot \kappa \quad (3.92)$$

$$K_{ОТБ} = 1975,5 \text{ (Нс/м)}$$

Усилия на колесе, при которых открываются клапаны амортизатора:

$$R_{CЖ} = K_{CЖ} \cdot f'_0 \quad (3.93)$$

$$R_{ОТБ} = K_{ОТБ} \cdot f'_0 \quad (3.94)$$

где f'_0 – скорость, при которой срабатывают клапаны амортизатора

($f'_0 = 20 \dots 40$ см/с), примем $f'_0 = 30$ см/с.

$$R_{CЖ} = 197,55 \text{ (Н)}$$

$$R_{ОТБ} = 592,65 \text{ (Н)}$$

Зададим клапанные коэффициенты демпфирования (0,1...0,2):

$$K_{CЖ.КЛ} = 0,15 \cdot K_{CЖ} \quad (3.95)$$

$$K_{ОТБ.КЛ} = 0,15 \cdot K_{ОТБ} \quad (3.96)$$

$$K_{CЖ.КЛ} = 98,78 \text{ (Нс/м)}$$

$$K_{ОТБ.КЛ} = 296,33 \text{ (Нс/м)}$$

ДЕМПФИРУЮЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ

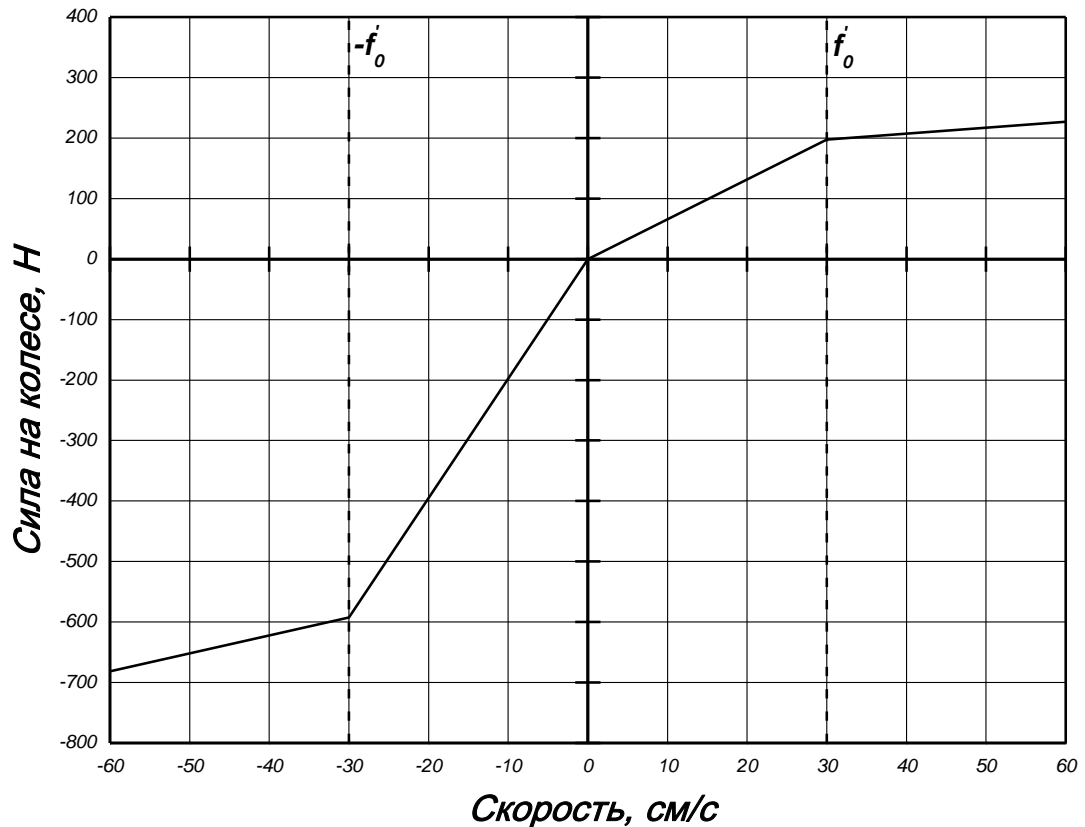


Рисунок 3.2 – Демпфирующая характеристика задней подвески

3.2.8 Угловая жесткость подвески

Суммарная угловая жесткость передней и задней подвески должна быть такой, чтобы характеристика крена кузова автомобиля от бокового ускорения не превышала некоторых наперед заданных значений. Распределение суммарной угловой жесткости по осям может быть различным, за счет чего конструктор имеет возможность повлиять на некоторые характеристики управляемости автомобиля. В частности, большая угловая жесткость задней подвески приводит к повышенной склонности к заносу задней оси.

Наименьшее условие кручения кузова обеспечивает такое распределение угловых жесткостей, когда крены передней и задней части автомобиля могут рассматриваться независимо друг от друга.

Рассчитаем угол крена для бокового ускорения автомобиля, $j_Y = 4 \text{ м/с}^2$.

При этом подвеска наружного колеса совершает ход сжатия, внутреннего колеса – ход отбоя. Нормальная жесткость подвески определяется по формуле:

$$C_N = (C_{OTB} + C_{CЖ}) \cdot i_0 \quad (3.97)$$

$$C_N = 65039 \text{ (Нм)}$$

Угловая жесткость:

$$C_Y = 0,25 \cdot B^2 \cdot C_N \quad (3.98)$$

где B – задняя колея автомобиля, мм, $B = 1414$ мм;

$$C_Y = 32510 \text{ (Нм/рад)}$$

Угол крена подвески:

$$\varphi = \frac{M_{A1} \cdot j_Y \cdot h_g}{C_Y - M_{A1} \cdot g \cdot h_g} \quad (3.99)$$

где h_g – центр крена задней подвески, мм, $h_g = 500$ мм;

$$\varphi = 0,081 \text{ (рад)} = 4,64 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Угол крена не должен превышать 4° (условие не выполняется).

Таким образом необходимо увеличить угловую жесткость задней подвески. Необходимую дополнительную жесткость подвески найдем из условия равенства крена:

$$C_{Y2} = M_{A1} \cdot g \cdot h_g + \frac{M_{A1} \cdot j_Y \cdot h_g}{\varphi} \quad (3.100)$$

где φ – максимально допустимый угол крена, мм, $\varphi = 4^\circ = 0,0698$ рад;

$$C_{Y2} = 36912 \text{ (Нм/рад)}$$

$$\Delta C_Y = C_{Y2} - C_Y \quad (3.101)$$

$$\Delta C_Y = 4402 \text{ (Нм/рад)}$$

Дополнительную угловую жесткость необходимо обеспечить стабилизатором поперечной устойчивости.

3.2.9 Стабилизатор поперечной устойчивости

Стабилизатор поперечной устойчивости относится к стабилизирующим упругим элементам подвески. Конструкция предлагаемого стабилизатора следующая: штанга стабилизатора соединяется с рычагом подвески при помощи короткой стойки, имеющей две головки. В нижнюю головку запрессован резинометаллический шарнир, через который проходит болт крепления стойки к рычагу подвески. В другую головку запрессована резиновая втулка, через кото-

рую проходит конец штанги стабилизатора. Средняя (торсионная) часть стабилизатора крепится к лонжеронам кузова двумя кронштейнами, в которых расположены подушки.

Увеличение угловой жесткости передней или задней подвески сопровождается увеличением динамического перераспределения нагрузки между внутренним и наружным колесами этой оси. А это при неизменном направляющем усилии колес оси будет вызывать увеличение среднего угла увода для колес данной оси.

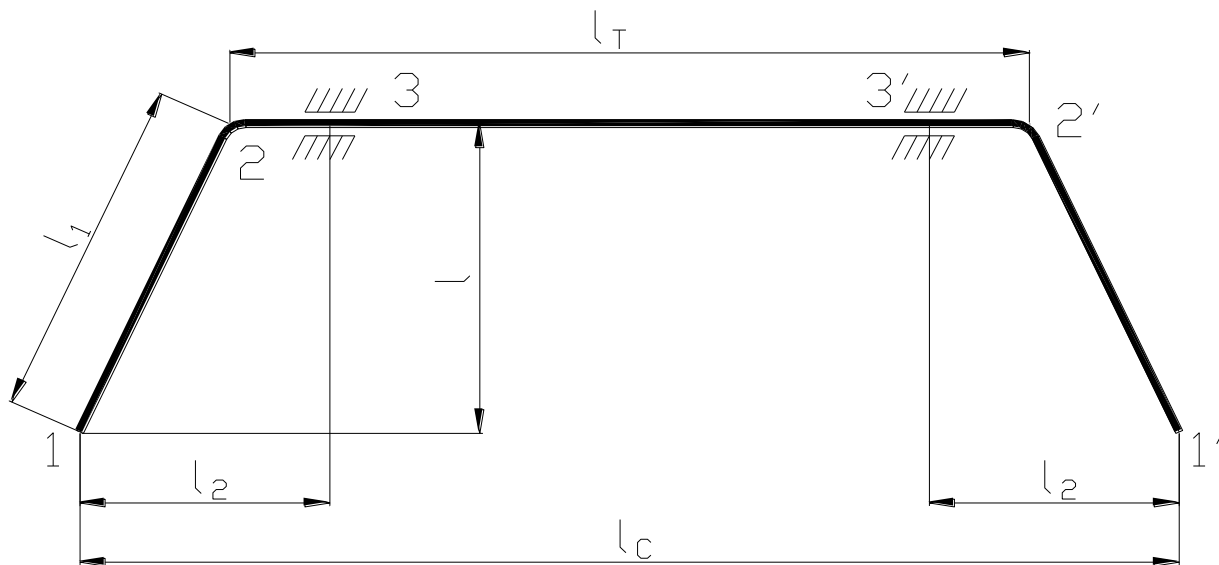


Рисунок 2.4 – Расчетная схема стабилизатора поперечной устойчивости

Исходные данные для проведения расчета стабилизатора:

$f_C = 105$ мм – перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$l_C = 962$ мм, $l = 191$ мм; $l_1 = 265$ мм; $l_T = 531$ мм; $l_2 = 251$ мм; $d = 16$ мм;

$E = 2000000$ кг/см².

Жесткость стабилизатора:

$$C_T = \frac{3 \cdot E \cdot J}{4 \cdot l_T \cdot l^2 + 2 \cdot l_1^3 + l_2^2 \cdot (l_C - 2 \cdot l_2)} \quad (3.102)$$

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (3.103)$$

$$J = 0,322 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$C_T = 13,45 \text{ (кг/см)}$$

Усилие, приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \cdot f_C \cdot g \quad (3.104)$$

$$P = 1385 \text{ (Н)}$$

Наиболее опасное сечение находится в точке 2:

$$M_{ИЗГ} = P \cdot l_1 \quad (3.105)$$

$$M_{ИЗГ} = 367,03 \text{ (Нм)}$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma = \frac{M_{ИЗГ}}{\pi \cdot \frac{d^3}{32}} \quad (3.106)$$

$$\sigma = 912,73 \text{ (МПа)}$$

Момент кручения:

$$M_{КР} = P \cdot l \quad (3.107)$$

$$M_{КР} = 264,54 \text{ (Нм)}$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{КР}}{\pi \cdot \frac{d^3}{16}} \quad (3.108)$$

$$\tau = 328,93 \text{ (МПа)}$$

Приведенные напряжения по 3-й теории прочности:

$$\sigma_{ПР} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad (3.109)$$

$$\sigma_{ПР} = 1125,1 \text{ (МПа)}$$

Предел прочности для стали 60С2Г: $\sigma_S = 13500 \text{ кг/см}^2$ (1323,94 МПа).

Проверим выполняется ли условие работоспособности $\sigma_{ПР} < \sigma_S$:

$$1123,69 \text{ МПа} < 1323,94 \text{ МПа (условие выполняется)}$$

4 Технологическая часть

4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески

4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса

По составу и общему количеству деталей проектируемая подвеска, существенно отличается от базовой. Проектируемая подвеска, в отличие от базовой, является независимой и крепится к подрамнику, который в свою очередь монтируется на кузов автомобиля. В проектируемой подвеске роль направляющих элементов выполняют верхний U-образный рычаг и нижний треугольный рычаг, которые крепятся к подрамнику через сайлентблоки.

В конструкции проектируемой подвески, в сравнении с базовым вариантом, используются следующие дополнительные элементы:

- ⇒ стабилизатор поперечной устойчивости;
- ⇒ растяжка регулировки углов установки колес;
- ⇒ ступица с поворотным кулаком;
- ⇒ U-образный верхний рычаг;
- ⇒ треугольный нижний рычаг.

Унифицированным узлом, в сравнении с базовой подвеской, является стойка телескопическая с пружиной в сборе.

В связи с этим, технология сборки проектируемой подвески для легкового переднеприводного автомобиля LADA-2190, усложняется, а также происходит процесс увеличения время на сборку в сравнении с базовым вариантом исполнения задней подвески.

4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции подвески

- ⇒ Возможность узловой сборки.

Сборка задней независимой подвески и ее элементов может осуществляться независимо от общей сборки.

- ⇒ Возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия.

Левая и правая части подвески (ступица, рычаги и т.п.) одновременного и независимого монтируются на подрамник.

⇒ Возможность механизации сборочных работ.

Сборочные работы максимально механизированы.

⇒ Инструментальная доступность.

Все элементы изделия в максимальной степени обладают удобным доступом для сборочного инструмента при проведении операций сборки.

⇒ Контролепригодность.

Моменты затяжки болтов контролируются самим пневмоинструментом. Есть возможность контроля параметров после выполнения процессов сборки.

⇒ Высокая степень унификации деталей и сборочных единиц.

Максимальное количество деталей проектируемой задней независимой подвески унифицировано с серийно выпускаемыми подвесками автомобилей LADA.

⇒ Применение несложных сборочных приспособлений.

В процессе сборки применяются несложные сборочные приспособления.

⇒ Использование методов обеспечения точности.

В процессе сборки задней независимой подвески применяется метод полной взаимозаменяемости, при котором необходимая точность сборки приходит путем соединения деталей без их выбора, подбора или изменения размеров.

4.2 Разработка технологической схемы сборки задней независимой подвески

Совокупность отдельных процессов, связанных с переработкой сырья и полуфабрикатов в заготовки, готовые детали, узлы и механизмы на данном предприятии, называется производственным процессом.

Технологический процесс сборки машин и механизмов представляет собой часть производственного процесса, характеризующегося последовательным соединением готовых деталей в узлы, готовые изделия.

Собранный механизм или машина – являющийся готовым изделием основного производства предприятия-изготовителя, имеет собственное заводское обозначение и наименование, например: «Автомобиль в сборе».

Группа – сборочная единица, для которой целесообразна самостоятельная организация производства. Это может быть, например, «двигатель в сборе», «подвеска задняя в сборе» и т.д.

Группа, в свою очередь входит или в другую подгруппу, или непосредственно в изделие, например, группа «коробка передач в сборе» входит в «двигатель с коробкой передач в сборе».

Подгруппа – составная часть группы. Если она входит непосредственно в группу, ее условно называют подгруппой первого порядка. Если же она входит в подгруппу первого порядка, то ее называют подгруппой второго порядка. Соответственно могут быть подгруппы третьего и большего порядков, следовательно, порядок входящей подгруппы на единицу больше базовой. Таким образом, изделие состоит из групп, группы состоят из подгрупп соответствующих порядков, подгруппы состоят из деталей.

Процесс комплектования сборочных элементов – сборочных единиц, изображается в виде схемы или последовательности сборочных операций, поясняющей в какой последовательности соответствующие сборочные единицы – группы, подгруппы и детали – представлены в технологическом процессе сборки.

На основе требований, указанных в чертежах деталей, наименования и количества деталей согласно спецификации, а также требований, которые должны быть обеспечены в процессе сборки узла – составляются маршрутные карты. Маршрутные карты являются связующим документом для операционных карт.

4.3 Составление перечня сборочных работ

Наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки и данные по нормированию всех необходимых видов работ сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Операция	Время (мин.)
Узловая сборка ступицы заднего колеса		
1	Взять из контейнера ступицу заднего колеса и осмотреть со всех сторон	0,11
2	Установить ступицу в приспособление	0,07
3	Взять и осмотреть нижний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,10
4	Установить на нижний рычаг технологическое приспособление	0,28
5	Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса	0,06
6	Зафиксировать рычаг	0,09
7	Закрепить гайку крепления нижнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота	0,65
8	Взять и осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе	0,10
9	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,28
10	Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса	0,06
11	Зафиксировать рычаг	0,09
12	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота	0,65
13	Взять растяжку задней подвески с наконечниками в сборе и осмотреть со всех сторон	0,07
14	Закрепить растяжку задней подвески на ступице посредством затяжки гайки крепления	0,65
15	Переместить ступицу в сборе на основную сборку	0,10
ИТОГО		3,36
Общая сборка задней подвески		
1	Взять и установить подрамник задней подвески на ленточный конвейер, зафиксировать его	0,10
2	Взять ступицу с рычагами в сборе и осмотреть	0,10
3	Вставить задние концы нижнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками	0,65

Продолжение таблицы 4.1

4	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,28
5	Вставить приспособление в отверстие на подрамнике	0,06
6	Зафиксировать нижний рычаг	0,06
7	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота	0,65
8	Вставить задние концы верхнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками	0,65
9	Установить на верхний рычаг технологическое приспособление	0,28
10	Вставить приспособление в отверстие на подрамнике	0,06
11	Зафиксировать верхний рычаг	0,09
12	Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота	0,65
13	Закрепить свободный конец растяжки на подрамнике	0,41
14	Установить правую ступицу колеса в сборе на подрамник проделать аналогичные операции, как и для левой ступицы	4,04
15	Взять и осмотреть левую стойку телескопическую с чашками и пружиной в сборе	0,15
16	Закрепить стойку телескопическую с помощью болтов	0,35
17	Взять и осмотреть правую стойку телескопическую с чашками и пружиной в сборе	0,15
18	Закрепить стойку телескопическую с помощью болтов	0,35
19	Взять и осмотреть стабилизатор в сборе	0,15
20	Закрепить стабилизатор с помощью болтов	0,76
21	Осмотреть заднюю подвеску в сборе и отправить на ленточном конвейере для установки на автомобиль	0,15
ИТОГО		10,14
$\Sigma t_{оп}$		13,50

4.4 Определение трудоемкости сборки задней подвески

$$t_{ОП}^{ОБЩ} = \Sigma t_{ОП} \quad (4.1)$$

$$t_{ОП}^{ОБЩ} = 13,50 \text{ (мин)}$$

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

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

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

$$t_{ШТ}^{ОБЩ} = 13,50 + 13,50 \cdot \left(\frac{2}{100} + \frac{4}{100} \right) = 14,31 \text{ (мин)}$$

4.5 Выбор организационной формы сборки

Учитывая конструкцию подвески, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.

Время в минутах, необходимое для выполнения одной операции (одной единицы продукции) при 100% выполнении программы выпуска, называется тактом:

$$t = \frac{60 \cdot \Phi}{T}, \quad (4.3)$$

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

T – годовая программа выпуска рабочего места, участка или цеха, шт.,
 $T = 25000$ шт.

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{см} \cdot \eta_p, \quad (4.4)$$

где D_p – число рабочих дней в году, $D_p = 289$ дней;

c – число рабочих смен за день, $c = 1$;

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

η_p – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования, $\eta_p = 0,98$ при односменной работе.

$$\Phi = 289 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,98 = 2265,76 \text{ (час)}$$

$$t = \frac{60 \cdot 2265,76}{25000} = 5,44 \text{ (мин/шт)}$$

4.6 Составление содержания сборочных операций

Содержание сборочных операций показано в таблицах 4.2...4.3.

Таблица 4.2

Узловая сборка ступицы заднего колеса				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Сборочная	<p>Взять из контейнера ступицу заднего колеса и осмотреть со всех сторон</p> <p>Установить ступицу в приспособление</p> <p>Взять и осмотреть нижний рычаг с сайлентблоками в сборе</p> <p>Установить на нижний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса</p> <p>Зафиксировать рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления нижнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Взять и осмотреть верхний рычаг с сайлентблоками в сборе</p>	<p>Приспособление для сборки ступицы</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p>	3,36

Продолжение таблицы 4.2

		<p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить верхний конец приспособления в отверстие в ступице заднего колеса</p> <p>Зафиксировать рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески к ступице, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Взять растяжку задней подвески с наконечниками в сборе и осмотреть со всех сторон</p> <p>Закрепить растяжку задней подвески на ступице посредством затяжки гайки крепления</p> <p>Переместить ступицу в сборе на основную сборку</p>		
Итоговое время на сборку ступицы заднего колеса				3,36

Таблица 4.3

Общая сборка задней подвески				
№ п/п	Операция	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время (мин.) $t_{оп}$
005	Установочная	Взять и установить подрамник задней подвески на ленточный конвейер, зафиксировать его	Ленточный конвейер	0,10
010	Сборочная	Взять ступицу левую с рычагами в сборе и осмотреть Вставить задние концы нижнего рычага	Ленточный конвейер	3,94

Продолжение таблицы 4.3

		<p>га в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками</p> <p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать нижний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Вставить задние концы верхнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками</p> <p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать верхний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Закрепить свободный конец растяжки на подрамнике</p>	<p>Приспособление для сборки задней подвески на подрамнике</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p>	
015	Сборочная	<p>Взять ступицу правую с рычагами в сборе и осмотреть</p> <p>Вставить задние концы нижнего рычага в кронштейны на подрамнике, от-</p>	<p>Ленточный конвейер</p> <p>Приспособле-</p>	3,94

Продолжение таблицы 4.3

		<p>центрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками</p> <p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать нижний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Вставить задние концы верхнего рычага в кронштейны на подрамнике, отцентрировать и наживить их болтами, шайбами пружинными и гайками</p> <p>Установить на верхний рычаг технологическое приспособление</p> <p>Вставить приспособление в отверстие на подрамнике</p> <p>Зафиксировать верхний рычаг</p> <p>Закрепить гайку крепления верхнего рычага задней подвески на подрамнике, придерживая головки болтов от проворота</p> <p>Закрепить свободный конец растяжки на подрамнике</p>	<p>ние для сборки задней подвески на подрамнике</p> <p>Пневмогайковерт</p> <p>Ключи</p>	
020	Сборочная	<p>Взять и осмотреть левую стойку телескопическую с чашками и пружиной в сборе</p> <p>Закрепить стойку телескопическую с помощью болтов</p>	<p>Ленточный конвейер</p> <p>Приспособление для сборки</p>	2,16

Продолжение таблицы 4.3

	<p>Взять и осмотреть правую стойку телескопическую с чашками и пружиной в сборе</p> <p>Закрепить стойку телескопическую с помощью болтов</p> <p>Взять и осмотреть стабилизатор в сборе</p> <p>Закрепить стабилизатор с помощью болтов</p> <p>Осмотреть заднюю подвеску в сборе и отправить на ленточном конвейере для установки на автомобиль</p>	<p>задней подвески на подрамнике</p> <p>Пневмогайковёрт</p> <p>Ключи</p>	
Итоговое время на сборку задней подвески			10,14

5 Анализ экономической эффективности объекта

5.1 Обоснование необходимости проведения технико-экономического анализа

В данном дипломном проекте предлагается замена штатной полунезависимой задней подвески со связанными рычагами, которой оборудован автомобиль LADA Granta 2190, на независимую подвеску. Главным преимуществом проектируемой подвески является то, что благодаря своей компоновке она обладает хорошей кинематикой, позволившей расположить центр крена подвески ниже в сравнении с базовым вариантом. То есть если приложить к автомобилю момент, вызывающий крен, то угол крена кузова автомобиля с разрабатываемой независимой задней подвеской будет меньше угла крена кузова автомобиля со штатной полунезависимой задней подвеской со связанными рычагами. Также, разрабатываемая подвеска обладает большей угловой жесткостью в сравнении с базовым вариантом, то есть позволяет автомобилю сохранять устойчивость при приложении больших боковых ускорений при прохождении поворотов, или, если сказать проще, проходить повороты на больших скоростях.

Можно сделать вывод, что предлагаемая модернизация задней подвески позволяет улучшить потребительские качества автомобиля, такие как, например, повышение устойчивости и управляемости автомобиля и повышение комфорта при управлении автомобилем. Все это приводит к повышению такого важного параметра, как активная безопасность автомобиля. Таким образом, есть необходимость провести сравнительный технико-экономический анализ показателей изготовления и эксплуатации модернизированной и штатной задней подвески, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

За базовый вариант принята задняя полунезависимая подвеска со связанными рычагами автомобиля LADA Granta 2190.

5.2 Расчет себестоимости изготовления проектируемой задней подвески

Исходные данные для расчета представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение
А	1	2	3	4
1	Годовая программа выпуска	$V_{ГОД}$	шт.	25000
2	Коэффициент отчислений в социальные фонды	$E_{СОЦ.Н}$	%	30
3	Коэффициент общезаводских расходов	$E_{ОБ.ЗАВОД}$	%	145
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{КОМ}$	%	5
5	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$E_{ОБОР}$	%	194
6	Коэффициенты транспортно-заготовительных расходов	$K_{ТЗР}$	%	2,45
7	Коэффициент цеховых расходов	$E_{ЦЕХ}$	%	183
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{ИНСТР}$	%	3
9	Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	$K_{РЕНТ}$	%	20
10	Коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве	$K_{ВЫП}$	%	35
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{ПРЕМ}$	%	20
12	Коэффициент возвратных отходов	$K_{ВОТ}$	%	1,5
13	Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{ИНВ}$	%	2,4

Расчет статьи затрат «Сырье и материалы»

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

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

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

Результаты расчета представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за ед. изм., руб	Сумма, руб
1	Лист 2,0 Ст30ХГСА	0,3	120,95	36,29
2	Лист 3,0 Ст30ХГСА	2,34	120,95	283,02
3	Лист В3,0 Ст30ХГСА	0,11	119,95	13,19
4	Труба Ф32х2 Ст30ХГСА	3,27	66,50	217,46
5	Труба Ф32х1,8 Ст30ХГСА	0,19	66,50	12,64
6	Поковка Ст30ХГСА	2,2	58,00	127,60
7	Пруток Ст60С2А	3,7	62,70	231,99
8	Пруток Ст50ХФА	1,06	63,74	67,56
9	Поковка Ст65Г	0,26	67,75	17,62
10	Поковка ВТ6С	0,43	1200,00	516,00
ИТОГО:				1523,37
Транспортно-заготовительные расходы:				37,32
Возвратные отходы:				22,85
ВСЕГО:				1537,84

Расчет статьи затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты»

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

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

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

Результаты расчета представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб	Сумма, руб
1	Гайки	18	9,50	171,00
2	Шайбы	18	3,15	56,70
3	Болты крепления	8	24,55	196,40
4	Шарниры	8	97,53	780,24

Продолжение таблицы 5.3

5	Чашки	2	66,58	133,16
6	Подушки крепления	6	21,11	126,66
7	Прокладки изолирующие	6	54,65	327,90
8	Опоры пружины	2	41,45	82,90
9	Шайбы опорные	6	12,99	77,94
10	Втулки рычагов	8	16,36	130,88
ИТОГО:				2083,78
Транспортно-заготовительные расходы:				51,05
ВСЕГО:				2134,83

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих»

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

где Z_T – тарифная заработная плата, руб.

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

где C_p – часовая тарифная ставка, руб;

T – трудоемкость выполнения операции, час.

Результаты расчета представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Резка трубы	3	0,25	80,75	20,19
2	Гибка трубы	3	0,25	80,75	20,19
3	Слесарные	4	0,4	92,96	37,18
4	Сварочные	4	0,25	92,96	23,24
5	Ковка	3	0,15	80,75	12,11
6	Токарные	5	0,5	104,63	52,32
7	Сборочные	4	0,25	92,96	23,24
ИТОГО:					188,47
Премииальные доплаты:					37,69
Основная з/п:					226,16

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

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

$$З_{ДОП} = 226,16 \cdot 0,35 = 79,16 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Отчисления в единый социальный налог»

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

$$C_{СОЦ.Н} = (226,16 + 79,16) \cdot 0,30 = 91,60 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования»

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

$$C_{СОД.ОБОР} = 226,16 \cdot 1,94 = 438,75 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы»

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

$$C_{ЦЕХ} = 226,16 \cdot 1,83 = 413,87 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку»

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

$$C_{ИНСТР} = 226,16 \cdot 0,03 = 6,78 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Цеховая себестоимость»

$$C_{ЦЕХ.С/С} = М + П_И + З_О + З_{ДОП} + C_{СОЦ.Н} + C_{СОД.ОБОР} + C_{ЦЕХ} + C_{ИНСТР}. \quad (5.10)$$

$$C_{ЦЕХ.С/С} = 1537,84 + 2134,83 + 226,16 + 79,16 + 91,60 + 438,75 + 413,87 + 6,78 = \\ = 4928,99 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы»

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

$$C_{ОБ.ЗАВОД} = 226,16 \cdot 1,45 = 327,93 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводская себестоимость»

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

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} = 327,93 + 4928,99 = 5256,92 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Коммерческие расходы»

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

$$C_{\text{КОМ}} = 5256,93 \cdot 0,05 = 262,85 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Полная себестоимость»

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

$$C_{\text{ПОЛ}} = 5256,92 + 262,85 = 5519,77 \text{ (руб.)}$$

Расчет статьи затрат «Отпускная цена для базовой и проектируемой задней подвески»

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

$$Ц_{\text{ОТП.П}} = Ц_{\text{ОТП.Б}} = 6019,40 \text{ (руб.)}$$

Затраты на производство базовой и проектируемой задней подвески сведены в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой подвески автомобиля LADA Granta 2190

№ 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	1440,64	1537,84
2	Стоимость комплектующих изделий	$П_{и}$	2069,33	2134,83
3	Основная заработная плата производственных рабочих	$З_о$	180,92	226,16
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_{доп}$	63,32	79,16
5	Отчисления на социальные нужды	$С_{соц.н}$	73,27	91,60

Продолжение таблицы 5.5

6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{\text{СОД. ОБОР}}$	350,98	438,75
7	Цеховые расходы	$C_{\text{ЦЕХ}}$	331,08	413,87
8	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{\text{ИНСТР}}$	5,43	6,78
9	Цеховая себестоимость	$C_{\text{ЦЕХ. С/С}}$	4514,97	4928,99
10	Общезаводские расходы	$C_{\text{ОБ. ЗАВОД}}$	262,33	327,93
11	Общезаводская себестоимость	$C_{\text{ОБ. ЗАВОД. С/С}}$	4777,30	5256,92
12	Коммерческие расходы	$C_{\text{КОМ}}$	238,87	262,85
13	Полная себестоимость	$C_{\text{ПОЛ}}$	5016,17	5519,77
14	Отпускная цена	$C_{\text{ОТП}}$	6019,40	6019,40

5.3 Расчет точки безубыточности проекта

В качестве исходных данных для определения порога прибыли (точка безубыточности) используем таблицу 5.5.

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.

В точке критического объема (точке безубыточности производства) прибыль равна нулю, а объем продаж покрывает переменные и постоянные издержки.

Тогда математическая формула безубыточности будет иметь следующий вид:

$$C_{\text{ОТП}} \cdot V_{\text{ГОД}} = Z_{\text{ПОСТ}} + Z_{\text{ПЕРЕМ. УД}} \cdot V_{\text{ГОД}}, \quad (5.16)$$

где $C_{\text{ОТП}}$ – цена продукции;

$V_{\text{ГОД}}$ – объем производства;

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

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

Определение переменных затрат

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

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{СОЦ.Н.}} \quad (5.17)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД Б}} = 1440,64 + 2069,33 + 180,92 + 63,32 + 73,27 = 3827,48 \text{ (руб);}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД П}} = 1537,84 + 2134,83 + 226,16 + 79,16 + 91,60 = 4069,59 \text{ (руб).}$$

- на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.18)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ П}} = 3992,30 \cdot 25000 = 101739750,00 \text{ (руб).}$$

Определение постоянных затрат

- на единицу изделия:

$$Z_{\text{ПОСТ.УД П}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot 0,87 + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{КОМ}} + A_{\text{М.УД}}, \quad (5.19)$$

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

$$A_{\text{М.УД}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (5.20)$$

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

$$A_{\text{М.УД}} = (438,75 + 6,78) \cdot 0,13 = 57,92 \text{ (руб).}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{ПОСТ.УД П}} &= (438,75 + 6,78) \cdot 0,87 + 413,87 + 327,93 + 262,85 + 57,92 = \\ &= 1450,18 \text{ (руб).} \end{aligned}$$

- на годовую программу выпуска изделия:

$$Z_{\text{ПОСТ}} = Z_{\text{ПОСТ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.21)$$

$$Z_{\text{ПОСТ П}} = 1450,18 \cdot 25000 = 36254500,00 \text{ (руб).}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия

$$C_{\text{ПОЛН.Г П}} = C_{\text{ПОЛН П}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.22)$$

$$C_{\text{ПОЛН.Г П}} = 5519,77 \cdot 25000 = 137994250,00 \text{ (руб).}$$

Расчет выручки от реализации изделия

$$\text{Выручка}_{\text{П}} = \Pi_{\text{ОТП. П}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.23)$$

$$\text{Выручка}_{\text{П}} = 6019,40 \cdot 25000 = 150485000,00 \text{ (руб).}$$

Расчет маржинального дохода

$$D_{\text{МАРЖ}} = \text{Выручка}_{\text{П}} - Z_{\text{ПЕРЕМ П}} \quad (5.24)$$

$$D_{МАРЖ} = 150485000,00 - 101739750,00 = 48745250,00 \text{ (руб.)}$$

Расчет критического объема продаж

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

$$A_{КРИТ} = \frac{36254500,00}{6019,40 - 4069,59} = 18593,86 \approx 18595 \text{ (шт.)}$$

Определение точки безубыточности графическим методом

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемой задней подвески представлен на рисунке 5.1.

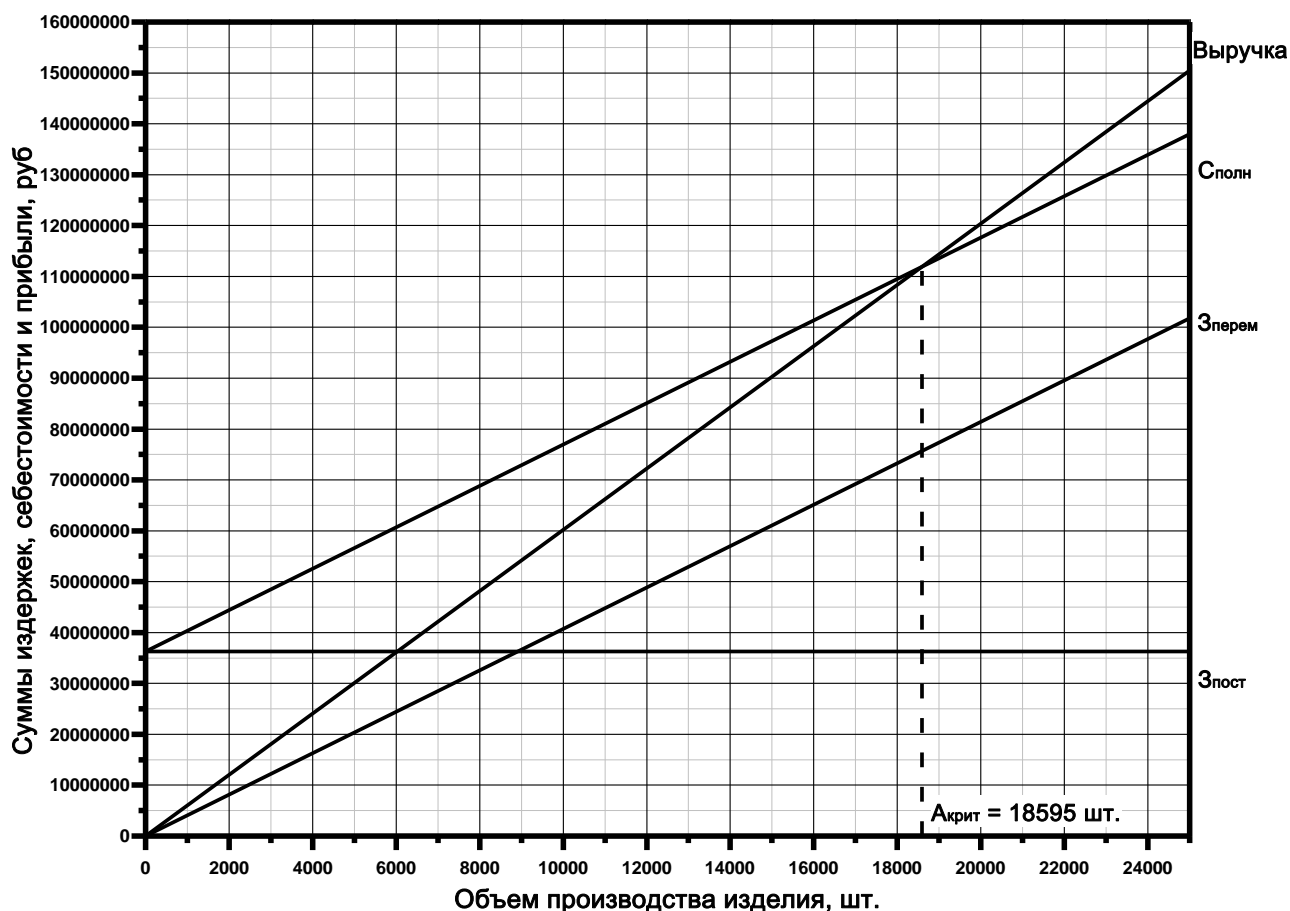


Рисунок 5.1 – Определение точки безубыточности

5.4 Расчет коммерческой эффективности проекта

Объем продукции по годам

Срок эксплуатации нового изделия определим в 5 лет.

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

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

где $V_{\text{МАКС}}$ – максимальный объем продаж, шт., $V_{\text{МАКС}} = V_{\text{ГОД}} = 25000$ (шт.);
 $A_{\text{КРИТ}}$ – критический объем продаж, шт.;
 n – количество лет с учётом предпроизводственной подготовки, примем $n = 6$.

$$\Delta = \frac{25000 - 18595}{6 - 1} = 1281 \text{ (шт.)}.$$

Выручка по годам

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

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

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

$$V_{\text{ПРОД } 1} = 18595 + 1281 = 19876 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 2} = 19876 + 1281 = 21157 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 3} = 21157 + 1281 = 22438 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 4} = 22438 + 1281 = 23719 \text{ (шт.)};$$

$$V_{\text{ПРОД } 5} = 23719 + 1281 = 25000 \text{ (шт.)}.$$

$$\text{Выручка}_1 = 6019,40 \cdot 19876 = 119641594,40 \text{ (руб)};$$

$$\text{Выручка}_2 = 6019,40 \cdot 21157 = 127352445,80 \text{ (руб)};$$

$$\text{Выручка}_3 = 6019,40 \cdot 22438 = 135063297,20 \text{ (руб)};$$

$$\text{Выручка}_4 = 6019,40 \cdot 23719 = 142774148,60 \text{ (руб)};$$

$$\text{Выручка}_5 = 6019,40 \cdot 25000 = 150485000,00 \text{ (руб)}.$$

Переменные затраты по годам

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

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б1} = 3827,48 \cdot 19876 = 76074992,48 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б2} = 3827,48 \cdot 21157 = 80977994,36 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б3} = 3827,48 \cdot 22438 = 85880996,24 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б4} = 3827,48 \cdot 23719 = 90783998,12 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } Б5} = 3827,48 \cdot 25000 = 95687000,00 \text{ (руб)}.$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } П1} = 4069,59 \cdot 19876 = 80887170,84 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } П2} = 4069,59 \cdot 21157 = 86100315,63 \text{ (руб)};$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ } П3} = 4069,59 \cdot 22438 = 91313460,42 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ П4}} = 4069,59 \cdot 23719 = 96526605,21 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ П5}} = 4069,59 \cdot 25000 = 101739750,00 \text{ (руб)}.$$

Постоянные затраты для базового варианта

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

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

$$Z_{\text{ПОСТ.УД Б}} = 350,98 + 5,43 + 331,08 + 262,33 + 238,87 = 1188,69 \text{ (руб)}.$$

$$Z_{\text{ПОСТ Б}} = 1188,69 \cdot 25000 = 29717250,00 \text{ (руб)}.$$

Амортизация

$$Am = Am_{\text{УД}} \cdot V_{\text{МАКС}}. \quad (5.32)$$

$$Am = 57,92 \cdot 25000 = 1448000,00 \text{ (руб)}.$$

Полная себестоимость по годам

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

$$C_{\text{ПОЛН Б1}} = 76074992,48 + 29717250,00 = 105792242,48 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б2}} = 80977994,36 + 29717250,00 = 110695244,36 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б3}} = 85880996,24 + 29717250,00 = 115598246,24 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б4}} = 90783998,12 + 29717250,00 = 120501248,12 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН Б5}} = 95687000,00 + 29717250,00 = 125404250,00 \text{ (руб)}.$$

$$C_{\text{ПОЛН П1}} = 80887170,84 + 36254500,00 = 117141670,84 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П2}} = 86100315,63 + 36254500,00 = 122354815,63 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П3}} = 91313460,42 + 36254500,00 = 127567960,42 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П4}} = 96526605,21 + 36254500,00 = 132781105,21 \text{ (руб)};$$

$$C_{\text{ПОЛН П5}} = 101739750,00 + 36254500,00 = 137994250,00 \text{ (руб)}.$$

Налогооблагаемая прибыль по годам

$$Pr.\text{обл}_i = \text{Выручка}_i - C_{\text{ПОЛН }i}. \quad (5.34)$$

$$Pr.\text{обл}_{Б1} = 119641594,40 - 105792242,48 = 13849351,92 \text{ (руб)};$$

$$Pr.\text{обл}_{Б2} = 127352445,80 - 110695244,36 = 16657201,44 \text{ (руб)};$$

$$Pr.\text{обл}_{Б3} = 135063297,20 - 115598246,24 = 19465050,96 \text{ (руб)};$$

$$Pr.\text{обл}_{Б4} = 142774148,60 - 120501248,12 = 22272900,48 \text{ (руб)};$$

$$Pr.\text{обл}_{Б5} = 150485000,00 - 125404250,00 = 25080750,00 \text{ (руб)}.$$

$$\text{Пр.обл}_{\Pi 1} = 119641594,40 - 117141670,84 = 2499923,56 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.обл}_{\Pi 2} = 127352445,80 - 122354815,63 = 4997630,17 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.обл}_{\Pi 3} = 135063297,20 - 127567960,42 = 7495336,78 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.обл}_{\Pi 4} = 142774148,60 - 132781105,21 = 9993043,39 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.обл}_{\Pi 5} = 150485000,00 - 137994250,00 = 12490750,00 \text{ (руб)}.$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

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

$$H_{\text{ПР}Б1} = 13849351,92 \cdot 0,20 = 2769870,38 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}Б2} = 16657201,44 \cdot 0,20 = 3331440,29 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}Б3} = 19465050,96 \cdot 0,20 = 3893010,19 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}Б4} = 22272900,48 \cdot 0,20 = 4454580,10 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}Б5} = 25080750,00 \cdot 0,20 = 5016150,00 \text{ (руб)}.$$

$$H_{\text{ПР}\Pi 1} = 2499923,56 \cdot 0,20 = 499984,71 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}\Pi 2} = 4997630,17 \cdot 0,20 = 999526,03 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}\Pi 3} = 7495336,78 \cdot 0,20 = 1499067,36 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}\Pi 4} = 9993043,39 \cdot 0,20 = 1998608,68 \text{ (руб)};$$

$$H_{\text{ПР}\Pi 5} = 12490750,00 \cdot 0,20 = 2498150,00 \text{ (руб)}.$$

Прибыль чистая по годам

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

$$\text{Пр.ч}_{Б1} = 13849351,92 - 2769870,38 = 11079481,54 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{Б2} = 16657201,44 - 3331440,29 = 13325761,15 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{Б3} = 19465050,96 - 3893010,19 = 15572040,77 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{Б4} = 22272900,48 - 4454580,10 = 17818320,38 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{Б5} = 25080750,00 - 5016150,00 = 20064600,00 \text{ (руб)}.$$

$$\text{Пр.ч}_{\Pi 1} = 2499923,56 - 499984,71 = 1999938,85 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\Pi 2} = 4997630,17 - 999526,03 = 3998104,14 \text{ (руб)};$$

$$\text{Пр.ч}_{\Pi 3} = 7495336,78 - 1499067,36 = 5996269,42 \text{ (руб)};$$

$$Пр.ч_{П4} = 9993043,39 - 1998608,68 = 7994434,71 \text{ (руб)};$$

$$Пр.ч_{П5} = 12490750,00 - 2498150,00 = 9992600,00 \text{ (руб)}.$$

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:

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

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

На основании результатов испытаний на долговечность базового и проектно-го варианта задней подвески, увеличение долговечности проектируемого варианта:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{112,9\%}{100\%} = 1,129.$$

$$Эобщ_1 = (6019,40 \cdot 1,129 - 6019,40) \cdot 19876 = 15433765,68 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_2 = (6019,40 \cdot 1,129 - 6019,40) \cdot 21157 = 16428465,51 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_3 = (6019,40 \cdot 1,129 - 6019,40) \cdot 22438 = 17423165,34 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_4 = (6019,40 \cdot 1,129 - 6019,40) \cdot 23719 = 18417865,17 \text{ (руб)};$$

$$Эобщ_5 = (6019,40 \cdot 1,129 - 6019,40) \cdot 25000 = 19412565,00 \text{ (руб)}.$$

Текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам

$$ЧД_i = Пр.ч_{Пi} - Пр.ч_{Бi} + Ам + Эобщ_i. \quad (5.38)$$

$$ЧД_1 = 1999938,85 - 11079481,54 + 1448000,00 + 15433765,68 = 7802222,99 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_2 = 3998104,14 - 13325761,15 + 1448000,00 + 16428465,51 = 8548808,50 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_3 = 5996269,42 - 15572040,77 + 1448000,00 + 17423165,34 = 9295393,99 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_4 = 7994434,71 - 17818320,38 + 1448000,00 + 18417865,17 = 10041979,50 \text{ (руб)};$$

$$ЧД_5 = 9992600,00 - 20064600,00 + 1448000,00 + 19412565,00 = 10788565,00 \text{ (руб)}.$$

Дисконтирование денежного потока

Дисконтирование осуществляется путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования.

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

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

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

$$\alpha_{t1} = \frac{1}{(1+0,1)^1} = 0,909; \alpha_{t2} = \frac{1}{(1+0,1)^2} = 0,826; \alpha_{t3} = \frac{1}{(1+0,1)^3} = 0,751;$$

$$\alpha_{t4} = \frac{1}{(1+0,1)^4} = 0,683; \alpha_{t5} = \frac{1}{(1+0,1)^5} = 0,621.$$

Чистый дисконтированный поток реальных денег

$$\text{ЧДД}_{ti} = \text{ЧД}_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}). \quad (5.40)$$

$$\text{ЧДД}_{t1} = 7802222,99 \cdot 0,909 = 7092220,70 \text{ (руб);}$$

$$\text{ЧДД}_{t2} = 8548808,50 \cdot 0,826 = 7061315,82 \text{ (руб);}$$

$$\text{ЧДД}_{t3} = 9295393,99 \cdot 0,751 = 6980840,89 \text{ (руб);}$$

$$\text{ЧДД}_{t4} = 10041979,50 \cdot 0,683 = 6858672,00 \text{ (руб);}$$

$$\text{ЧДД}_{t5} = 10788565,00 \cdot 0,621 = 6699698,87 \text{ (руб).}$$

Суммарный ЧДД за расчетный период

$$\sum \text{ЧДД}_t = \sum \text{ЧД}_i \cdot \alpha_{ti}(E_{CT}) = \sum \text{ЧДД}_{ti}. \quad (5.41)$$

$$\begin{aligned} \sum \text{ЧДД}_t &= 7092220,70 + 7061315,82 + 6980840,89 + 6858672,00 + 6699698,87 = \\ &= 34692748,28 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях

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

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

$$\begin{aligned} \sum C_{ПОЛН \Pi i} &= 117141670,84 + 122354815,63 + 127567960,42 + 132781105,21 + \\ &+ 137994250,00 = 637839802,10 \text{ (руб)}. \end{aligned}$$

$$J_0 = 637839802,10 \cdot 0,024 = 15308155,25 \text{ (руб).}$$

Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД} = \sum \text{ЧДД}_t - J_0. \quad (5.43)$$

$$\text{ЧДД} = 34692748,28 - 15308155,25 = 19384593,03 \text{ (руб).}$$

Индекс доходности

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0} \quad (5.44)$$

$$JD = \frac{19384593,03}{15308155,25} = 1,27.$$

Срок окупаемости с учетом дисконтирования

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

$$T_{ОКУП} = \frac{15308155,25}{19384593,03} = 0,79 \text{ (года)}.$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемой задней подвески сводится в таблицу 5.6.

Таблица 5.6

№ 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	19876	21157	22438	23719	25000
2	Отпускная цена за единицу продукции (руб) $C_{ОТП}$		6019,40				
3	Выручка (руб)		119641594	127352446	135063297	142774149	150485000
4	Переменные затраты (руб) $Z_{ПЕРЕМБ}$		76074992	80977994	85880996	90783998	95687000
	$Z_{ПЕРЕМП}$		80887171	86100316	91313460	96526605	101739750
5	Амортизация (руб) A_M		1448000				
6	Постоянные затраты (руб) $Z_{ПОСТБ}$		29717250				
	$Z_{ПОСТП}$		36254500				
7	Полная себестоимость (руб) $C_{ПОЛБ}$		105792242	110695244	115598246	120501248	125404250
	$C_{ПОЛП}$		117141671	122354816	127567960	132781105	137994250

Продолжение таблицы 5.6

8	Налогооблагаемая прибыль (руб) <i>Пр.обл_б</i>		13849352	16657201	19465051	22272900	25080750
	<i>Пр.обл_п</i>		2499924	4997630	7495337	9993043	12490750
9	Налог на прибыль (руб) <i>Н_{прб}</i>		2769870	3331440	3893010	4454580	5016150
	<i>Н_{прп}</i>		499985	999526	1499067	1998609	2498150
10	Прибыль чистая (руб) <i>Пр.ч_б</i>		11079482	13325761	15572041	17818320	20064600
	<i>Пр.ч_п</i>		1999939	3998104	5996269	7994435	9992600
11	Общественный эффект (руб) <i>Эобц</i>		15433766	16428466	17423165	18417865	19412565
12	Чистый поток реальных денег (руб) <i>ЧД</i>		7802223	8548809	9295394	10041980	10788565
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>		7092221	7061316	6980841	6858672	6699699
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег (руб) $\Sigma ЧДД_t$		34692748				
16	Капиталообразующие инвестиции, (руб) <i>Jo</i>	15308155					
17	Чистый дисконтированный доход (руб) <i>ЧДД</i>		19384593,03				
18	Индекс доходности <i>JD</i>		1,27				
19	Срок окупаемости проекта (год) <i>Токуп</i>		0,79				

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

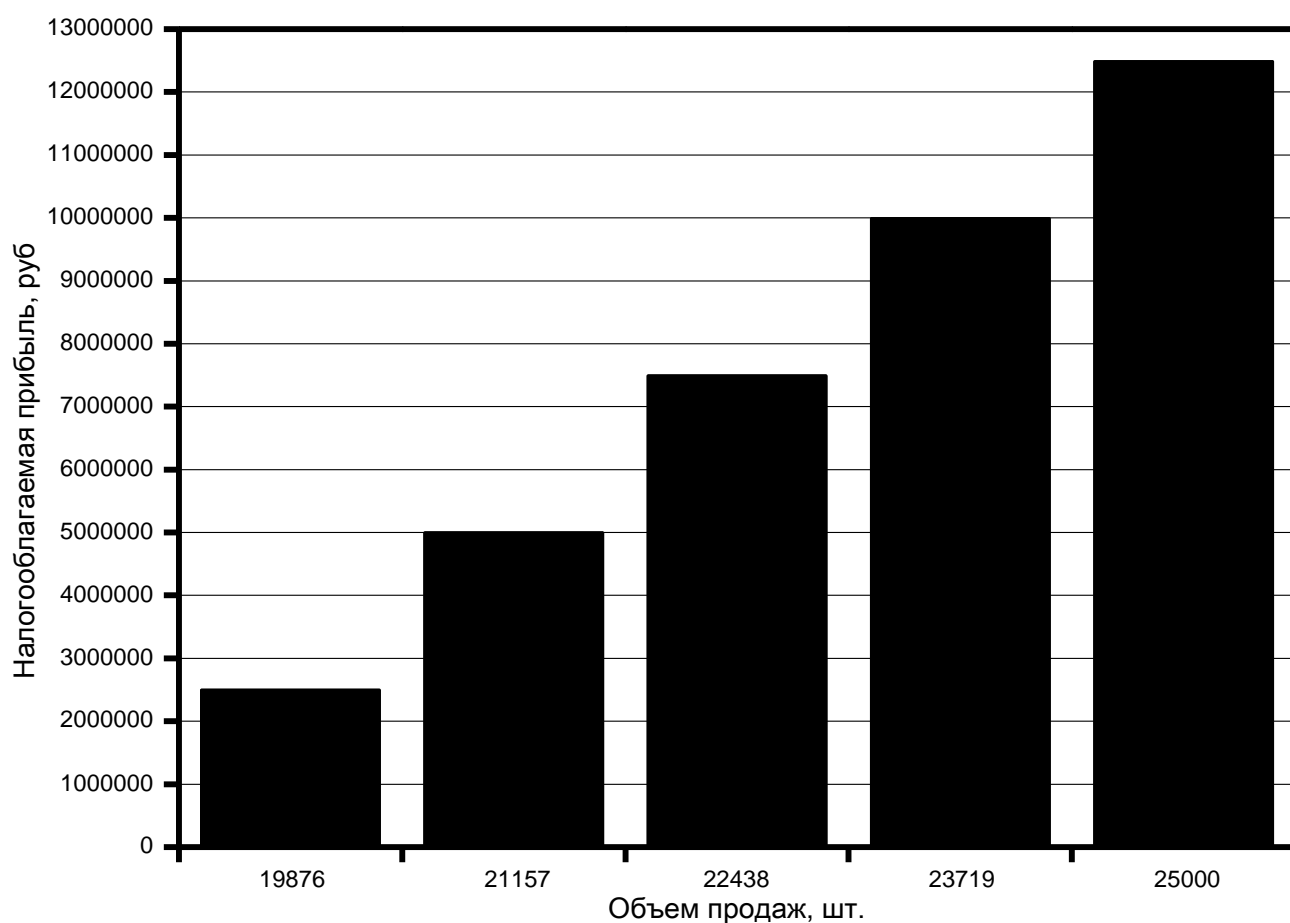


Рисунок 5.2 – График соотношения между объемом производства и прибылью

5.5 Анализ полученных экономических показателей и выводы

Себестоимость модернизированной задней подвески выше себестоимости базового варианта, однако, проект обладает общественной значимостью, поэтому экономический эффект от его внедрения положителен.

Критический объем продаж – это минимальное количество продаж изделия, необходимое для покрытия расходов предприятия. В данном проекте критический объем продаж составляет 18595 шт.

Объемы продаж новой продукции каждый год будут увеличиваться на 1281 шт.

Чистый дисконтированный доход ЧДД положителен, следовательно, проект эффективен, можно рассматривать вопрос о его принятии. В данном проекте ЧДД составляет 19384593,03 рублей.

Индекс доходности $JD > 1$ и в данном проекте составил 1,27. Таким образом проект эффективен.

Срок окупаемости проекта равен 0,79 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 задней подвески автомобиля LADA Granta 2190.

6 Безопасность и экологичность объекта

Введение

В процессе труда человек вступает во взаимодействие с предметами труда, орудиями труда, другими людьми. Кроме того, на него воздействуют различные параметры производственной обстановки, в которой протекает труд (температура, влажность и подвижность воздуха, шум, вибрация, вредные вещества, различные излучения и т. п.). Все это в совокупности характеризует определенные условия, в которых протекает труд человека. От условий труда в большей степени зависят здоровье и работоспособность человека, его отношение к труду и результаты труда. При плохих условиях резко снижается производительность труда и создаются предпосылки для возникновения травм и профессиональных заболеваний.

6.1 Рабочее место, оборудование и выполняемые операции

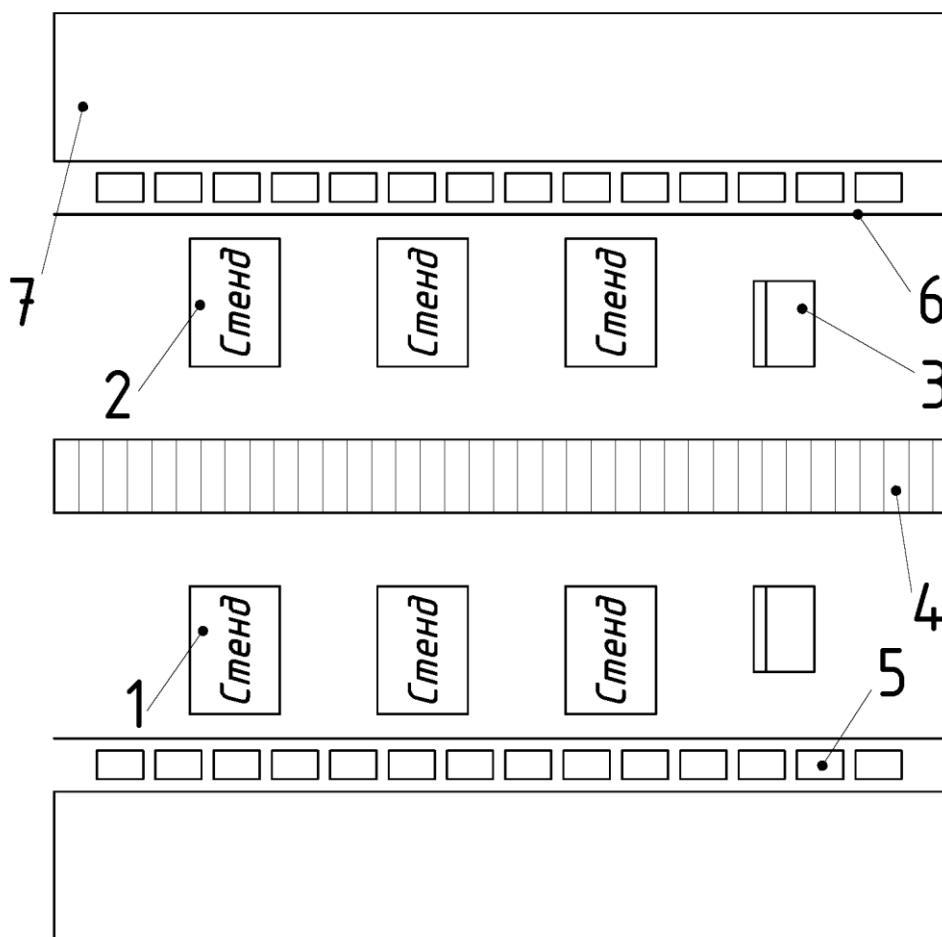
Сборку независимой задней подвески планируется расположить на площадях ОАО «АвтоВАЗ» г. Тольятти. Участок сборки представляет собой поточную линию с ленточным конвейером и сборочными стендами предварительной под сборки узлов. План сборочного участка представлен на рисунке 6.1.

Таблица 6.1 – Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

№ позиции на эскизе рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1 / 2	Стенд сборочный узловой сборки ступиц задних колес левых / правых. Пневматический гайковерт. Ключи. Отвертки. Ключи рожковые. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.	1. Сборка ступицы заднего колеса с рычагами.

Продолжение таблицы 6.1

3	<p>Верстак. Приспособление для установки сайлентблоков. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.</p>	<p>1. Установка сайлентблоков в посадочные места. 2. Центровка сайлентблоков.</p>
4	<p>Ленточный конвейер. Пневматический гайковерт. Ключи. Отвертки. Ключи рожковые. Молоток слесарный стальной по ГОСТ 2310-77.</p>	<p>1. Сборка задней подвески с подрамником по технологическому процессу сборки.</p>



- 1 – стенд сборочный узловой сборки ступиц передних колес левых;
 2 – стенд сборочный узловой сборки ступиц передних колес правых; 3 – верстак;
 4 – ленточный конвейер (общая сборка задней подвески); 5 – контейнеры;
 6 – ограждающий брус; 7 – подъездная дорога

Рисунок 6.1 – План участка сборки

К месту сборки детали планируется доставлять в контейнерах с помощью погрузчиков. Элементы крепления (болты, шайбы и прочее) подвозятся россыпью в контейнеры.

Собранная подвеска посредством ленточного конвейера отправляется для последующей сборки автомобиля.

6.2 Опасные и вредные производственные факторы на участке сборки задней подвески

При сборке задней подвески на работников воздействуют различные опасные и вредные производственные факторы, представленные в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Опасные и вредные производственные факторы		Используемое оборудование	Воздействие на организм человека
Физические	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия	Автопогрузчики; конвейерная линия; гайковерты; сборочные приспособления; слесарный инструмент	Травмы легкой, средней и высокой степени тяжести; возможен летальный исход
	Повышенный уровень шума	Конвейерная линия; гайковерты; сборочные приспособления; слесарный инструмент	Головные боли; повышенная утомляемость; ухудшение слуха
	Повышенный уровень вибрации	Конвейерная линия; гайковерты;	Головные боли; повышенная утомляемость; развитие вибрационных болезней

Продолжение таблицы 6.2

	Повышенное значение напряжения в электрической цепи; повышенный уровень статического электричества	Проводка освещения; проводка механизмов и приспособлений	Поражение электрическим током
	Напряжение зрительных анализаторов		Головные боли; повышенная утомляемость; ухудшение зрения;
	Климатические условия		Простуда; повышенная утомляемость
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость	Поверхности деталей и инструментов	Механические повреждения рук
Психофизиологические	Эмоциональные перегрузки		Нервная возбудимость
	Монотонность труда		Рассеяние внимания

6.3 Организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

6.3.1 Воздействие шума на человека

Шум при каждодневном воздействии может привести к проявлению такого заболевания, как тугоухости. Главный симптом тугоухости – это постепенная потеря слуха, причем вначале теряется способность воспринимать высокочастотные звуки, далее болезнь распространяется на низележащие частоты, которые позволяют воспринимать речь.

За исключением прямого влияния на уши шум также оказывает воздействие и на разные отделы головного мозга, которые заведуют процессами высшей нервной деятельности.

Характерными признаками негативного воздействия шума на организм работающего являются жалобы на повышенную утомляемость, раздражительность, вялость и т.п.

Средствами индивидуальной защиты от шума могут быть:

- ✓ противошумные наушники;
- ✓ противошумные вкладыши (так называемые «беруши»);
- ✓ противошумные головные уборы;
- ✓ противошумные костюмы.

6.3.2 Воздействие вибрации на человека

Условия труда являются вибробезопасными в том случае, когда производственная вибрация не влияет на организм работающего отрицательным образом.

Виброопасные условия труда могут привести к возникновению различных заболеваний, например – к вибрационной болезни.

Существуют много различных методов борьбы с производственной вибрацией, начиная с установки защитных ограждений, предупреждающих надписей и знаков, рациональных режимов труда и отдыха, исключением опасных техпроцессов.

Средствами индивидуальной защиты от вибрации являются рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки, обувь, спецкостюмы, пояса, в состав которых в обязательном порядке входят специальные упругодемпфирующие материалы.

6.3.3 Воздействие уровня освещенности на человека

Уровень освещенности является важным параметром, способствующим повышению работоспособности персонала. Если освещение недостаточно, то происходит перенапряжение зрительных анализаторов, что вызывает повышенную утомляемость, снижает продуктивность, возникает повышенный уровень опасности принятия неверных действий.

Требования к производственному освещению следующие:

- ✓ свет от искусственных источников по своему спектру должен максимально близко соответствовать солнечному свету;
- ✓ уровень освещенности обязан соответствовать установленным нормам;
- ✓ рабочее помещение должно освещаться равномерно.

6.3.4 Параметры вентиляции

Системы вентиляции можно подразделить на:

- ✓ общеобменную;
- ✓ местную;
- ✓ комбинированную.

Общеобменная вентиляция позволяет производить обмен воздуха по всему объему производственного помещения.

Местная вентиляция используется для создания в части рабочего помещения воздушной среды, которая разнится по своим условиям от воздушной среды всего остального помещения.

Для предотвращения от попадания холодного воздуха в рабочее помещение в холодные сезоны применяется воздушная завеса, создаваемая струей теплого воздуха.

6.3.5 Определение категории пожаробезопасности и средств пожаротушения

Сборочный участок относится к производству с непожароопасными технологическими процессами, где имеются несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии, отсутствуют взрывоопасные смеси, открытое пламя, искры, горючая пыль или волокна и т.д. – к категории «Д».

На участке сборки задней подвески целесообразно использовать для тушения пожаров:

- ✓ вода;

- ✓ огнетушители марок ОХП-10, ОХВП-10.

6.3.6 Определение категории электробезопасности

Сборочный участок относится к производству с помещениями без повышенной опасности, в котором отсутствуют высокая влажность, высокая температура, токопроводящая пыль, химически активная среда, токопроводящие полы, напряжения свыше 1000 В и т.д. – участок 2 класса.

Для исключения контакта работающих с электричеством необходимо опасные с точки зрения возможности поражения электрическим током участки выделять ограждениями, надписями, предупреждающими знаками, окраской и т.п.

6.3.7 Мероприятия, связанные со снижением нервно-психологических перегрузок

С целью снижения нервно-психологических перегрузок на участке сборки подвески рекомендуется установить режим рабочего дня, предусматривающий периодический перерыв на отдых. Также, можно предусмотреть периодическую смену работником выполняемой операции.

6.4 Экологическая экспертиза проекта

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

Мероприятия по снижению воздействия антропогенных факторов на окружающую среду:

- ✓ Очистка газовоздушных выбросов.
- ✓ Очистка сточных вод путем фильтрации.
- ✓ Очистка сточных вод с помощью отстойников.
- ✓ Утилизация отходов.
- ✓ Защита от теплового загрязнения.

- ✓ Защита от повышенного шума.

6.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Для того чтобы предотвратить воздействие на людей опасных и вредных производственных факторов, необходимо при проектировании зданий обеспечить людям возможность быстро покинуть здание. Создание эвакуационных выходов, своевременное оповещение работающего персонала об опасности, обучение работающего персонала необходимым действиям на случай создания чрезвычайной ситуации. Ежегодный контроль всей сигнализирующей аппаратуры (пожарные извещатели ручного и автоматического действия – тепловые, дымовые, световые, комбинированные), постоянный контроль состояния складов, проведение с персоналом учебной эвакуации.

Необходим контроль эвакуационного освещения, предназначенного для безопасной эвакуации людей и должно предусматриваться:

- ✓ в местах, опасных для прохода людей;
- ✓ в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при их числе, превышающем 50 человек;
- ✓ в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травмировать из-за продолжения работы производственного оборудования;
- ✓ в помещениях общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 человек. Это освещение должно обеспечивать на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц освещенность 0,5 лк (в помещениях) и 0,2 лк (на открытых территориях).

Выводы

В данном разделе рассматривались следующие вопросы:

- ✓ описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций;
- ✓ опасные и вредные производственные факторы разрабатываемого участка сборки задней подвески;

- ✓ организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда;
- ✓ антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности;
- ✓ безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

В результате рассмотрения вышеперечисленных вопросов было выявлено, что рассматриваемый объект является предприятием с очень сильным воздействием на окружающую среду и на здоровье работников, поэтому необходимо тщательно прорабатывать вопросы защиты окружающей среды и людей от опасных и вредных производственных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе был проведен анализ конструкций задней подвески современных переднеприводных легковых автомобилей и принято решение о разработке независимой (два рычага и корректирующая тяга) задней подвески для автомобиля LADA 2190 Granta.

В работе был произведен подбор упругого элемента – пружины, а также выполнен ее расчет. Далее, был произведен расчет угловой жесткости разрабатываемой независимой подвески, принято решение о необходимости установки стабилизатора поперечной устойчивости, определена его приведенная жесткость. В дальнейшем жесткость стабилизаторов должна будет уточняться в ходе стендовых и дорожных испытаний автомобиля.

Разработанная конструкция обладает следующими преимуществами в сравнении с базовым вариантом на связанных рычагах: благодаря подрамнику подвеска полностью агрегатируется перед установкой на автомобиль, лучше изолирует кузов от дорожных шумов благодаря мягким опорам, имеет лучшую эластокинематику, и, что самое важное, данная подвеска позволяет несложно смонтировать привод на задние колеса, что позволяет создать полноприводную модификацию автомобиля, столь популярную в наше время среди потребителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Автомобиль. Основы конструкции»; под ред. д.т.н. А.Н.Островцева; Москва: «Машиностроение», 1976г.
2. «Автомобили. Конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Минск: «Высшая школа», 1987г.
3. Й.Раймпель: «Шасси автомобиля»; Москва: «Машиностроение», 1983г.
4. Й.Раймпель: «Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колеса»; Москва: «Машиностроение», 1986г.
5. Й.Раймпель: «Шасси автомобиля. Рулевое управление»; Москва: «Машиностроение», 1987г.
6. Й.Раймпель: «Шасси автомобиля. Элементы подвески»; Москва: «Машиностроение», 1987г.
7. Й.Раймпель: «Шасси автомобиля. Конструкции подвесок». Москва: «Машиностроение», 1989г.
8. «Теория и конструкция автомобиля»; В.А. Илларионов, М.М. Морин, Н.М. Сергеев и др.; Москва: «Машиностроение», 1985г.
9. В.Ф.Родионов, Б.М.Фиттерман: «Легковые автомобили». Москва: «Машиностроение», 1971г.
10. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; Москва: «Машиностроение», 1984г.
11. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; Москва: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г.
12. Передерий В.П.: «Устройство автомобиля»; Москва: ИД «ФОРУМ»: «ИНФРА-М», 2008г.
13. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; Москва: «Машиностроение», 1984г.
14. Боровских Ю.И., Кленников М.В., Сабинин А.А.: «Устройство автомобиля»; М.: «Высшая школа», 1983г.
15. Чудаков Е.А.: «Конструкция и расчет автомобиля»; Москва: «Машгиз», 1981г.
16. Сборник нормативно – технических материалов по безопасности труда.
17. Горина Л.Н.: «Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. пособие.»; Тольятти: Толпи, 2000г.
18. СТП 2.207-84. Дипломное проектирование.
19. 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.
20. Капрова В.Г.: «Технико-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение»; Тольятти: ТГУ, 2005г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

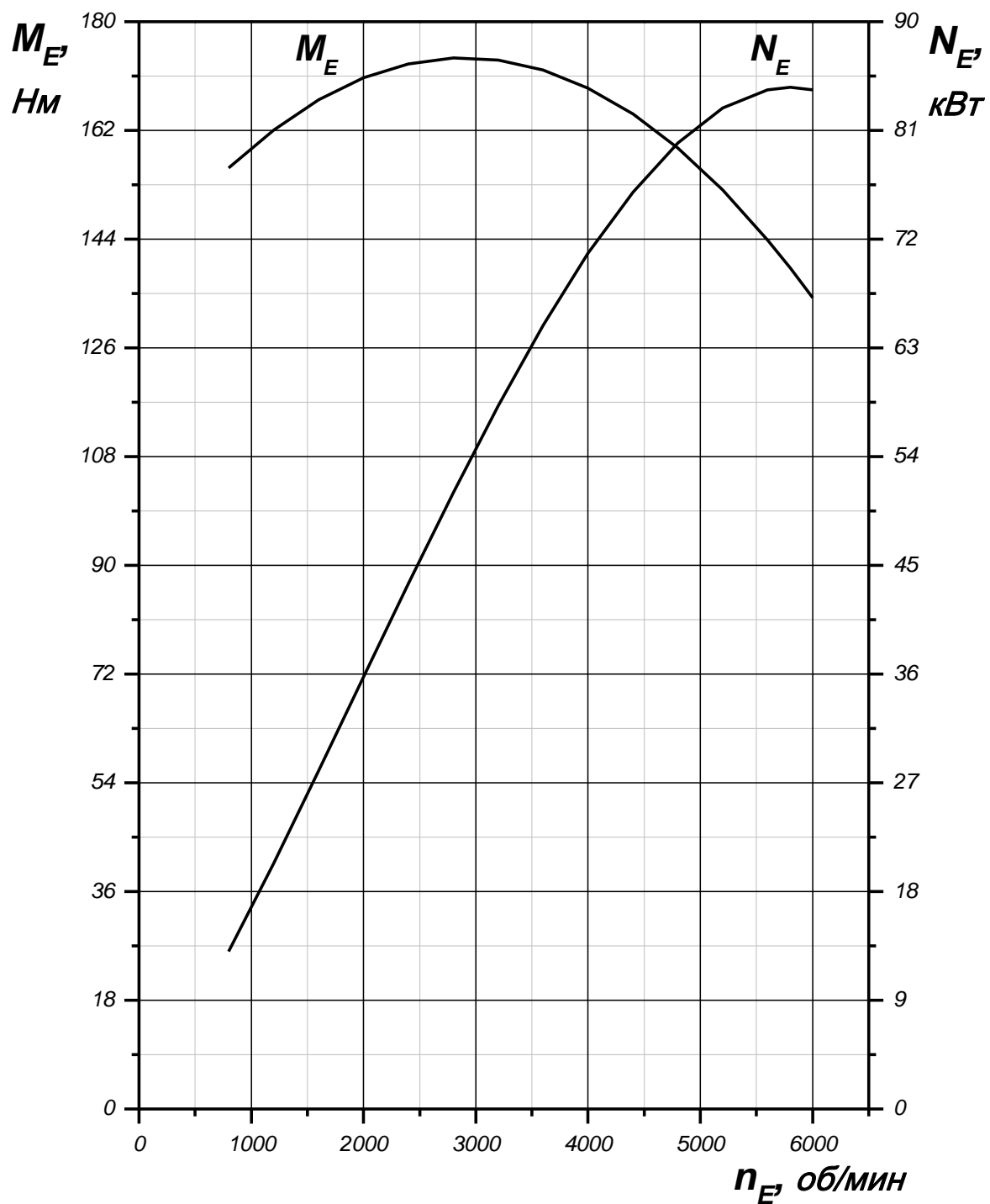


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

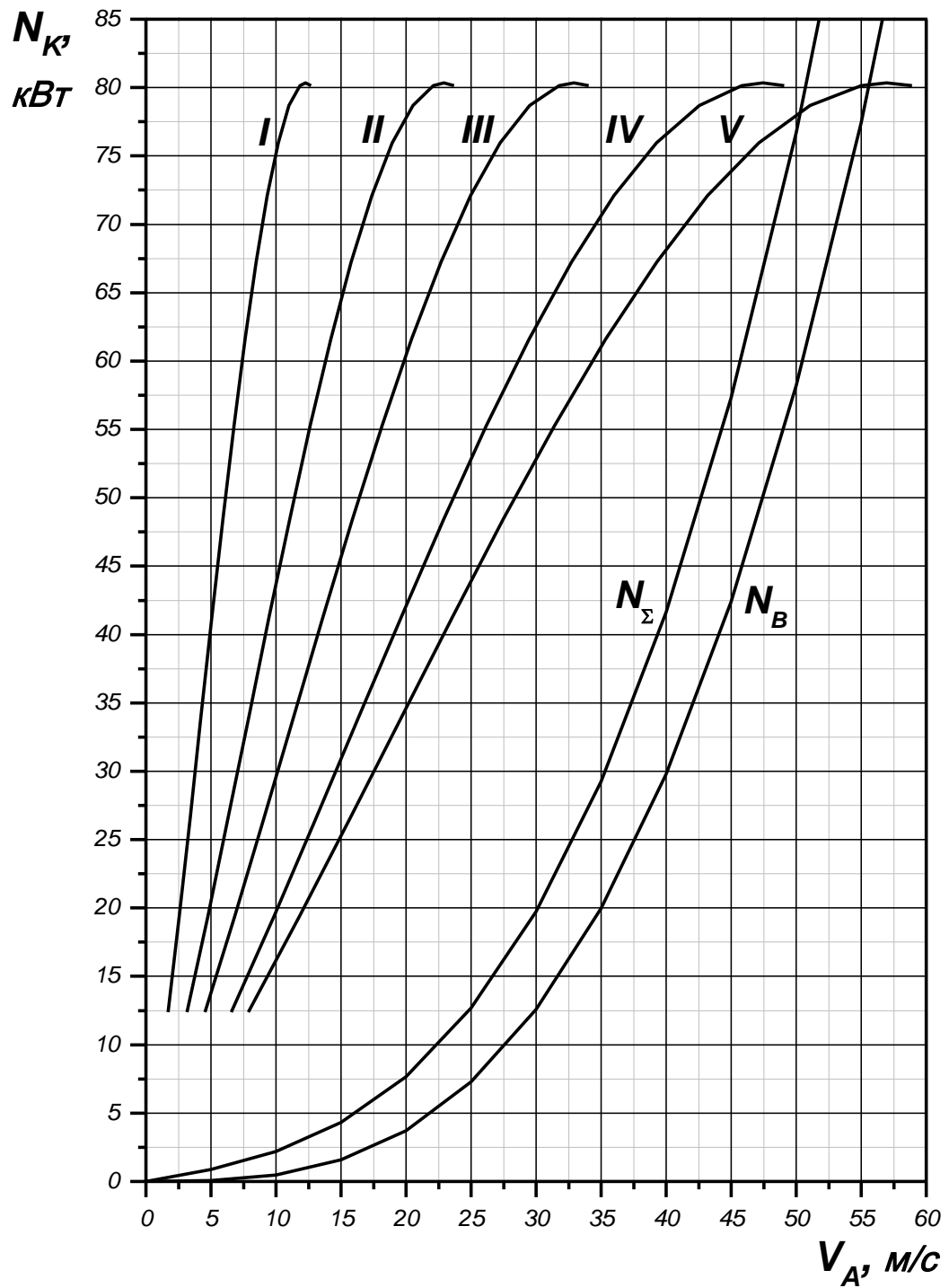


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

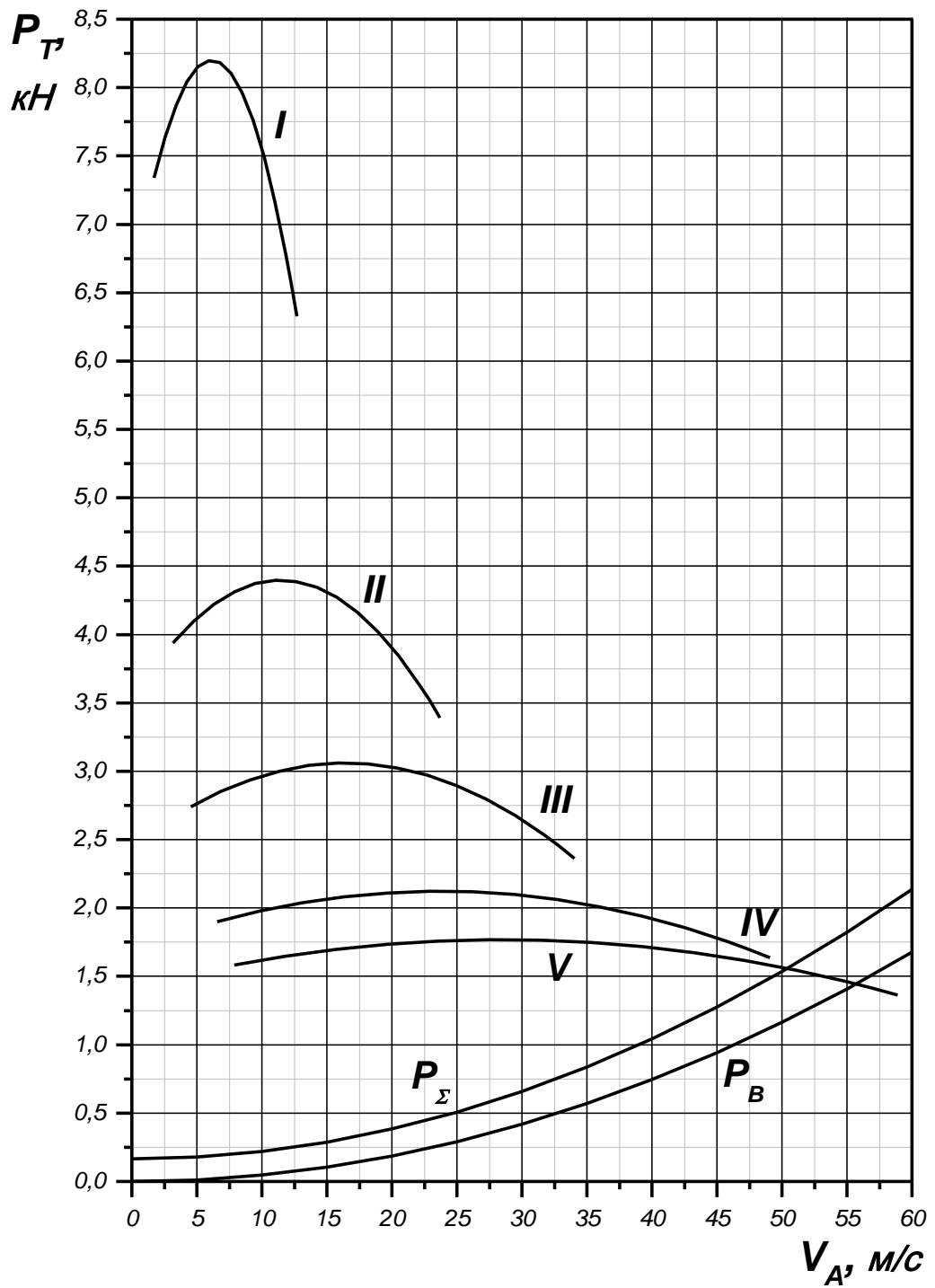


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

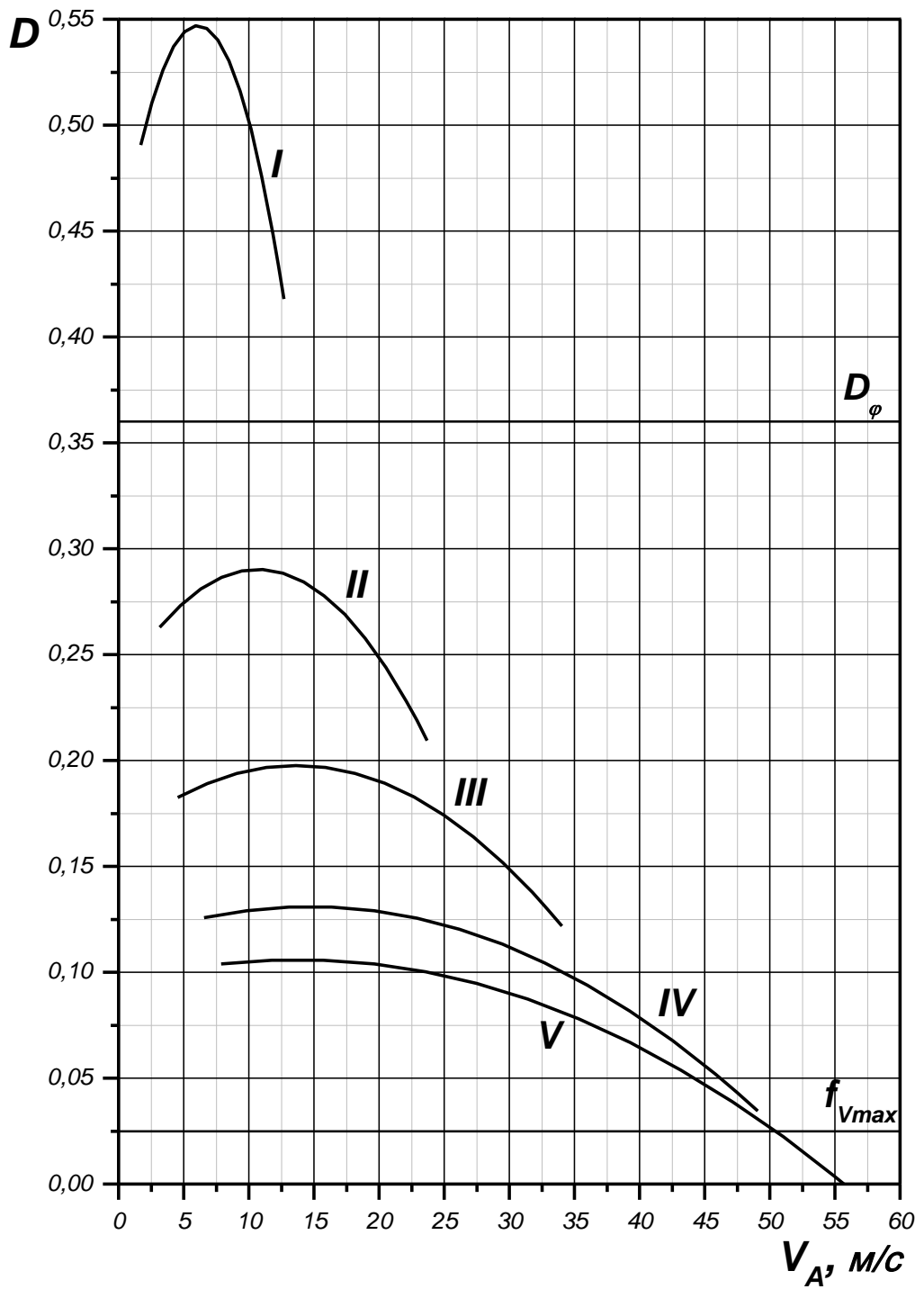


Рисунок А.4 – Динамический баланс

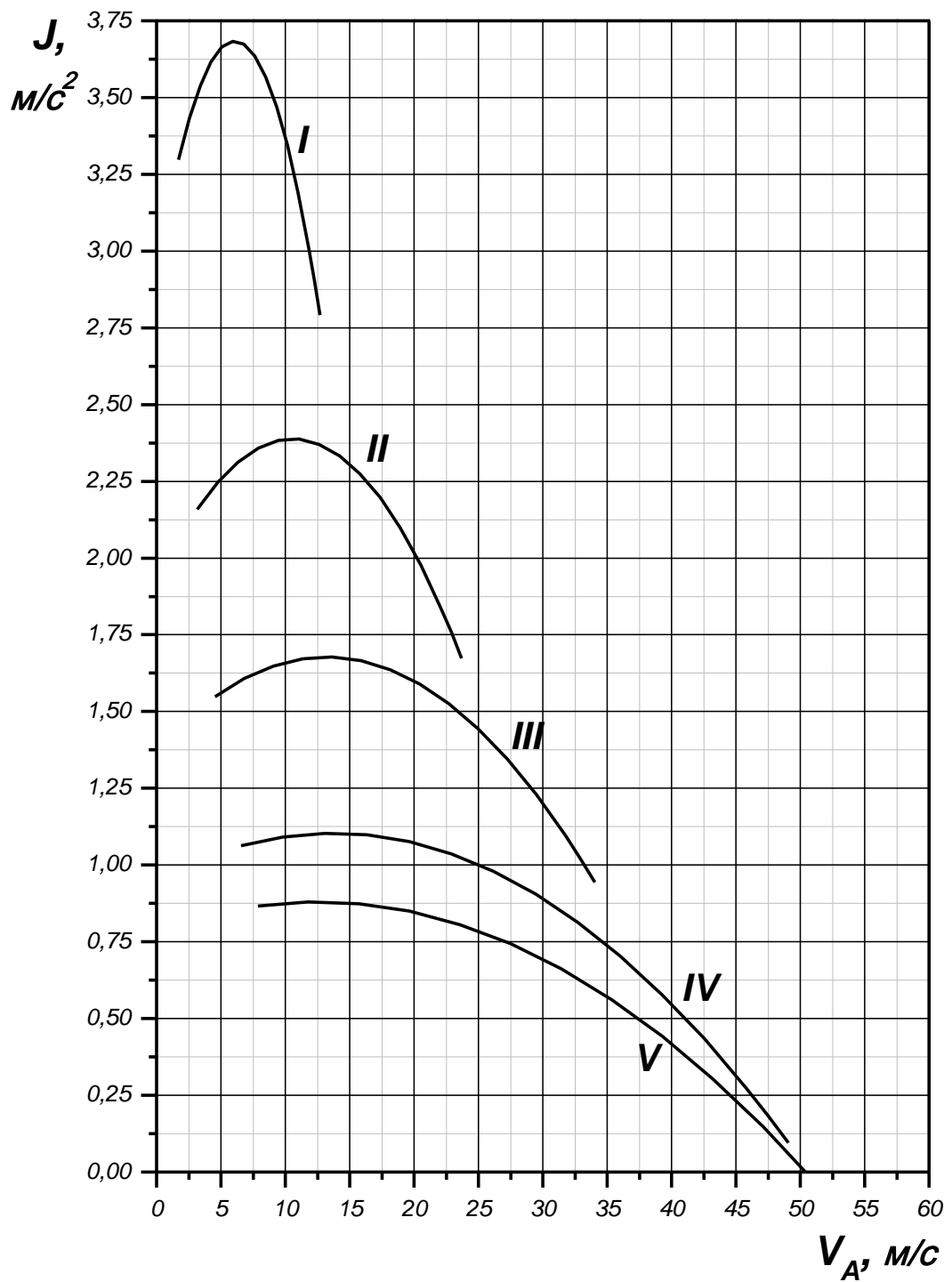


Рисунок А.5 – Ускорения на передачах

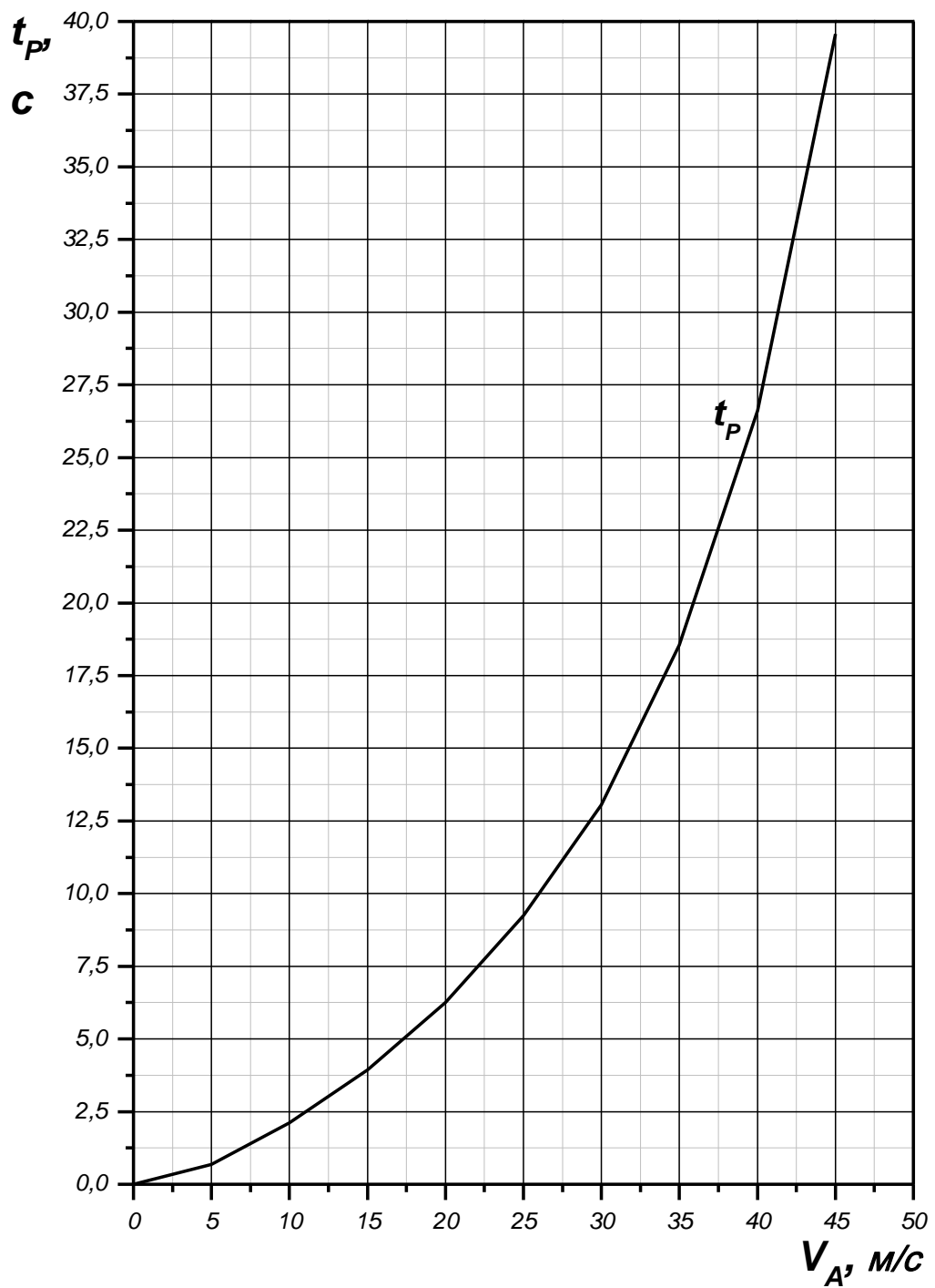


Рисунок А.6 – Время разгона

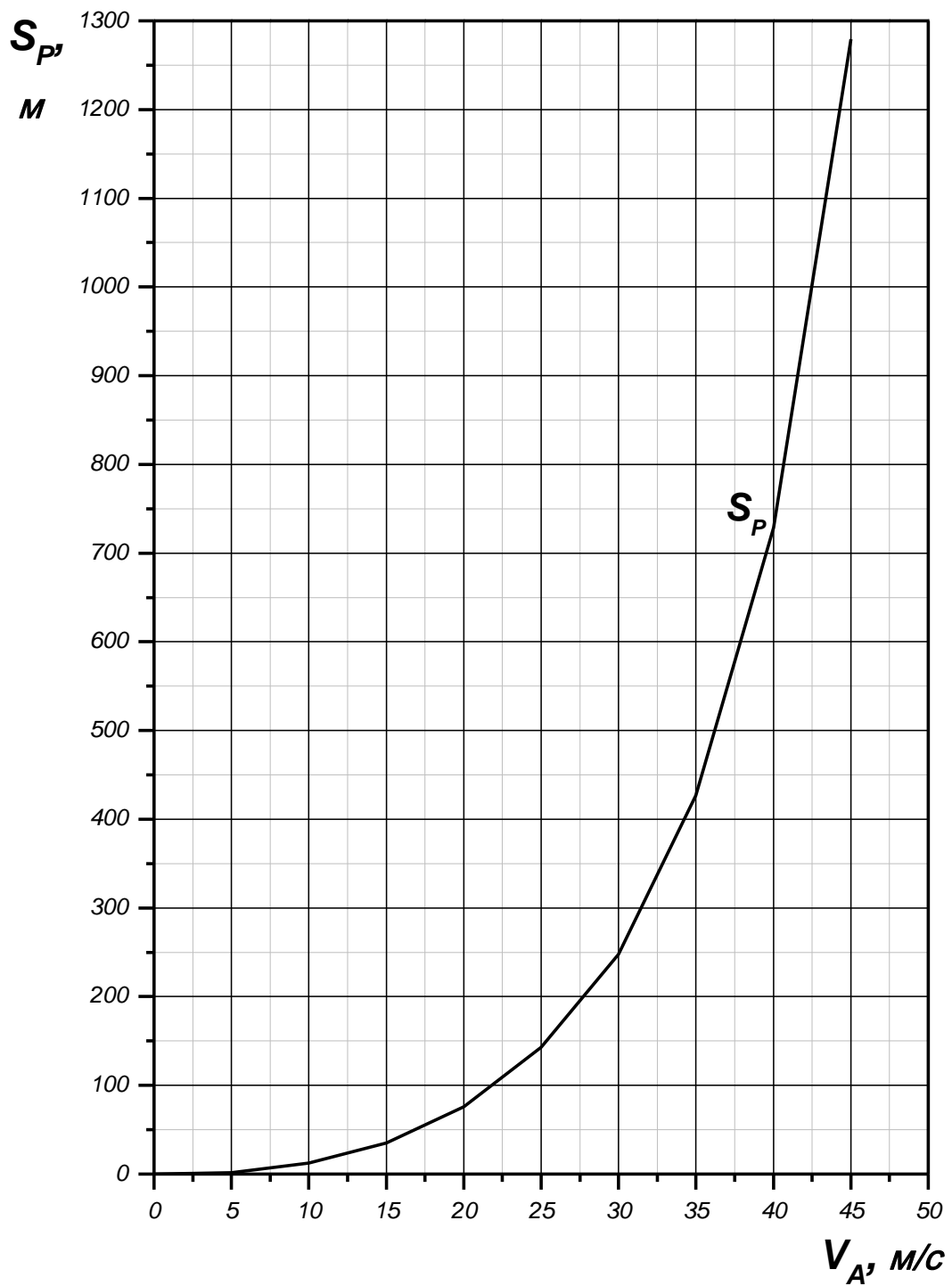


Рисунок А.7 – Путь разгона

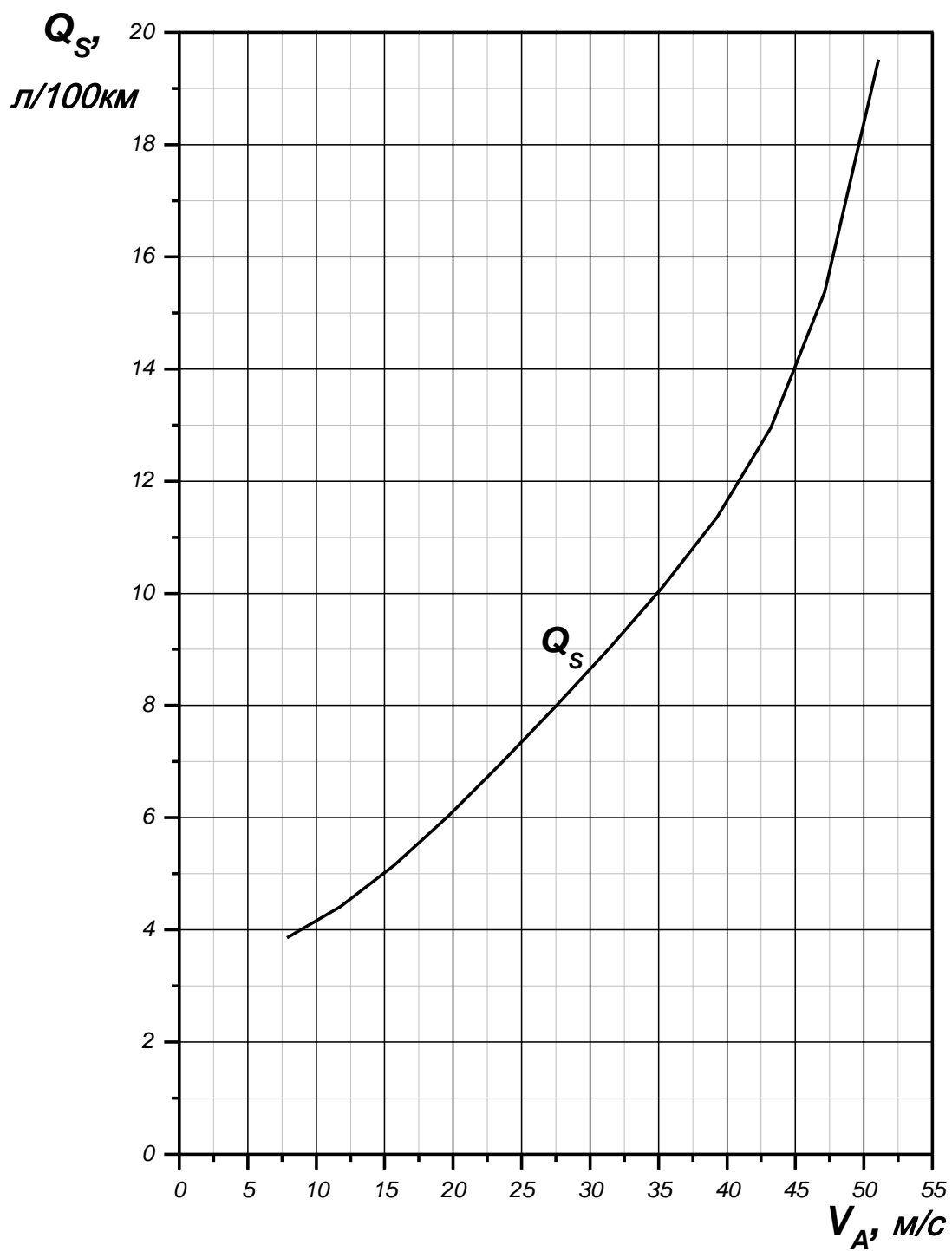


Рисунок А.8 – Путевой расход топлива